

P. J. PUJIULA - S. J.

EMBRIOLOGÍA
DEL HOMBRE
Y DEMÁS VER-
TEBRADOS •••

=====
TOMO II
=====

EDITORIAL PUJIULA
=====
BARCELONA
=====

4624



R 9586 (bis)

**EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRE
Y DEMÁS VERTEBRADOS**

ES PROPIEDAD
Queda hecho el depósito
que marca la Ley.

SOBS. DE LÓPEZ ROBERT Y C.^a, IMPRESORES.—ASALTO, 63.—TEL. 460-A. BARCELONA

GH Natwsl
164 (II)

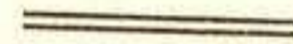
CURSOS TEÓRICO - PRÁCTICOS DE BIOLOGÍA

EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRE Y DEMÁS VERTEBRADOS

POR EL

R. P. JAIME PUJIULA, S. J.

DIRECTOR DEL LABORATORIO BIOLÓGICO DE SARRIÁ
MIEMBRO NUMERARIO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA DE BARCELONA
Y HONORARIO DEL INSTITUTO MÉDICO VALENCIANO



TOMO II

ORGANOGENESIS

EDITORIAL PUJIULA

BARCELONA

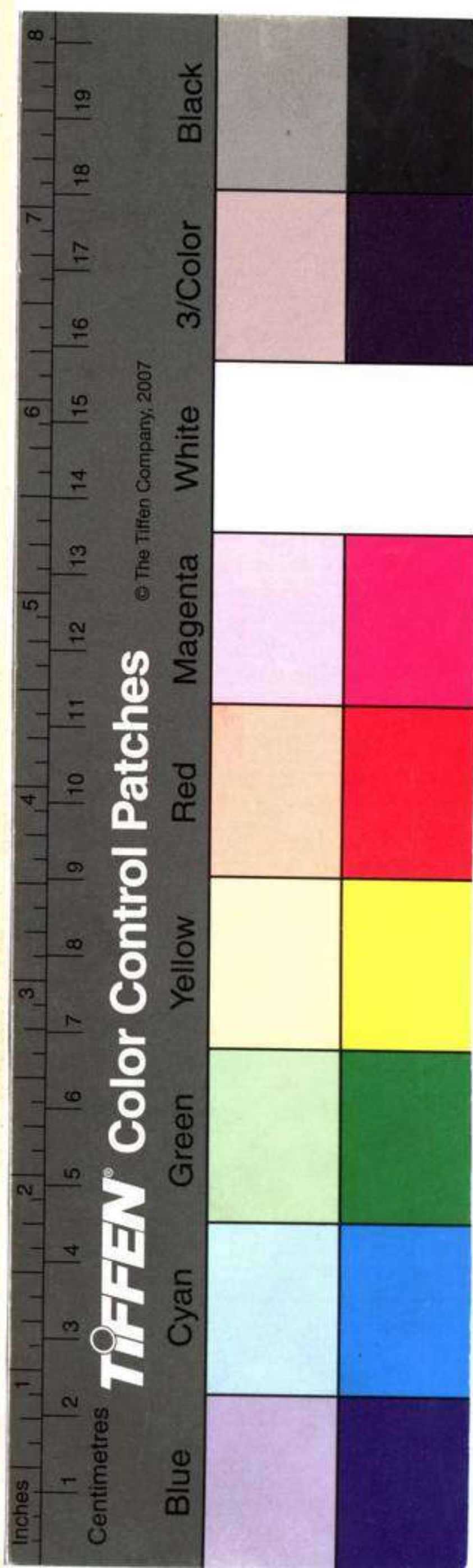
1923

CON LAS DEBIDAS LICENCIAS

FE DE ERRATAS

ADVERTENCIA: Las líneas que aquí se indican son las líneas del mismo texto, no las de las explicaciones de las figuras ni las de los títulos de páginas.

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
2	9	os	los
10	3	epidérmicas	epiteliales
13	29	en mismo	el mismo
14	8	aquella	
28	35	no impida	no impide
36	penúlt. de la nota	que designan	que se designan
38	34	cuando al tiempo	cuanto al tiempo
39	37 y 40	dos papilas	dos tubérculos
56	21	anterior o gastroduodenal	gastroduodenal anterior
70	16	selecios	selacios
72	21	potencia	potencia
78	18	Intereses	Interés
95	17	pronefros	mesonefros
105	18	parte interior	parte anterior
112	11	Buhler	Bühler
123	24	orgastoplosma	ergastoplasma
125	12	supuesto carácter	supuesto el carácter
126	14	fución	función
160	24	(fig. 137, c)	fig. 137, cloacal)
160	29	(fig. 137, ur)	(fig. 137, origen del uréter)
160	35	(fig. 137, mc)	(fig. 137, membrana cloacal)
162	6	elementos y entoderma	elementos
189	12	fragmenta	fragmente
217	4 y 7	coronario	conario
218	6	(<i>acervus cerebri</i>)	(<i>acervulus cerebri</i>)
218	19	<i>cecilias</i>	<i>Anguis fragilis</i>
227	penúltima	Morán	Morand
229	6	(fig. 190, pl)	(fig. 190, Pl-ch)
230	10	Morán	Morand
231	34	queda	quede
240	7	matemático	metamérico
251	9	(fig. 209, no)	(fig. 209, ho)
268	última	a esta porción	esta porción
		media un delgado	medio a un delgado
273	última	desarrollándose	desarróllase
327	14	al labio	el labio



PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
327	18	literalmente	lateralmente
344	penúltima	particularmente	particular
350	19	divine	divide
381	13	esferoides	esfenoides
386	19	en cielo	el cielo
407	3 y 5	diáfisis	epifisis
414	9	sobre	entre
416	9	Articulaciones	Articulación
419	5	invagina	evagina
428	32	proas	psoas
441	32	pericardial	torácica
443	8	Batal	Botall
446	17	la mayor de las extremidades	la mayor parte de las articulaciones de las extremidades
458	6	separar	preparar

CORRECCIÓN DE FIGURAS O DE SU EXPLICACIÓN

- Fig. 4, (pág. 6). Línea 2 de su explicación, dice coronario; debe decir: conario.
- Fig. 7, (pág. 9). Línea 2 de su explicación, dice 6 m/m; debe decir: 6 mm.
- Fig. 32, (pág. 40). Línea 6 de su explicación, la palabra «fungiformes» entre paréntesis, sobra.
- Fig. 41, (pág. 48). Lo que indica H ha de ser B1, y viceversa, lo que indica B1 ha de ser H. Además, x son otros lóbulos del timo.
- Fig. 42, (pág. 49). No es fotografía, sino dibujo original.
- Fig. 44, (pág. 51). La l de la izquierda mirando la figura, ha de ser I.
- Fig. 56, (pág. 67). Línea 5 de su explicación, dice «de Amicis»; debe decir «de Amici».
- Fig. 72, (pág. 79). En la llave superior en lugar de «segmento primitivo inicial»; léase «segmento primitivo primario».
- Fig. 90, (pág. 101). Línea 2 de su explicación, dice «pulvis del riñón»; debe decir: «pelvis del riñón».
- Fig. 93, (pág. 103). Donde dice «Arteria interlobular», debe decir: «Arteria interlobulillar».
- Fig. 95, (pág. 107). Línea 2 de su explicación, bórrese: «m, mesenterio».
- Fig. 108, (pág. 128). Línea 2 de su explicación, dice «Hállase»; debe decir: «Hállanse».
- Fig. 137, (pág. 161). Donde dice «cloacal», debe decir: «cloaca».
- Fig. 149, (pág. 169). Línea 4 de su explicación, dice «prepucio separada»; debe decir: «prepucio separado».
- Fig. 151, (pág. 171). Línea 4 de su explicación, dice «lámina uretra»; debe decir: «lámina uretral».
- Fig. 153, (pág. 183). Línea 5 de su explicación, dice «nefróstomo»; debe decir: «nefróstoma».

- Fig. 172, (pág. 203). Línea 5 de su explicación, dice «n, proceso neuropórico»; debe decir: «pn, proceso neuropórico».
- Fig. 185 A, (p. 222). Línea 3 de su explicación, dice «tb, tubo digestivo»; debe decir: «td, tubo digestivo».
- Fig. 192, (pág. 228). Antes del paréntesis final, hay que añadir lo siguiente: «Debajo de ellas se ve la comunicación del ventrículo medio (tercer ventrículo) con los ventrículos laterales, constituyendo esta comunicación el agujero de Monro».
- Fig. 197, (pág. 234). La a de la izquierda (mirando la figura) del extremo del cuerpo calloso, es a¹ y la del otro extremo a².
- Fig. 199, (pág. 235). Línea 5 de su explicación, dice «cuerpo rectiforme»; debe decir: «cuerpo restiforme».
- Fig. 201, (pág. 238). Debajo del arco interno faltan estas dos letras, ms.
- Fig. 202 bis, (p. 239). La F de fuera de la figura, ha de ser H.
- Fig. 206, (pág. 245). Sobra la explicación, ya que la figura la lleva consigo.
- Fig. 215, (pág. 255). Línea 9 de su explicación, dice «cana»; debe decir: «canal».
- Fig. 218, (pág. 261). Línea 1 de la explicación, dice «oseta»; debe decir: «foseta».
- Fig. 221, (pág. 263). Línea penúltima de su explicación, dice «min»; debe decir: «mic».
- Fig. 235, (pág. 274). De, debe ser Dc.
- Fig. 245, (pág. 283). La línea «mbn», señala una delgada lámina que el cliché no ha reproducido.
- Fig. 248, (pág. 288). Última línea de su explicación, dice «o»; debe decir: «y».
- Fig. 271, (pág. 307). En la misma figura cg' debe ser vg' y viceversa, vg' debe ser cg'.
- Fig. 285, (pág. 322). En la misma figura, la línea sin letras, ha de llevar, «ta».
- Fig. 288, (pág. 325). Última línea de su explicación, dice «v.» debe decir: «y».
- Fig. 289, (pág. 326). Falta letra en una línea que señala el seno venoso.
- Fig. 299, (pág. 336). La línea lo.h.i, ha de llegar hasta la masa negra.

N. B. En el Capítulo II. Artículo II. (p. 80) señalamos, siguiendo a Felix, como lugar de origen del sistema renal la región o zona del mesodermo, que une los segmentos primitivos con la lámina lateral; zona que se ofrece a veces bajo la forma de pedúnculos segmentales. Posteriormente a la publicación de Felix (Herndbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig 1906), salió un hermoso y muy profundo trabajo de nuestro ilustre y querido maestro en Viena, H. Rabl, sobre el pronefros de aves, investigado en el *Vanellus cristatus* M. (frailecillo). La interpretación que da Rabl al resultado de sus investigaciones es algo distinta de la de Felix, y de Kerrens. El origen del pronefros, desde luego en el frailecillo, no sería, según Rabl, el pedúnculo o zona intermedia entre los segmentos primitivos y la lámina lateral, sino una especie de rodete dorsal que aparece en la lámina lateral dicha en este tiempo. Las dos regiones o puntos, el pedúnculo segmental y el rodete de la lámina en cuestión, están contiguos o sólo separados por un surco: de aquí la facilidad de atribuir equivocadamente el origen de uno de estos puntos en lugar del otro.

Como quiera que las observaciones de Rabl, son muy delicadas y de un excelente embriólogo, nos inclinamos a su interpretación.

ÍNDICE GENERAL DE CAPÍTULOS Y ARTÍCULOS ⁽¹⁾

SEGUNDA PARTE. - Organogénesis

	<u>Págs.</u>
Introducción	1
CAPÍTULO I. — ÓRGANOS DERIVADOS DEL ENTODERMO	
El tubo digestivo y sus primeros estadios	3
Aberturas del tubo digestivo	4
Origen de las distintas regiones del tubo digestivo	15
Dientes.	25
Otros órganos bucales.	39
Órganos de la faringe.	42
Origen y desarrollo del hígado.	52
Páncreas, glándulas y vellosidades intestinales	60
CAPÍTULO II. — ÓRGANOS DERIVADOS DEL MESODERMO	
Musculatura.	65
Sistema urogenital: Consideraciones generales	78
Pronefros.	80
Mesonefros	95
Metanefros (riñón definitivo de amnióticos)	100
Discusiones	105
Sistema genital: estado indiferente de la glándula genital	106
Ovario.	113
Testículo	125
Conductos del sistema urogenital.	131
Transformaciones ulteriores del sistema urogenital	136
Cambios en la hembra	148
Órganos urogenitales externos.	160
Defectos de conformación en los órganos urogenitales externos.	176
Cápsula suprarrenal	178

(1) Este índice no indica más que la materia de los capítulos y artículos. Para más detalles, acúdase a los índices alfabéticos de autores y materias, puestos al fin del tomo.

CAPÍTULO III. — LOS ÓRGANOS DERIVADOS
DEL ECTODERMO

Generalidades	191
La médula espinal.	192
El encéfalo en general	200
Cambios en el mielencéfalo, metencéfalo y mesencéfalo	207
Cambios en el diencéfalo.	215
Transformaciones del telencéfalo.	223
Comisuras	231
Rinencéfalo	234
Nervios periféricos.	237
Gran simpático.	241
Formación del ojo	244
Formación del oído	260
Aparato olfatorio	281
Corpúsculos gustativos y táctiles.	289
La piel y sus dependencias	293

CAPÍTULO IV. — ÓRGANOS DERIVADOS DE LA HOJA
INTERMEDIA O DEL MESÉNQUIMA

Consideraciones generales	309
Formación del corazón	315
Las cavidades somáticas y el diafragma	331
Circulación vitelina, alantoidea y placentaria	338
Sistema arterial somático	344
Sistema venoso.	350
Sistema linfático	362
Neuro - esqueleto primitivo	365
Neuro - esqueleto definitivo: columna vertebral	368
Esqueleto de la cabeza en general	376
Cráneo membranoso y cartilagíneo	377
Osificación del esqueleto de la cabeza	386
Osificación en particular.	391
Esqueleto de las extremidades.	395
Repetitorio o breve compendio de la doctrina de este tomo	417

CAPÍTULO V. — LA TÉCNICA DE LA ORGANOGÉNESIS

Advertencias generales	447
Reproducción y reconstrucción	451
La enseñanza práctica de la Embriología	460
Bibliografía o literatura	465
Índice o registro alfabético de autores	473
Índice o registro alfabético de materias	477



Donde quiera que el lector o discípulo hallara dificultad en la inteligencia del texto o de alguna figura, consulte la fe de erratas; pues una palabra cambiada trastorna muchas veces el sentido de todo el pensamiento.

EMBRIOLOGÍA DEL HOMBRE Y DEMÁS VERTEBRADOS

SEGUNDA PARTE

ORGANOGENESIS

INTRODUCCIÓN

1. Concepto de la organogénesis. — Hemos perseguido en la primera parte, el huevo y su evolución hasta formar un cuerpo embrional con sus dependencias u órganos pasajeros que le sirven sólo durante la época de formación. Ahora nos toca estudiar el origen y desarrollo de órganos definitivos; esto es, de aquellos órganos que han de asegurar para siempre su vida independiente y su propagación. Esto último es lo que constituye el objeto de la *organogénesis* que veremos en esta segunda parte de la Embriología: en la cual, para proceder con orden en el estudio evolutivo de cada órgano o aparato, se pueden distinguir en él varias fases: 1.º, su primer origen, es decir, el lugar donde aparecen y el material, de que se forman; 2.º, su crecimiento o desarrollo; y 3.º, su diferenciación histológica. Porque así como en el desarrollo general del huevo estudiamos, primero, los cambios y transformaciones que sufre hasta constituir un cuerpo embrional (primera parte) y luego los distintos órganos que en dicho cuerpo se originan (segunda parte); así también en el estudio particular de cada órgano podemos fijar nuestra atención, ante todo, en su primera aparición y desarrollo, y luego en su diferenciación histológica, o textura y constitución, necesarias a su funcionamiento. Esta diferenciación histológica, que por lo dicho es parte integrante de la organogénesis, como ésta lo es de la Embriología, recibe el nombre de *histogénesis*, y se halla tratada con frecuencia en los libros de Histología, siquiera para completar y entender mejor la constitución de los tejidos de duración o definitivos.

2. División de la organogénesis. — No se trata aquí del orden que se ha de seguir en el estudio organogénico de cada órgano en particular; pues este orden nos lo da la misma Naturaleza con la *primera aparición* del órgano, su *crecimiento y diferenciación* histológica, según está dicho; sino de la división y del orden general que hemos de adoptar para el estudio ordenado de los distintos grupos de órganos. Para establecer un buen orden se pueden escogitar varios principios de división, como el *fisiológico*, esto es, el que divide los órganos por razón de su función (órganos de nutrición, de reproducción, de relación, etc.); otro el *anatómico*, que tiene por base su constitución y estructura; el *ontogénico*, que lo hace atendiendo a su origen, etc. Tratándose de estudios embriológicos, es natural que adoptemos, como el más indicado este último principio, el *ontogénico*, agrupando los órganos, según que traigan origen de una o de otra hoja blastodérmica. Verdad es que aquí se tropieza con una dificultad, no pequeña, y es que los órganos, definitivamente acabados, se componen de partes o tejidos originados por diversas hojas blastodérmicas, concurriendo por lo mismo varias de dichas hojas a su constitución. A pesar de esto, es aceptable y sostenible este principio de división, si en su ayuda viene el principio anatómico-fisiológico: porque, si bien existen en los órganos variedad de partes o tejidos, con todo, no todas estas partes o tejidos tienen en ellos la misma importancia. Porque cada órgano goza de su característica anatómico-fisiológica: desde luego posee su función peculiar y, en orden a ésta, como a su fin, un tejido específico que caracteriza particularmente el órgano, y constituye como su esencia, debiéndose considerar los demás tejidos como de significación *accesoria* o *secundaria*, siempre subordinada a la del tejido principal. Así, v. g., en el intestino, encontramos varias capas anatómicas con varios tejidos; pero de éstos el principal, el de significación primaria y el que caracteriza de un modo particular este órgano, es sin duda el *glandular*; ya que en su trayecto han de experimentar los alimentos, para ser digeridos, una serie de transformaciones, debidas principalmente a la acción de los jugos, que en él segregan las glándulas. De manera que, aunque concurren a formar el intestino varias hojas blastodérmicas, el *mesodermo*, el *entodermo* y el *mesénquima* o conjuntivo embrional, que en la primera parte, cap. v, art. II, conceptuamos como hoja *intermedia*; todavía como su parte glandular, que es, como queda explicado, la *específica*, proviene del *entodermo*, su origen se atribuirá a esta hoja, y el intestino deberá ser tratado entre los órganos derivados de ella.

Entendiendo, pues, el principio de procedencia en el sentido indicado, iremos estudiando, primero, los órganos que proceden del *entodermo*; luego los derivados del *ectodermo*; en tercer lugar, los que lo son del *mesodermo*; y finalmente, los originados por el *mesénquima* u hoja intermedia.

CAPÍTULO I

ÓRGANOS DERIVADOS DEL ENTODERMO

I. El tubo digestivo y sus primeros estadios

3. Origen del tubo digestivo. — El tubo digestivo se deriva del entodermo y se puede decir que es el primer órgano o aparato que se forma y que como tal funciona, ora se trate de huevos *holoblásticos*, ora de *meroblásticos*. En efecto; en huevos *holoblásticos*, como el de *Amphioxus*, *ciclóstomos* y aun de *anfibios*, la invaginación de la *blástula*, para originar la *gástrula*, representa ya el tubo digestivo *primordial*: de aquí el nombre de *arquéteron*, con que se designa la cavidad del tubo interior de la *gástrula* de estos huevos (fig. 1). Y no se puede dudar de que las células que componen la pared de este tubo, obran como células intestinales, digiriendo las substancias que del mundo externo allí entran.

En huevos *meroblásticos*, como los de *selacios*, *reptiles* y *aves*, y también los *holoblásticos* de los *mamíferos* y del hombre, ya que a partir de la *blástula* se comportan como *meroblásticos*; no existe verdadero tubo digestivo hasta que la lámina visceral, extendida primero sobre la gran masa del vitelo, se dobla hacia abajo por delante, por los lados y por detrás, según explicamos al hablar, en la primera parte, de la formación del cuerpo embrionario, originándose una cavidad alargada que se comunica con el saco vitelino mediante el conducto del mismo nombre; conducto que, en los primeros estadios, se inserta próximamente en la región media (fig. 2). También este tubo primitivo obra sin duda como órgano o aparato de la digestión; y a él se debe la transformación y absorción

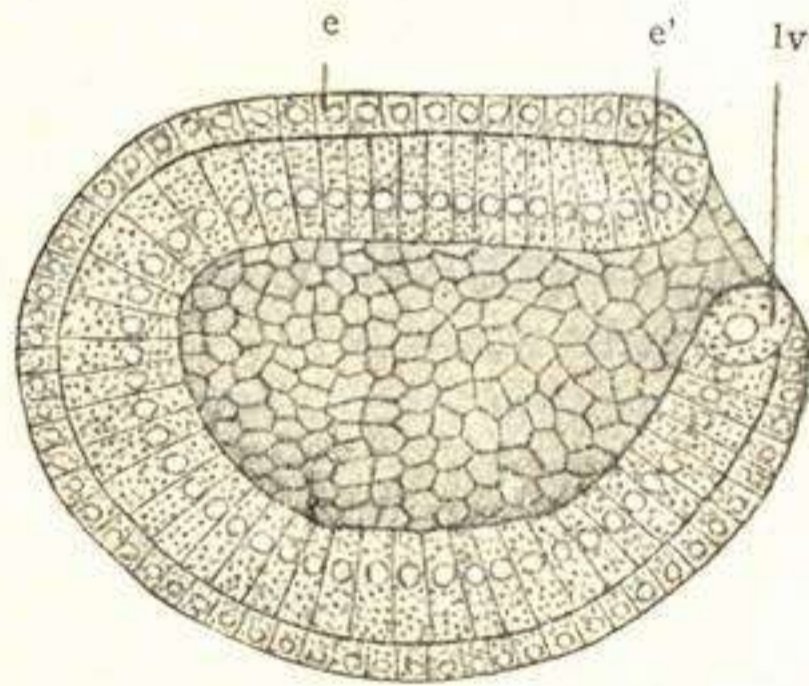


Fig. 1. Gástrula de *Amphioxus*, con el blastóporo muy cerrado, según Hatschek, e, ectodermo; e', entodermo; lv, labio ventral del blastóporo. (Del Handbuch etcétera O. Hertwig.).

de los principios nutritivos que contiene el saco vitelino; su cavidad, pues, es un verdadero *arquéteron*.

4. Constitución del tubo digestivo en este estado. — La composición y estructura de este tubo digestivo primitivo es sencillísima: consta de una capa de células epiteliales que le reviste interiormente o, mejor, que forma su cara interna; y de otra,

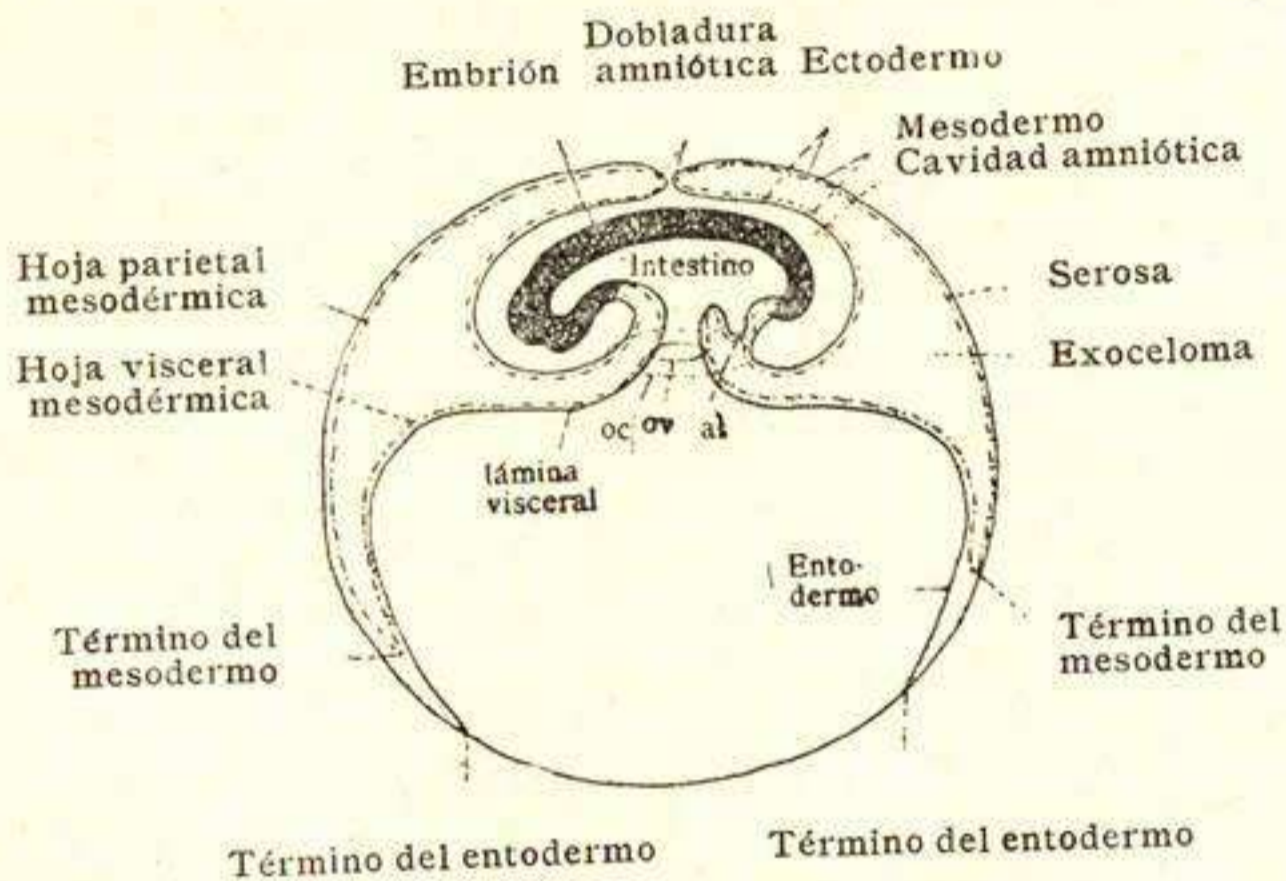


Fig. 2. Corte longitudinal esquemático para explicar la unión y soldadura, sobre el dorso del embrión, de las dobladuras amnióticas: oc, ombligo cutáneo o amniótico; ov, ombligo visceral; al, rudimento de la alantoides. (Original).

también de células epiteliales, que constituye su cara externa: aquélla es el *entodermo*; y ésta la hoja visceral del *mesodermo* (fig. 2). Bien pronto, sin embargo, se desarrollará entre las dos el mesénquima embrional, para reforzarlas o apoyarlas y constituir un tubo de paredes cada vez más recias. En el seno del mesénquima se diferenciarán las capas musculares de fibras lisas.

II. Aberturas del tubo digestivo

5. Formación de la abertura posterior (ano). — Tres son las principales modificaciones que experimenta el tubo digestivo para transformarse en el definitivo: 1.º, se forman en él aberturas, para ponerle en comunicación con el mundo externo; 2.º, el tubo adquiere un crecimiento extraordinario en longitud; y 3.º, se derivan de él multitud de glándulas, algunas de ellas de extraordinaria magnitud como el hígado y el páncreas. En este artículo exponeremos el primer grupo de modificaciones, o sea, la formación de aberturas naturales y, ante todo, de la posterior llamada *ano*

El origen del ano se halla en el *blastóporo* de vertebrados inferiores o en su equivalente, el *canal primitivo*, de los amnióticos. La gástrula, en efecto, de *Amphioxus* y de *anfibios*, se abre hacia fuera, mediante el *blástoporo* o boca *primordial* (Urmund de los alemanes).

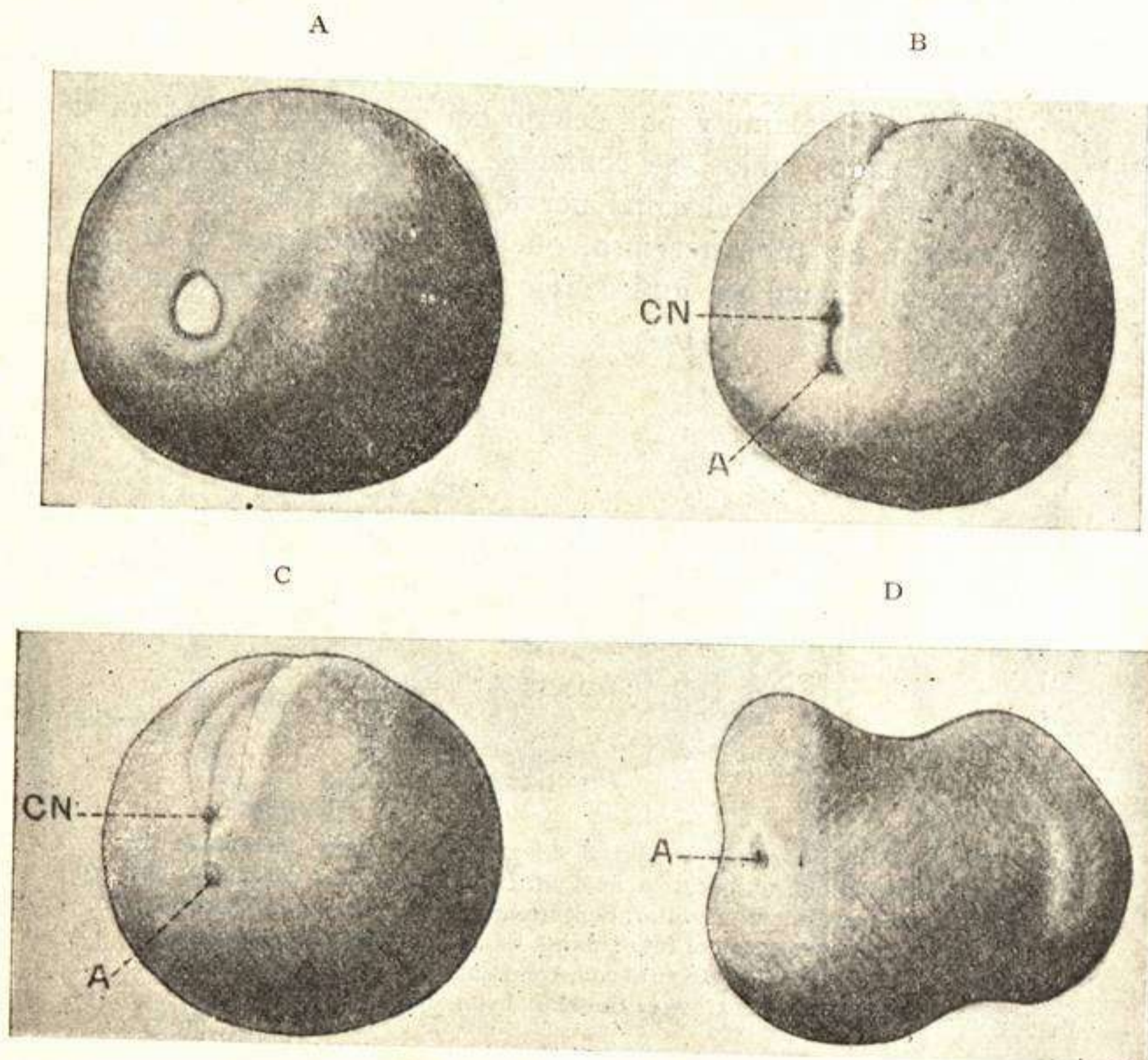


Fig. 3. Cuatro estadios de la formación del ano en el huevo de rana (*Rana fusca*). A, huevo con el blastóporo obstruido por el tapón de Rusconi.

B. Huevo con el blastóporo reducido a una especie de hendidura longitudinal, cuyos bordes o labios en su región media crecen para soldarse y dividir la hendidura en dos porciones: una anterior, que es el canal neurentérico (CN), y otra posterior que es el ano (A).

C. Huevo con la hendidura soldada en medio: su porción inferior (A) es el ano; la superior (CN) es la abertura del canal neuréntico: la porción soldada es el esbozo de la yema caudal.

D. Huevo mucho más avanzado y algo alargado, diferenciando la parte anterior o cefálica de la posterior o caudal con el orificio del ano (A) y el esbozo de cola. (Según Ziegler. Del *Traité d'Embryologie* de A. Brachet).

Pero esta abertura se va achicando o estrechando, a medida que la gástrula crece y se estira. El modo de estrecharse lo expusimos en la primera parte. Para mejor entender la transformación de esta abertura en ano definitivo, nos podemos valer primero de lo que ocurre en *anfibios*, donde el proceso es menos complicado.

Sabemos que al fin de la gastrulación del huevo de rana, aparece el *blastóporo* en la parte posterior, obturado, en parte, por el *tapón de Rusconi* (fig. 3, A). En un estadio más avanzado, y cuando el *tapón de Rusconi* se ha reabsorbido, el *blastóporo* se alarga sagitalmente un poco: los dos labios laterales se sueldan en su región media, dividiendo aquél en dos (fig. 3, B, C): uno posterior, que será el *ano definitivo*; y otro anterior, donde se abre el conducto medular nervioso que viene de delante y por debajo del puente de soldadura de los dos mencionados labios, se comunica con el tubo digestivo. De aquí resulta que, cuando el canal nervioso se cierra en esta región, para convertirse en tubo nervioso, queda absorbido por él el poro anterior. El tubo o canal que está debajo y se continúa por un extremo

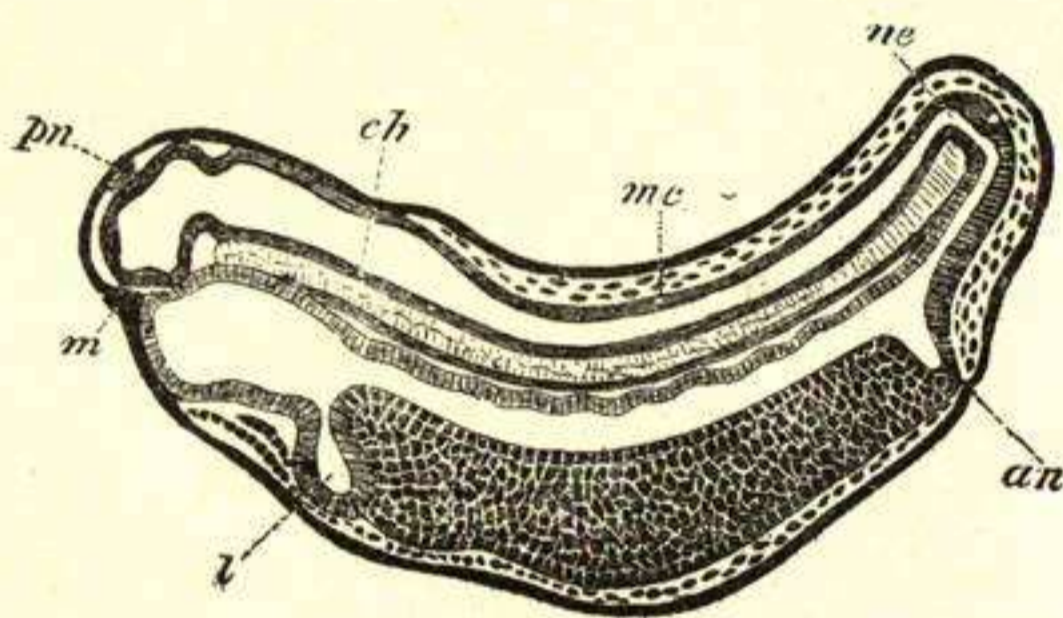


Fig. 4. Corte longitudinal sagital de un embrión más adelantado de *Bombinator* (anfibio). m, boca; an, ano; pn, glándula pineal o coronaria; ch, cuerda dorsal; mc, canal medular; ne, canal neurentérico, esto es, comunicación del canal nervioso con el intestinal; l, esbozo del hígado. El conducto o tubo que se extiende desde el ano al canal neurentérico, es el llamado intestino caudal o postanal. (Según Goette. Del Handbuch etc., de O. Hertwig).

con el tubo digestivo y por el otro con el tubo nervioso, es el canal *neurentérico* (fig. 3, CN), esto es, el canal de comunicación, en este estadio, con el intestino y con el sistema nervioso, como indica su nombre. Llegado este estadio, el tubo digestivo ya no tiene otra comunicación con el mundo externo que por el poro posterior que es el *ano definitivo*: el cual se va pronunciando cada vez más como tal morfológica y topográficamente, a medida que la *yema caudal* crece y se estira por encima de él; circunstancia que hace venga a caer el ano debajo y en la base de la cola (fig. 3, D).

Acabamos de mencionar la *yema caudal*. Esta *yema* es muy interesante y ocurrirá en otros vertebrados: en anfibios se origina de la soldadura de los dos labios laterales del *blastóporo*, antes mencionada, la cual forma una especie de tubérculo, futura cola. Y como quiera que en los labios o bordes del *blastóporo* concurren las tres hojas blastodérmicas, ectodermo, entodermo y mesodermo; dichas tres

hojas se interesan en la formación de la cola, al menos al principio, como que la cola representa la continuación del crecimiento longitudinal del tronco. Y en tanto grado es esto verdad, que al principio se llega a formar algunas veces en la base de la cola una cavidad o divertículo intestinal, que se llama *intestino caudal* o *postanal* (fig. 4). Más tarde desaparece naturalmente.

Volviendo ahora a la abertura anal, la posterior del residuo del blastóporo, conviene recordar que sus bordes o labios están formados, como acabamos de decir, por las tres hojas blastodérmicas; toda vez que en los bordes del blastóporo se origina el mesodermo, según

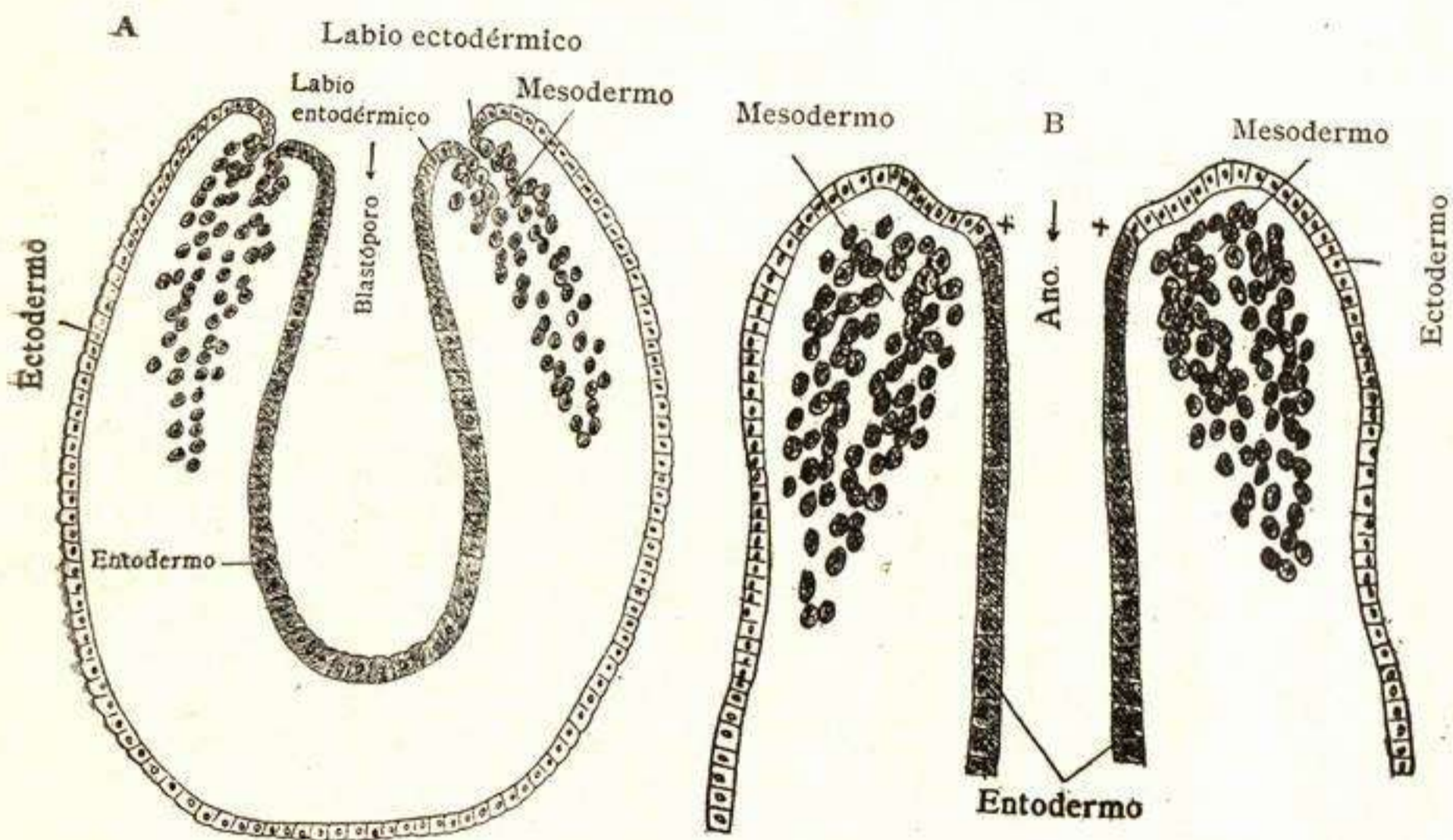


Fig. 5. A. Corte frontal esquemático para ver la disposición de las hojas blastodérmicas en los bordes del blastóporo en el huevo de anfibio. — B, parte posterior del mismo en un estadio más avanzado. Las cruces indican el tránsito del ectodermo en el entodermo y viceversa. (Original).

vimos en la primera parte. De manera que al principio en los bordes del ano el ectodermo se convierte en la hoja *parietal* del mesodermo; y el entodermo, en la *visceral* del mismo mesodermo (fig. 5, A). En un estadio más avanzado, se suelda el labio *ectodérmico* con el *entodérmico*, quedando rechazado hacia el interior y cerrado por todas partes el mesodermo. Con lo cual, en la región del ano, se pasa directamente del *ectodermo* al *entodermo* (fig. 5, B).

Pero aquí hay que distinguir dos casos. Porque unas veces la parte del blastóporo que corresponde al ano, permanece siempre abierta y en este caso tiene perfecto cumplimiento todo lo que acabamos de decir. Otras veces, empero, parece que el ectodermo y entodermo se sueldan en medio y cierran el conducto con la llamada *membrana*

anal, constituida por dos láminas epiteliales, la ectodérmica exteriormente e interiormente la entodérmica (figs. 4, an, y 6). Más tarde se perfora esta membrana, aflojándose, al efecto, primero las células centrales, y desapareciendo después.

En substancia, sucede lo mismo en la formación del ano de los demás vertebrados. Hagámoslo ver en los mamíferos.

Para orientarnos mejor sobre el modo de formarse el ano en mamíferos, hemos de retroceder al estadio de la *estria primitiva* con su canal y pocos *somitas* o segmentos primitivos. En la parte anterior de la estria primitiva se halla el *canal neurentérico* que une, como en los anfibios, el tubo medular con la cavidad del entodermo. En la parte

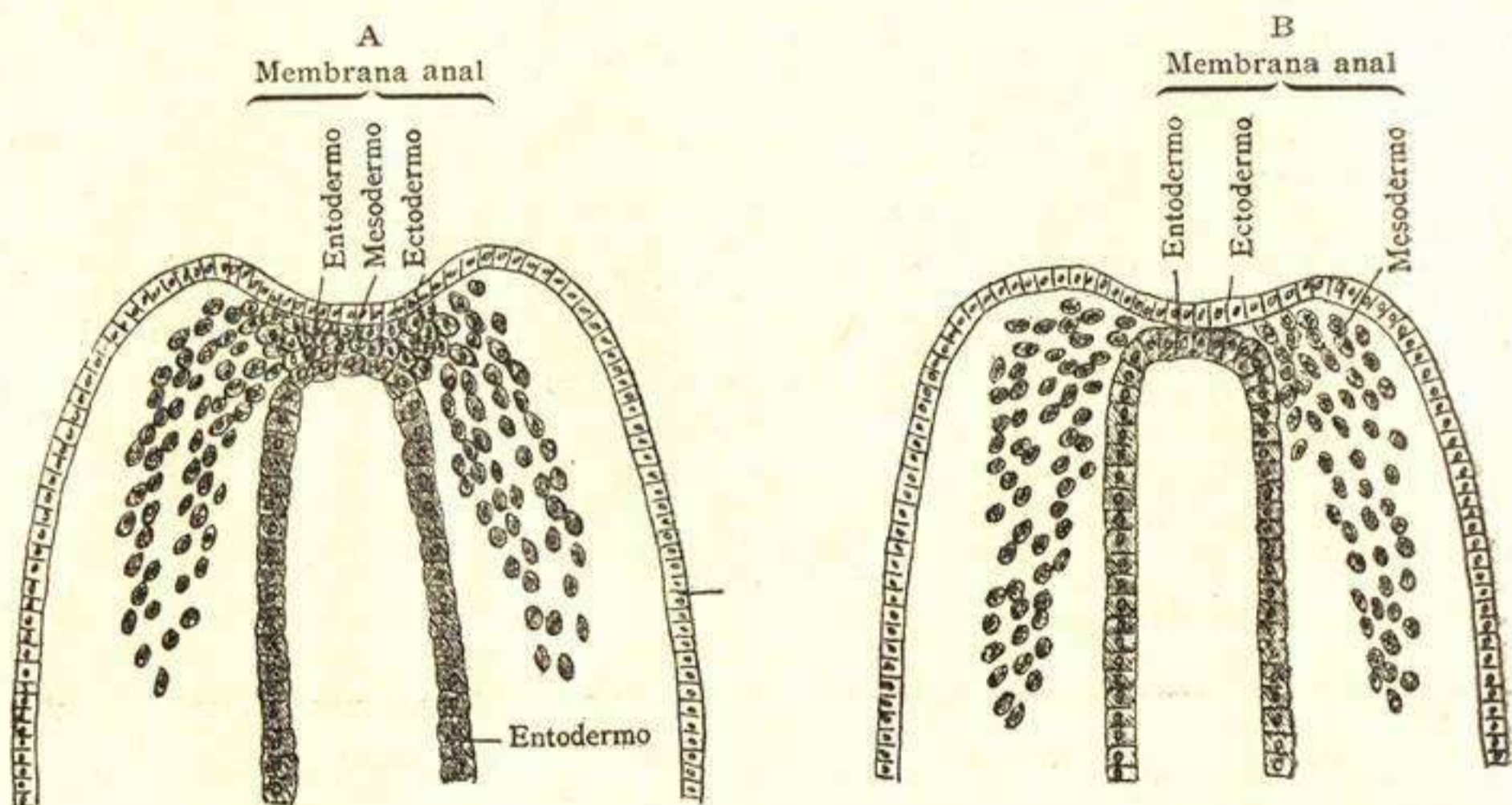


Fig. 6. Parte posterior de un corte frontal esquemático para mostrar la membrana anal. — A, estadio más atrasado; B, estadio más avanzado. (Original).

posterior de dicha estria, la pared del cuerpo embrional consta sólo de dos capas epiteliales, el ectodermo y el entodermo (fig. 7, c), por haber sido rechazado el mesodermo. Este es el punto, donde se forma más tarde la abertura *anal*, mientras que en este estadio está cerrada aún por las dos capas epiteliales dichas que constituyen la *membrana anal*, formación homóloga a la que hemos visto en los anfibios. Esta región anal cae al principio forzosamente en el dorso del cuerpo embrional; pero pronto cambian también aquí las cosas: porque la región media de la estria primitiva, o sea, la que separa la membrana anal del canal neurentérico (fig. 7, entre *c* y *n*; y fig. 8, *s*), se convierte en *yema caudal*; y al desarrollarse, crece por encima de la región anal, la que por el mismo hecho viene a parar debajo y en la base de la cola (fig. 8, *am*), como hemos visto ántes sucedía en los anfibios.

Observemos de pasada que también aquí se nos forma, mediante el desarrollo de la yema, el intestino *postanal*. Unas veces es hueco; otras veces, sólo está representado por un cordón sólido epitelial. Pero aun cuando es hueco, se obstruye después, desapareciendo y cerrándose con esto también el canal *neurentérico*.

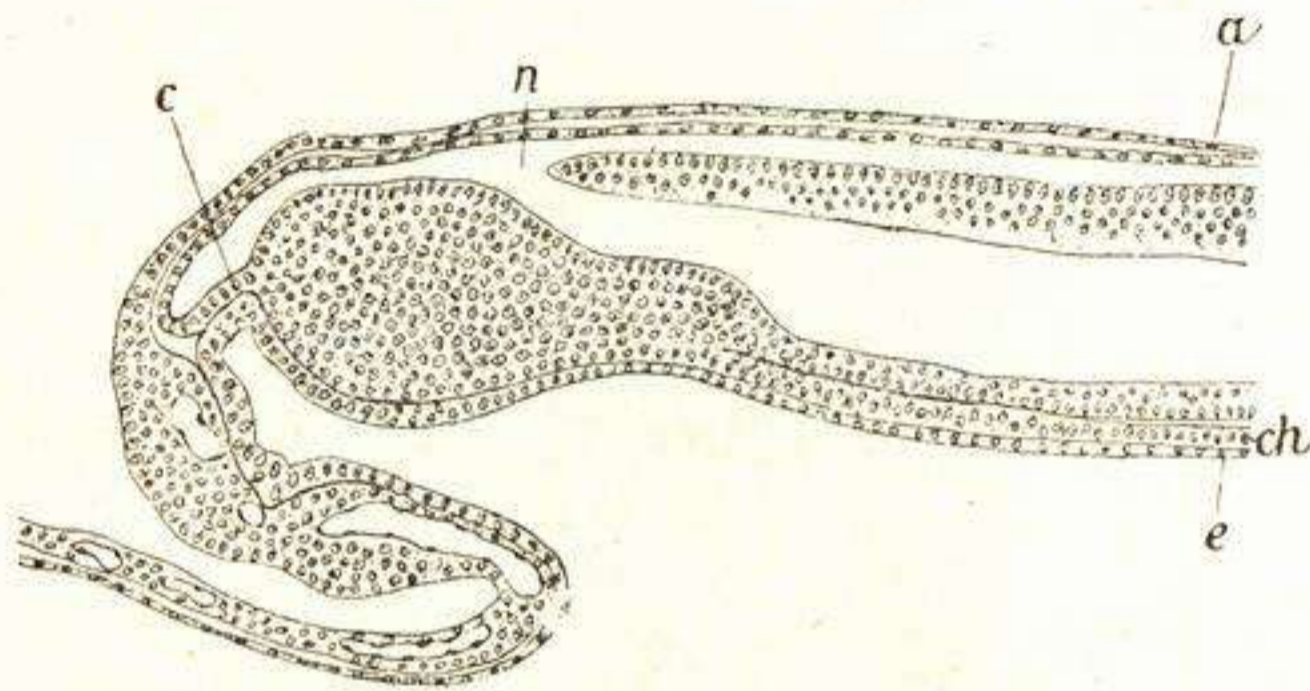


Fig. 7. Corte sagital medio de la parte posterior (extremo caudal) de un embrión de perro de 6 m/m. de longitud. *c*, membrana cloacal (anal); *a*, amnios; *e*, entodermo; *ch*, cuerda dorsal; *n*, neuróporo posterior. (Según Bonnet. Del Handbuch der Entwicklungslehre etc. de O. Hertwig).

6. Boca. — La abertura que se forma en el extremo anterior del tubo digestivo, es la *boca*. Estudiemos su origen. Apenas ha formado el huevo un cuerpecito embrional alargado, la parte anterior

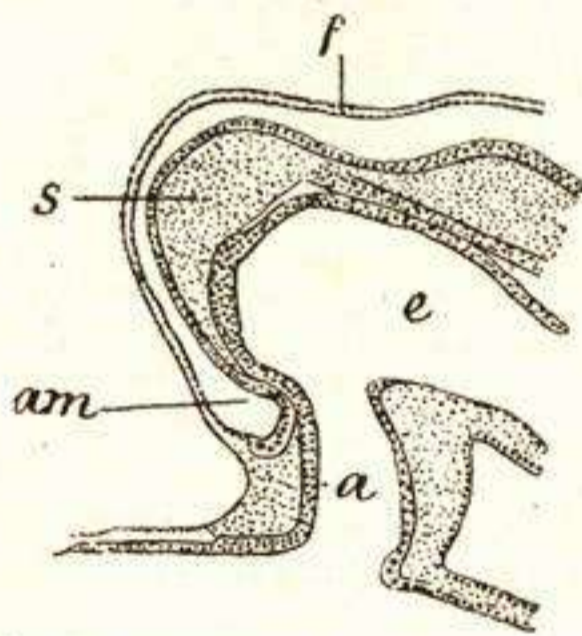


Fig. 8. Corte sagital medio de la extremidad caudal de un embrión de oveja de 18 días con 23 somitas. *a*, alantoides; *am*, membrana anal; *e*, intestino terminal; *f*, amnios; *s*, yema caudal. (Según Bonnet. Del Handbuch der Entwicklungslehre etc. de O. Hertwig).

de éste se abulta notablemente, originando la cabeza como un muñón o tubérculo (fig. 9). Este abultamiento de la cabeza obedece al gran desarrollo del sistema nervioso en la región cefálica, afectando la forma de una gran vesícula, de que nos ocuparemos en su lugar. Debajo de este abultamiento anterior del cuerpo embrional se origina

un seno, el *seno bucal* (fig. 9), en cuyo fondo se encuentra el extremo anterior del tubo digestivo, cerrado todavía por la pared del fondo del seno bucal; pared que se compone de dos capas epidérmicas, una *ectodérmica* y otra *entodérmica*, a la manera que vimos en la *abertura anal*. Esta membrana representa el velo del paladar *primordial* (fig. 10, mf).

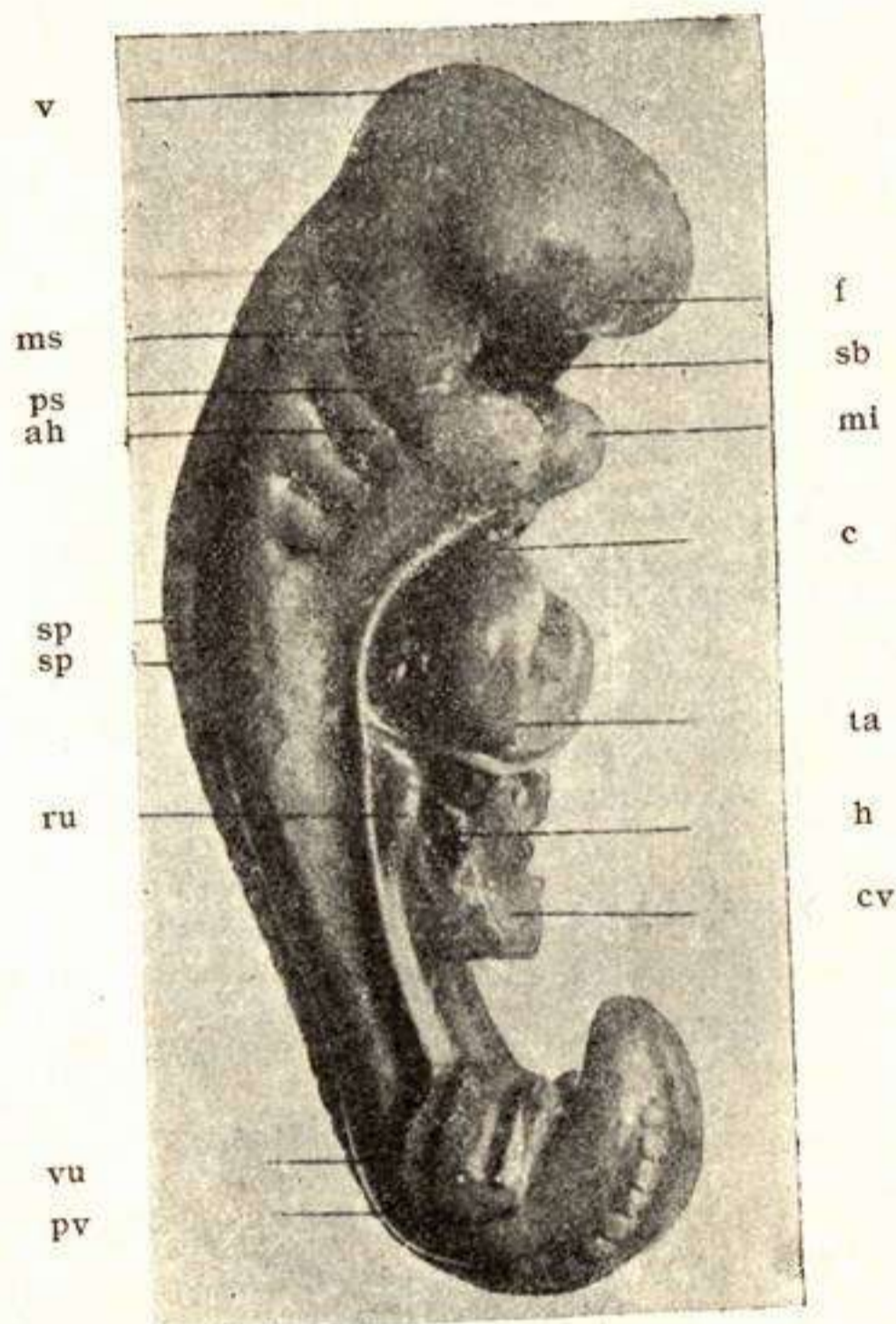


Fig 9. Embrión humano de la tercera semana. f, prominencia frontal; v, vértice; sb, seno bucal; ms, saliente o prominencia del maxilar superior; mi, saliente del maxilar inferior; ps, primer surco faringeal o visceral; ah, arco notocel; sp, segmento primitivo; ru, región umbilical; cv, conducto vitelino; c, corazón; ta, tronco arterioso; h, hígado; pv, pedúnculo ventral con los vasos umbilicales (vu). (Según el modelo de His. Del libro de Hertwig. Die Elemente etc.).

Más adelante tendrá lugar también una perforación de esta membrana y quedará el tubo digestivo abierto en la boca.

Volviendo al seno bucal, queda éste cada vez más pronunciado, limitándole cinco tubérculos: uno superior (fig. 9, f) llamado *prominencia* o *prolongación frontal*, y dos más a cada lado y hacia bajo (fig. 9, ms, mi) que son las *prominencias maxilares*. La prominencia *frontal* corresponde a la pared anterior de la gran cavidad o vesícula cerebral: cavidad o vesícula limitada inferiormente y separada del seno bucal, en este estadio, por una pared delgada, compuesta de dos

capas epiteliales, una externa (*ectodermo*) y otra interna o cerebral, derivada también del ectodermo, según ya vimos en la primera parte y tornaremos a ver más adelante: entre estas dos capas se interpone una delgada lámina de tejido *mesenquimatoso* o conjuntivo embrional. Esta pared constituirá más tarde la base del cráneo. Tanto de la prominencia frontal como de las prominencias maxilares nos tendremos que ocupar repetidas veces en lo sucesivo.

Por lo dicho se ve que la cavidad bucal es de origen *ectodérmico*; pues el fondo del seno bucal señala el límite entre la parte *ectodérmica* y la *entodérmica* del tubo digestivo.

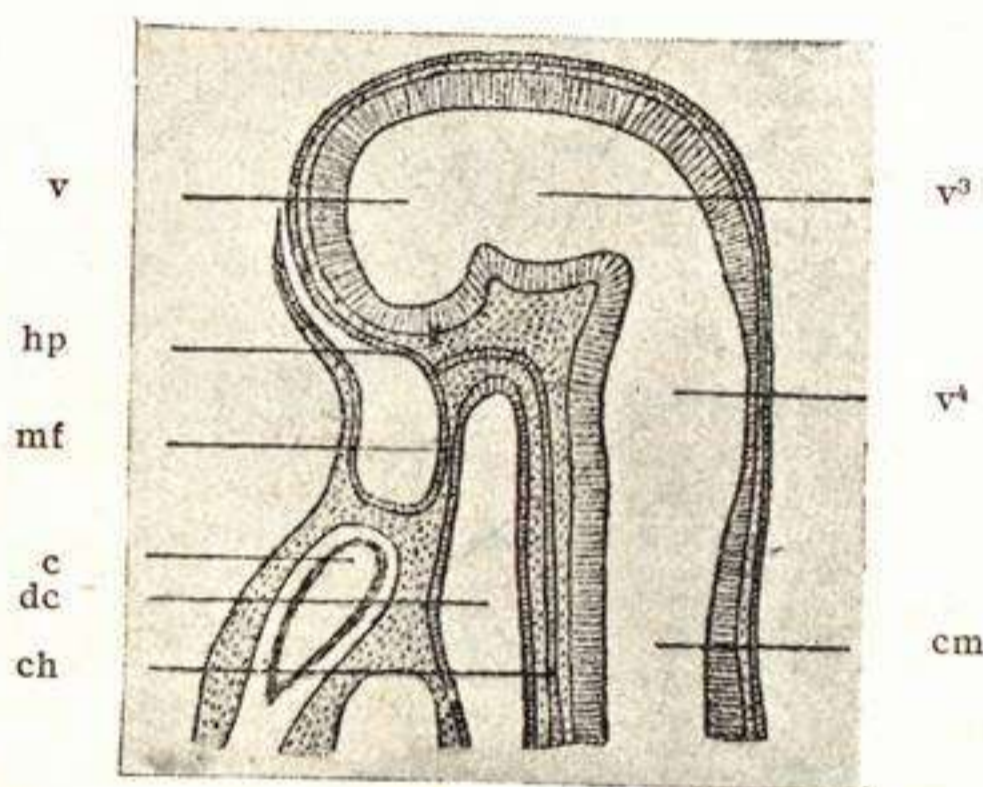


Fig. 10. Corte sagital medio de la parte anterior de un embrión de conejo de 6 mm. mf, membrana faríngea; v, ventrículo del cerebro; v³, región del tercer ventrículo; v⁴, región del cuarto ventrículo; cm, canal medular; hp, punto del seno bucal donde se inicia la hipófisis; c, corazón; dc, porción céfala del tubo digestivo; ch, cuerda dorsal. (Según Mihalcovics. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

7. Aberturas, surcos o bolsas y arcos faríngeales.

—No son el *ano* y la *boca* las únicas aberturas que ponen en comunicación la cavidad del tubo digestivo con el mundo externo; sino que se forman, además, en muchos casos otras, que llamaremos aquí aberturas *faríngeales*, denominación que se ciñe a indicar su topografía y no encierra ningún prejuicio. El llamarlas aberturas *branquiales*, como hacen muchos, nace de la idea transformista, que les domina y esclaviza. Sólo en los peces y anfibios, donde estas formaciones desarrollan branquias, se pueden llamar, sin salirse de la realidad de los hechos, indistintamente *faríngeales* o *branquiales*; en los demás no, máxime teniendo en cuenta que no se puede afirmar de un modo general que lleguen a ser verdaderas aberturas, sino sólo senos (fig. 35) como veremos (1).

(1) Conf. nuestro artículo: Arcos, surcos y hendiduras branquiales, faríngeales o qué?. Estudios, T. XXI, N.º 1.º, Julio 1921, p. 22.

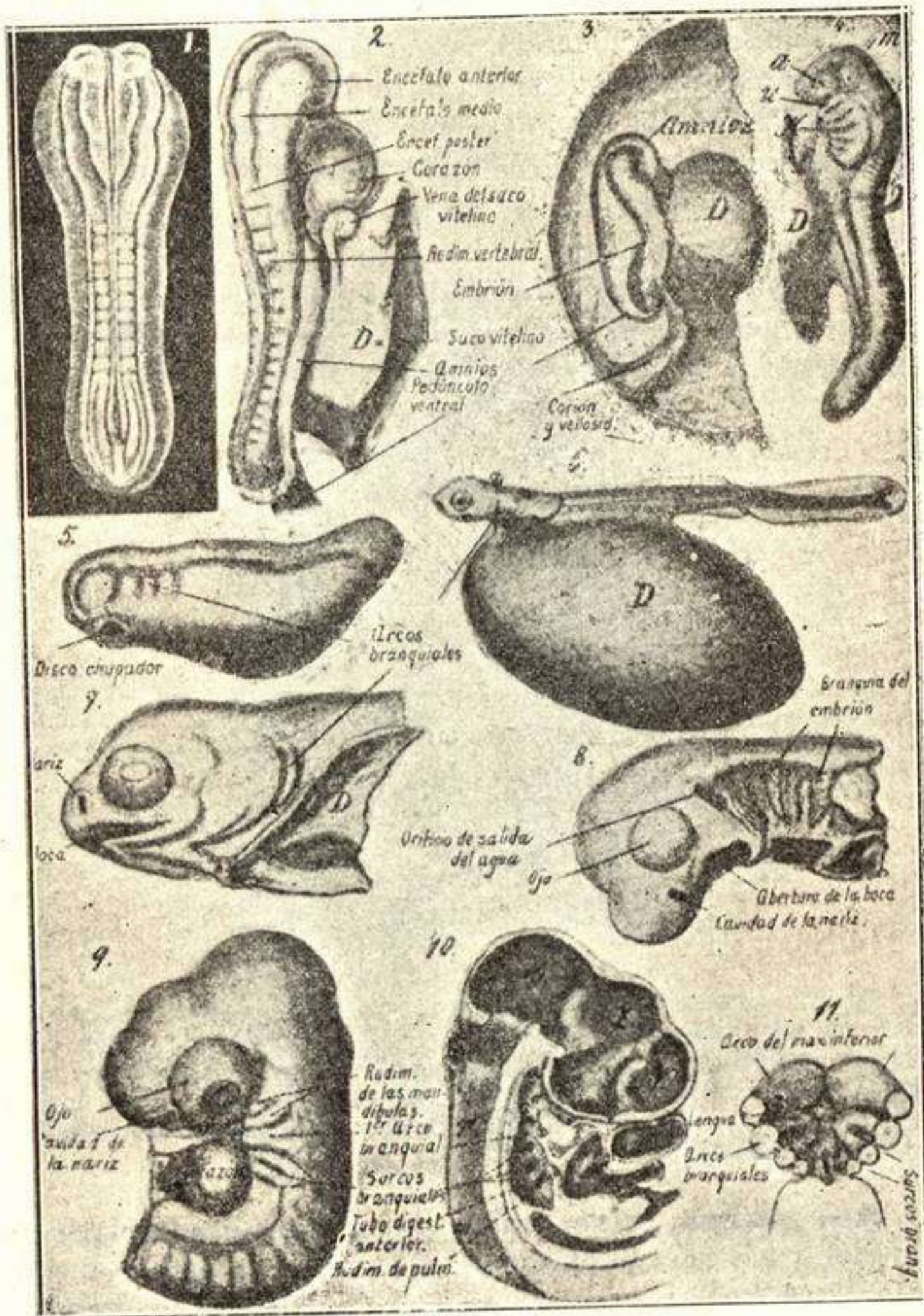


Fig. 11. Lámina del Dr. Brass representando una serie de embriones y formaciones embrionarias.

1. Embrión humano, hechura de Haeckel, en el estadio que este autor bautiza con el nombre de "sandaliiforme".—Para que se vea cuánto tiene de libre, compárese con el embrión de la figura siguiente.

2. Estadío joven de un embrión humano, según el embriólogo Kollman. (La figura lleva consigo la explicación de órganos).

3. Esquema de los órganos embrionales del hombre. D, saco vitelino. (La notación restante véase en la misma figura).

4. Embrión de la "Tremielga" (*Torpedo ocellata*), según un modelo de cera de Ziegler.—a, vesícula ocular; m, mesencéfalo (cerebro medio); o, vesícula auditiva; u, prominencia del maxilar inferior; k, branquias en formación; v, esbozo de la aleta anterior; D, saco vitelino.

5. Embrión de rana. (Notación en la figura).

6. Embrión de trucha, salido del huevo con su saco vitelino (D), que en este estadio, le sirve de órgano de *nutrición y respiración*.

7. Cabeza del embrión anterior, vista por abajo y por el lado.—En los arcos branquiales aparecen los primeros esbozos de las branquias en forma de rosario de perlas.

8. Cabeza de un estadio joven de embrión de tiburón, salido del huevo.—De los arcos branquiales salen, primero, apéndices filiformes que atraen el oxígeno; apéndices que luego son reemplazados por las branquias definitivas. La primera hendidura branquial se conserva bajo la forma de un notable orificio, llamado surtidor (Spritzloch).

9. Embrión de pollo, después de 70 horas de incubación, aumentado once veces.—Los llamados arcos branquiales no desarrollan branquias, como ni en reptiles ni en mamíferos.

10. Corte sagital de la cabeza del embrión de la figura anterior, destinado a hacer ver, por su cara interna, los arcos y surcos o hendiduras mal llamados branquiales. En esta región y a sus expensas se forman luego órganos tan importantes como el timo, cuerpo tiroideo, la laringe, lengua, etc.

11. Corte frontal de la región crítica, o sea, de la región de los arcos y surcos mal llamados "branquiales", de embrión humano, destinado a patentizar que los surcos no se perforan.—La figura es de His.

El modo de formarse estas aberturas o senos es el siguiente. Inmediatamente detrás de las prominencias maxilares, de que hablamos hace poco, se forma un surco o seno alargado a cada lado del cuerpo, paralelo a la prominencia maxilar, como que constituye su límite posterior (fig. 9, ps). Exteriormente no se ve más que este surco en la cara externa; pero en realidad, por la cara interna o por la parte del tubo digestivo corresponde otro surco (bolsa) más profundo, igualmente orientado, que va de dentro a fuera como en busca del externo. De suerte que el fondo de estos surcos está representado por una delgada pared, constituida por dos capas epiteliales, una externa (*ectodérmica*) y otra interna (*entodérmica*). Estas dos láminas epiteliales rechazan a los lados el mesodermo que hasta allí llega. Por el estilo, se forma algo más atrás otro surco, paralelo al anterior; y más atrás de este otro y así sucesivamente hasta varios.

Entre surco y surco queda como una columna: las columnas o pilares son los llamados *arcos faringéales* (fig. 9, ah). Están revestidos, exteriormente por el ectodermo y por el entodermo interiormente: su masa intermedia la componen el *mesodermo* y el *mesénquima*.

El número de senos faringéales es variable, según los grupos de vertebrados (fig. 11). En los selacios es donde llegan a mayor número: pues en ellos son generalmente seis; pero hay casos de siete y aun de ocho. En teleósteos, anfibios y reptiles, son cinco; y en aves, mamíferos y en el hombre, sólo cuatro.

Los surcos y arcos faringéales se ven bien en embriones de conejo de 10 días (5-6 mm. de longitud) (1); en embriones humanos de 4-5 mm. (fig. 9), y en embriones de gallina de 2 a 3 días (fig. 11, 9).

8. Significación de las bolsas y arcos faringéales.

—No todos estos arcos y surcos o hendiduras tienen, aun en los peces, en mismo destino: el primer arco le veremos convertirse en las mandíbulas; el segundo, integrar el hiodes; de manera que es

(1) Esta longitud no es, propiamente hablando, la que corresponde al cuerpecito, si estuviera estirado: el embrión permanece mucho tiempo encorvado casi en arco cerrado.

inexacto llamarlos indistintamente *branquiales* aun en los animales que poseen branquias; sólo a partir del tercero se podrá darles este nombre. En peces y anfibios las bolsas se perforan y los arcos faringales (fig. 11, s) originan las branquias, que son los órganos de respiración acuática. En efecto; en los bordes de los arcos se producen dobladuras laminares o filamentosas de la piel, muy ricas en vasos sanguíneos, las cuales, al ponerse en contacto con el agua, toman de ésta el oxígeno que lleva aquélla disuelto y le abandonan el anhídrido carbónico. Por esta causa pueden llamarse aquí estas formaciones

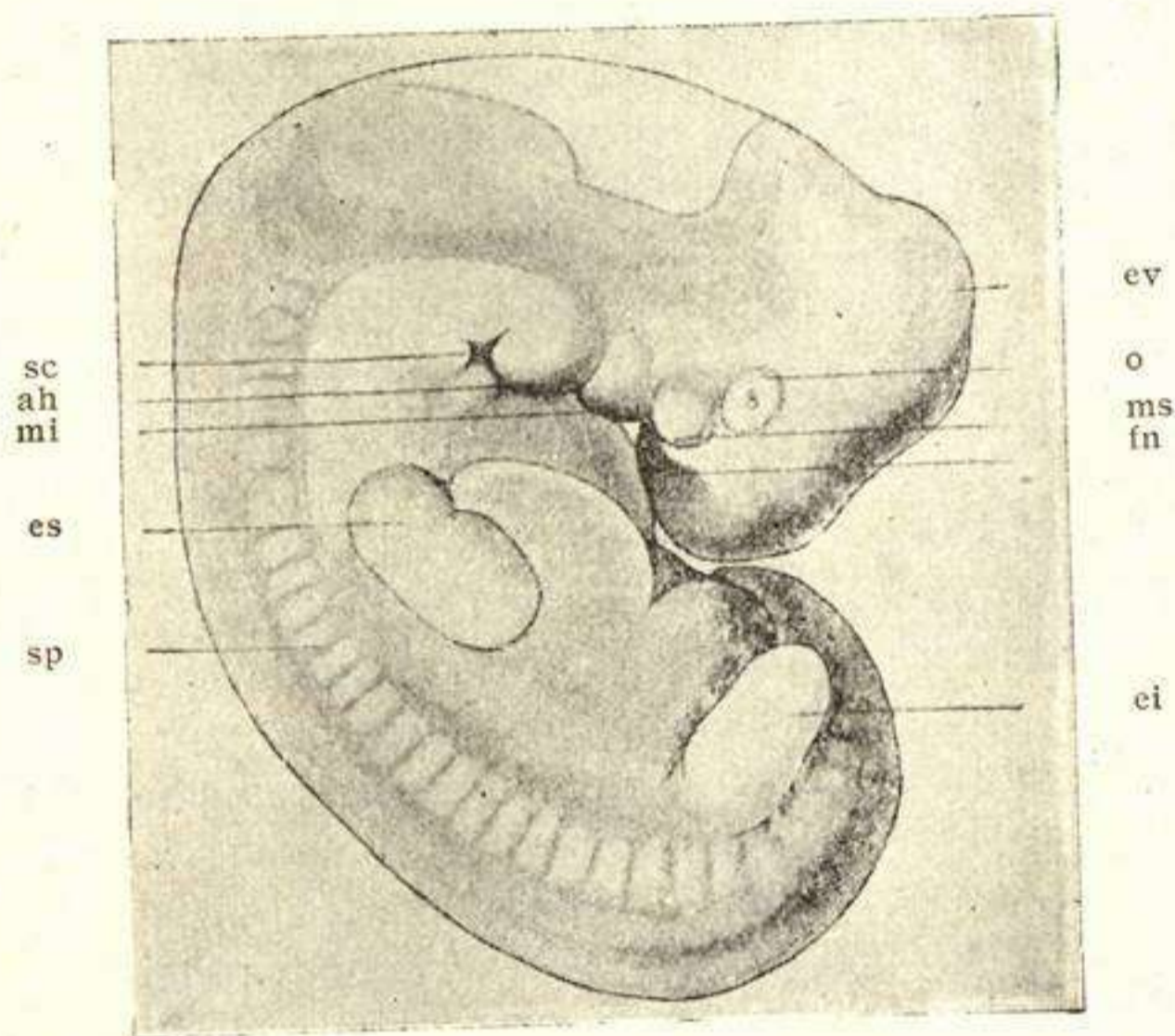


Fig. 12. Embrión humano de la quinta semana, de 9 mm. de longitud desde la nuca a la región coxígea. Según Rabl. ev, eminencia del vértice; o, ojo; ms, maxilar superior; mi, maxilar inferior; ah, arco hioideo; sc, seno cervical; fn, foseta nasal; es, extremidad superior; ei, extremidad inferior; sp, segmentos primitivos (placas musculares). (Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

aberturas y arcos branquiales. Las branquias persisten toda la vida en peces, ya que son animales puramente acuáticos; en anfibios, por el contrario, son órganos pasajeros que sólo existen durante el estado de larvas, desapareciendo después, para dar lugar a la respiración pulmonar.

En *reptiles, aves y mamíferos*, los arcos en cuestión no desarrollan branquias ni siquiera rudimentarias, ni aun llegan a abrirse de un modo general las bolsas, según dijimos: de aquí que no se puedan llamar formaciones *branquiales*. Su destino es en ellos muy distinto del de los animales acuáticos. Más adelante las veremos entrar en la constitución de varios órganos definitivos, lo mismo que los surcos.

Fijámonos ahora más en particular en lo que sucede en el hombre, los dos primeros arcos crecen notablemente, aventajando a los restantes. El orden y colocación de los arcos es de manera, que en el corte frontal los anteriores caen más afuera que los posteriores y el primero tiende a cubrir el segundo y éste el tercero, etc. Esto por fuera; por dentro es al revés, naturalmente; de suerte que vistos en conjunto forman en el corte frontal una especie de embudo (fig. II, 11).

El mayor crecimiento relativo de los primeros arcos en cuestión, esto es, del primero que está destinado a formar las mandíbulas, y del segundo, llamado *hioideo*, porque dará origen al *hioides*, parece que obliga a los segundos arcos a hundirse dentro del cuerpo (fig. 12, sc), formándose exteriormente en esta región un seno, llamado *seno cervical* (*sinus cervicalis*). Por otra parte, el segundo arco emite hacia atrás una expansión que tiende a cubrir el seno; expansión que recuerda el opérculo branquial de los peces, con el que se ha querido homologuizar. De hecho, esta expansión se suelda luego con la pared del cuerpo y cierra exteriormente el seno cervical.

9. Consecuencias. — Ya hemos hecho notar cuán injustificada sería la denominación de aberturas y arcos branquiales, dada de un modo general a estas formaciones; más bien hay que considerarlas como formaciones indiferentes y de paso, debiendo decidir el futuro destino su suerte, si han de ser branquias u otros órganos. Es cierto que aparecen en una región, de donde traen origen una infinidad de formaciones: mandíbulas, el hioides, el oído externo y medio, los cartílagos de la laringe, el cuerpo tiroides, el timo, etc.; y esos arcos, surcos y bolsas por fuerza han de estar relacionados con la formación de esos órganos, como más adelante tendremos ocasión de ver. Aquí sólo queremos llamar la atención sobre la circunstancia de que una perturbación en la marcha evolutiva, como sucede algunas veces, puede ocasionar o favorecer la aparición de fístulas u otros efectos patológicos en esta región crítica. Una persistencia, v. g., del *seno cervical* puede ser la causa de una abertura que llegue a perforar la pared y abrirse en el interior.

III. Origen de las distintas regiones del tubo digestivo

10. Mesenterio. — Como en parte ya está dicho, el aparato digestivo adopta la forma de tubo o desde el principio como en huevos holoblásticos de *anamnióticos*, en los cuales la cavidad gastrular o *arquéteron* (fig. 13), después de dar origen a los sacos meso-

dérmicos y a la cuerda dorsal, se constituye definitivamente en tubo digestivo; o por dobladura o abarquillamiento de la lámina visceral, extendida al principio sobre la masa vitelina, como en huevos meroblasticos y en el de los mamíferos. El tubo consta desde luego de la hoja entodérmica y de la visceral del *mesodermo*, entre las cuales se intercala pronto una porción de mesénquima o tejido conjuntivo embrional. El tubo corre al principio paralelo al cuerpo, debajo de la cuerda dorsal, de la que lo separa una lámina de mesénquima, donde se hallan empotradas las dos aortas primitivas, antes de fusionarse (fig. 14) y limitado lateralmente por la cavidad somática a uno y otro

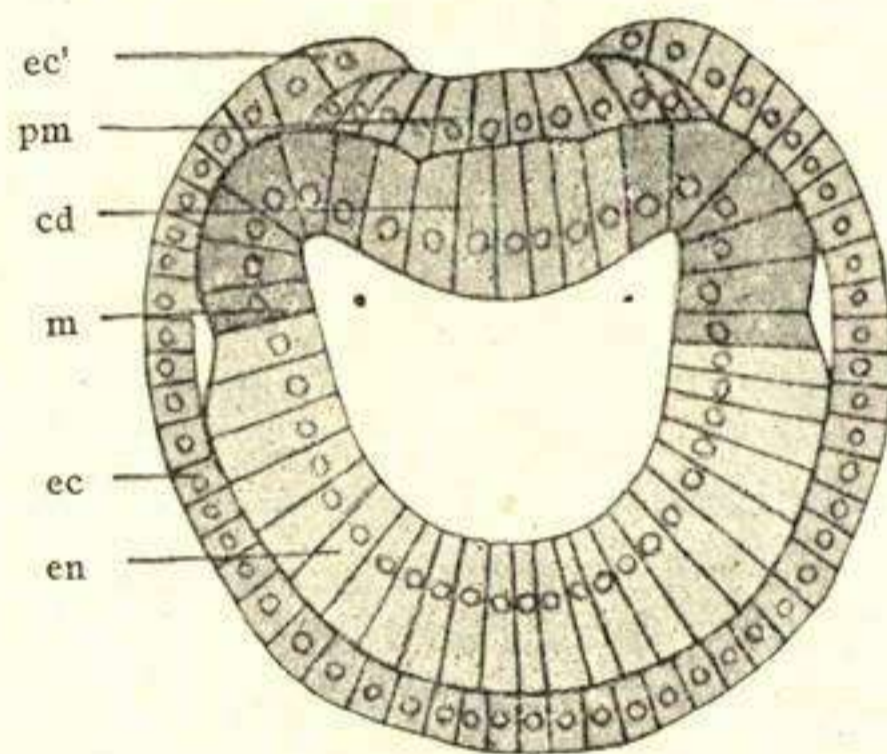


Fig. 13. Corte transversal de un embrión de *Amphioxus*, iniciando los sacos mesodérmicos, respectivamente los segmentos primitivos.— ec, ectodermo; ec', porción de ectodermo denominada por los antiguos *hoja córnea* y que ya se puede llamar *epidermis primitiva* o *epiblasto*, después de diferenciarse la placa o lámina nerviosa; pm, placa o lámina nerviosa; cd, porción de entodermo destinado a formar la cuerda dorsal; m, mesodermo incipiente, derivándose del entodermo bajo la forma de evaginación; en, entodermo en la porción destinada a constituir el intestino definitivo o glandular. Los asteriscos indican la entrada en los senos mesodérmicos y el sitio, donde después se cerrarán. (Según Hatcheschek. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

lado. La gruesa lámina de tejido que lo separa de la cuerda dorsal, es el *mesenterio* primitivo. Más adelante se aproximan las dos aortas y se fusionan en una sola. Por otro lado, el tubo se va separando de la pared dorsal, al paso que se aproximan las dos cavidades somáticas y se adelgaza la lámina gruesa del mesenterio, tomando la forma definitiva (fig. 15).

La lámina mesentérica tiene próximamente la misma amplitud, en toda la extensión del tubo digestivo, cuando éste es recto como en muchos anamnióticos, v. g., en selacios; pero desde el momento en que el tubo digestivo adquiere gran desarrollo y su longitud es mayor que la del tronco, que es lo más frecuente, máxime en amnióticos y de un modo particular en animales *herbívoros*, tendrá que doblarse y

formar repliegues o asas: con lo cual el mesenterio experimentará en unos puntos una expansión o amplitud mayor que en otros. Cuando

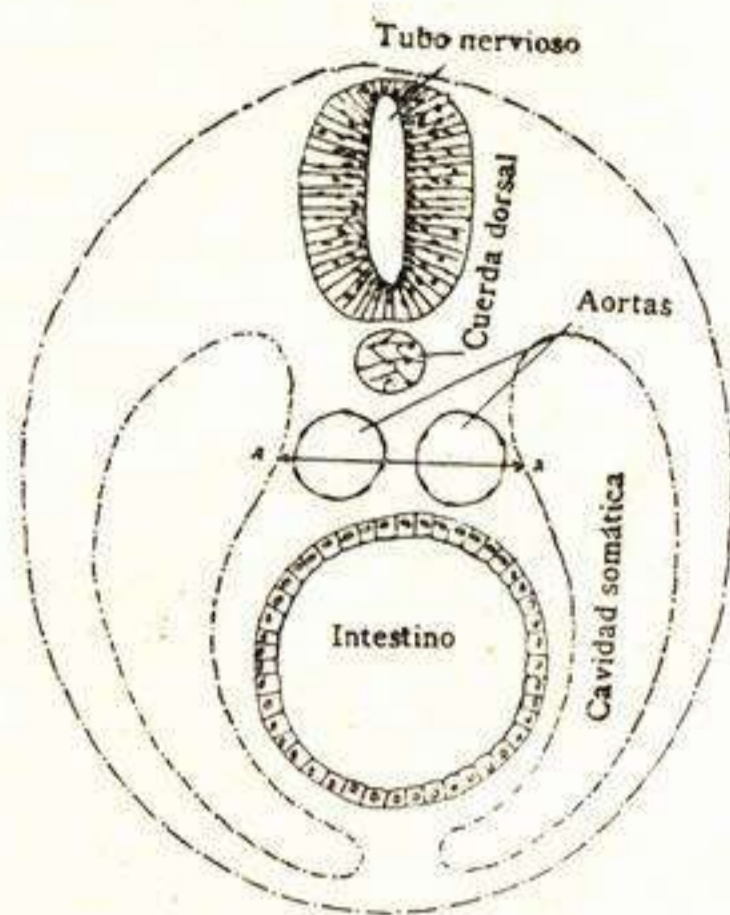


Fig. 14. Esquema para explicar el origen del mesenterio. La línea a a señala el grosor de la lámina de tejido que representa el mesenterio primitivo. En ella se ven las dos aortas debajo de la cuerda dorsal.

un segmento del intestino cae muy junto a la pared dorsal de la cavidad donde se desarrolla, allí será naturalmente muy estrecha la lámina mesentérica; cuando, por el contrario, se forme una asa, cuyo

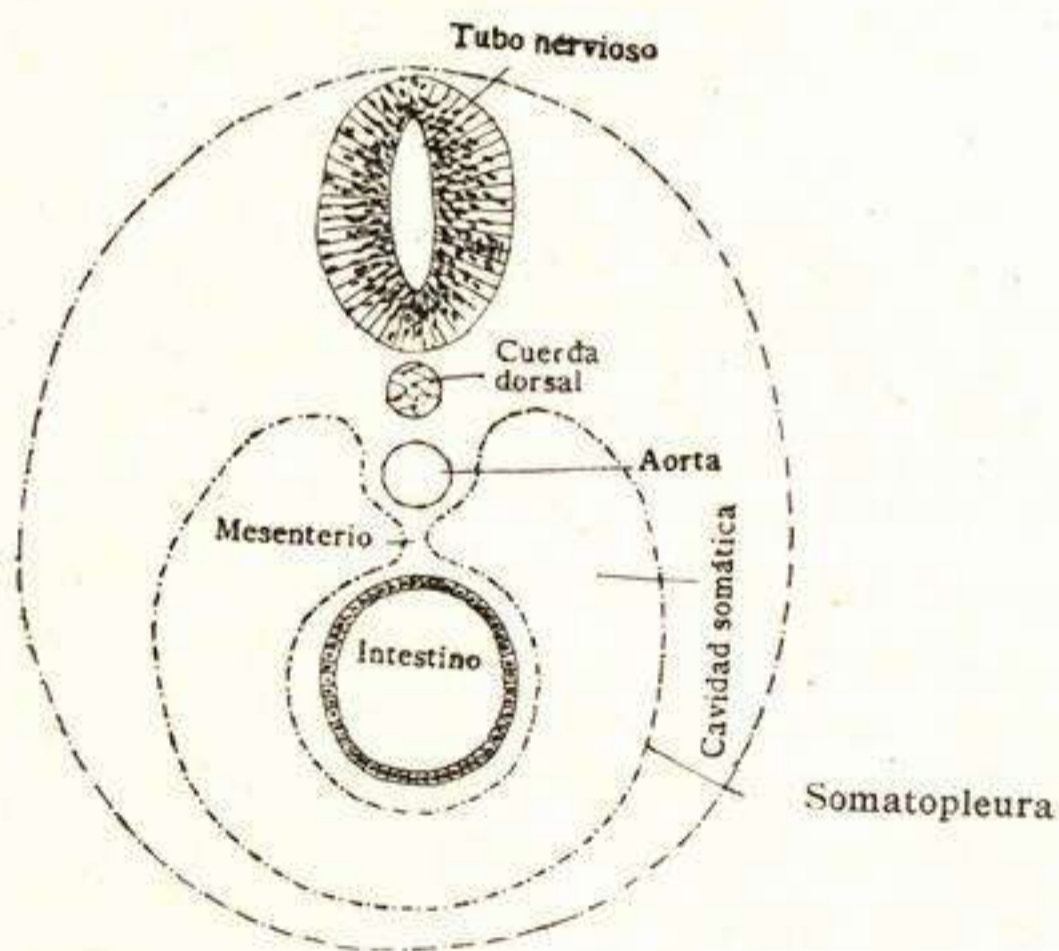


Fig. 15. Esquema para mostrar el mesenterio definitivo, reducido a una delgada lámina.

vértice esté muy lejos de dicha pared dorsal, allí se alargará el mesenterio que la mantiene asida a aquélla.

11. Diferenciación de partes. — El tubo digestivo no tarda en diferenciar partes, y esto aun antes de su extraordinario crecimiento. Lo primero que se diferencia es el estómago. En embriones humanos de la cuarta semana hace el estómago su primera aparición bajo la forma de una dilatación *fusiforme* y longitudinal (fig. 16, es), no muy distante de la región de las formaciones faringea-les, ya estudiadas. Con esto tenemos una división natural del tubo digestivo en cinco partes: cavidad bucal, región de la faringe, que se es-

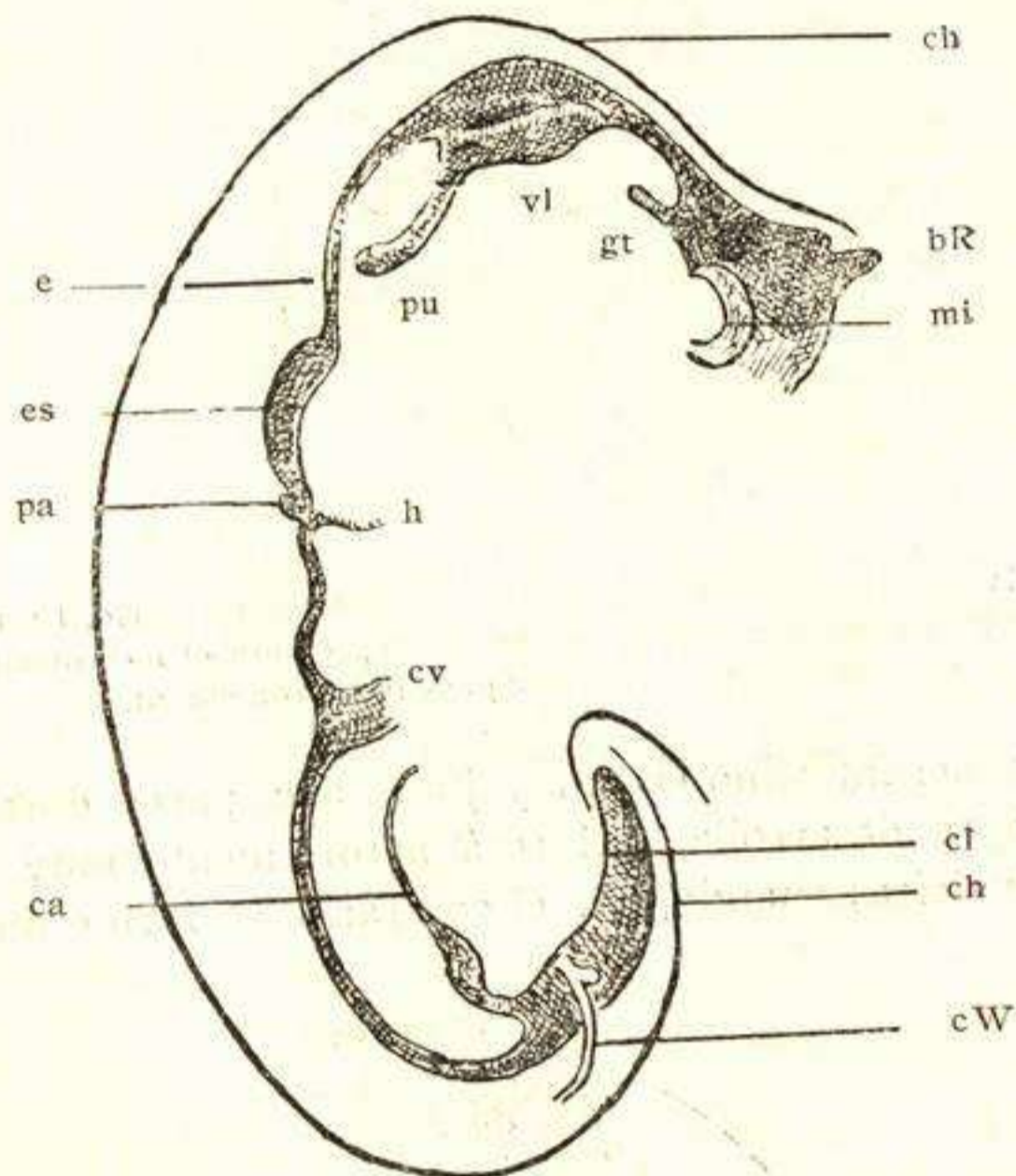


Fig. 16. Tubo digestivo de un embrión humano de 5 mm. de longitud nuco-coxígea, según His. bR, bolsa de Rathke (hipófisis); mi, maxilar inferior; gt, glándula tiroides; ch, cuerda dorsal; vi, vestíbulo de la laringe; pu, pulmones; e, esófago; es, estómago; h, esbozo del hígado; pa, páncreas; cv, conducto vitelino; ca, conducto de la alantoides; eW, canal de Wolff con el esbozo del uréter; cl, cloaca. (Del libro de O. Hertwig. Die Elemente etc.).

trecha en un tubo de corto trayecto que es el *esófago*; sigue la dilatación del estómago, y después de éste, lo restante del tubo, representando el intestino, el cual recibe en su trayecto medio el conducto vitelino (fig. 16, cv). En esta forma persiste en muchos vertebrados inferiores; en los superiores y sobre todo en mamíferos y en el hombre sufre nuevos y nuevos cambios o modificaciones antes de llegar al estado definitivo.

Ciñéndonos al hombre como objeto principal, donde los fenómenos en cuestión son bien conocidos, se observa que durante la quinta y sexta semana la dilatación del estómago ofrece una convexidad dorsal y un aplanamiento o depresión suave ventral (fig. 17, es); de manera

que la línea dorsal que une el *cardias* con el *píloro* es mucho mayor que la ventral. Por su parte el intestino ha comenzado su crecimiento en longitud y en su consecuencia a doblarse. A partir de la porción que sigue al *píloro*, el intestino se ha dirigido primero hacia el dorso a encontrar la pared del tronco (fig. 18); luego se dobla en arco para dirigirse hacia abajo y atrás y originar una grande asa con dos ramales, uno descendente y otro ascendente: la convexidad del asa, mira hacia abajo, y hacia arriba la concavidad (aquí consideramos el cuerpo del embrión tendido boca abajo). El ramal ascendente (fig. 18), al llegar

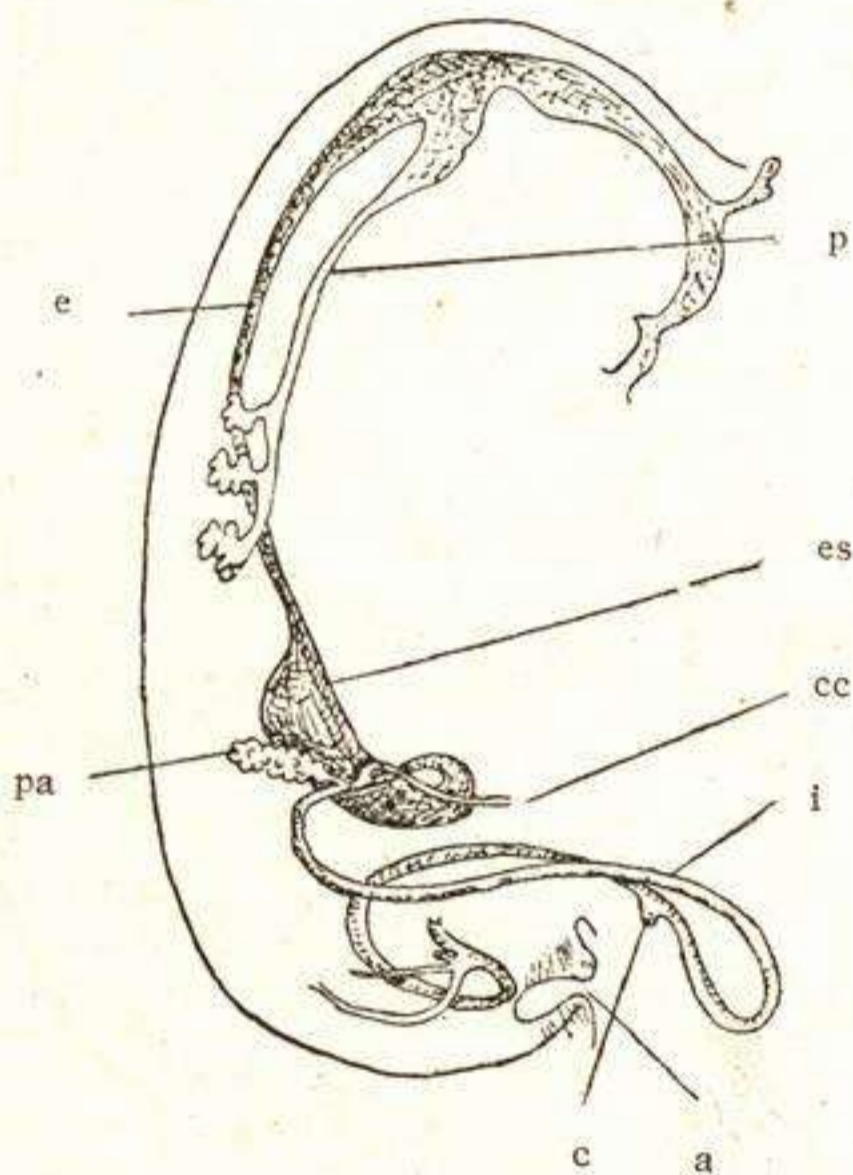


Fig. 17. Tubo digestivo de un embrión humano, más avanzado que en el de la figura anterior, según His. — e, esófago; p, pulmón con su conducto; es, estómago; pa, páncreas; cc, conducto colédoco; i, asa intestinal; c, ciego; a, ano. (Del Handbuch der Entwicklungslehre etc. de O. Hertwig).

arriba o a la región dorsal, vuelve a doblarse, para dirigir el último tramo del intestino hacia atrás y abajo hasta encontrar la cloaca. Tenemos cifradas ya, en este estadio, las principales regiones que componen el intestino adulto: porque, la porción inmediata al *píloro* que se ha dirigido hacia el dorso y con esto ha formado allí un arco, corresponde al *duodeno*; el ramal descendente de la gran asa, antes descrita, y parte de la ascendente, será el *intestino delgado*: hacia el vértice del asa se halla la entrada intestinal del conducto vitelino (fig. 18). En el ramal ascendente, se nota hacia su tercio inferior una sinuosidad que indica el término del *intestino delgado* y el principio del *intestino grueso* con el esbozo del *ciego*. Por último, la porción

final del tubo digestivo que se dirige hacia atrás y abajo, es el esbozo del recto.

En otro estadio más avanzado ocurren los cambios siguientes. El estómago experimenta dos movimientos notables que vienen a darle la posición o situación definitiva. El uno de estos movimientos es alrededor de su eje *sagital*: en virtud de este movimiento, el eje longitudinal del estómago, que era paralelo al tronco, tiende cada vez más a colocarse transversal (fig. 19), viniendo a parar el *cardias* a la izquierda y a la derecha el *píloro*. El otro movimiento del estómago

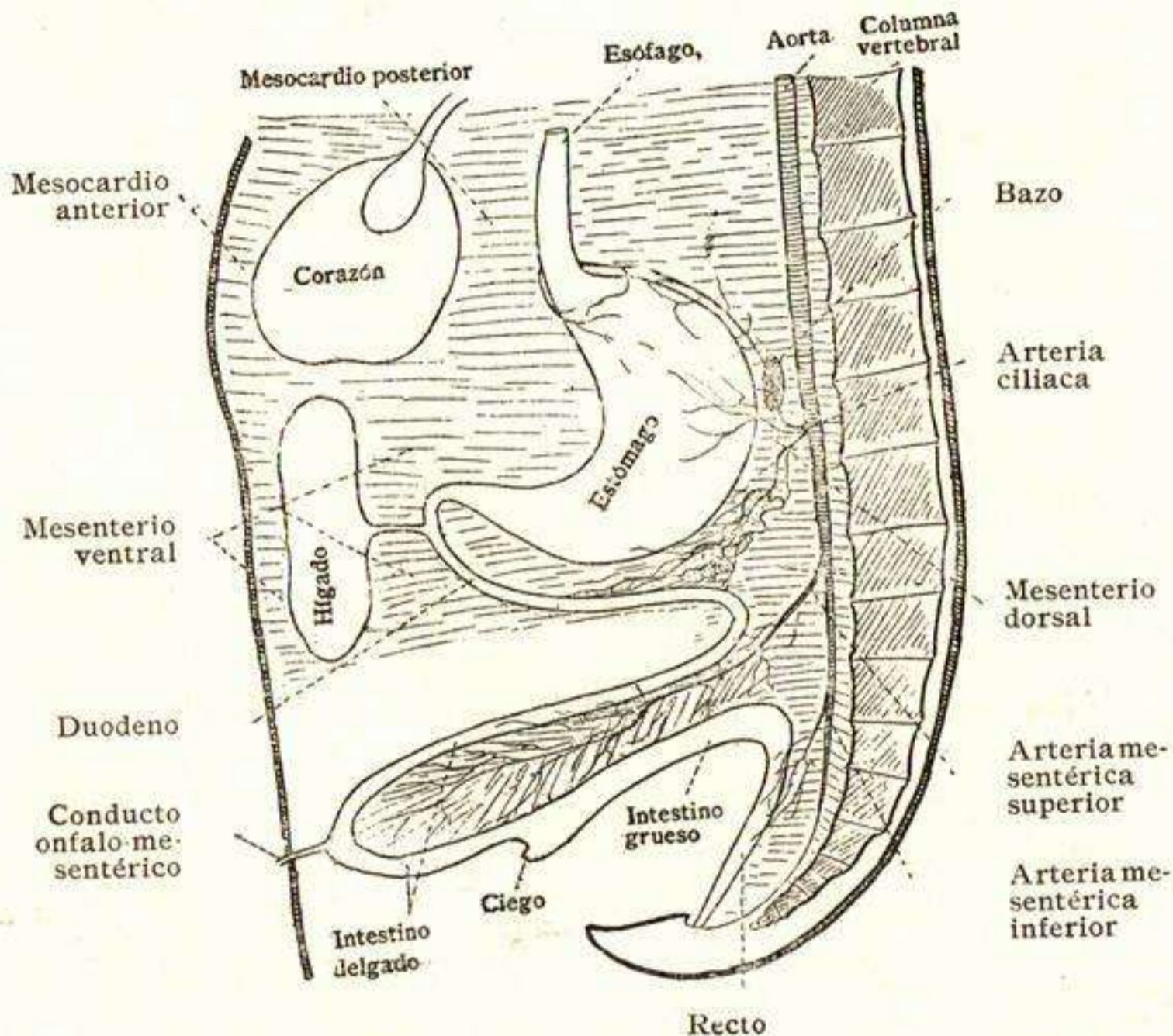


Fig. 18. Esquema para mostrar el crecimiento en longitud del tubo digestivo y sus relaciones con otros órganos. (Original).

es alrededor de su eje *longitudinal*. A consecuencia de esta nueva rotación, la curvatura mayor, que ántes miraba hacia el dorso, mira ahora caudalmente; y la curvatura menor, que ántes caía ventralmente, cae ahora mirando hacia la cabeza (fig. 19).

En estos movimientos se interesa también forzosamente el esófago, el cual sufre una torsión que hace que su cara izquierda venga a parar delante, y hacia atrás (dorsalmente) la derecha. Y como quiera que los nervios vagos corran adheridos al esófago, el movimiento afecta también a ellos, haciendo que cambien de situación, ocupando el izquierdo la cara anterior o ventral; y la posterior o dorsal, el derecho. Esta situación es la definitiva, como demuestra la Anatomía topográfica.

12. Desarrollo del intestino. — Hemos dejado al intestino en el estadio inicial de sus diferentes tramos: *duodeno*, *intestino delgado*, *intestino grueso* y *recto*, representados respectivamente, el duodeno por una aproximación de la parte, que empieza en el píloro, hacia la columna vertebral (fig. 18); el intestino delgado, por el ramal *descendente* de la gran asa que tocamos en el párrafo anterior y por la parte inicial del ramal *ascendente* (fig. 18); el intestino grueso, por lo restante de este último ramal; y, finalmente, el recto

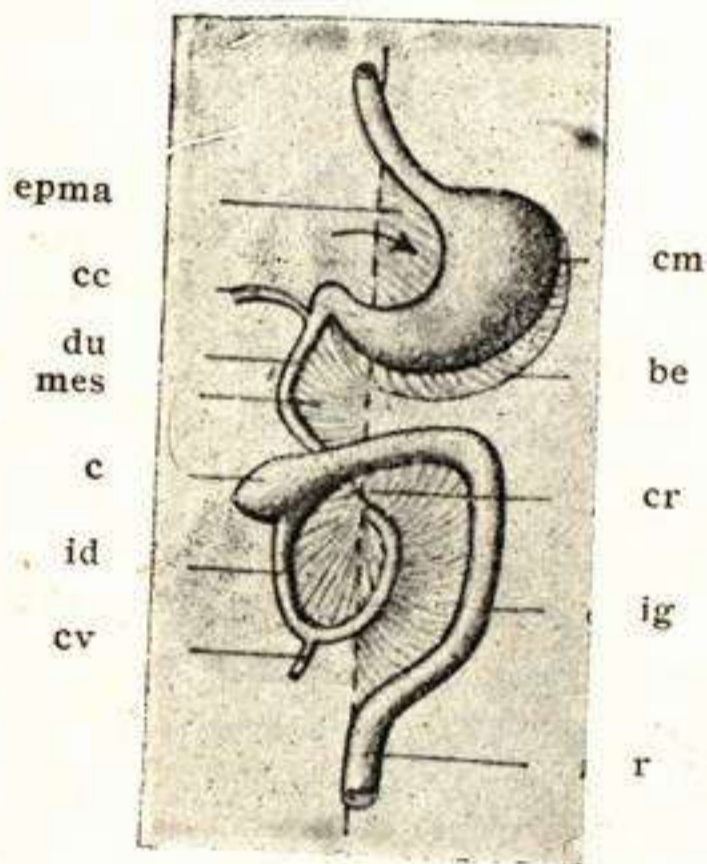


Fig. 19. Esquema para explicar el desarrollo del tubo digestivo en el embrión humano. epma, epiplón mayor; be, bolsa del epiplón mayor; cm, curvatura mayor del estómago; cc, conducto colédoco; du, duodeno; mes, mesenterio; c, ciego; id, intestino delgado; ig, intestino grueso; cr, punto de cruce del intestino grueso sobre el delgado; cv, conducto vitelino; r, recto. La saeta indica la entrada en la bolsa del epiplón mayor. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

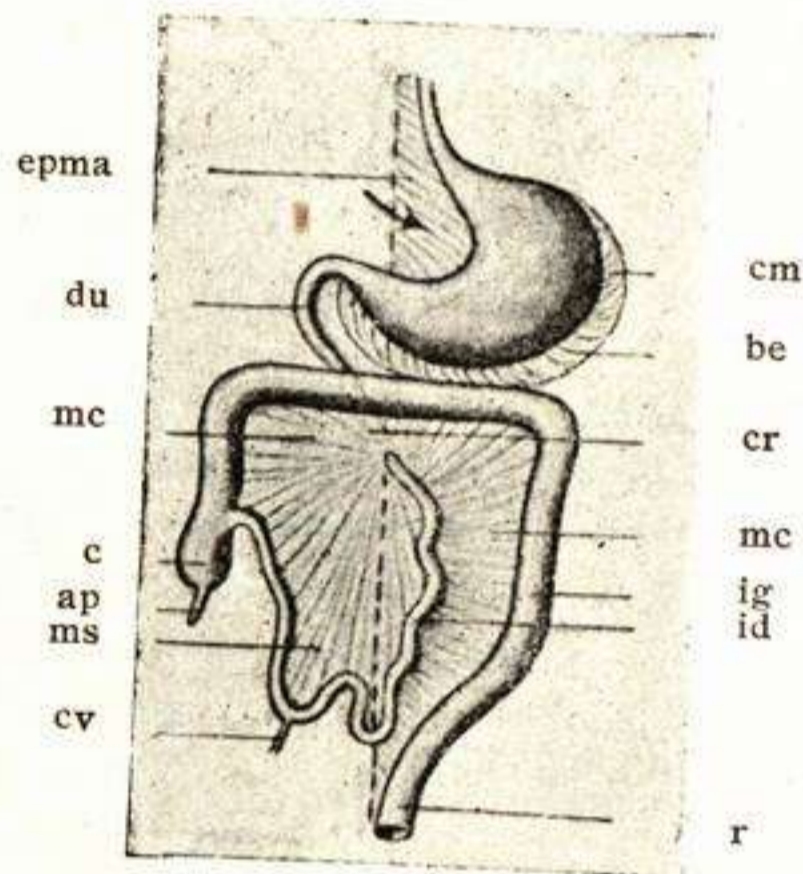


Fig. 20. Esquema para mostrar el desarrollo del intestino en un estadio más avanzado que en el esquema anterior. epma, epiplón mayor; be, bolsa del epiplón mayor; cm, curvatura mayor del estómago; du, duodeno; cr, cruce del intestino grueso sobre el delgado; mc, mesocolon; ig, intestino grueso; id, intestino delgado; c, ciego; ap, apéndice vermiforme del mismo; ms, mesenterio; cv, conducto vitelino; r, recto. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

por el tramo terminal del tubo digestivo. Bien pronto y por efecto del gran crecimiento en longitud dentro de un espacio limitado, el ramal *ascendente* cruza por encima del ramal *descendente*, colocándose horizontal (transversal) debajo del estómago (fig. 19, cr). Con esto queda esbozado el *colon transverso* y el *colon descendente*. El *colon ascendente* no aparece aún. No tardará, sin embargo, en hacer su aparición. En efecto; el extremo derecho del *colon transverso*, región en que éste se continúa con el intestino delgado (fig. 19, c), comienza a crecer hacia abajo, se alarga notablemente y constituye el *colon ascendente* (fig. 20): su extremidad inferior es abultada y col-

gante en forma de saco, representando el *ciego*; y notemos que ya muy pronto se distinguen en ella dos partes, una gruesa, y otra delgada (fig. 20, ap). Esta última es el *apéndice vermiforme* del ciego. Su origen, como el de otros muchos órganos, se debe al desigual crecimiento de las dos partes: la parte superior crece más en amplitud que la inferior, con lo cual viene a causar la impresión de ser ésta un apéndice de aquélla.

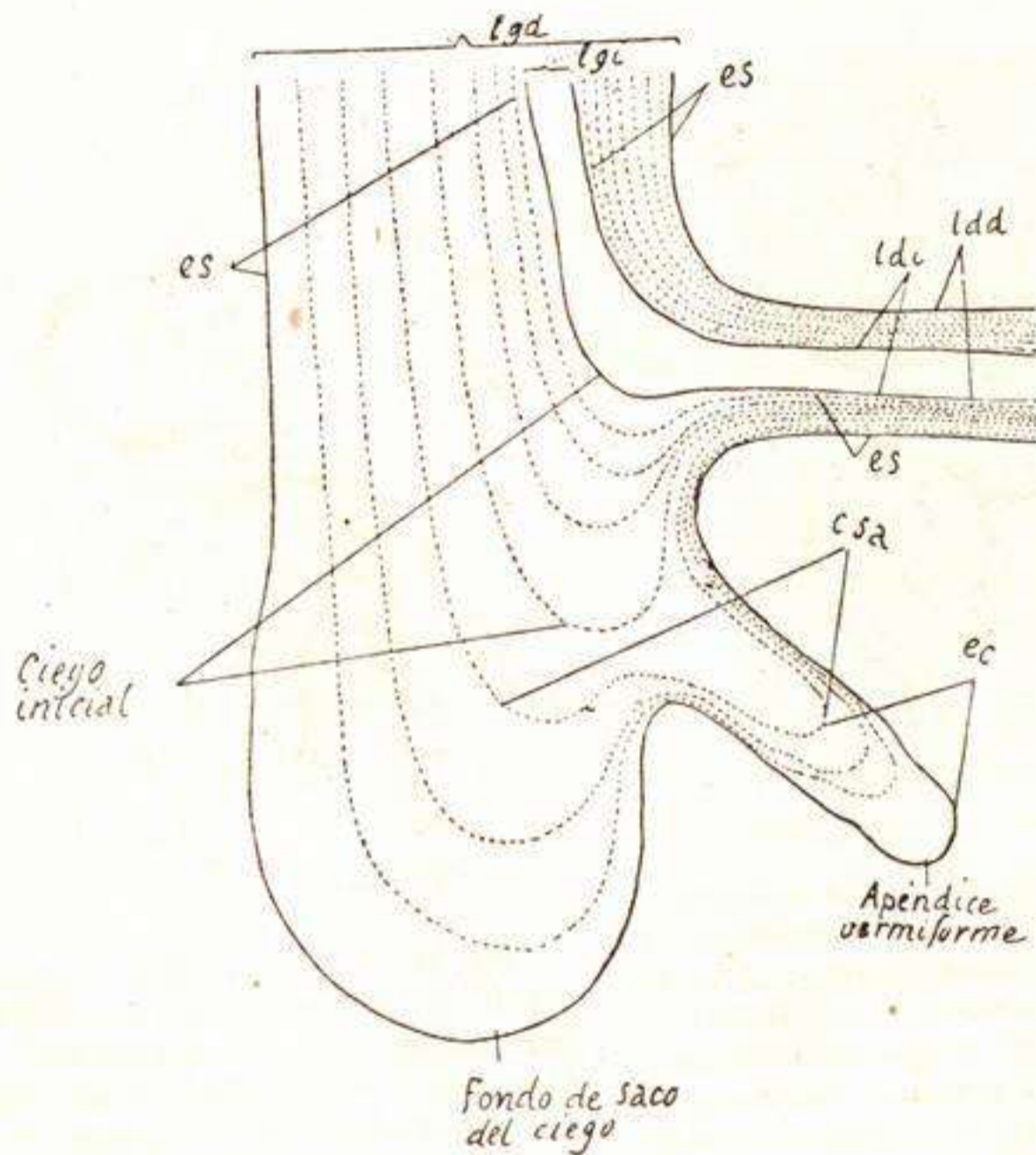


Fig. 21. Esquema para explicar la formación y crecimiento del apéndice vermiforme del ciego. es, estadios de crecimiento; ldi, luz inicial del intestino delgado (ilión), ldd, luz definitiva del mismo; lgi, luz inicial del intestino grueso lga, luz definitiva del mismo; csa, estado del ciego, en que se inicia el fondo del saco y el apéndice vermiforme; ec, estadios sucesivos de crecimiento del apéndice vermiforme. (Original).

Mucho ha preocupado y preocupa aún a los modernos el *apéndice vermiforme*, considerándolo como órgano rudimentario; y en apoyo de su afirmación aducen varios argumentos, como la supuesta falta de función, el ser innecesario o superfluo, ya que resecado no implica perturbación en el organismo; y el mismo hecho de quedar estacionario en su crecimiento. En nuestra humilde opinión, ninguno de estos argumentos tiene consistencia. La falta de función la suponen, pero no la prueban; ni faltan autores (Cyon) que consideran el *apéndice vermiforme* como una *amígdala* intestinal: su estructura histológica

habla realmente en favor de esta concepción (1). El que reseca el apéndice vermiforme no resulten trastornos, no prueba nada en favor de un órgano *rudimentario*, ni que deje de prestar servicio al organismo: su función no será quizás indispensable para vivir, como no lo es el de otros órganos, de cuyo funcionamiento no se duda; o por ventura será suplida por otros órganos en virtud del principio de correlación. Finalmente, el suponer que el apéndice queda estacionario, es sencillamente desconocer en absoluto los hechos embriológicos. No queda el órgano estacionario, sino que crece menos que la parte superior: esto es, tenemos aquí otra aplicación del principio del crecimiento desigual. El modo de verificarse el desigual crecimiento nos lo imaginamos como expresa el adjunto esquema (fig. 21), fácil de comprender.

Por su parte, el intestino delgado ha crecido extraordinariamente dentro del reducido espacio que está a su disposición para expandirse, replegándose sobre sí mismo y constituyendo las asas intestinales.

13. Cambios en el mesenterio. — Es fácil comprender que el mesenterio se interese particularmente en los cambios que sufre el intestino. La parte del mesenterio que se inserta en la pared dorsal del tronco, llamada por esta causa *raíz del mesenterio* (*radix mesenterii*), es la que menos se modifica: pues esta inserción crecerá, todo lo más, lo que crezca en longitud la pared del tronco, donde se inserta. Por el contrario, la inserción opuesta, o sea, la que recorre la cara dorsal del intestino, se alarga enormemente, como el intestino mismo. La comparación se puede hacer con lo que sucede en una camisa, en cuyo cuello se forman una serie de pliegues, provenientes de que en el cuello el borde es corto y muy grande el opuesto. A esto se reduce en muchos animales (gato, perro, rata, etc.), la modificación del mesenterio o lámina de tejido que sostiene el intestino con sus numerosos pliegues, corta en unos puntos y muy larga o ensanchada en otros, según que el segmento del intestino que sostiene, esté muy cerca o muy lejos de la pared dorsal. Pero en el hombre las modificaciones del mesenterio son más complicadas, por razón de que éste contrae secundariamente multitud de adherencias y soldaduras. Del mesenterio que corresponde al estómago, denominado *mesogastrio*, ya hemos hablado en parte y volverá pronto a ser objeto de nuestro estudio. El mesenterio correspondiente al duodeno, cuando el arco que éste forma, se coloca plano sobre la pared del tronco, se suelda con ésta, quedando el duodeno fijo e inmóvil en la pared dorsal. El me-

(1) La Revista Española de Medicina y Cirugía. (Nov. 1921) se hace eco del trabajo de Binet L. y Dubois J., publicado en La Presse Médicale, 6 de Agosto de 1921, en que se confirma plenamente la función del apéndice ileocecal.

senterio del intestino grueso, llamado también *mesocolon*, es sin duda el que más cambios sufre. Cuando el ramal ascendente de la gran asa primitiva cruza el ramal descendente, para colocarse transversalmente debajo del estómago y constituir el colon transverso (figuras 19 y 20), su *mesocolon* se adhiere transversalmente a la pared, adquiriendo una segunda línea de inserción y cogiendo debajo el duodeno. Queda con esto constituido el *mesocolon transverso*. Esta segunda inserción, del colon transverso, divide la cavidad abdominal en dos compartimientos: uno superior, donde se aloja el *estómago*,

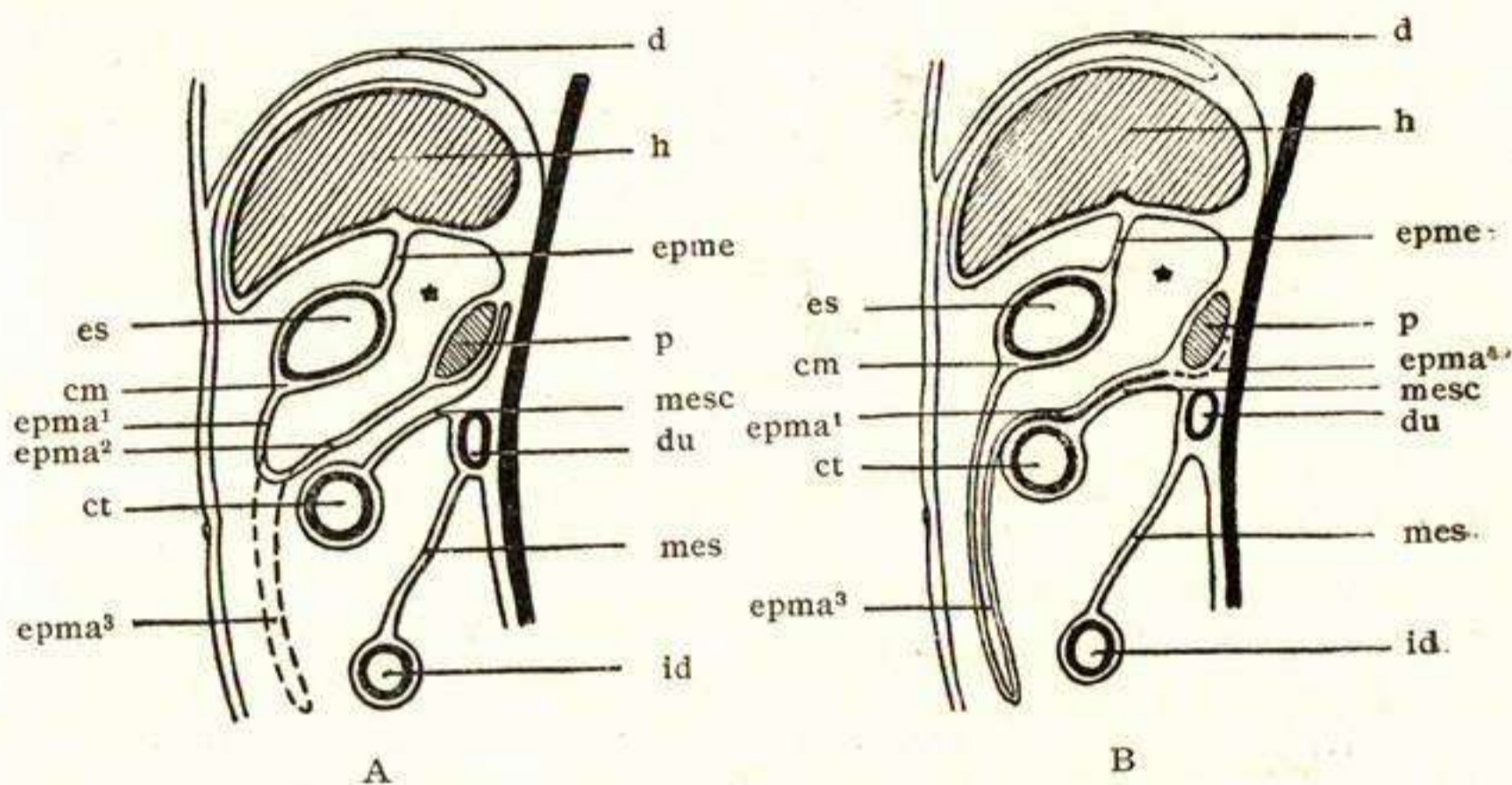


Fig. 22. Esquemas de O. Hertwig para mostrar el desarrollo del epiplón mayor. A, estadio más atrasado; B, estadio más avanzado. El corte es sagital medio: el epiplón se ve de perfil. d, diafragma; h, hígado; p, páncreas; epme, epiplón menor; es, estómago; cm, curvatura mayor del estómago; du, duodeno; ct, colon transverso; mes, mesenterio; id, intestino delgado; mesc, mesocolon transverso; epma¹, lámina anterior del epiplón mayor, inserta en la curvatura mayor del estómago; epma², lámina posterior del mismo; epma³, parte del epiplón mayor que crece o está extendida sobre el intestino delgado; epma⁴, parte del epiplón mayor que encierra el páncreas. Los asteriscos indican la cavidad de la bolsa del epiplón o del omento. (Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

hígado, páncreas y el *duodeno*; y otro inferior, ocupado por lo restante del tubo intestinal, *yeyuno-ilión*. Por aquí se explica el hecho anatómico, bien singular por cierto, de que el duodeno haya de atravesar el mesenterio, para pasar del compartimiento superior al inferior. Pero no sólo el mesenterio del colon transverso contrae adherencia con la pared dorsal, sino también el del ciego y del colon ascendente y descendente, al menos en algunos trayectos: de aquí resulta que el intestino grueso unas veces o en algunos puntos yazga directamente sobre la pared dorsal, y en otros más bien cuelgue de ella y sea movable, merced a que su mesenterio es más ancho. Estas adherencias secundarias dan origen a varios ligamentos, como probablemente el ligamento freno-cólico derecho e izquierdo.

14. Epiplón mayor. — Vimos más arriba (n. 11) los cambios o las rotaciones que en su curso evolutivo verificaba el estómago. Estos cambios dan origen al *omento* o *epiplón mayor*. El mesogastrio, en efecto, en vez de caer vertical y paralelo a la línea media como al principio, se dirige, el cuarto mes, hacia la izquierda y contrae adherencia con la pared; de modo que su inserción dorsal que caía ántes en la línea media, aparece luégo ladeada, bajando hasta el diafragma, originando el ligamento *frénico-lineal*. Pero el estómago no sólo se ha ido poniendo transversal, causando los susodichos desplazamientos de su mesogastrio, sino que en virtud del otro movimiento alrededor de su eje longitudinal, su mesogastrio se ha doblado, formando una bolsa, compuesta naturalmente por dos hojas, una posterior o dorsal, y otra anterior o ventral. La dorsal es la que ha contraído adherencia: en su espesor encierra el páncreas y el bazo, que nos ocuparán más adelante. En su parte inferior se dobla, en forma de fondo de saco, para convertirse en la hoja anterior o ventral, la cual se inserta en el borde de la curvatura mayor del estómago que ahora, después del doble movimiento que éste ha ejecutado, mira hacia abajo o caudalmente (figs. 19 y 20, be). El fondo de saco comienza a crecer desde el tercer mes (fig. 22, A), recubre, primero, el colon transversal con su mesocolon, con los que entra en conexión; y luégo, toda la masa del intestino a guisa de delantal (fig. 22, B). Este es el *epiplón mayor*; que por lo dicho es una doble hoja mesenterial (mesogastral) que recubre los intestinos. Entre las dos hojas existe naturalmente una cavidad, real al principio o durante la vida intrauterina; después, durante el primero y segundo año de la vida extrauterina, se sueldan las dos hojas, encerrando gran cantidad de grasa. La soldadura del *epiplón* con el colon transversal y su mesocolon da origen al ligamento gastrocólico. De modo que este ligamento ontogénicamente, esto es, en su origen, consta de dos o tres hojas, según la región, en que se le considere.

IV. Dientes

15. Orientación. — En los párrafos anteriores nos hemos enterado del origen del tubo digestivo, de su crecimiento en longitud; de las distintas partes que este crecimiento ha diferenciado y que constituyen otros tantos tramos de su recorrido; así como de las inmediatas consecuencias de este crecimiento en longitud, respecto del mesenterio, complicando notablemente su curso y disposición. Nos toca estudiar ahora la multitud y diversidad de órganos definitivos que se forman en cada uno de sus tramos: y ante todo, de los que se originan en la boca. La boca no es, propiamente hablando, formación

entodérmica; pues, como advertimos más arriba (n. 6), su origen es el seno bucal, en cuyo fondo se halla el límite entre la porción *ectodérmica* y la *entodérmica*, correspondiendo a aquélla todo el seno bucal. El revestimiento, pues, de este seno y, por consiguiente, de la boca definitiva es de origen *ectodérmico*. Pero esta pequeña porción es insignificante, respecto de todo el tubo digestivo. Por lo demás, hemos de recordar lo que dijimos al principio de esta segunda parte, a saber, que en la formación de órganos se interesan casi siempre varias hojas blastodérmicas.

sm pd

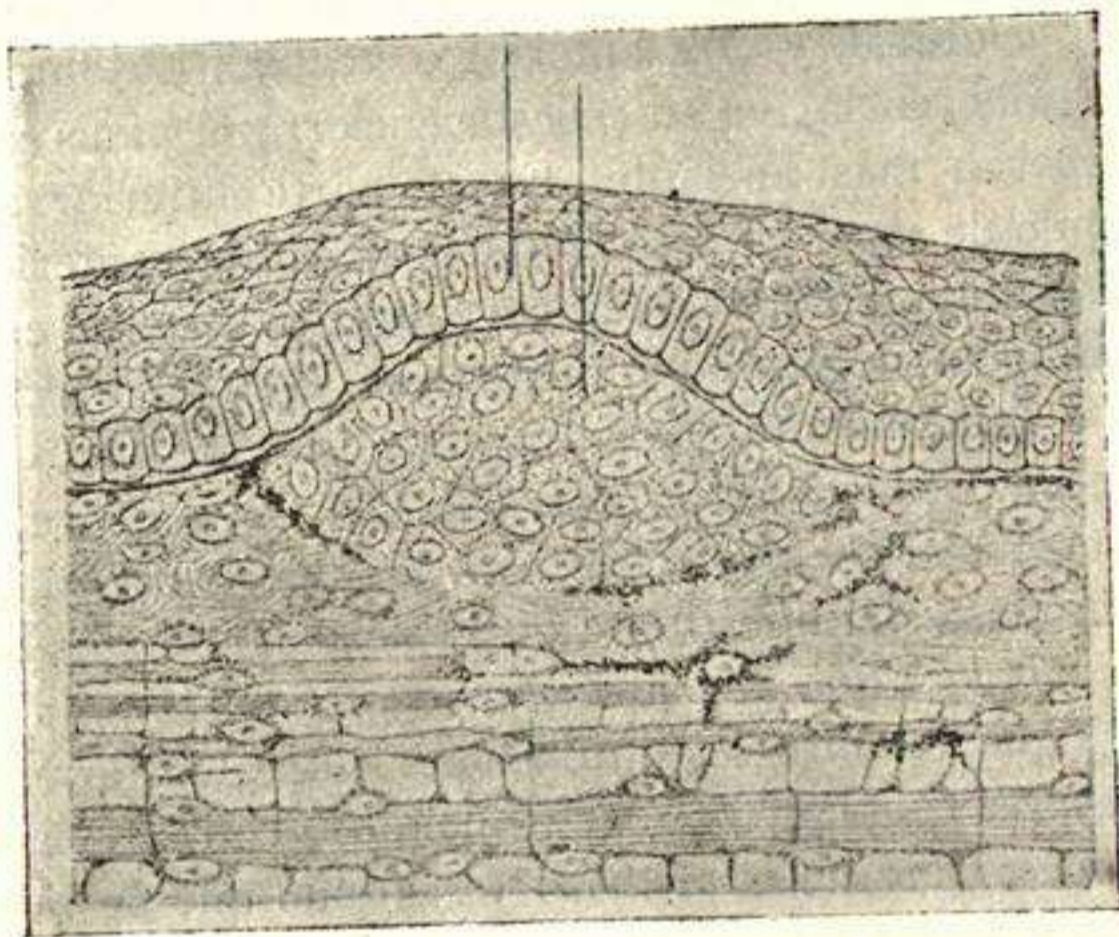


Fig. 23. Estadio joven de una escama placoida de un embrión de selacio. pd, papila dentífera; sm, capa epidérmica esmaltífera. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

16. Dientes. — El crecimiento en longitud del tubo digestivo no es el único medio de aumentar su superficie interna, que es la que principalmente nos interesa; sino que el principal factor para ello lo hallamos en la multitud de evaginaciones e invaginaciones que bajo una u otra forma ocurren en todo su trayecto. Aquí pertenecen también los dientes, órganos de que pasamos a ocuparnos. Los dientes son órganos duros, no exclusivos de la boca, sino que en algunos vertebrados aparecen también en la piel, branquias, etc.

Para mejor entender el origen y la formación de los dientes de la boca, ayuda no poco el estudiar el proceso odontogénico, primero en los dientes cuticulares de los selacios, según hace O. Hertwig, como caso más sencillo. La piel de los selacios es áspera al tacto; y nace la aspereza de finísimos dientes, diseminados por toda la piel. Su origen es el siguiente. Debajo de la epidermis, el tejido mesenquimatoso se eleva en distintos puntos, formando papila: las papilas

interesan naturalmente la epidermis (fig. 23, sm). La capa epidérmica más interna, la que inmediatamente a manera de vaina recubre la papila del corio embrional, consta de células cilíndricas. En un estadio más avanzado (fig. 24), las células periféricas de la papila se ordenan en serie epitelial y segregan hacia fuera dentina; así como las células epidérmicas cilíndricas segregan hacia dentro esmalina. De manera que las células periféricas de la papila son verdaderos *odontoblastos*, y las células cilíndricas de la epidermis, las *esmalíferas*. Continuando la formación de capas de dentina por parte de los odontoblastos y de esmalte por parte de las células esmalíferas, bien

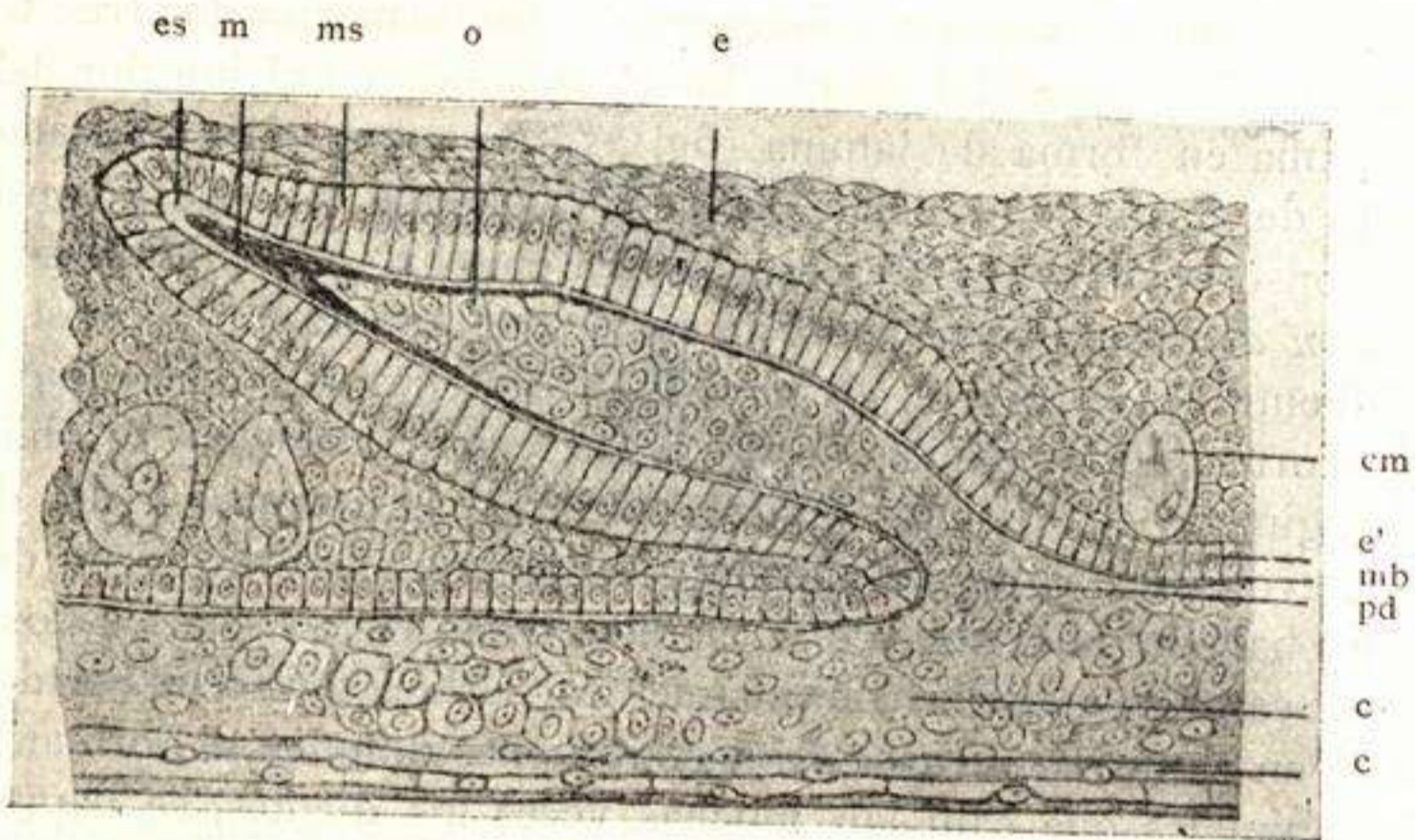


Fig. 24. Estadio muy avanzado de la formación del diente cutáneo de embrión de selacio. Corte sagital. e, epidermis; e', capa más profunda con células cúbicas; cm, célula mucilaginososa; c', parte de la dermis o del corio, constituida por capas conjuntivas; c, capa superficial de la dermis; pd, papila dentífera; o, odontoblastos; m, marfil; es, esmalte; ms, membrana esmalτίfera; mb, membrana basal. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

pronto viene el diente cutáneo a tomar cuerpo y a formar un diente con su debida consistencia. A medida que las células epidérmicas van segregando esmalte, de cilíndricas que eran, se hacen primero cúbicas, como si su producto de esmalte fuese a costa de su cuerpo; y luego escamosas hasta que, finalmente, la papila, siempre creciente y ya muy endurecida por la dentina o marfil, y recubierta por el esmalte, las rompe para salir a la superficie.

En la base de la papila, para dar más estabilidad y firmeza al diente, se modifica, a su vez, el tejido mesenquimatoso, endureciéndose por sales calcáreas; de donde resulta una especie de osificación del conjuntivo: tenemos, en otros términos, el cemento. Así, pues, el diente originado está compuesto por tres tejidos, endurecidos por sales calcáreas, procedentes de tres distintas fuentes: la dentina o

marfil, de los odontoblastos; el *esmalte*, de las células epiteliales; y, finalmente, el cemento, de la calcificación del conjuntivo basal. El centro de la papila es hueco y está lleno de pulpa, esto es, del mesénquima, rico en vasos sanguíneos.

17. Dientes bucales en general. — Lo que acabamos de decir acerca de los dientes cutáneos, se repite substancialmente en la formación de los demás dientes, y señaladamente de los dientes bucales, tanto en los mismos selacios como en los demás vertebrados. La única diferencia consiste, en que los dientes bucales no se originan en la superficie, sino en el interior de las mandíbulas. Pero, para que aun en este caso concurren a su formación los tres tejidos mencionados, parte del epitelio bucal se hunde en el interior del mesénquima en forma de lámina (fig. 25, A), como si se trasladase al punto de formación, adelantándose y ocupando sitio para contribuir a la constitución del diente. Esta lámina epitelial, así hundida, se llama *germen dentario*, siquiera por la parte que tomará en la constitución del diente. Y en efecto, en inmediato contacto con dicha lámina se irán formando las papilas de tejido mesenquimatoso que la obligarán a evaginarse en distintos puntos, iniciando la formación del diente, cuya evolución sigue sustancialmente lo antes descrito; y lo detallaremos hablando del hombre. Y cuando, como en los selacios, los dientes se van desgastando continuamente y deben ser reemplazados por otros, en el mismo *germen dentario*, después de unos se forman otros. Los animales que cambian muchas veces los dientes, se llaman por esta causa *polifiodontes*. Cuando los animales son *difiodontes*, esto es, cambian la dentación sólo *una vez*, como el mismo hombre, detrás de las papilas de la primera dentición, se forman las de los dientes definitivos, como veremos. Cuando los animales son *monofiodontes*, como los desdentados, cetáceos, quirópteros y la mayoría de insectívoros, sólo una vez se originan papilas.

Si alguno preguntase el por qué del hundimiento epitelial, se le podría responder, con O. Hertwig, que parece exigir esto la extensión y rapidez de la formación de los dientes y su renovación en los selacios; pero, sobre todo, creemos que esta es una disposición altamente teleológica; puesto caso que así no impida ínterin la formación de otros órganos bucales.

18. Formación de dientes en el hombre — Dicho esto del origen y formación de los dientes en general, estudiemos más en particular esto mismo en el hombre que constituye el objeto de principalidad de este tratado. Los fenómenos, encaminados a la formación de los dientes, comienzan en el hombre ya al segundo mes de la vida embrionaria. El epitelio bucal, en efecto, forma por multiplicación celular un espesamiento laminar más o menos paralelo al

borde de las mandíbulas, que crece (se hunde) hacia dentro del tejido (fig. 25, A): es una verdadera evaginación del epitelio, bien que no en forma de saco, sino de un muro sólido. Al principio se nota en la

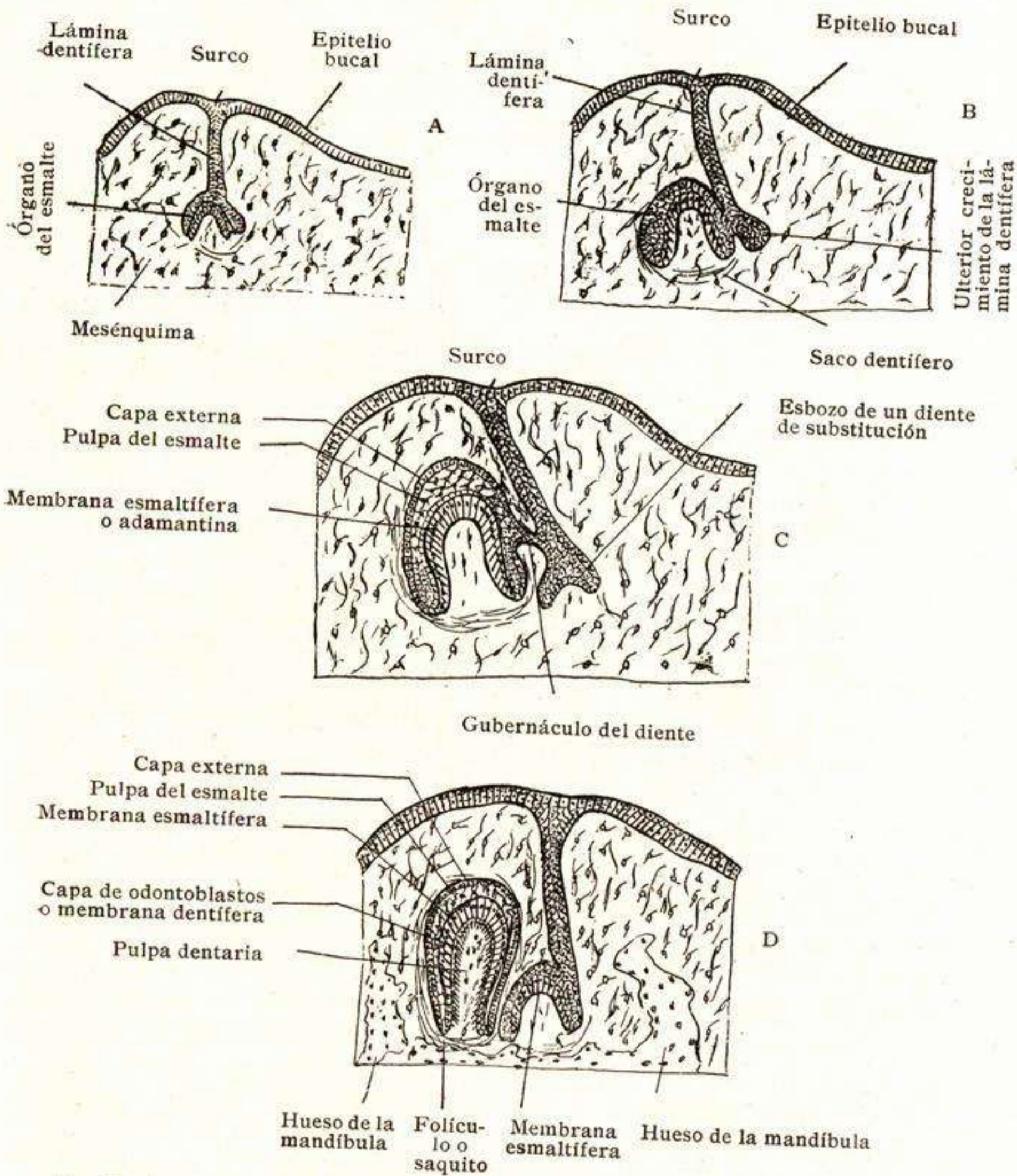


Fig. 25. Serie de cortes medio esquemáticos, perpendiculares a la mandíbula al tiempo de la formación del diente.

A, estadio joven en que aparece el hundimiento del epitelio bucal dentro del mesénquima con el primer esbozo de un órgano del esmalte en su porción inferior.

B, estadio algo más avanzado, en que el órgano del esmalte forma una cúpula notable que se llena de mesénquima. La lámina dentífera continúa creciendo.

C, estadio mucho más avanzado, que permite ver las distintas partes del órgano del esmalte y juntamente el esbozo de un diente de sustitución.

D, estadio muy avanzado, que muestra además la serie de odontoblastos del diente de leche, la membrana esmaltífera del diente de sustitución y la osificación de la mandíbula. El esbozo del diente de sustitución o definitivo se pronuncia cada vez más. (Original).

superficie de la boca un vestigio de la parte evaginada, consistente en un suave surco, paralelo al borde de las mandíbulas (fig. 25, A, B, C). La lámina epitelial hundida la llamaremos con el nombre de *lámina dentífera* (germen dentífero de autores antiguos). Y se llama así, porque se ha hundido con el fin de originar los dientes y en ella, en efecto, comienza a aparecer el primer esbozo de éstos. Y es así que en el borde inferior de esta lámina y por su cara externa tiene lugar, en distintos puntos, una multiplicación de sus elementos, cuyo resultado es la formación de cupulitas (fig. 25, A y B), o dedalitos con la cavidad mirando hacia abajo: cada cupulita es el primer esbozo del molde de un diente. Esta formación se llama también órgano del esmalte; porque segrega luego esta substancia. Por su lado, el tejido conjuntivo embrional pulula en estos sitios y en dirección de fuera a dentro, esto es, de la cara externa de la mandíbula hacia la interna, se introduce en la cúpula como para llenar aquel molde. Este tejido mesenquimatoso está destinado a formar la masa principal del diente, esto es, la *dentina* o *marfil* y la pulpa de la cavidad dentaria. Quizás a la pululación de este tejido se deba la iniciativa de la formación del molde. Estudiemos ahora de por sí cada una de estas dos partes.

a) *Órgano del esmalte*. La cúpula u órgano del esmalte crece notablemente, siempre en orden a formar primero el molde del diente y luego, como veremos, a segregar el esmalte. La capa que reviste interiormente este molde, consta de células cilíndricas o, mejor, prismáticas en la mitad superior; desde la mitad superior próximamente para abajo, las células se hacen primero cúbicas y se aplanan después, y en el borde inferior se continúan con las células de la capa externa del cuerpo esmaltógeno, las cuales son también cúbicas o más bien aplanadas. La pared de este molde, delgada en el borde inferior, se engruesa hacia arriba, estando en su mitad superior y más particularmente en su vértice, constituida por multitud de capas celulares. En esta pared, así engrosada, se distingue, pues, primero la capa interna de células prismáticas, que se llama *membrana esmaltífera* (membrana adamantina); y sus células, *ameloblastos*; porque segregan a su tiempo el esmalte. Esta capa se adelgaza, como está dicho, hacia abajo; y reflejándose en el borde inferior se convierte en la capa epitelial externa del molde. Entre esta capa y la interna o membrana esmaltífera existen una serie de capas de células, epiteliales también, dado su origen; pero tan modificadas, que, aflojándose y segregando líquido, toman un aspecto estrellado, propio de células mesenquimatosas (fig. 25, C, D): el tejido resultante de estos elementos, así modificados, se llama *pulpa del esmalte*, esto es, pulpa del órgano del esmalte. Ya veremos más adelante que esta pulpa se reduce y deshace a medida que el diente crece, a consecuencia sin duda de la misma presión que éste ejerce en ella. Sus últimos residuos se rompen, al tiempo de hacer el diente su erupción al exterior. Todavía

se puede distinguir inmediatamente por encima de la membrana esmaltífera, algunas capas de células que o no se han modificado como las demás de la pulpa del esmalte o por lo menos no lo han hecho tanto (fig. 26, 2): éstas constituyen el llamado *estrato intermedio*.

Tornando a nuestro órgano del esmalte en general, al principio conserva éste su unión con la *lámina dentífera*, mediante un puente epitelial (fig. 25, C) que llaman *gubernáculo del diente* (*gubernaculum dentis*); más tarde, desde la semana 14, se deshace también este pedúnculo, y el germen dentífero, esto es, el esbozo del diente queda libre en el seno del tejido conjuntivo.

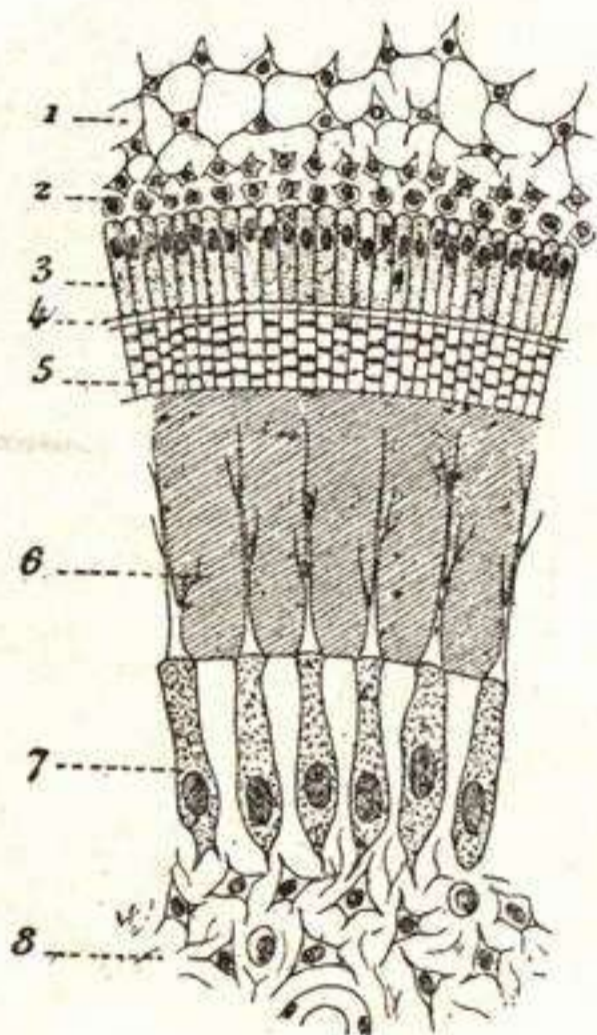


Fig. 26. Figura medio esquemática, mostrando la relación entre la membrana del esmalte y de la del marfil al principio de la calcificación. 1, pulpa del esmalte; 2, estrato celular intermedio; 3, membrana del esmalte; 4, cutícula de la misma; 5, prismas de esmalte; 6, dentina o marfil; 7, capa de odontoblastos, cuyos apéndices se introducen en la masa de dentina; 8, pulpa dentaria. (Según Tourneux. De su Précis d' Embryologie humaine).

b) *Masa de mesénquima que llena el molde.* Esta masa que rellena la cavidad del molde dentífero, diferencia también sus elementos. En la región periférica de la papila que ha originado, los elementos se alargan radialmente y se colocan unos al lado de otros, constituyendo una especie de epitelio (fig. 25, D; fig. 26, 7). Esta especie de epitelio forma la llamada *membrana de marfil o dentífera*: los elementos que la componen, son los *odontoblastos*: porque están, efectivamente, destinados a segregar el marfil del diente. Los elementos restantes de la masa mesenquimatosa que ha llenado la cavidad del diente, constituyen la pulpa del diente (fig. 25, D; fig. 26, 8), recibiendo los vasos y nervios.

c) Añadamos aquí que, aparte el tejido conjuntivo embrional que rellena la cavidad dentaria, como está dicho, el mismo tejido conjuntivo, que envuelve a todo el esbozo del diente, se modifica más o menos, formándole a aquél como una funda: esta como funda es el *saco* o *folículo dentario* (fig. 25, D). La formación del diente es substancialmente la misma en todos los animales. Véanse en confirmación las figuras 27 y 28.

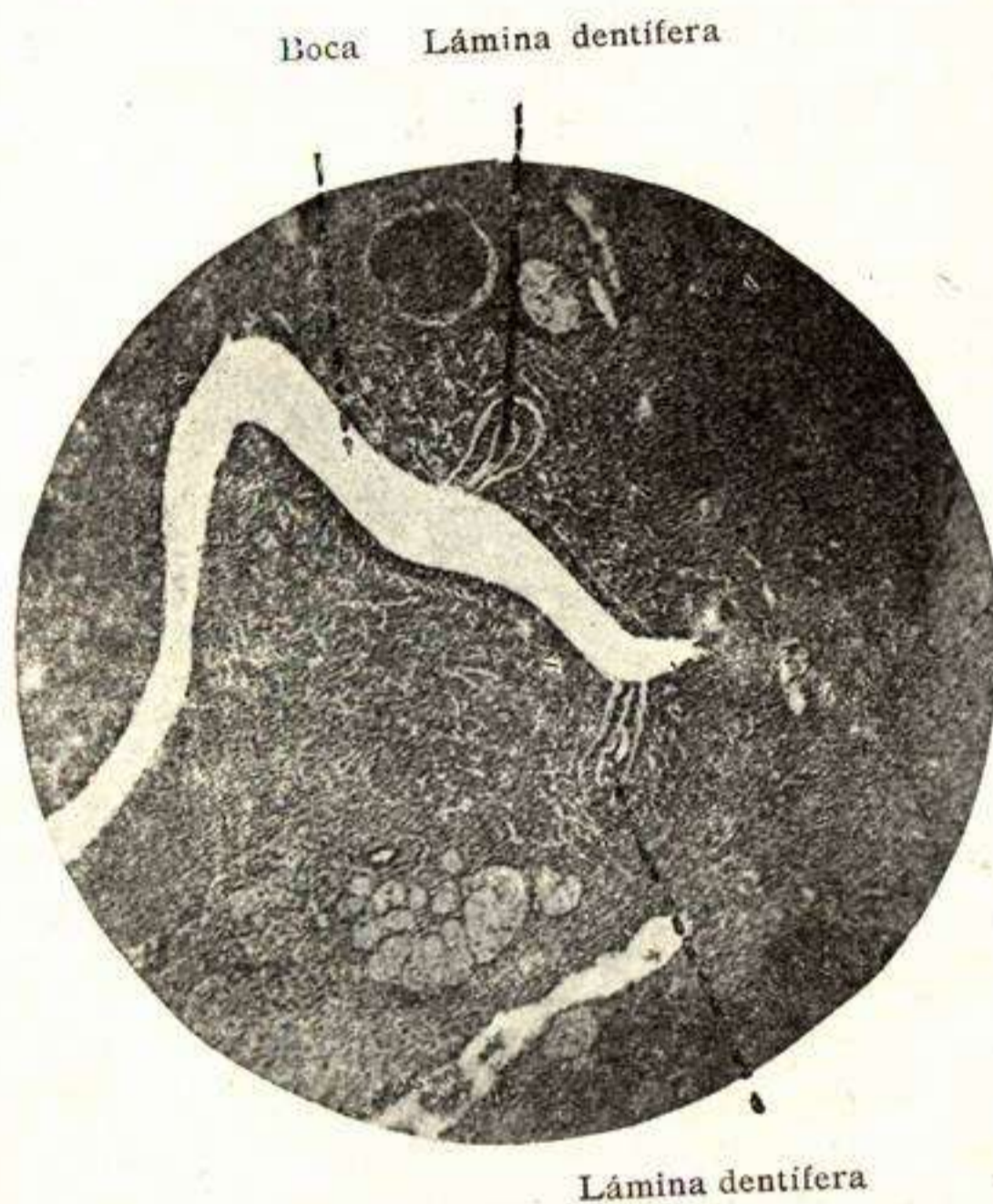
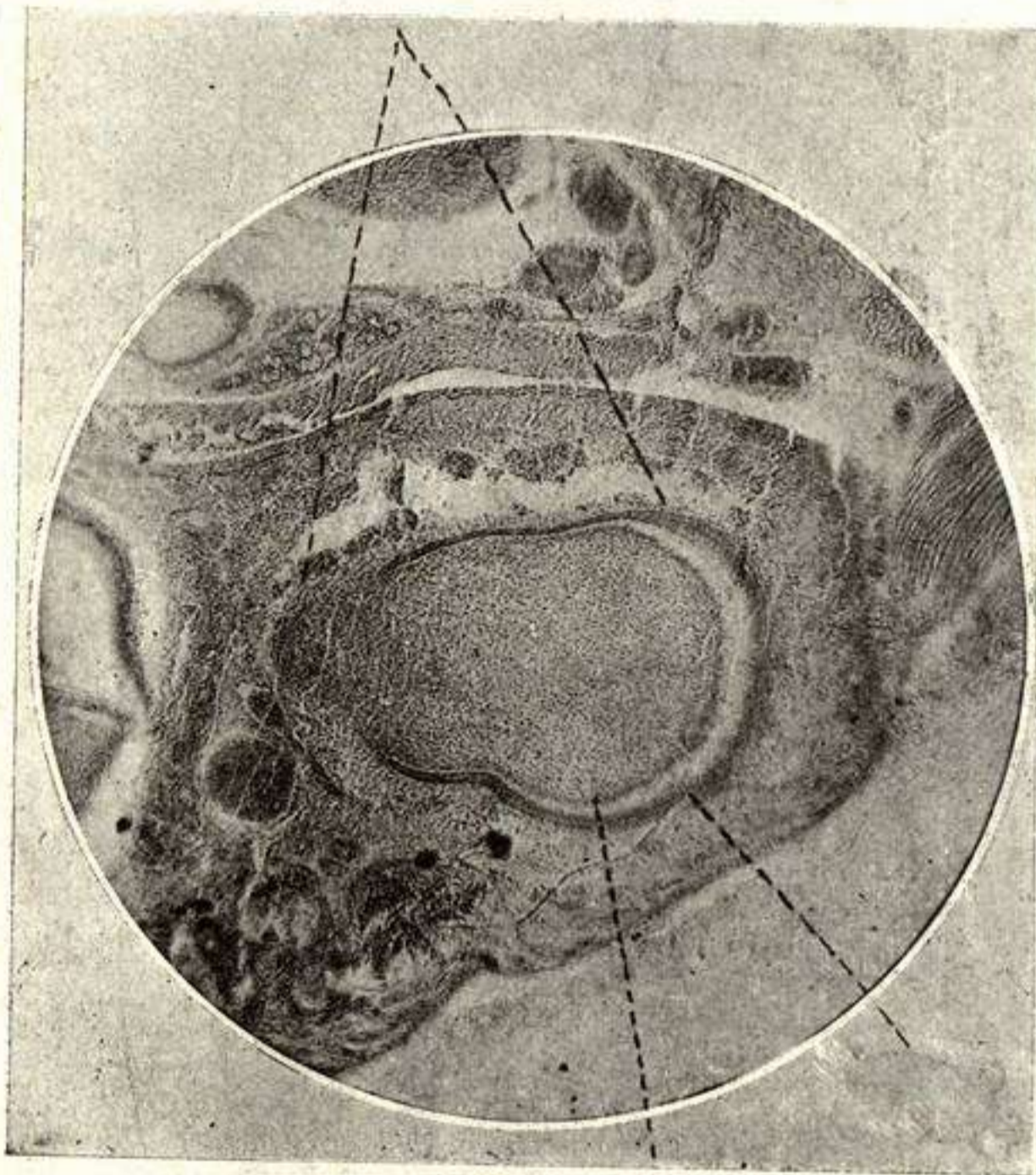


Fig. 27. Corte algo frontal de la cabeza de un embrión de conejo pasando por la boca, donde aparece la formación de la lámina dentífera. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

19. Ulteriores estadios. — Así constituido el esbozo del diente, blando aún en todas sus partes, va creciendo hasta el quinto mes y tomando la forma definitiva que le corresponde, según pertenezca al grupo de *incisivos*, *caninos* o *molares*. Y sólo después de este tiempo comienza la osificación, esto es, la formación de las sustancias duras que especifican el diente. Porque, por un lado, los *odontoblastos* producen periféricamente la dentina o marfil (figs. 26, 6 y 29), sucediéndose unas capas a otras; mientras que los *ameloblastos* segregan, por otro, el esmalte que recubre el marfil. Este se forma en prismas o columnas (figs. 26, 5 y 29), correspondiendo cada columna a su célula ameloblástica. Los prismas se unen unos a otros mediante un cemento. También los prismas de esmalte se hacen cada vez más

largos, determinando en conjunto el crecimiento de todas las capas de esmalte y adquiriendo naturalmente mayor grosor. El esmalte no se forma, como el marfil, en toda la superficie del diente, sino sólo en la parte que en el diente definitivo y hecha su erupción, constituye la *corona*, o parte descubierta al exterior que viene a ser próximamente la mitad superior del diente. Es de notar que los ameloblastos disminuyen en altura, a medida que aumentan los prismas de esmalte, disponiéndose a su desaparición, al romper el diente en las

Diente en formación



Capa esmaltifera

Capa de odontoblastos

Fig. 28. Fragmento de un corte sagital de la cabeza de embrión (feto) de rata, mostrando un diente en formación. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá). (Original).

encias. La cutícula de los ameloblastos (fig. 26, 4), al desaparecer éstos, queda adherida al esmalte, dándosele el nombre de *cutícula dentis* (cutícula del diente).

Toda la mitad inferior del diente, llamada raíz, que, como queda dicho, no está protegida por el esmalte, se recubre, al tiempo de la erupción, de cemento, cuyo origen es este. El tejido conjuntivo, que se halla en inmediato contacto con la mitad inferior del diente, se osifica, es decir, se incrusta de sales calcáreas, siendo un ejemplo de

osificación directa del tejido cunjuntivo. Este tejido óseo contiene numerosas fibras de Sharpey, que sirven admirablemente para fijar la raíz del diente al tejido conjuntivo adyacente.

20. Erupción del diente. — La erupción de los dientes tiene lugar después de la vida uterina. En el hombre acaece ordinariamente durante la mitad del primer año y se sucede con cierta

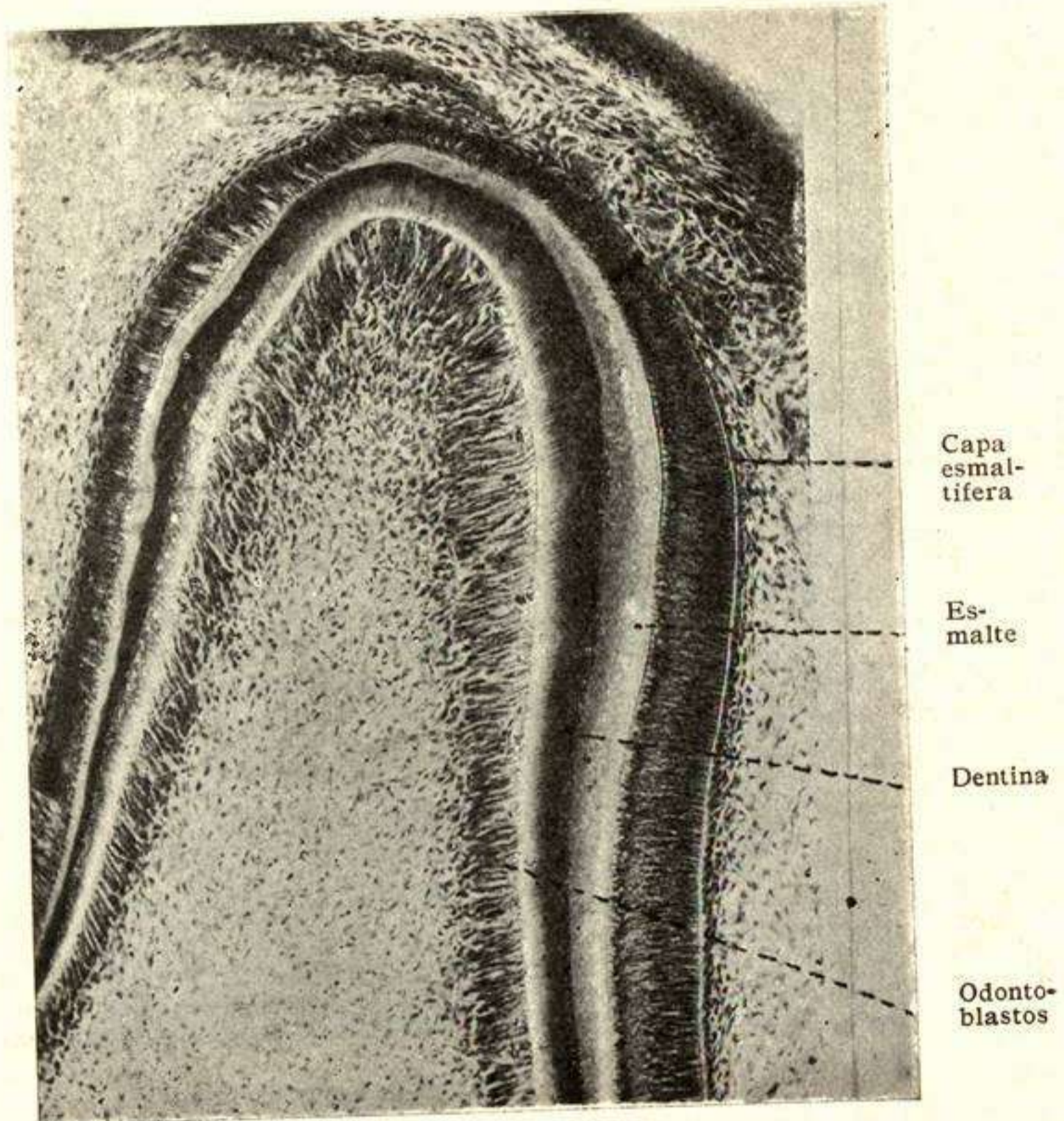


Fig. 29. Parte de corte sagital de embrión de rata, mostrando la formación de la dentina y del esmalte. (Original).

regularidad. Primero, rompen los dos *incisivos internos* de la mandíbula inferior, del sexto al octavo mes. Después de algunas semanas rompen los de la mandíbula superior. Del séptimo al noveno mes aparecen los *incisivos externos* y primero también en la mandíbula inferior y luego en la superior. Al principio del segundo año salen los primeros *premolares*, precediendo asimismo los de la mandíbula inferior. Con esto resulta un vacío entre los incisivos y los premolares, vacío que hacia la mitad del segundo año se llena con la apari-

ción de los dientes *caninos*. Hacia el fin del segundo año (a los 20 - 24 meses) rompen, finalmente, los *segundos premolares*.

21. Primera y segunda dentición.— Hemos estudiado la evolución y aparición de 20 dientes: 8 *incisivos*, 4 *caninos* y 8 *premolares*. Estos 20 dientes constituyen la primera dentición o dentición de leche. No son estos dientes los definitivos, sino que a los siete años comienzan a caer, siendo reemplazados por otros que reciben el nombre de *dientes de substitución* o definitivos. Además de estos dientes de substitución, se forman otros, totalmente nuevos y definitivos como los de substitución que llamamos *molares*. El conjunto de unos y otros constituyen la *segunda dentación*. Estudiemos brevemente su origen; y primero el origen de los *dientes de substitución* y luego el de los *molares*.

22. Origen de los dientes de substitución.— Los dientes de substitución reconocen el mismo origen y siguen, en general, los mismos trámites que los de leche, salvo su lentitud en recorrer todo el curso evolutivo. La lámina epitelial dentífera, que se hundió dentro del tejido mesenquimatoso de las encías y mandíbulas para dar origen a los dientes que hemos estudiado, no agotó su fecundidad con esta primera generación de dientes; sino que, una vez iniciada la formación de los primeros dientes (de leche) y estando aún unidos sus esbozos a la mencionada lámina por el *gubernáculo del diente*, la lámina dentífera crece, continuando su hundimiento; (fig. 25, B) y bien pronto, al fin del 4.º mes o a la 17.ª semana, inicia en su borde los moldes o folículos de los dientes de substitución, debajo y hacia la cara interna de los de leche (fig. 25, C, D); tan juntos están los de leche con los de substitución que al principio quedan cerrados ambos dentro de un mismo alvéolo, hasta que al tiempo de la osificación, el alvéolo común se divide en dos por un tabique óseo.

23. Origen de los molares.— También los molares se originan de la lámina epitelial que constituye el germen dentífero. Esta lámina, no sólo crece hacia la profundo, sino también lateralmente o hacia atrás y allí origina del mismo modo los moldes y folículos de los molares: a la 17.ª semana, el primer molar; al 6.º mes después del nacimiento, el segundo molar; y, finalmente, al 5.º año, el de la muela del juicio.

La lámina epitelial matriz de tantos dientes aparece a la 17.ª semana, después de haber iniciado tantos folículos dentarios, perforada a guisa de criba. Cumplida su misión se reabsorbe. A veces, quedan restos dentro de las encías de los recién nacidos, habiendo sido erróneamente interpretados como *glándulas (glandulae tartaricae)*.

TABLA CRONOLÓGICA DE LOS FOLÍCULOS DENTARIOS DEL HOMBRE

SEGÚN ROOSE. CONF. PRÉCIS D'EMBRYOLOGIE HUMAINE DE F. TOURNEUX)

Longitud del embrión	EDAD	DIENTES TRANSITORIOS				
		Incis. med.	Incis. lat.	Caninos	1 premol.	2 premol.
2,5 cm.	9 sem.	germen	germen	germen	germen	germen
3,2 »	10 »	bulbo	bulbo	bulbo	bulbo	»
4 »	11 1/2 »	»	»	»	»	bulbo
18 »	17 »	»	»	»	»	»
24 »	20 »	dentina	»	»	»	»
30 »	24 »	»	dentina	dentina	dentina	dentina
	Recién nacido	»	»	»	»	»
	4 meses	»	»	»	»	»
	6 »	»	»	»	»	»
	10 »	»	»	»	»	»
	1 1/2 años	»	»	»	»	»
	2 »	»	»	»	»	»
	5 »	»	»	»	»	»

A. DENTICION TEMPORAL (1)

Meses después del nacimiento:

6.....	Incisivos medianos inferiores.
10.....	Incisivos medianos superiores.
16.....	Incisivos laterales inferiores.
20.....	Incisivos laterales superiores.
24.....	Premolares anteriores inferiores
26.....	Premolares anteriores superiores.
28.....	Premolares posteriores inferiores.
30.....	Premolares posteriores superiores.
30 - 33.....	Caninos.

(1) Esta tabla (A) y la siguiente (B), debida a Ch. Legos y Magitot (1873) discrepan bastante de lo que designan en el texto, sacado de autores modernos. En general hay que tomar *holgadamente* los datos cronológicos en esta parte.

TABLA CRONOLOGICA DE LOS FOLÍCULOS DENTARIOS DEL HOMBRE

(SEGÚN ROOSE. CONF. PRÉCIS D'EMBRYOLOGIE HUMAINE DE F. TOURNEUX)

DIENTES PERMANENTES							
Incis med.	Incis. lat.	Caninos	1 premol.	2 premol.	1 mol.	2 mol.	3 mol.
»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	bulbo	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»
bulbo	bulbo	bulbo	»	»	»	»	»
dentina	dentina	dentina	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	dentina	»	»
»	»	»	bulbo	»	»	bulbo	»
»	»	»	»	bulbo	»	»	»
»	»	»	dentina	dentina	»	dentina	»
»	»	»	»	»	»	»	bulbo

B. DENTICION PERMANENTE

Años:

- 5 a 6 Primeros molares.
- 7 Incisivos medianos.
- 8 Incisivos laterales.
- 9 a 10 Premolares anteriores.
- 11 Premolares anteriores
- 11 a 12 Caninos.
- 12 a 13 Segundos molares.
- 18 a 25 Terceros molares (muelas del juicio).

24. Osificación de los dientes definitivos. — Los dientes definitivos o de la segunda dentación, así como se inician prematuramente, estando muchos años ocultos en el interior y sin hacer su erupción; así se osifican mucho más pronto que los de leche, entendiéndose por osificación, como ántes (n. 19), la formación de substancias duras. La osificación, v. g., de los primeros molares empieza ántes del nacimiento y, por consiguiente, unos siete años ántes de su erupción; durante el primero y segundo año después del nacimiento se osifican los incisivos, caninos, etc. De manera, que a los 6 años existen a un tiempo 48 dientes osificados: los 20 manifiestos de la primera dentición, más 28 ocultos de la segunda; y además, los 4 gérmenes o folículos de las cuatro muelas del juicio.

La razón de esa prematura osificación nos parece estar relacionada con la osificación de la mandíbula; osificación que tiene lugar por ese tiempo o por lo menos no está avanzada hasta este tiempo. De manera que nos inclinamos a creer que la osificación de los dientes está como en función de la osificación de la mandíbula: o en otros términos, los dientes no se osifican hasta que lo hace la mandíbula. Y como quiera que ésta se osifica, cuando están ya muy adelantados en su formación los dientes definitivos se osifican, podríamos decir, casi a un tiempo los dientes de leche y los definitivos, al menos en parte.

25. Caída de los dientes de leche y aparición de los definitivos. — La caída de los dientes de leche sucede hacia los siete años. A la caída precede un proceso fisiológico de la destrucción y reabsorción de la raíz. Ante todo, los *osteoclastos*, que son células grandes con muchos núcleos, destruyen su parte dura, apareciendo en la raíz, a consecuencia de la acción demoledora de aquéllos, las llamadas fosas de Howship, exactamente como sucede en la desaparición del tejido óseo. Con esto queda aflojada la corona; la cual empujada por la presión que por debajo ejercen los nuevos dientes, salta con suma facilidad.

Cuando al tiempo y orden de la aparición de los dientes definitivos, es lo ordinario que a los siete años aparezcan los primeros *molares*; y después de un año, los dos *incisivos medios* de la mandíbula inferior, a los que siguen poco después los de la mandíbula superior. A los nueve años rompen los *incisivos laterales*; a los diez años, los primeros *premolares*; a los once, los segundos *premolares*; a los doce y trece años salen los caninos y los segundos *molares*. La aparición de los terceros molares, o sea, de las muelas del juicio, está sujeta a oscilaciones muy notables, como que unas veces salen a los diez y siete años y otras a los treinta.

26. Anomalías. — El origen especial de los dientes de la boca, mediante la invaginación o el hundimiento del epitelio bucal, puede explicar varias anomalías en la formación de estos órganos. Desde luego a nadie puede extrañar la falta de regularidad que algunas veces se observa en la dentición, saliendo unos dientes más hacia fuera o más hacia dentro que otros: un pequeño desvío en la dirección del esbozo o germen del diente bastará para causar esta anomalía. También la aparición de algún diente supernumerario tendrá fácil explicación; pues por circunstancias peculiares, la lámina dentífera o suelo de origen podrá originar algún germen más: quizás hasta por la división de los gérmenes. Más aún; el caso de la existencia de algún diente en la misma lengua, como hemos tenido ocasión de ver, no será debido sino o al desvío de la misma lámina dentífera o al extravío de alguna porción suya, viniendo a parar más adentro de lo conveniente. Y nótese que basta un pequeño desvío o dislocamiento del lugar normal durante el tiempo embrionario, para que la separación sea enorme y a primera vista inconcebible en el organismo adulto. Reténgase este principio que ayudará a descifrar verdaderos enigmas anatómico-histológicos.

V. Otros órganos bucales

27. Lengua. — Es sin duda la boca una de las regiones del tubo digestivo más rica en formaciones. Entre ellas, además de los dientes, es muy notable la lengua. Su origen es doble, quiero decir, se origina de dos puntos discretos o distanciados al principio; los cuales al fusionarse dan por resultado la constitución de órgano tan importante. La parte anterior de la lengua debe su primer origen a un tubérculo impar (His) que aparece en el suelo de la boca y en el fondo de un espacio circunscrito por los cuatro rodetes o eminencias que forma la mandíbula inferior y arco faringeal hiodeo (fig. 30, T. imp.). Este tubérculo va adquiriendo cada vez mayores proporciones y se modela de un modo que viene definitivamente a formar la punta y cuerpo principal de la lengua. Creciendo en longitud hacia delante y en amplitud hacia los lados, viene a sobresalir por delante, constituyendo su parte libre anterior; así como lateralmente sobresale también con bordes perfectamente libres. Esta parte de la lengua desarrolla ya al tercer mes algunas papilas.

La parte posterior o raíz de la lengua trae su origen de dos papilas simétricas que aparecen en la confluencia del segundo y tercer arco faringeal, según la nomenclatura que seguimos (fig. 31). Creciendo por su parte estas dos papilas, vienen primero a fusionar sus masas en la línea media de la boca, y luego con la masa procedente del tu-

bérculo impar, ántes descrito. Esta última fusión deja al principio entre la parte anterior y la posterior, un surco en forma de V (fig. 32); región donde se desarrollan más tarde las papilas *circunvaladas* de la lengua, a lo largo del surco primitivo. En el vértice de la V o,

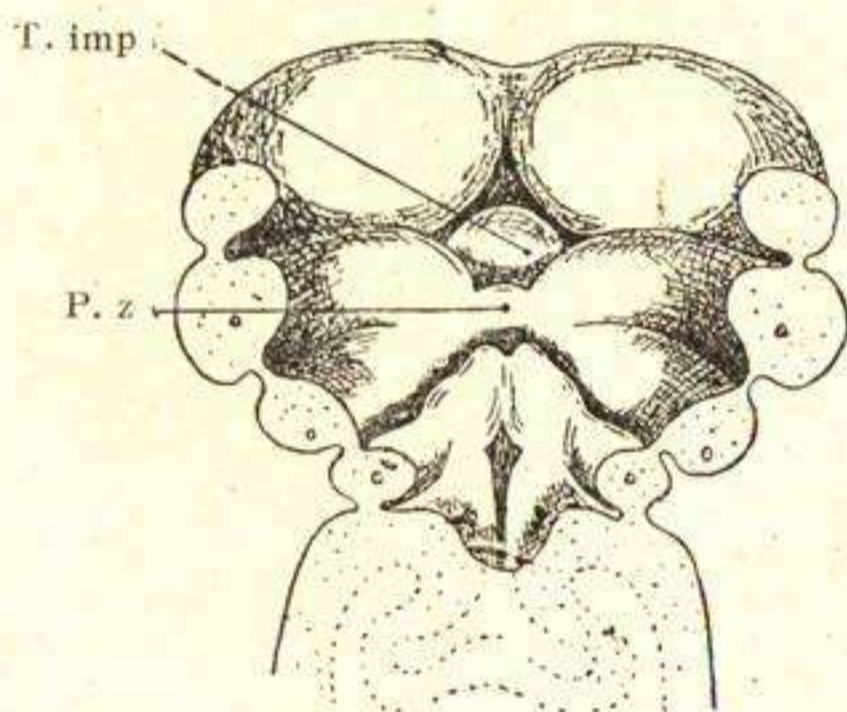


Fig. 30. Suelo de la boca de un embrión humano. — T. imp, tubérculo impar (anterior); P. z, punto de confluencia de los tubérculos posteriores que originan la lengua. (Según His. Del tratado de Göppert en el Handbuch etc. O. Hertwig).

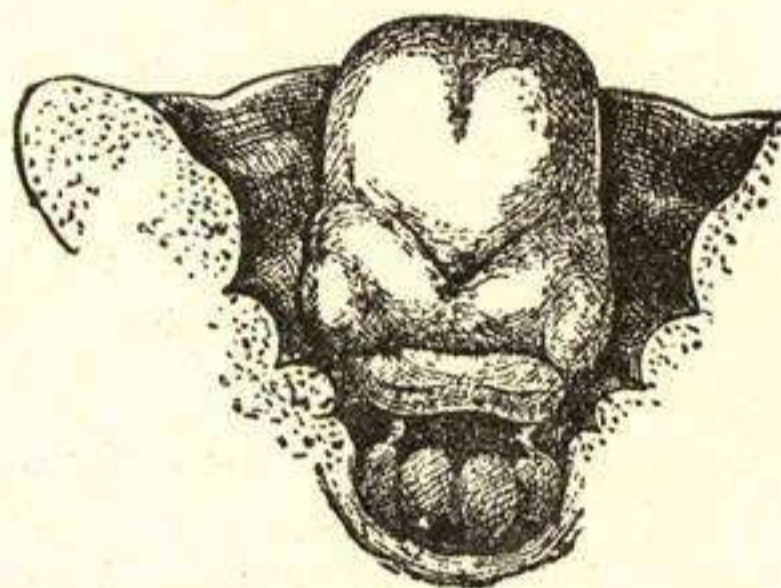


Fig. 31. Lengua de embrión humano de cerca 20 m/m. de longitud nuco-coxígea. (Según His, Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

mejor, en el punto de confluencia de los dos palos de la V, se halla durante este tiempo, una fosita que His pone en relación con el origen del *cuerpo tiroides*. Esta fosita se llama *foramen caecum* y puede persistir *anormalmente* en el adulto bajo la forma de un conducto de 1-2 ½ cm. de longitud que lleva hacia el cuerpo tiroides y se conoce en Anatomía con el nombre de *ductus lingualis* o *thyreoglossus*.

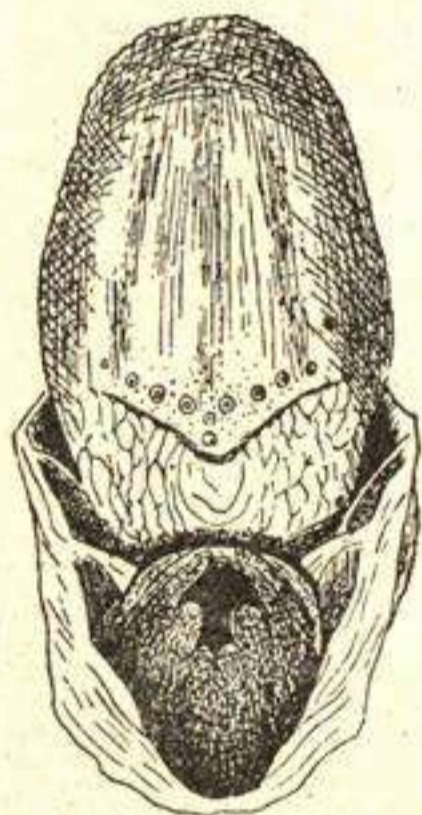


Fig. 32. Lengua de un feto humano de 6 meses. En ella aparece aun el surco en forma de V, cuyo borde anterior ocupan las papilas *circunvaladas* (fungiformes). (Según His. Del tratado de Göppert en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

28. Foliculos linguales. — En la raíz de la lengua, o sea, a partir de las papilas *circunvaladas* hacia atrás hasta la epiglotis y, por tanto, en la parte de la lengua, originada por los dos tubérculos posteriores, se hallan diseminados en el adulto, como enseña la Anatomía microscópica, los *foliculos linguales*. Son éstos unos corpúsculos de 1-4 mm., constituidos substancialmente por tejido *adenoideo* o productor de linfocitos. Estos corpúsculos se manifiestan macroscópicamente por elevarse algo sobre la superficie, a manera de verruguitas. Cada corpúsculo se abre al exterior me-

diante un poro, que ocupa el centro de la verruguita y lleva hacia dentro, a la estrecha cavidad del folículo. Por el orificio dicho se refleja el epitelio pluriestratificado de la lengua, y reviste las paredes de la cavidad folicular. En la región superior de la *túnica propia* de su mucosa y alrededor de la cavidad, existen numerosos acúmulos de linfocitos, cada uno con su fuente central de producción. El conjunto se destaca bien del tejido conjuntivo fibrilar que forma como una vaina o funda a todo el folículo (fig. 33). Los linfocitos atravie-

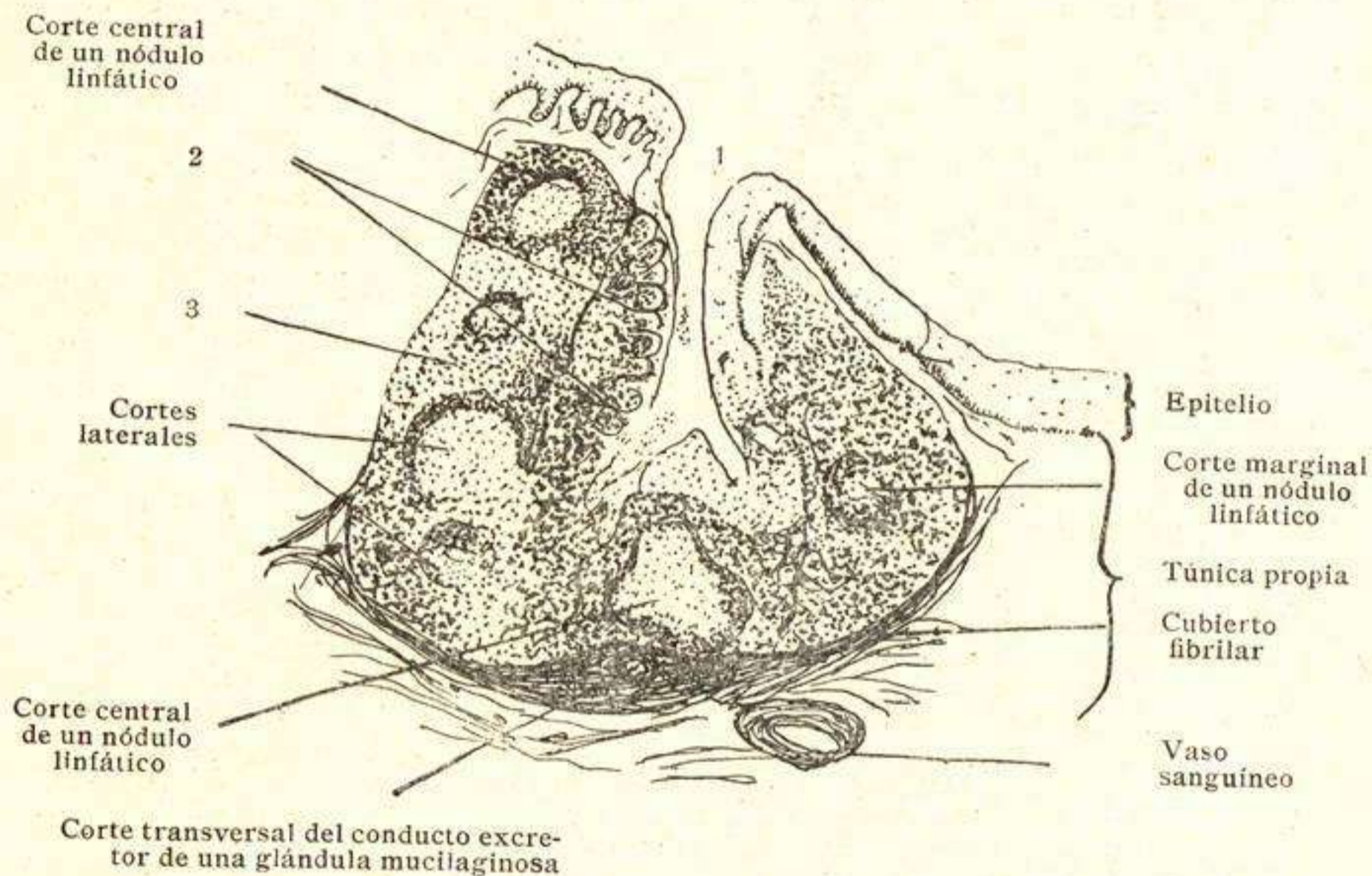


Fig. 33. Corte perpendicular de un folículo lingual de hombre adulto, pasando por el centro. — 1, cavidad del folículo conteniendo linfocitos emigrados; 2, epitelio (pluriestratificado) que reviste dicha cavidad (a la izquierda y abajo cuajado de linfocitos que lo atraviesan; a la derecha, intacto en gran parte); 3, tejido adenoideo, nódulo conteniendo un centro de producción. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie).

san en gran número el epitelio que por esta causa queda como enmascarado o confundible con el tejido adenoideo mismo; y llegan a la cavidad folicular y de aquí pasan a la cavidad bucal por el poro de salida: se mezclan luego con la saliva, cuyos corpúsculos forman.

Ahora bien; estos folículos hacen su primera aparición hacia el octavo mes de la vida intrauterina. El modo de originarse parece ser, según Stöhr, por emigración de leucocitos (linfocitos) de los vasos venosos, que se hallan alrededor de los conductos excretores de las glándulas mucilaginosas. Los linfocitos infiltrarían allí el tejido conjuntivo, convirtiéndole en tejido reticular *adenoideo*.

29. Las amígdalas. — Las amígdalas vienen a ser como acumulamientos de folículos, cuyo conjunto forma un cuerpo notable,

aun macroscópicamente, a cada lado de la entrada de la faringe y entre los pilares del velo del paladar. Las *amígdalas* o *tonsilas* se consideran como las principales fuentes de los linfocitos que se mezclan con la saliva y por su medio con los alimentos. El primer esbozo de las amígdalas aparece entre el segundo y tercero arco faringeal hacia el cuarto mes. El epitelio bucal se evagina, produciendo brotes, primero, huecos; después, también sólidos, si bien más tarde se ahuecan también, y crecen dentro del tejido conjuntivo. A un tiempo penetran los linfocitos, provenientes de los vasos, por el tejido conjuntivo alrededor de las cavidades epiteliales. Después del nacimiento termina el acumulamiento de esos corpúsculos; su masa se hace mucho más densa, y se diferencian los folículos. Así Stöhr.

30. Glándulas salivares. — Las glándulas salivares son casi innumerables; pero por antonomasia se llaman así los tres pares conocidos con el nombre de *sublinguales*, *submaxilares* y las *parótidas*. Las primeras en hacer su aparición, son las *submaxilares* a la sexta semana; a la octava, las *parótidas*, y, finalmente, las *sublinguales*. El modo de originarse es el ya conocido, esto es, por evaginación cada vez más ramificada del epitelio bucal hasta la producción de la parte propiamente glandular o secretora que es la extremidad de los brotes, sirviendo lo restante como tubo excretor.

VI. Órganos de la faringe

31. Indicación general. — Ya se llamó más arriba (n. 8) la atención sobre lo que podrían significar las bolsas o surcos faringiales. En animales acuáticos, peces y anfibios, se perforan y constituyen aberturas naturales del tubo digestivo. En las paredes que limitan estas aberturas, o sea, en los bordes de los arcos faringiales, se desarrollan branquias. Las branquias son o filamentos, más o menos ramificados, o laminillas, colocadas radialmente, sobre los arcos branquiales a manera de púas de peine (figs. II, 8 y 34). Cada una de estas laminillas representa una dobladura o pliegue de la mucosa, que reviste el arco branquial; y está recorrida en uno de sus bordes por un vaso que lleva sangre venosa (fig. 34, c); y en el otro, por otro vaso (fig. 34, d) que recoge la sangre renovada en la branquia y convertida en *arterial*. Cada uno de estos vasos se ramifica y se resuelve hacia el interior y hacia arriba de la hoja branquial en una hermosa red de capilares (fig. 34), la cual establece la unión entre los dos vasos, y a su través se efectúa la sanguificación o renovación de la sangre, abandonando ésta el *anhídrido carbónico* y absorbiendo el *oxígeno*, disuelto en el agua.

Los filamentos branquiales de los anfibios tienen en substancia la misma constitución. Cada filamento posee sus vasos grandes en los bordes y su red capilar en el interior, como se puede ver con admirable perfección, observando la circulación de la sangre en las branquias de la salamandra, fenómeno verdaderamente cautivador. Para verlo, basta tomar una larvita de 3-4 cm. de longitud y ponerla dentro de una cápsula de cristal algo profunda con agua, y colocarla debajo del microscopio. Se observa con pequeño aumento (50-100 diámetros), enfocando naturalmente las branquias.

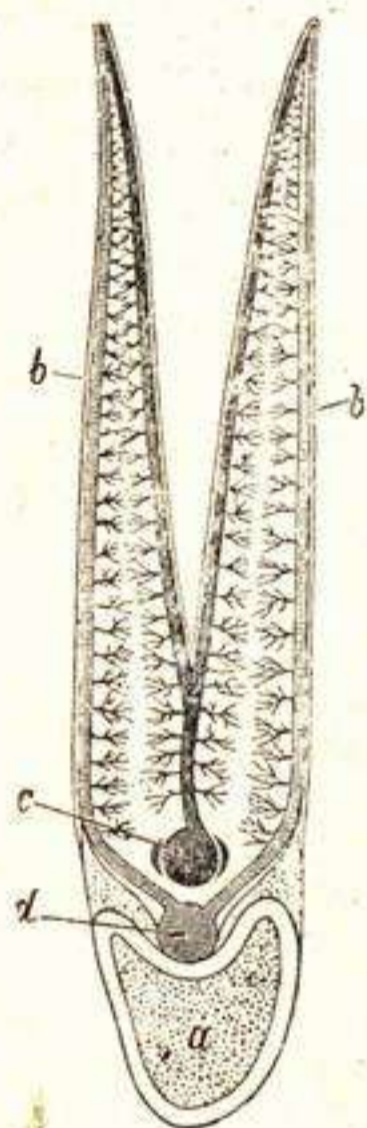


Fig. 34. Corte de una branquia de pez teleosteo, según Cuvier. bb, hojuelas de la branquia; c, vaso aferente; d, vaso eferente; a, hueso, (Del Lehrbuch der Zoologie de Claus-Grobben).

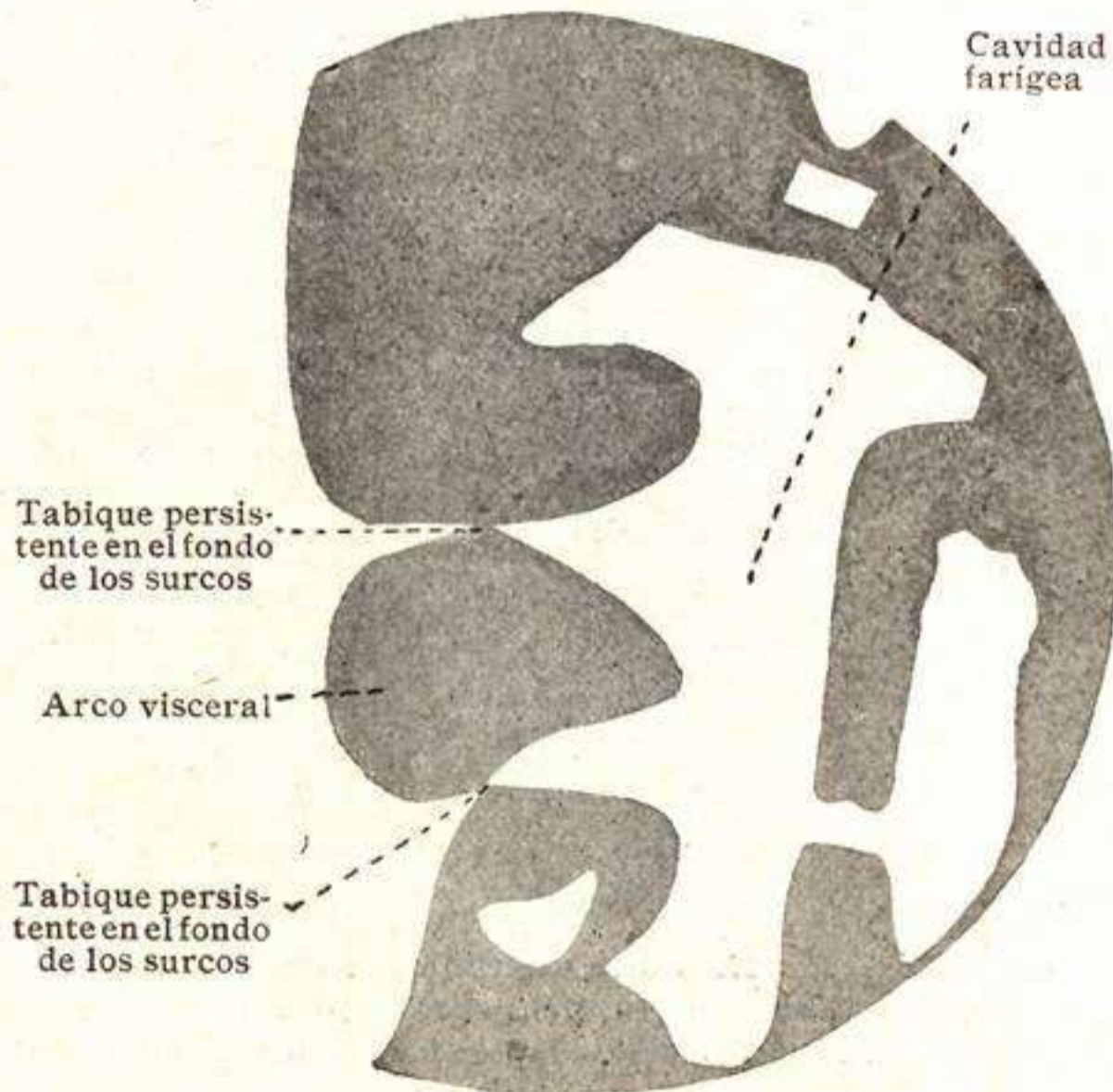


Fig. 35. Corte bastante frontal y asimétrico de la región faríngea de un embrión de conejo de 10 días. (Microfotografía del Lab. Biol. de Sarriá).

32. Cuerpo tiroides. — De reptiles para arriba (amnióticos), no se desarrollan en los arcos faríngeales, ni branquias ni rudimentos de ellas, ni aun se puede asegurar de un modo general que los senos o surcos faríngeales lleguen de hecho a perforarse como ya indicamos (n. 7). Hemos tenido especial empeño en averiguar este punto en el embrión de conejo. Los surcos persisten siempre cerrados por las dos hojas, el *ectodermo* y el *entodermo* (fig. 35).

En los amnióticos, aunque no se desarrollan branquias en la citada región, no están por demás, ni los senos ni los arcos faríngeales; dado que de ella y de sus formaciones *indiferentes* se originan luego órganos

tan notables como el *cuerpo tiroides*, el *timo*, la *laringe* con sus cartílagos, el *oído externo y medio*, como veremos más adelante, y por ventura otros.

Por lo que toca al cuerpo tiroides, trae éste su origen de una evaginación de la pared inferior de la faringe en la región, donde aparecieron los dos tubérculos posteriores del esbozo lingual (n. 27), en el *foramen cæcum*. En el embrión de conejo de 9 días se puede ver su primer rudimento (fig. 36). La evaginación pierde luego su unión con el punto de origen, tomando la forma de vesícula, hueca al principio y sólida después. No tarda la mencionada vesícula en crecer y expandirse dentro del mesénquima, dando origen a brotes cilíndricos, los cuales a su vez producen nuevos brotes, y uniéndose unos con

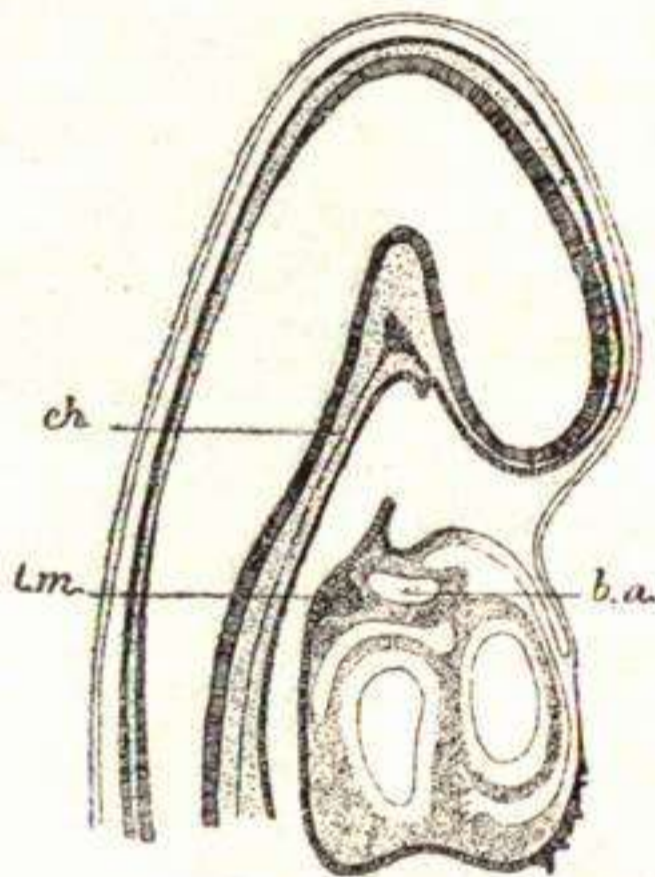


Fig. 36. Corte sagital medio de un embrión de conejo de 9 días. b.a., bulbo aórtico; ch, cuerda dorsal; tm, cuerpo tiroides. (Según Werdun. Del tratado de Maurer en el Handbuch etc. O. Hertwig).

otros, resulta una red, cuyas mallas son luego ocupadas por vasos sanguíneos que aportan también abundante tejido conjuntivo. En este estado de desarrollo se encontrará el cuerpo tiroides en el embrión de pollo de 9 días, en el de conejo de 13-15 días (fig. 37) y en el del hombre de 2 meses. Este podríamos llamar el primer estadio de desarrollo.

En el segundo estadio, la red de trabéculas epiteliales se deshace y convierte en los folículos característicos del cuerpo tiroides, a favor del tejido conjuntivo embrional que crece entre la red. Los folículos aumentan después notablemente de volumen, y las células epiteliales que los componen, segregan la substancia coloidal que los llena y que sin duda representa la secreción interna de este cuerpo.

Notemos de pasada que este modo de originarse el cuerpo tiroides puede explicar al anatómico y quirúrgico la presencia de algún

fragmento de este cuerpo tiroides en sitios verdaderamente sorprendentes (1). Pues es fácil comprender que el tejido conjuntivo embrional en su trabajo de transformación de la red de trabéculas epiteliales en folículos, puede aislar totalmente del cuerpo restante un pequeño germen, una yema, la cual por crecimiento del tejido conjuntivo que la separa de la masa restante, venga a parar, en el orga-

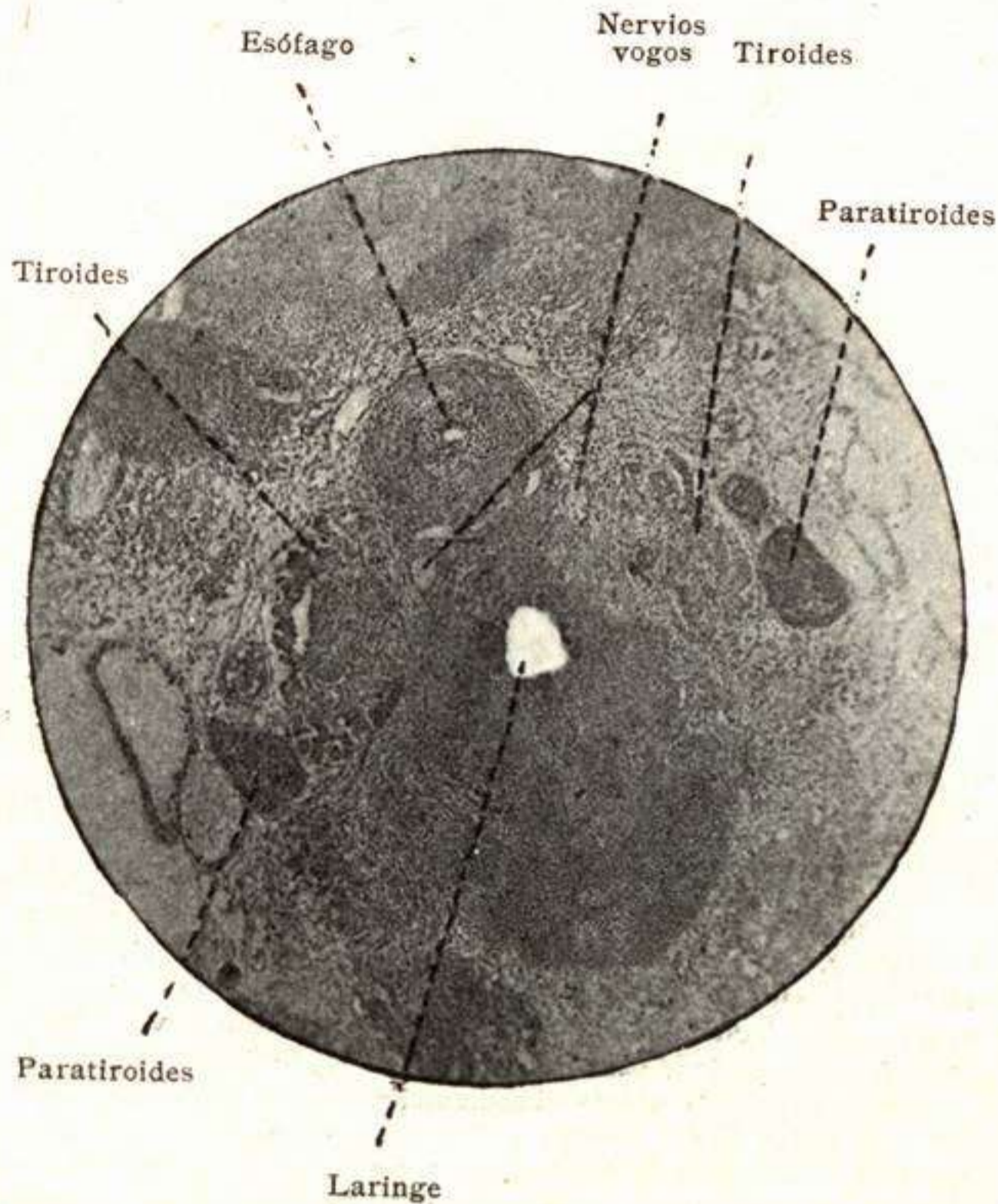


Fig. 37. Corte transversal del embrión de conejo de 15 días. ct, cuerpo tiroides; pt, paratiroides (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

nismo adulto, a sitios, a primera vista increíbles a quien desconozca los fenómenos embriológicos. Y claro es que, si un germen semejante se desarrolla por su cuenta y fuera del sitio normal, a nadie deberá extrañar que, influenciado por circunstancias anormales, pueda modificar tan profundamente sus tejidos que llegue a enmascarar su verdadera naturaleza.

(1) Tal nos parece ser el caso del Dr. J. Trias de un tumor hallado en una mujer debajo del cerebelo, y expuesto en *Societat de Biologia* 1919.

33. Cuerpos accesorios. — Con esta expresión general comprendemos ciertas formaciones que se originan transitoria o permanentemente en esta región de los arcos y bolsas faringiales o viscerales, asociándose con frecuencia al timo o al cuerpo tiroides.

a) *Cuerpo postbranquial.* Una de ellas es el llamado *cuerpo postbranquial* por formarse detrás del último surco o de la última hendidura branquial (faringeal). Su origen es par y bajo la forma de una vesícula (fig. 38, p), desprendida de la pared lateral de la faringe que luego brota, originando nuevas vesículas y por lo mismo asemejándose al cuerpo tiroides: razón por la cual se ha conceptualizado como el origen par de dicho cuerpo (Wölfler, Stieda y Born). Otros, en

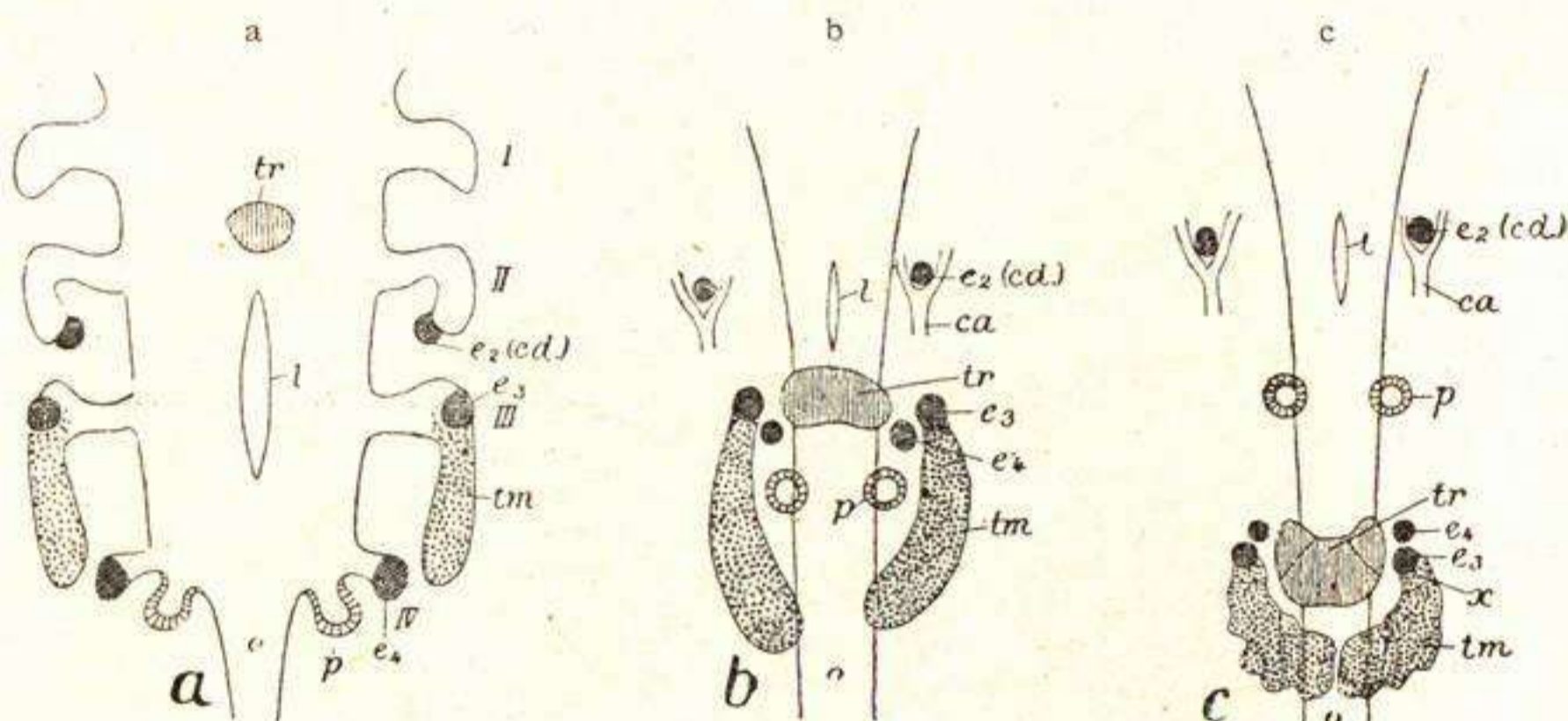


Fig. 38. Esquema de las formaciones derivadas de las hendiduras o bolsas faringiales de *Echidna*. I-IV, bolsas faringiales; tr, cuerpo (glándula) tiroides; tm, timo; e_2 - e_4 , cuerpos epiteliales; p, cuerpo postbranquial; l, vestíbulo de la laringe; o, esófago. N. B. e_2 (cd) es la llamada glándula carotidea y, como muestra la figura, está emplazada en la bifurcación de la carótida primitiva. e_3 - e_4 , (cuerpo o glándula paratiroides);—a, embrión, cuyas hendiduras no comunican aún con la faringe; b, estadio más avanzado, en el cual el cuerpo tiroides y el timo se han corrido hacia atrás; c, animal medio crecido: el cuerpo tiroides, el timo y los cuerpos epiteliales se han corrido a la cavidad torácica, mientras que el cuerpo postbranquial ha conservado su posición en la parte anterior del cuello. (Según Maurer. Del tratado de este autor en el Handbuch etc., de O. Hertwig).

cambio, como Verdun y Maurer, no están por esta interpretación, fundándose principalmente en que su tejido no es el de la glándula tiroides o no contiene sustancia coloidal, excepción hecha en *Echidna*, como Maurer ha encontrado: con todo, no se juntan aquí con el cuerpo tiroides: todo parece decir que no está del todo resuelto el problema de estas formaciones.

b) *Cuerpos epiteliales.* Numerosos son los llamados cuerpos epiteliales que en general se originan también de la misma región crítica, en unos vertebrados más y en otros menos sin que nadie pueda interpretar esto filogenéticamente. Se llaman cuerpos epiteliales, por-

que su estructura (fig. 39) se reduce a gruesas tiras sólidas de células epiteliales, constituyendo en conjunto un cuerpo ovoideo protegido exteriormente por una envoltura conjuntiva que también se introduce en pequeños trazos dentro del cuerpo como tendiendo a dividirlo en campos o lóbulos. En muchos mamíferos suelen ser cuatro los cuerpos en cuestión, esto es, dos a cada lado, originándose en el tercer y cuarto surco farigeal; y se conocen con el nombre de *glándulas paratiroides* (Sandström) o *glándulas tiroideas* (Gley), y aun *glándulas*

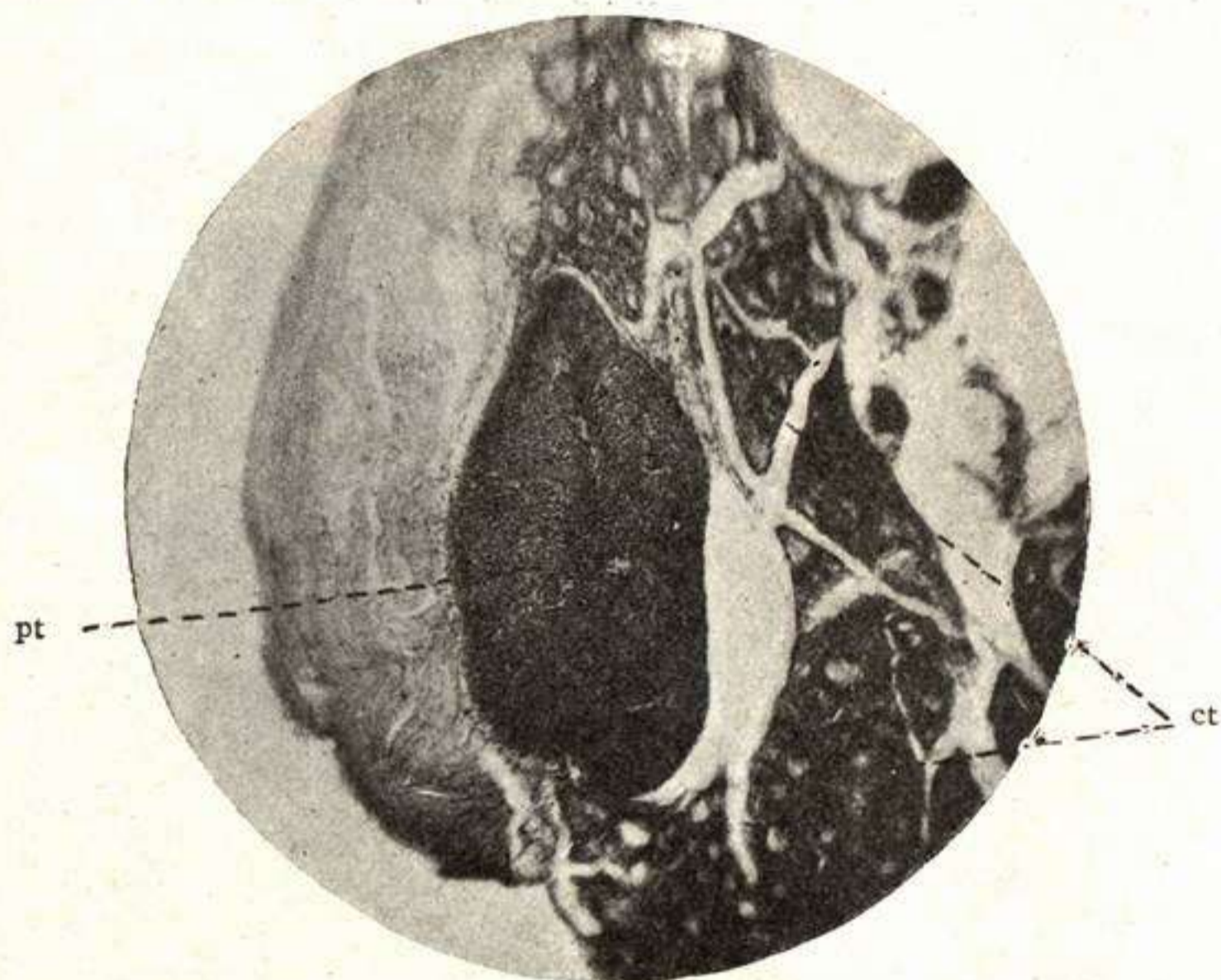


Fig. 39. Corte transversal de la laringe de rata (*Mus rattus*): estado adulto. ct, cuerpo tiroideo; pt, paratiroides. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

tiroides (Nicolas). Nos parece más claro y sencillo el llamarlos *cuerpo* (*cuerpos*) *paratiroides*, en contraposición al *cuerpo tiroides*, máxime no siendo aún clara su verdadera significación fisiológica. Su tejido es muy distinto del del cuerpo tiroides y, por consiguiente, también lo será su función, aun suponiendo que sea una glándula de secreción interna como aquél.

34. Timo. — Otro cuerpo muy interesante que surge también de la crítica región de los senos y arcos faringeales, es el *timo*, que existe como el cuerpo tiroides en todos los vertebrados, si excep-

tuamos el *Amphioxus* y quizás también los *ciclóstomos*, dado que las yemas epiteliales encontradas por Schaffer, de origen entodérmico según él, no sean formaciones homologuizables con el timo de otros vertebrados. Su origen es par y simétrico. Hablando de mamíferos y del hombre, nace de la pared ventral del tercer surco o seno faringeal. En embriones humanos de 6 mm. se evagina dicha pared en forma de un cordón o tracto epitelial hueco, cuya pared está constituida por varias capas de células epiteliales más o menos alargadas. El tracto crece hacia abajo, hacia la región cardíaca, y produce, en su extremo de crecimiento, varios brotes redondos y sólidos como

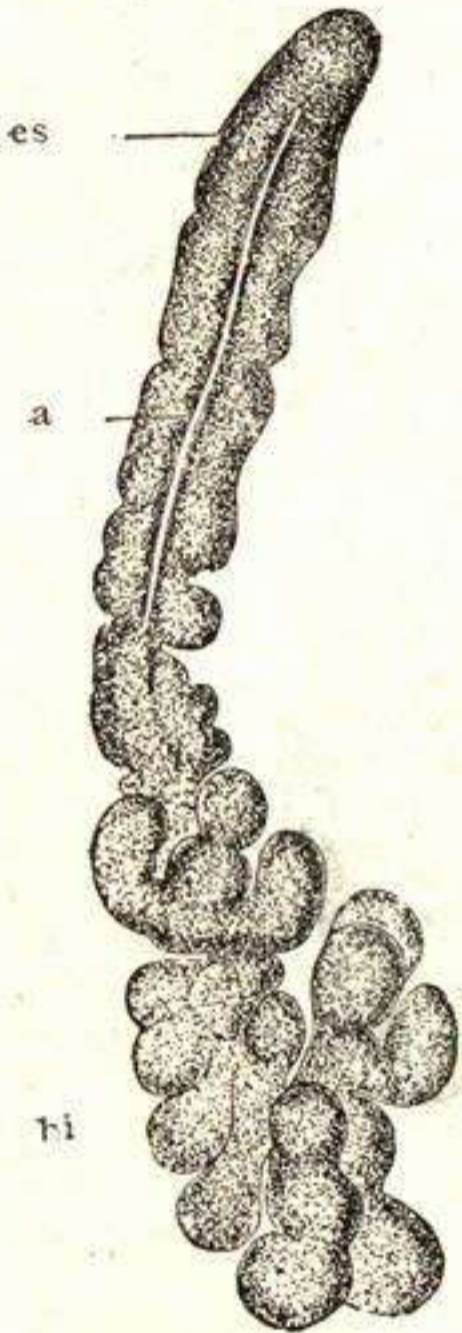


Fig. 40. Timo de un embrión de conejo de 16 días. a, conducto del timo; es, extremo superior; bi, brotes interiores. (Según Kölliker. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.)

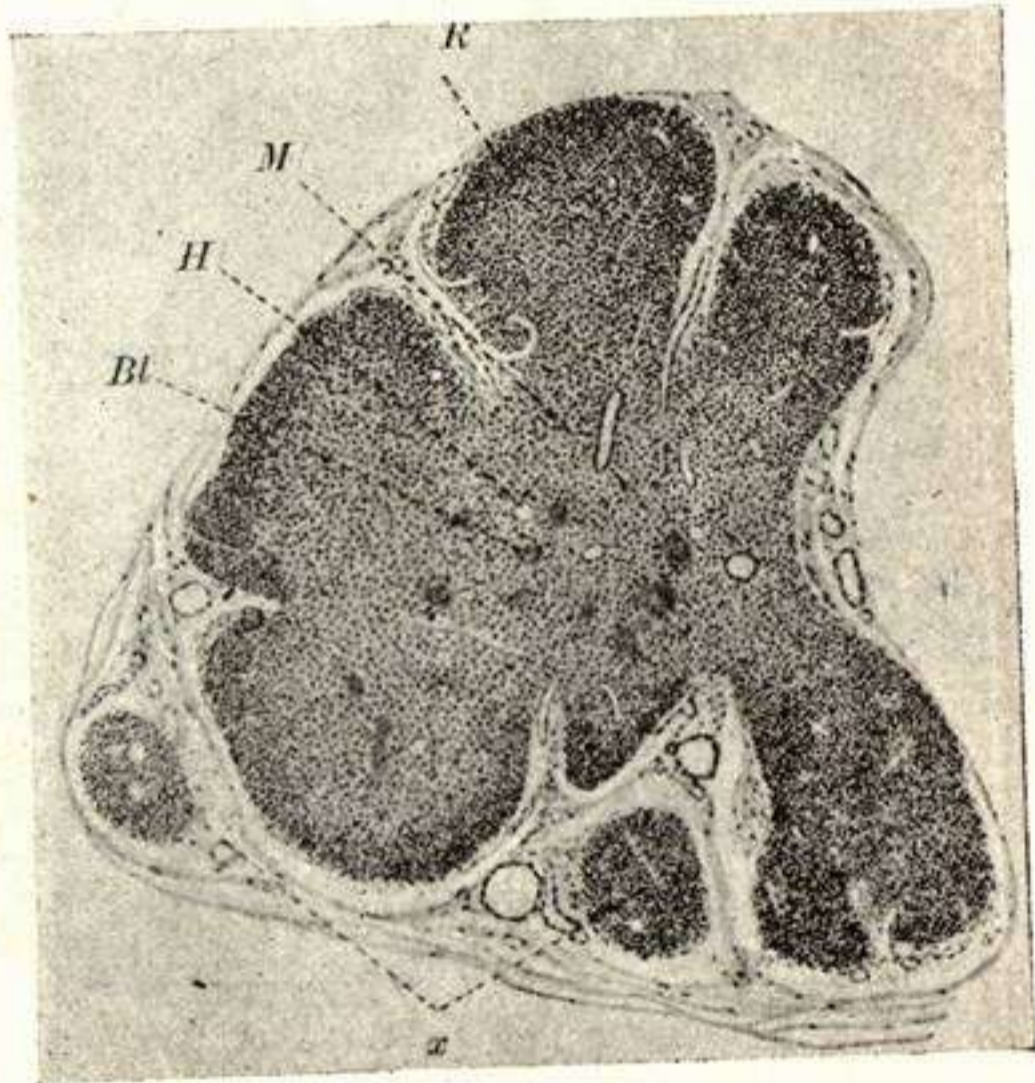


Fig. 41. Porción de un corte del timo de un feto humano de 5 meses. R, substancia cortical; M, substancia medular; Bl, vaso sanguíneo; H, cuerpos epiteliales de Hassal. (Según Stöhr: Del libro: Die Elemente etcétera de O. Hertwig).

granos de uva (fig. 40). Estos brotes son sólidos, al paso que el vástago que une el cuerpo al lugar de origen, es hueco. Este es el primer esbozo y primer estadio.

En estadios más avanzados, el cuerpo epitelial sufre cambios histológicos, estudiados por Stöhr, que hacen del *timo* un órgano de aspecto *linfoideo*. Ya en el cuarto mes se dejan distinguir en él (en sus lóbulos) dos regiones bien marcadas: la *cortical* y la *medular* (fig. 41). La *cortical* es más oscura, y más clara la *medular*: aquélla está constituida por células epiteliales estrelladas, entre cuyas mallas se

alojan células epiteliales más pequeñas y pobres en protoplasma, afectando en su consecuencia aspecto de *linfocitos*: razón por la cual han sido interpretadas por tales, dando margen a la teoría de la emigración de linfocitos al tejido del *timo*. Esta teoría quizás no sea (1) errónea, como algunos creyeron, y el mismo Stöhr admite, al menos más tarde, la emigración de leucocitos. En la región medular son las células más claras; por lo demás, la disposición general es la misma; de manera que el paso de la corteza a la medula se verifica insensible-

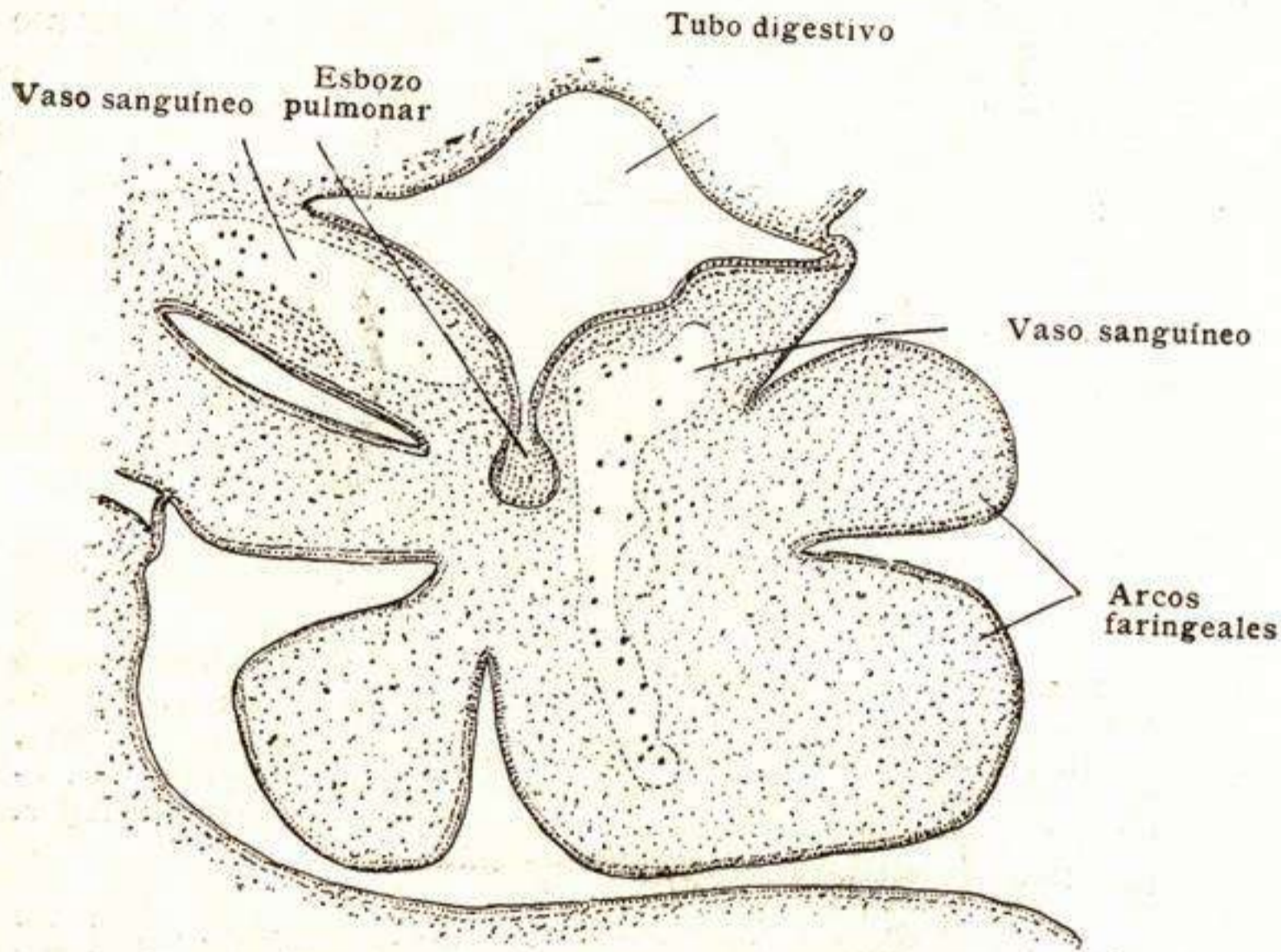


Fig. 42. Corte casi frontal de la región anterior de un embrión de conejo de 10 días. (Fotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

mente. Pero existen en la médula los llamados cuerpos de Hassal (fig. 41, H). Estos son formaciones compuestas por capas concéntricas de células epiteliales aplanadas y queratinizadas hacia el interior.

Finalmente, tanto en la corteza como en la médula crecen vasos y conjuntivo, formando éste una cápsula a todo el órgano.

En la vida extrauterina suelen distinguirse dos períodos en el comportamiento embrional del timo, el de crecimiento y desarrollo hasta los 14 años próximamente, y el de reducción o involución a partir de esta época. Creemos que esto no se puede tomar más que como regla muy lata, permitiendo más excepciones de lo que se cree.

(1) Conf. Paul Weill: Über die Bildung von Leukocyten in der menschlichen und tierischen Thymus des erwachsenen Organismus. Arch. für Mikr. Anatomie. Bd. 83. p. 305 y sigs.

En adultos de más de treinta años se ha encontrado el timo sin ninguna señal de involución. Cuanto a su función, se conceptúa como glándula de secreción interna, pero no es fácil precisar en qué época embrional comienza a entrar en actividad: probablemente, en cuanto posee sus tejidos específicos.

35. Pulmones. — Una de las formaciones más importantes e indispensables para la vida, derivada de la región faríngea, es, en todos los vertebrados de respiración aérea, la de los pulmones. El lugar de origen es la pared ventral del tubo digestivo, inmediatamente después del esbozo del cuerpo tiroides. Comienza por formarse una canal, ensanchada en su región proximal (fig. 42). Los datos cronológicos acerca de su primer esbozo difieren naturalmente, según los animales: en el embrión de pollo se inicia al principio del tercer día

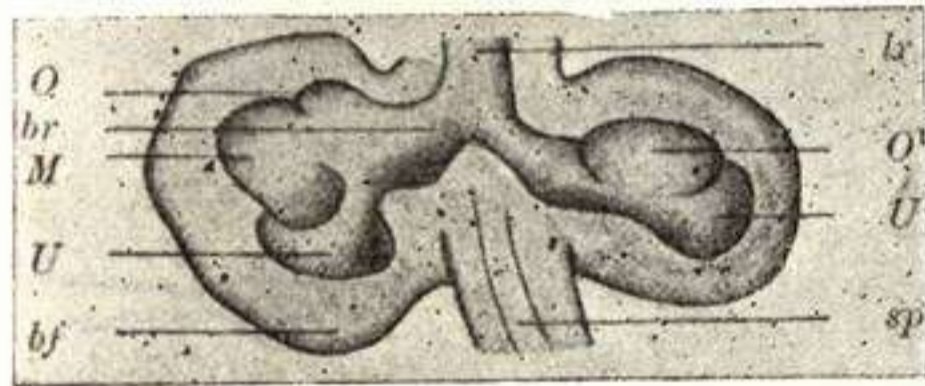


Fig. 43. Reconstrucción de un esbozo pulmonar de un embrión humano de 10 mm. de longitud nuco-coxígea. Según His. lr, tráquea; br, bronquio derecho; sp, esófago; bf, lecho conjuntivo, que recibe el esbozo pulmonar, limitado por la pleura; O, lóbulo derecho superior; M, lóbulo medio; U, lóbulo inferior; O', lóbulo superior del pulmón izquierdo; U', lóbulo inferior. (Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

de incubación; en el embrión de conejo, a los 10 días; en el del hombre, cuando tiene 9,2 mm. de longitud.

El extremo posterior de la canal se hunde hacia abajo y adelante, se ensancha luego y se bifurca, originando con esto dos ramas, esbozo de las futuras alas del órgano, esto es, de los dos futuros pulmones, el derecho y el izquierdo. Entre tanto la canal se desprende del tubo digestivo, cerrándose de atrás adelante, y dejando abierta y en comunicación con éste sólo su porción anterior, que será el vestíbulo o entrada de la laringe. Esto sucede en la quinta semana en el embrión humano y en el undécimo día en el de conejo.

Podemos distinguir varios estadios en la ulterior evolución de los pulmones. En el inmediato al descrito, crecen las dos ramas con el tronco que los une al punto de origen: éste se adelgaza para originar la tráquea; aquéllos se ensanchan en su extremidad y forman, el de la derecha tres lóbulos vesiculosos, y dos el de la izquierda (fig. 43): tenemos ya en esbozo la asimetría que muestra el pulmón derecho definitivo, comparado con el izquierdo. Esto tiene lugar al fin del primer mes. Es de notar que este crecimiento se realiza dentro de

la masa del tejido conjuntivo embrional que siempre envuelve el esbozo.

En un estadio más avanzado, crecen los indicados lóbulos de cada rama y se dividen dicotómicamente, originando cada vez nuevos lóbulos y lobulillos y así sucesivamente, hasta constituirse como las dos grandes copas de los árboles pulmonares. Porque cada vesícula primitiva, antes de dividirse, forma su pedúnculo terminado en vesícula; y repitiéndose muchas veces el mismo proceso, resulta un sistema de tubos ramificados dicotómicamente y terminados siempre en extremo ensanchado o vesiculoso (fig. 44). Todos estos extremos vesiculosos se encuentran en la parte periférica del órgano; al paso

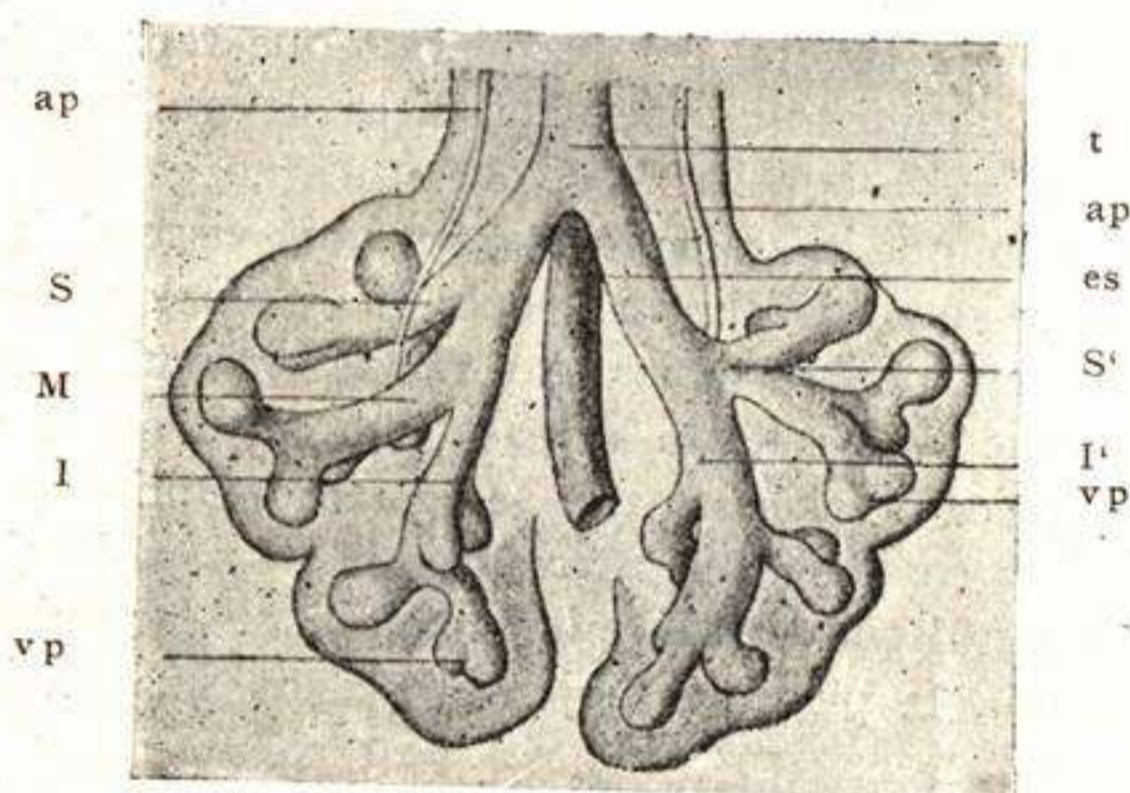


Fig. 44. Reconstrucción del esbozo pulmonar de un embrión humano más avanzado, según His. A: 50.

ap, arteria pulmonar; t, tráquea; es, esófago; vp, vesícula pulmonar en división; S, lóbulo superior derecho; M, lóbulo medio; I, lóbulo inferior; S', lóbulo superior izquierdo; I', lóbulo inferior. (Del libro de O. Hertwig. Die Elemente etc.).

que el sistema de tubos que se entroncan para formar definitivamente los bronquios, en la parte interna. En su crecimiento dentro de la cavidad torácica lleva por delante esta gran masa glandular (que como tal se puede considerar el pulmón) la envoltura serosa, esto es, la hoja visceral del mesodermo, que constituirá definitivamente la hoja interna o visceral de la pluera (*pleura pulmonalis*). Los dos pulmones van envolviendo poco a poco el corazón. Todo esto se verifica hasta el sexto mes.

A partir de este tiempo podemos estudiar el estadio definitivo de la formación pulmonar. Los más finos tubos del árbol bronquial, esto es, la parte inmediata a las terminaciones vesiculares, toman el carácter de conductos alveolares; así como las vesículas forman alvéolos, o sea, excavaciones cupuliformes y tales que su entrada no se estrecha como sucedía ántes, cuando las terminaciones vesiculares o yemas de

los bronquios tenían que dividirse dicotómicamente para originar nuevos vástagos. La pared de las vesículas definitivas, pues, queda formada por varios alvéolos. El epitelio que reviste estos alvéolos es pavimentoso: sus células son pequeñas durante la vida intrauterina; pero en cuanto entra en actividad la respiración pulmonar, que es después del parto, se distienden notablemente, haciéndose tres o cuatro veces más extensas, a consecuencia, sin duda, de la presión que sobre el epitelio ejerce el aire atmosférico.

Por su parte el mesénquima embrionario, en cuyo seno se ha ido desarrollando el pulmón, y que reviste exteriormente las vesículas con sus alvéolos, aporta a la pared de éstos la red capilar, en que se resuelve la arteria pulmonar que durante este tiempo y en el mismo mesénquima se ha formado y ramificado. Y todo este conjunto está envuelto por la hoja visceral del mesodermo que representa el límite de la masa mesenquimatosa, ya que ésta se deriva indudablemente, en su mayor parte, de aquélla. Esta envoltura no es otra cosa, como ya queda indicado, que la *esplagnopleura* u hoja visceral de la pleura; hoja visceral que se adhiere íntimamente al pulmón, reflejándose por su hilio hacia dentro para tapizar las ramas bronquiales.

A medida que va creciendo la masa pulmonar, se va reduciendo la cavidad somática o del celoma, y se juntan definitivamente la hoja parietal de dicha cavidad que representa la hoja parietal del mesodermo, y la visceral que envuelve inmediatamente los pulmones, quedando constituida la pleura u hoja serosa con una cavidad media virtual.

VII. Origen y desarrollo del hígado

36. Hígado. — En todo el trayecto del tubo digestivo se originan por evaginación o invaginación varias formaciones, sobre todo glandulares que en menor o mayor escala no faltan en ninguna región; pero las que de un modo especial llaman la atención por su magnitud e importancia, son el hígado y el páncreas, que nacen de la región del tubo digestivo llamado *duodeno*. De ellas nos hemos de ocupar ahora particularmente y, ante todo, del *hígado*, que es también el primero en esbozarse.

37. Campo de desarrollo del hígado. — Para orientarnos bien acerca de la aparición y desarrollo del hígado, es muy conveniente que nos fijemos ántes en el campo mismo, donde se ha de desarrollar: lo cual servirá a maravilla para entender también los ligamentos o medios de fijeza que tiene este órgano en el estado adulto, y ver con claridad su origen.

Hemos hecho notar más arriba (n. 10) que el tubo digestivo poseía mesentario, o sea, una lámina derivada de las dos hojas mesodérmicas con el tejido conjuntivo que las une: en virtud de esta lámina queda el tubo como suspendido a lo largo de la columna vertebral: este medio de fijeza puede considerarse como el primer ligamento. Pero este mesenterio es el *dorsal*. La misma disposición deberíamos hallar en la parte ventral: porque las dos hojas mesodérmicas envuelven las vísceras, no sólo dorsal, sino también ventralmente. De hecho así sucede: desde la parte anterior detrás de la boca hasta la del duodeno existe un verdadero mesenterio ventral, juntándose las dos

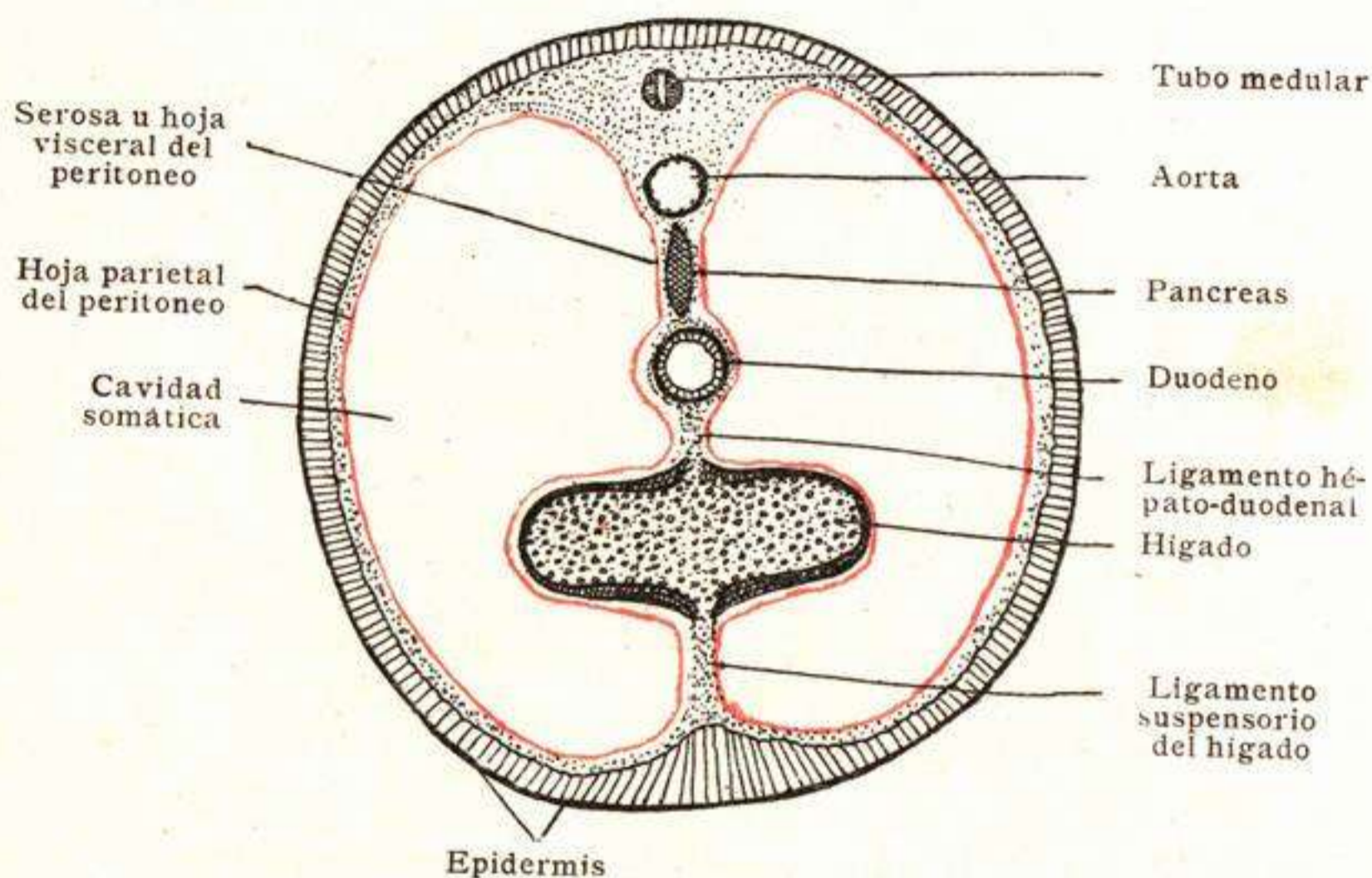


Fig. 45. Corte transversal esquemático pasando por la región del duodeno para mostrar las relaciones del hígado con el mesenterio anterior. La línea roja que reviste la superficie de las vísceras y la de la pared abdominal es el peritoneo (residuo epitelial del mesodermo). La llamada hoja serosa de los anatómicos es la continuación del peritoneo y representa la hoja visceral del mesodermo así como el peritoneo representa la hoja parietal del mismo. (Original).

hojas mesodérmicas, las cuales reflejándose en la pared ventral de la cavidad somática, se convierten en la hoja parietal del mesodermo que en la región abdominal llamamos *peritoneo*. A partir del duodeno, no existe mesenterio, sino una sola cavidad somática, resultante de la resolución de la lámina mesodérmica, y de la fusión de las dos cavidades laterales. El mesenterio ventral recibe distintos nombres según la región donde se halla (fig. 18): en la torácica se llama *mesocardio*, porque en él se desarrolla el corazón; en la del estómago y duodeno, *mesogastrio* y *mesenterio duodenal* anterior respectivamente. Este es el que aquí principalmente nos interesa. El borde inferior y libre de este mesenterio está recorrido por la vena umbilical y hacia él van, en la pared abdominal anterior, las venas *onfalo-me-*

sentéricas, formando en dicha pared un saliente o cresta transversal. Dentro de este mesenterio duodenal se desarrolla y expansiona el hígado (figs. 18 y 45). Veamos cómo.

38. Origen del hígado: primeros estadios. — El hígado trae su origen del tubo digestivo en su región duodenal. Comienza su primer esbozo por un surco o una evaginación longitudinal canaliforme en la pared ventral del duodeno y puede llegar, hacia delante, hasta el seno venoso del corazón. En forma tan sencilla como esa se le encuentra definitivamente constituido en *Amphioxus*. En los demás vertebrados se complica cada vez más su formación. Porque en la mencionada evaginación se distinguen bien

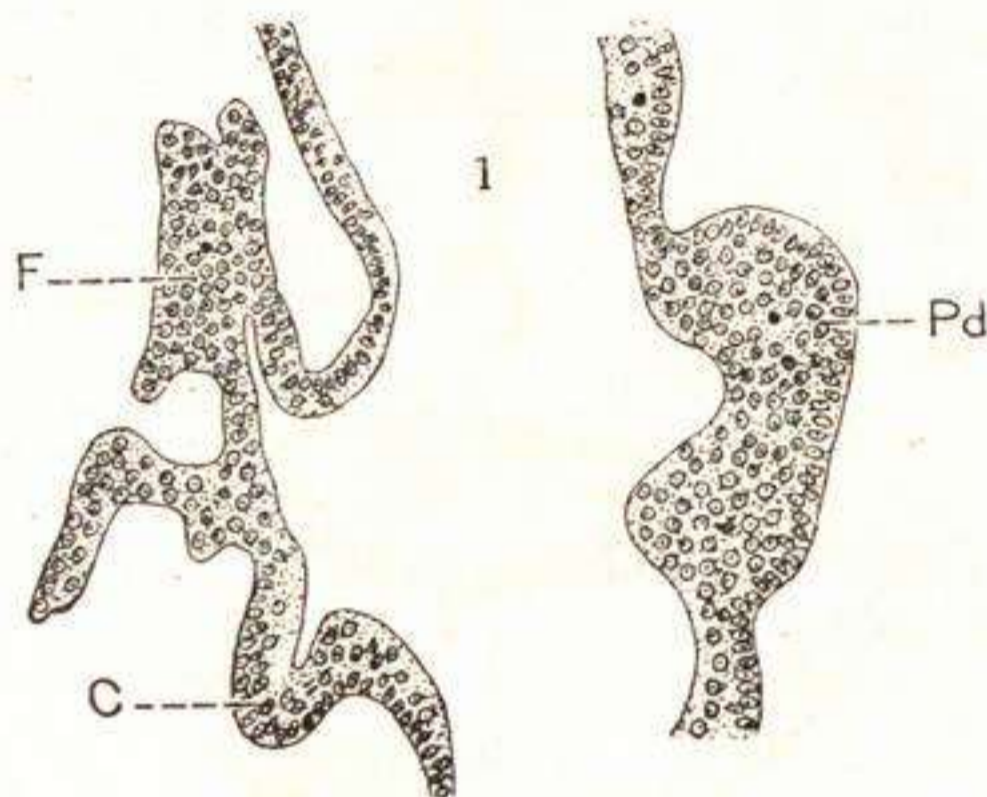


Fig. 46. Corte sagital del tubo digestivo en la región del duodeno con el esbozo de las dos grandes glándulas. I, tubo digestivo (intestino); C, porción cística del canal primitivo que origina el hígado; F, porción hepática; P, esbozo del páncreas. (Según Brachet. De su *Traité d'Embryologie des vertébrés*).

pronto dos regiones por razón de una yema o de un brote en cada una: una anterior que llamaremos desde luego *hepática* (fig. 46, F), porque originará el parénquima secretor; y otra posterior o *cística* (fig. 46, C), por estar destinada a formar la vejiguilla de la hiel. ambas porciones crecen cada una por su cuenta, distanciándose cada vez más del punto de origen. El surco primitivo, estrangulándose anterior y posteriormente constituye un tubo o conducto, que, alargándose debidamente, se convertirá en el conducto *colédeco*. Este puede ser el primer estadio.

En el siguiente estadio podemos perseguir principalmente la suerte de la región hepática, que es la que aquí particularmente nos interesa. La yema primitiva se alarga y brota, dando origen a nuevos vástagos, y éstos, a su vez, repitiendo el fenómeno, originan nuevos y nuevos vástagos: los cuales encontrándose unos con otros se anastomosan;

y, continuando este proceso, va resultando una hermosa red (fig. 47), cuyas mallas ocuparán los vasos que luego estudiaremos. Los vástagos son cilíndricos y sólidos por este tiempo en aves, mamíferos y en el hombre (1); al paso que en otros vertebrados como, v. gr., anfibios, selacios, ciclóstomos, son huecos desde un principio. No parecen del todo concordantes los datos de los autores en esta parte. En el embrión humano de cuatro semanas hallaron Told y Zuckerkandel el hígado como en vertebrados inferiores bajo la forma de tubos o

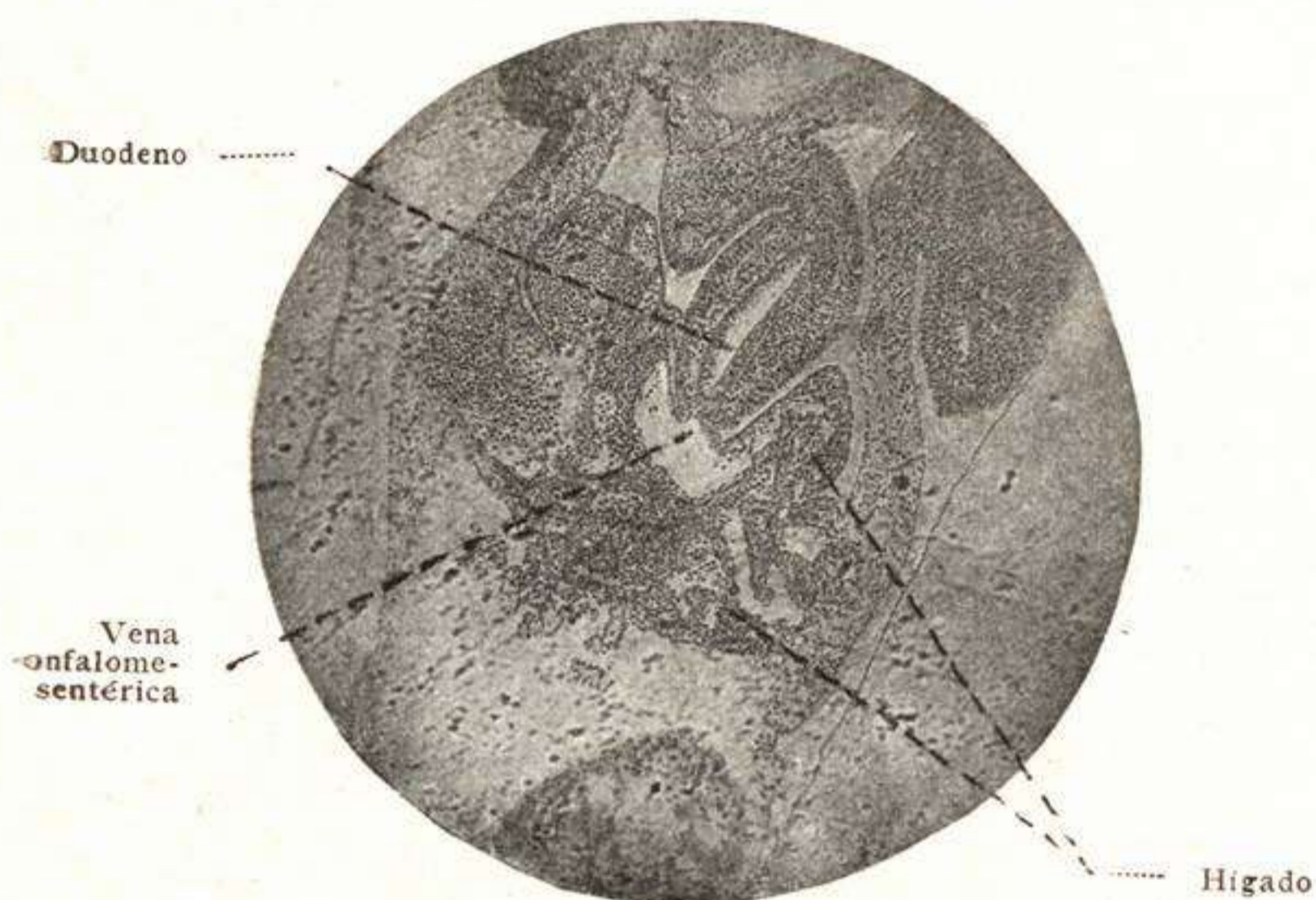


Fig. 47. Corte transversal de un embrión de conejo pasando por la región duodenal. La red de trabéculas sólidas constituye el esbozo del parénquima hepático: las mallas se hallan ocupadas por vasos y capilares. (Fotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

utrículos huecos. Por otro lado, en el hígado en formación de una larva de *Rana esculenta* de 13 a 14 días, no vemos con claridad la formación ahuecada de las tiras o redes hepáticas; más fácilmente que los de la rana se dejarían reducir a tubos o tiras huecas los brotes hepáticos de un embrión de conejo de 10 días, al menos en algunos puntos. Pero tanto en los utrículos huecos como en los que sólo más tarde se ahuecan para formar los conductos biliares, la luz de estos conductos es sumamente estrecha, teniendo que acudir a métodos de inyección para revelarlos. Cada conducto está rodeado de un corto nú-

(1) Conf. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere, p. 210, (1907).

mero de células de 3-5 y aun menos, como por ejemplo en mamíferos y en el hombre, donde dos células se bastan para limitar el canalito (fig. 48).

Con esto tenemos lo substancial del hígado, esto es, las células y los conductores biliares: su conjunto o masa constituye el parénquima hepático o secretor. Por lo dicho se ve claro que el hígado es, al menos originalmente, una glándula tubular; así se conserva en vertebrados inferiores; en el hombre, mamíferos y aves se complica luego tanto que la naturaleza tubular de la glándula queda, cuando menos, enmascarada. Y es así que si uno hace un corte del hígado y

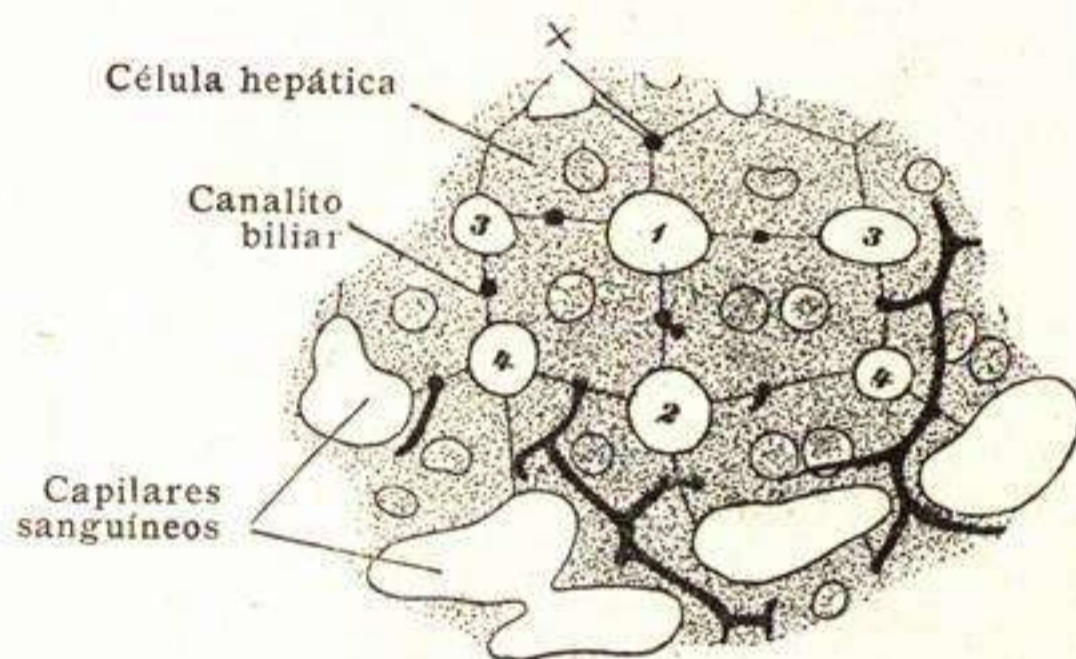


Fig. 48. Corte delicado del hígado de conejo inyectado para ver los canalículos biliares. Dibujo no esquematizado. Cada una de las dos células centrales están en comunicación con cuatro capilares sanguíneos (1, 2, 3, 4). X, canalículo biliar en el canto de una célula. (Según Stöhr: de su Lehrbuch der Histologie).

lo observa con el microscopio, encuentra unos campitos que son otros tantos lobulillos, formados por radiaciones de cadenas celulares, y en cuyo centro (de cada lobulillo) se halla emplazada la vena central (fig. 49).

39. Los vasos. — Hemos dicho que los brotes, originados por la yema primitiva en sus sucesivas generaciones, anastomosándose forman una red, cuyas mallas ocupaban luego los vasos sanguíneos. Estos vasos se derivan originariamente de las venas onfalomesentéricas. Las venas onfalomesentéricas, en efecto, viniendo del saco vitelino, entran en el cuerpo embrionario, y corriendo luego transversalmente hacia el mesenterio anterior o gastroduodenal, se introducen en él para terminar en el seno venoso del corazón: y hallando, en su paso por el mesenterio anterior, el hígado en formación, le envían derivaciones, que, ramificándose o anastomosándose, llenan las mallas

del perénquima secretor a una con una pequeña porción de tejido conjuntivo. El curso transversal de las venas onfalomesentéricas forman una cresta prominente en la cavidad somática, relacionada con la formación del diafragma.

40. Relaciones del hígado: sus ligamentos.—Para entender mejor las relaciones que contrae el hígado en su génesis, nos hemos de orientar suficientemente sobre su topografía y sobre las formaciones que le rodean, al tiempo de su aparición y desarrollo. Si tenemos presente lo que antes hemos dicho, que las dos hojas vis-

Tiras celulares hepáticas

Vena central

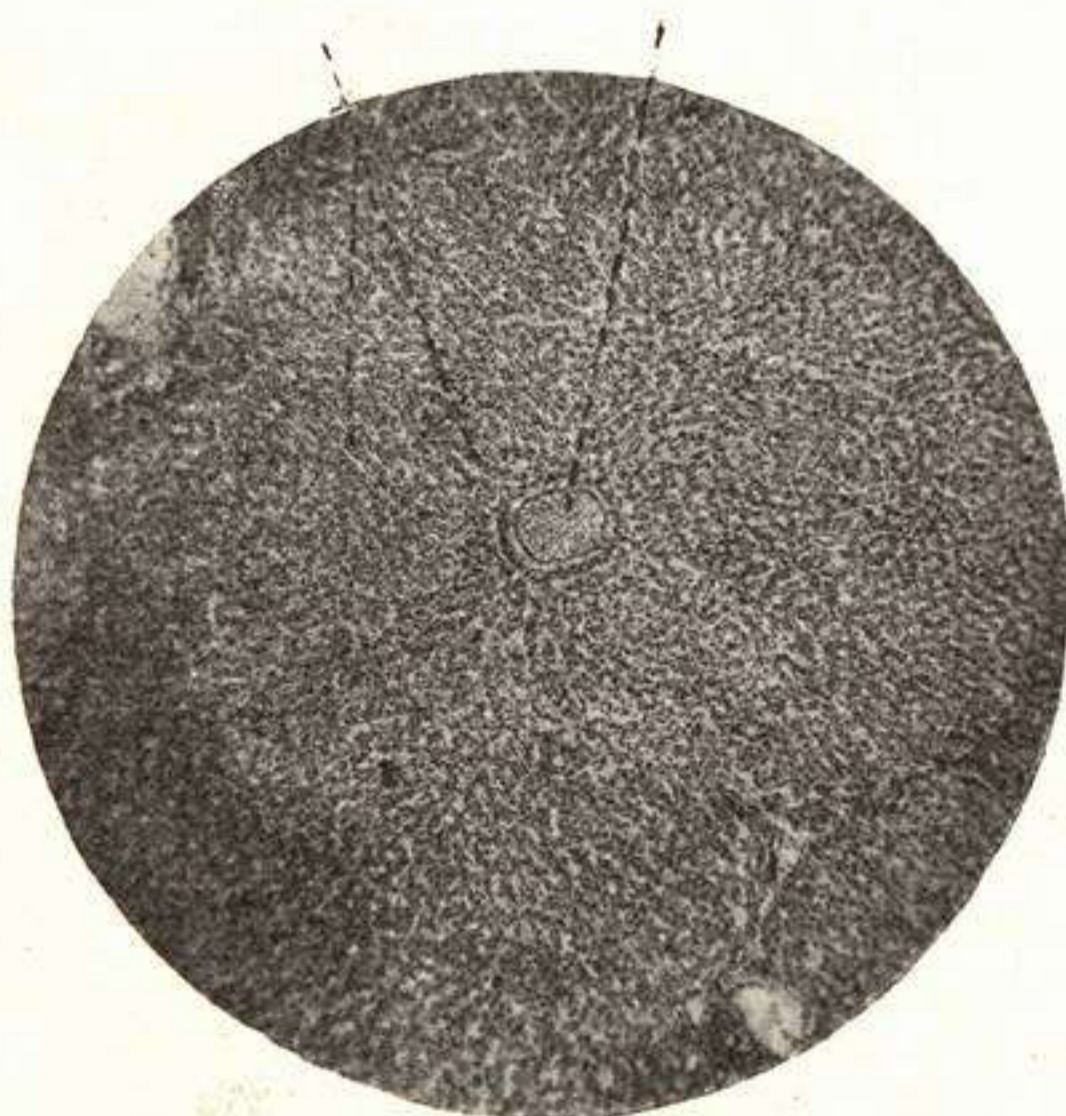


Fig. 49. Corte del hígado humano.

cerales (n. 37) del mesodermo cogen en medio al tubo digestivo, fácilmente comprenderemos que se ha de formar mesenterio o banda de suspensión no sólo en la región dorsal, para sujetar el tubo digestivo a la columna vertebral, sino también en la ventral para sujetarlo a la pared del vientre (figs. 18 y 45).

Ahora podemos estudiar sin estorbo las relaciones que en su misma formación, ha de contraer el hígado. Porque su origen duodenal en la pared ventral de este tubo, hace que su desarrollo sea dentro de la masa de tejido del mesenterio ventral de esta región; por tanto, del mesenterio ventral duodenal y gástrico. Al crecer el hígado dentro del mesenterio ofrece, al principio, dos grandes lóbulos, perfectamente simétricos (fig. 45). El cuerpo del hígado se desarrolla

en la porción media del mesenterio ventral; con lo cual queda éste dividido en tres partes: parte *anterior*, *media* y *posterior*. La parte anterior es la que va desde la pared del vientre hasta el cuerpo del hígado y le tiene sujeto o suspendido a dicha pared, y constituye, por lo mismo, su ligamento suspensor (*Ligamentum suspensorium hepatis*); las venas onfalomesentéricas, una vez cumplida su misión, se obliteran y pasan a desempeñar un papel puramente mecánico, integrando el del ligamento *suspensor* y recibiendo por ello en Anatomía el nombre de *ligamento teres del hígado* (*L. teres hepatis*). La porción media del mesenterio constituye la envoltura peritoneal del

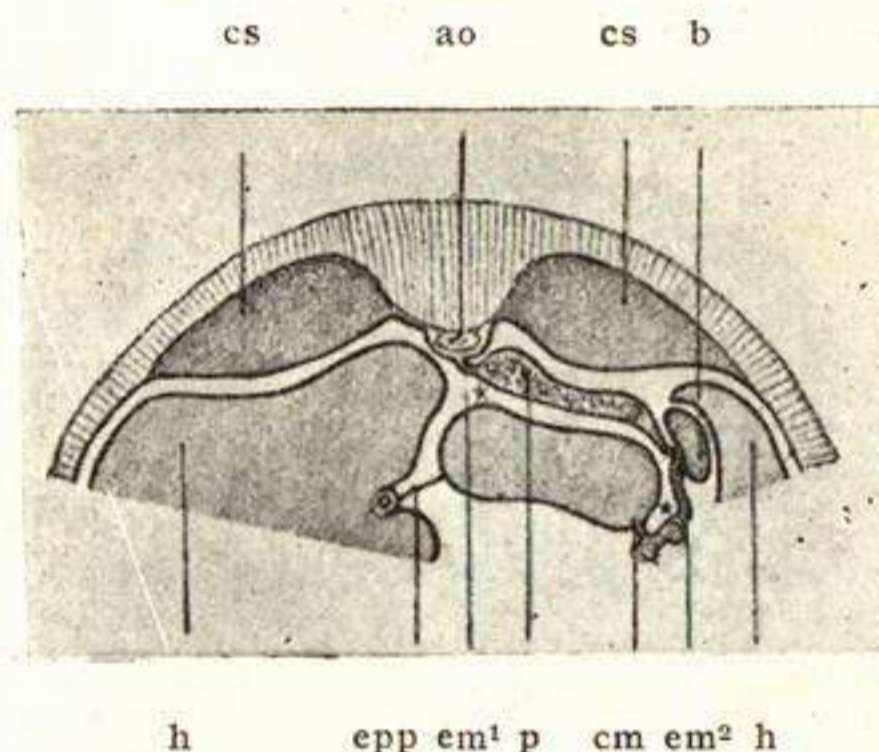


Fig 50. Corte transversal esquemático de un embrión humano del principio del tercer mes, pasando por la región del estómago. cs, cuerpo suprarenal; ao, aorta; b, bazo; h, hígado; p, páncreas; em¹, origen del epiplón mayor (mesogastrio) en la columna vertebral; em², parte del mismo que se inserta en la gran curvatura del estómago (cm); epp, epiplón menor uniendo el hígado con el estómago; cm, curvatura mayor del estómago.

N. B. El espacio detrás del estómago limitado por las dos cruces es la cavidad del epiplón mayor o de la bolsa omental: a este espacio se añade el que queda detrás del epiplón menor entre el estómago y el hígado. (Según Toldt. Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

hígado, la cual, reflejándose por encima del hígado para ponerse en relación con el diafragma, origina el *ligamento coronario* (*L. coronarium*). La porción posterior o interna, finalmente, del mesenterio ventral, recoge en su interior los conductos, *hepático*, *cístico* y *colédeco*, amén de los grandes vasos, y forma el *ligamento hepato-gástrico* y el *hepato-duodenal* (*L. hepato-gastricum*, y *L. hepato-duodenale*): estos últimos ligamentos componen el *epiplón* menor.

Hagamos notar, finalmente, que la simetría que guarda el hígado en su formación primera, la pierde luego a causa de los movimientos del estómago y del obligado del duodeno; y el lóbulo izquierdo viene a quedar emplazado anterior y dextero-lateralmente; y el derecho, látero-dextero-posteriormente; y claro es que el desplazamiento del

hígado interesa también el del epiplón menor; y la porción de cavidad somática que éste coge debajo, al ponerse más o menos paralelo (fig. 50) a la pared dorsal del cuerpo, se suma a la del epiplón mayor, llamada bolsa omental (*bursa omentalis*) que cae detrás del estómago: en el adulto el espacio detrás del epiplón menor se reduce al llamado *hiato* de Winslow.

41. Relaciones de magnitud del hígado en los distintos períodos de la vida intra y extra-uterina.

—Nadie ignora que el hígado es la glándula mayor de nuestro cuerpo; pero su magnitud relativa varía en los distintos períodos ontogénicos. El desarrollo relativo mayor, lo experimenta inmediatamente después de su primera aparición (fig. 52); y hablando del hombre, para concretar los hechos, al tercer mes de la vida intrauterina es tan grande que llega hasta las cercanías de la región inginal, llenando casi toda la cavidad del abdomen: sólo deja sin cubrir un pequeño espacio, ocupado por asas del intestino. Más tarde toma el predominio en el crecimiento el lóbulo derecho, pronunciándose cada vez más el surco o escotadura que separa los dos lóbulos. Poco antes del nacimiento es todavía muy notable la magnitud relativa del hígado, extendiéndose casi hasta el ombligo. Después del nacimiento, aunque continúa creciendo, no es su crecimiento relativo ni con mucho como al principio; el del cuerpo le vence hasta quedar con las proporciones relativas del adulto. Lo mismo sucede en los demás mamíferos, al menos en los *placentarios*. Para confirmarlo, basta tomar un embrión de conejo de 10-15 días, fijarlo íntegro y después de la debida deshidratación aclararlo mediante alguna esencia, v. g., esencia (aceite) de cedro. Observándolo después *in toto* se podrá ver que todo o casi todo el vientre está ocupado por una masa oscura que es el hígado.

La causa del enorme crecimiento de esta glándula en la vida intrauterina se debe buscar en su relación con la sangre y la circulación de ésta. Ya hemos hecho notar que las mallas que formaban la red de las tiras o de los tubos epiteliales, eran invadidos por los vasos procedentes de las venas onfalomensentéricas; más tarde, como veremos al tratar del aparato circulatorio, gran parte de la sangre que viene de la placenta, atraviesa el hígado. Las condiciones nutritivas de este órgano son, pues, las más favorables. En cambio, después del nacimiento, trocada la respiración placentaria por la pulmonar, cambian las condiciones, y el hígado pierde el aflujo de sangre procedente de la placenta: y su función queda reducida a la que tiene en el adulto.

La formación de bilis en el hígado, que es sin duda una de sus principales funciones, comienza ya en la vida intrauterina, hacia la mitad del embarazo. La secreción biliar se recibe en el intestino y forma parte del *meconio* o masa que llena el tubo intestinal: en el

meconio, fuera de la bilis, abundan mucílagos, agua del amnios, descamaciones de la piel del embrión con pelos, por éste deglutidos a una con el agua del amnios.

VIII. Páncreas, glándulas y vellosidades intestinales

42. Páncreas. — Otra glándula muy importante del aparato de la digestión, es el *páncreas*, que ha sido recientemente objeto de numerosas investigaciones en mamíferos. Su origen parece ser una triple evaginación de la pared del duodeno. Una de estas evagi-

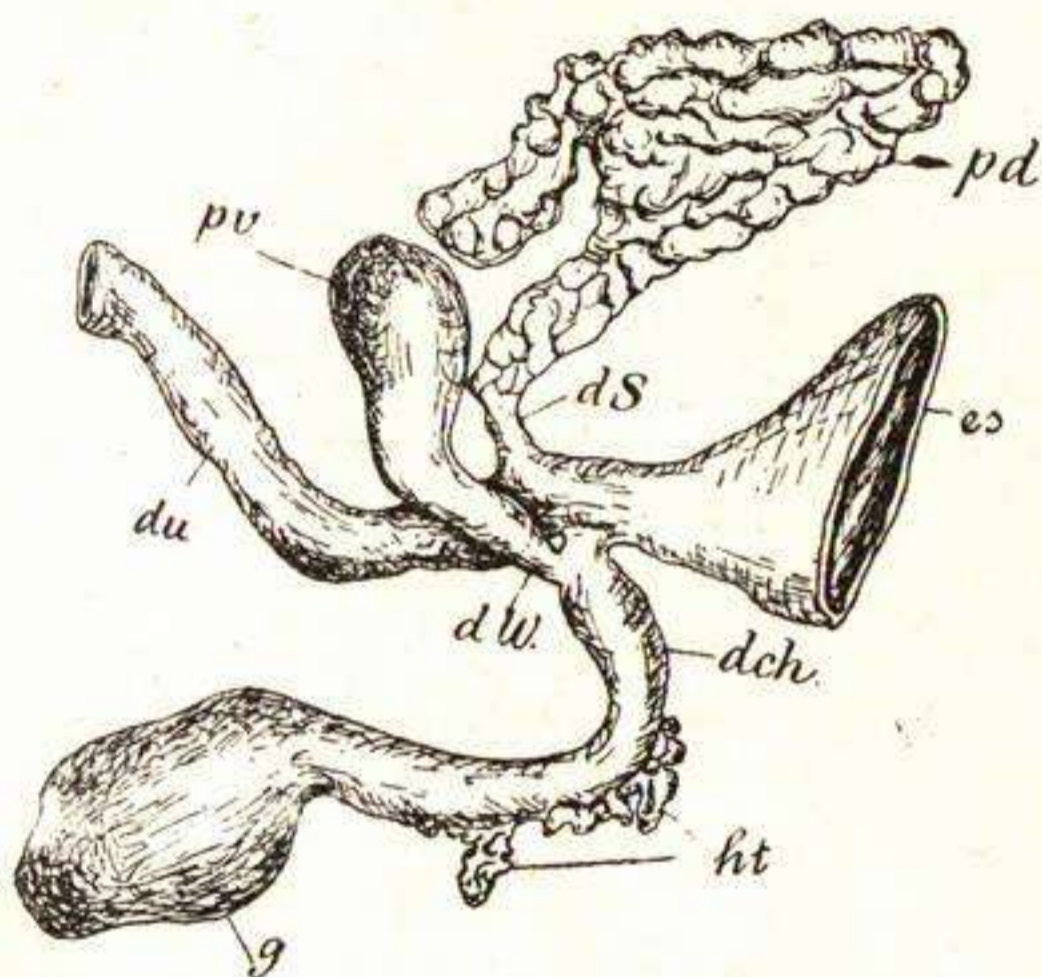


Fig. 51. Reconstrucción del esbozo del páncreas de un embrión de conejo de 8 mm. (11 días). du, duodeno; dS, conducto de Santorini; dW, conducto de Wirsung; dch, conducto colédoco; g, vejiga de la hiel; es, estómago; pv, páncreas ventral; pd, páncreas dorsal; th, trabéculas del hígado. (Según Hammar. Del Handbuch der Entwicklungslehre etc. de O. Hertwig).

naciones recae en la pared dorsal (fig. 46, Pd) y, echando brotes, se desarrolla y expansiona en el mesenterio dorsal, sin perder su unión con el duodeno. Esta unión la establece su tubo excretor, llamado *conducto de Santorini* (fig. 51, dS). Posteriormente se forman en la pared ventral del mismo duodeno dos otras evaginaciones en la vecindad del punto de la evaginación del hígado y a uno y otro lado del mismo. Una de estas dos últimas evaginaciones pierde luego su unión con el duodeno; el otro, no, y su conducto excretor se llama de Wirsung (fig. 51, dW). Cada una desarrolla su cuerpo de brotación; y, lo que es más llamativo, estos cuerpos crecen y se expansionan todos

en dirección dorsal hasta encontrarse allí y formar el primer esbozo de la parte secretora del páncreas, fusionándose. Y no sólo se unen los cuerpos de brotación, sino que también se establece comunicación de sus tubos excretores, mediante una anastómosis. Así resulta un cuerpo glandular con dos conductos excretores, comunicados entre sí, ántes de su desembocadura en el duodeno.

Hay datos observados en otros mamíferos y en el hombre que confirman esto mismo y explican las divergencias en el modo de

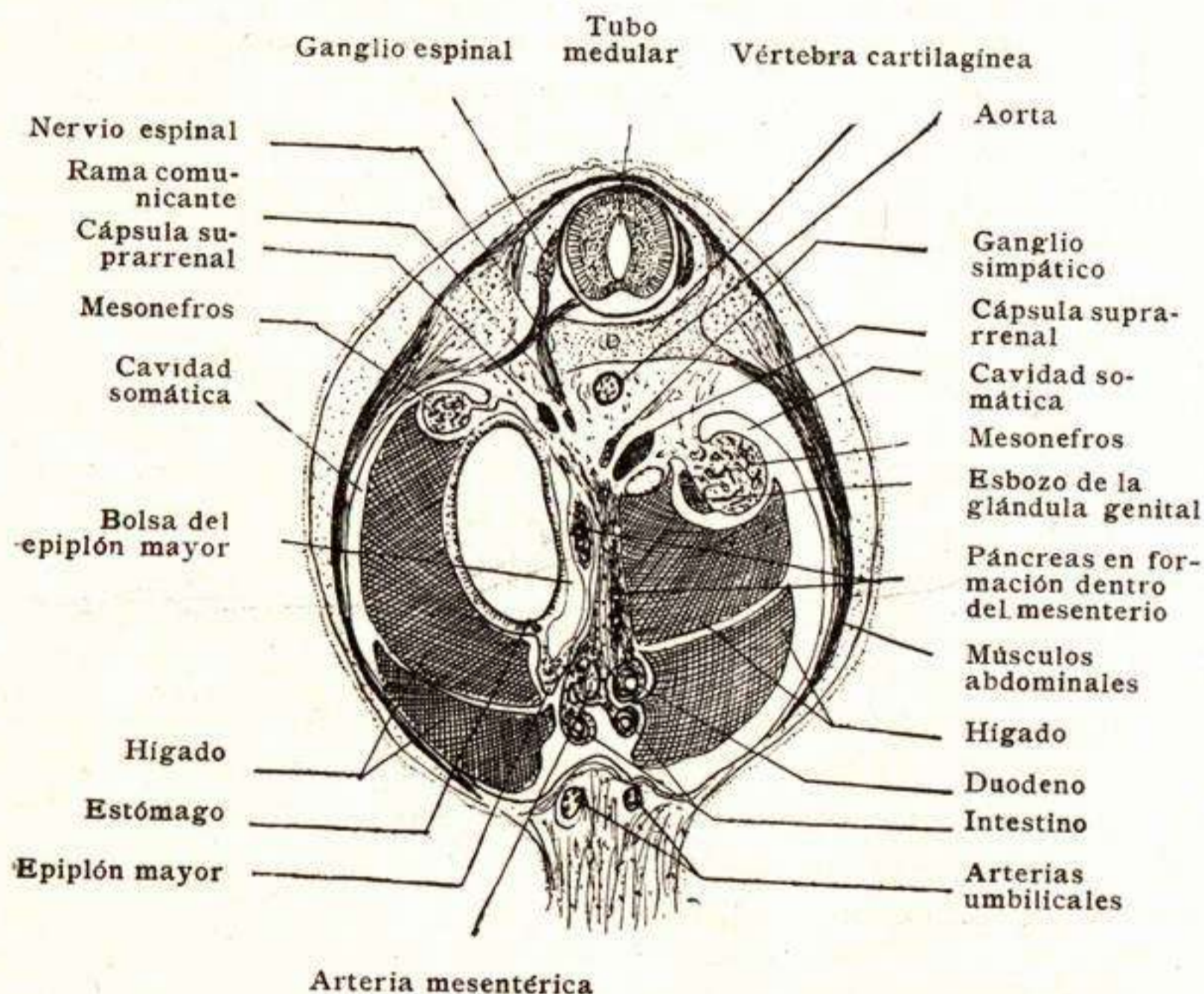


Fig. 52. Corte transversal del embrión de conejo de 15 días pasando por el estómago. En él se ve claramente el desarrollo del páncreas dentro del mesenterio. El corte coge también algo del cordón umbilical. (Original).

comportarse los conductos excretores. En el embrión humano de cinco semanas se encuentra, según las investigaciones de Hamburger, además de un esbozo grande del páncreas en la región dorsal, otro más pequeño, cuyo conducto excretor termina en la pared ventral del duodeno a una con el conducto colédoco. A la sexta semana se han encontrado ya ambos esbozos y fusionan sus cuerpos.

El crecimiento del cuerpo único, resultante de la fusión de los dos esbozos, tiene lugar en el mesenterio dorsal (fig. 52). El cuerpo glandular va tomando una forma alargada y se coloca al principio, paralelamente al eje longitudinal del cuerpo como el estómago en

este período evolutivo. Cuando el estómago, empero, ejecuta los movimientos alrededor de sus ejes sagital y longitudinal, estudiados más arriba (n. 11); el páncreas toma una posición transversal detrás del estómago; y su cabeza o región proximal aparece en la cavidad de la curva o herradura del duodeno. Hagamos notar también aquí, que el páncreas es, por lo dicho, formación *intraperitoneal* en su origen; mas por los movimientos del estómago y del intestino grueso viene a adherirse a la pared dorsal, a fijarse en ella y, desapareciendo la hoja inferior de dicho peritoneo, de *intraperitoneal* pasa a hacerse *extraperitoneal* (fig. 22, p).

Si es cierto el modo de originarse el páncreas que hemos descrito, y de sus anastómosis y fusiones, se explican sin dificultad los hechos anatómicos divergentes que ofrecen los animales y el hombre. Casos hay, en efecto, en que el páncreas tiene un solo conducto excretor, y otros, en que tiene dos. Caso de existir un solo conducto excretor, éste puede ser el dorsal o de *Santorini*, como sucede en el perro y en el caballo, por la desaparición del conducto ventral. La anastómosis que en el período embrionario se estableció entre este conducto y el de *Wirsung*, conduce los productos de secreción del páncreas de origen ventral al conducto del páncreas de origen dorsal, y por su medio los vierte en el duodeno. Otras veces, el conducto dorsal de *Santorini* es el que pierde su comunicación con el duodeno, y la conserva con él el ventral o de *Wirsung*, esto vemos realizado *ordinariamente* en el hombre y en la oveja. No hay por qué decir que entonces la mencionada anastómosis entre los dos conductos se encarga de llevar al conducto ventral los productos del páncreas de origen dorsal, al revés del caso anterior. Finalmente, consta que en el cerdo y becerro se conservan los dos conductos excretores, cada uno con su directa comunicación con el duodeno.

43. Glándulas del estómago. — El origen de las pequeñas glándulas que enriquecen así la pared del estómago como la del intestino, las duodenales y las de *Lieberkühn* o criptas, es siempre el mismo: una evaginación del epitelio del tubo digestivo, esencialmente glandular en sus respectivos tramos.

a) Cuanto a las glándulas del estómago, haremos notar que hacen en el hombre su primera aparición a eso de la décima semana embrional bajo la forma de depresiones circunscritas del epitelio, evaginándose en el tejido conjuntivo subyacente. Las fosetas resultantes no representan sino la parte excretora de las glándulas, no la secretora: ésta se forma luego mediante evaginaciones del epitelio que reviste la foseta, originando utrículos (tubos) que crecen, introduciéndose en el lecho conjuntivo de la mucosa. Con esto queda constituida esencialmente la glándula. En el utrículo se encuentran dos clases de células: las llamadas *principales* (fig. 53, b) (secretoras de la pepsina)

y las de *revestimiento* (fig. 53, a) (secretoras del ácido clorhídrico): estas últimas aparecen o se diferencian más tarde, hacia el fin del cuarto mes.

Un dato particular que no conviene se nos pase por alto, es que el número de tubos secretores que desembocan en cada foseta, son más numerosos en la vida intrauterina que en el adulto. Al tiempo del nacimiento son unos siete dichos tubos; luégo van disminuyendo en número hasta el tiempo de la pubertad; época en que se reducen a tres, que es el estado definitivo. La causa de esta disminución se halla quizás anatómicamente relacionada con el crecimiento de la superficie del estómago: pues fácilmente nos inclinaremos a creer que los tubos periféricos son los que desaparecen, acaso convertidos en foseta o tubo excretor secundario; al paso que parte del primario podría haberse convertido en el epitelio que reviste la cavidad general del estómago. Esto no pasa de una mera opinión.

b) Las criptas o glándulas de Lieberkühn del intestino son también, como queda indicado, evaginaciones del epitelio dentro del lecho conjuntivo de la respectiva mucosa. Según datos de Sedgwick Minot, hacen su primera aparición hacia el fin del segundo mes, lo mismo que las vellosidades. Estas glándulas son asimismo utriculosas: en su fondo suelen hallarse células en cariocinesis, indicio manifiesto de que allí está el punto manifiesto de regeneración. También en las glándulas de Lieberkühn se distinguen dos clases de células: las ordinarias y las *caliciformes*; éstas segregan mucina.

44. Vellosidades y folículos.

— a) Si las criptas representan un aumento de superficie intestinal por evaginación, las vellosidades lo hacen por invaginación de la mucosa, replegándose hacia la luz del intestino. Queda ya indicada en el número anterior la época de su formación primaria. Se habla de la presencia de vellosidades igualmente en el intestino grueso en la época embrionaria;

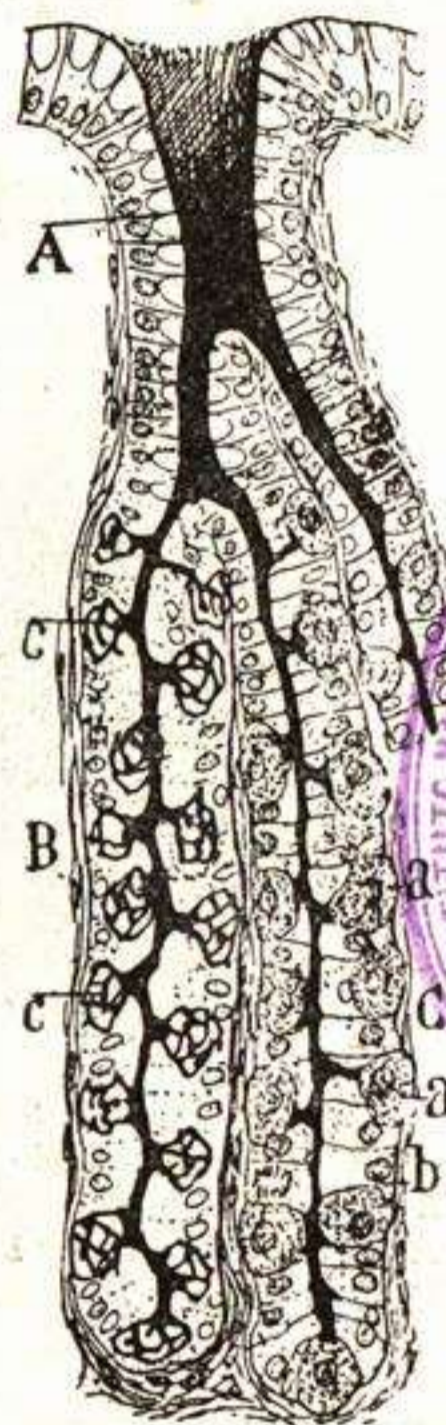


Fig. 53. Glándula péptica o del estómago de gato de pocos días. Impregnación por el cromato de plata. — A, conducto excretor; B, porción secretora de la glándula, donde aparecen las redes (c), yacentes en las células de revestimiento. C, porción secretora de otro utrículo, donde el cromato de plata sólo ha impregnado el pedúnculo que conduce a las redes: a, célula de revestimiento; b, célula principal. (Según Cajal. De su libro: Manual de Histología normal).



vellosidades que luégo desaparecen. Si el dato consta, el fenómeno se ha de considerar como un modo especial de crecer la mucosa: pues más tarde queda igualada la superficie.

b) Los folículos intestinales han sido objeto de las investigaciones del histólogo alemán Stöhr, lo mismo que los linguales y la amígdala que estudiamos más arriba (ns. **28** y **29**). Aquí como allí el modo

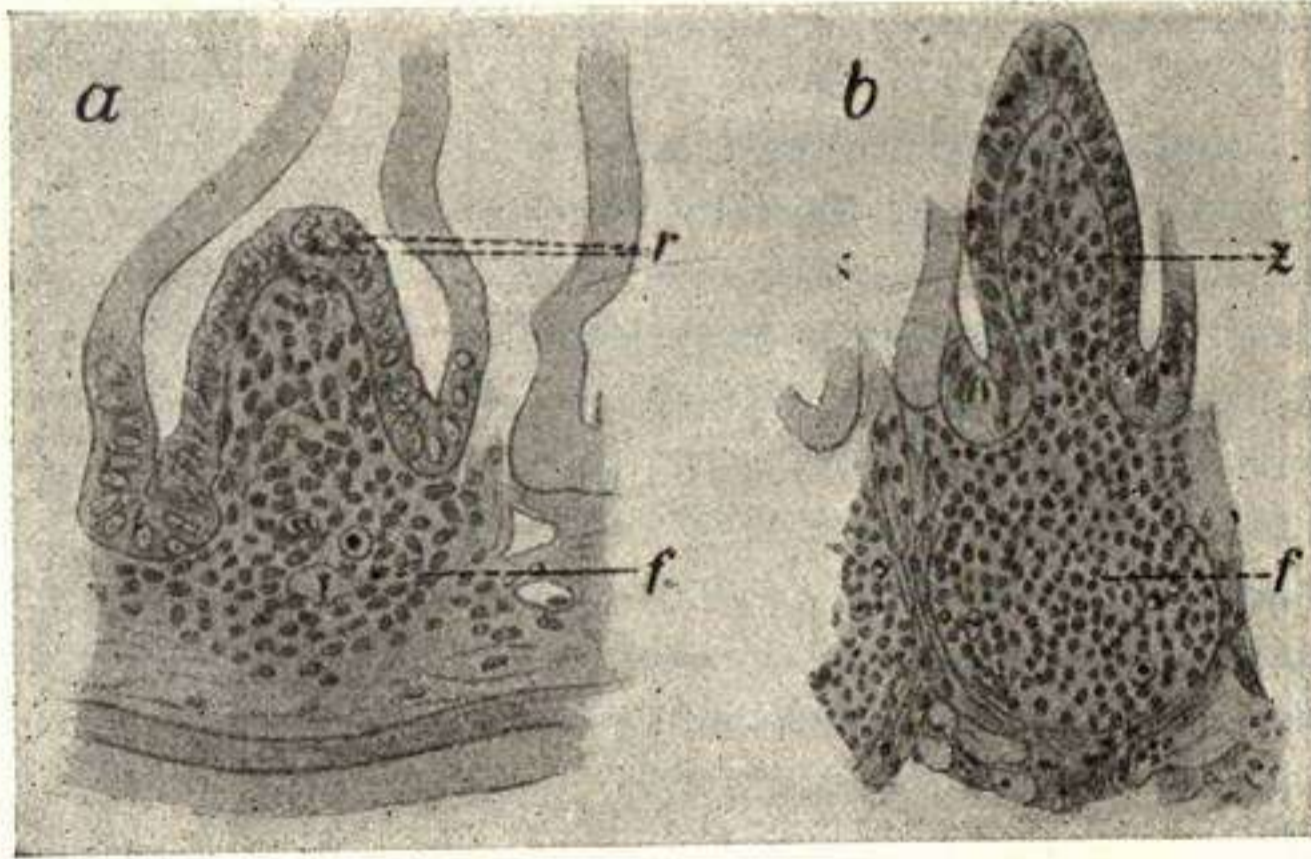


Fig. 54. Primer desarrollo de los folículos intestinales. Corte perpendicular de la pared del ciego de un conejito. a, a los 2 días; b, a los 5 días de nacido; f, esbozo folicular subepitelial; r, células redondas penetrando en el epitelio; z, vellosidad infiltrada de células redondas. (Según Stöhr. Del tratado de F. Maurer en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

de originarse es próximamente el mismo: en distintos puntos de la mucosa se infarta de linfocitos el tejido conjuntivo de la misma (fig. 54). Estos linfocitos son aportados, sin duda, por la sangre u otro plasma. Los acúmulos forman su cúpula que llega hasta el mismo epitelio intestinal. Apenas se puede dudar de que en cada folículo tiene lugar en lo sucesivo una proliferación celular, convirtiéndolos en fuentes de linfocitos. La formación de estos folículos es manifiesta en el quinto mes de la vida embrional.

CAPÍTULO II

ÓRGANOS DERIVADOS DEL MESODERMO

I. Musculatura

45. Orientación general. — Por lo expuesto en la primera parte, cap. V, art. II, sabemos que del mesodermo se deriva principal o exclusivamente el *mesénquima*, que allí conceptuamos como hoja *intermedia*, con tanto mayor razón cuanto que el mesénquima es el tejido embrional plástico para la infinita variedad de tejidos de sostén, que forman o entran en la formación de numerosísimos órganos y aparatos: desde luego de los órganos esqueléticos internos, del aparato vascular, de la mayor parte sin duda de músculos lisos y *probablemente* también de una porción de músculos estriados, v. g., de los músculos de la cabeza. Claro está que estos músculos, tanto lisos como estriados, derivados inmediatamente del mesénquima, lo son también, aunque *mediatamente*, del mesodermo, suelo de origen del mesénquima. De estos músculos no hablamos aquí o, por lo menos, no los incluimos en este capítulo, donde sólo estudiamos los órganos que de un *modo inmediato* se originan del mesodermo como hoja embrional y en estado de epitelio. En este sentido restricto, tres clases de órganos se derivan del mesodermo: la *musculatura voluntaria* del tronco (probablemente también la de las extremidades), la parte específica del sistema *uro-genital*; y, finalmente, las cubiertas serosas de las cavidades somáticas o del celoma.

46. Especificidad de los elementos musculares. — Para ir bien orientados en el estudio de la formación de los músculos, ayuda no poco tener conocida de antemano la especificidad de sus elementos, esto es, tener bien entendido en qué consiste su diferenciación cito-histológica característica; ya que en la adquisición de ésta se ha de cifrar principalmente la organogénesis del músculo.

Esta diferenciación se reduce substancialmente a dos cosas: a la forma alargada o fibrosa de la célula muscular, y a la modificación de su protoplasma. Esta última, que es sin duda la verdaderamente esencial, consiste en que el protoplasma ordinario de la célula se

diferencie en parte, originando la substancia contráctil. Esta substancia contráctil toma, dentro de la misma célula, la forma de hilos que llamaremos *fibrillas* para no confundirlas con la misma célula que, por ser alargada, se llama *fibra* muscular. Estas fibrillas son harto difíciles de revelar en la célula (fibra) muscular *lisa* (fig. 55); pero muy manifiestas en la célula (fibra) muscular *estriada*, constando cada una de ellas de una serie de segmentos de substancia *isótropa* (monorefringente) y de substancia *anisótropa* (birrefringente), alternando la una con la otra (fig. 56). Y como quiera que los segmentos de todas las fibrillas se hallan siempre a la misma zona o altura dentro de cada célula o fibra muscular, se comprende que el aspecto de toda

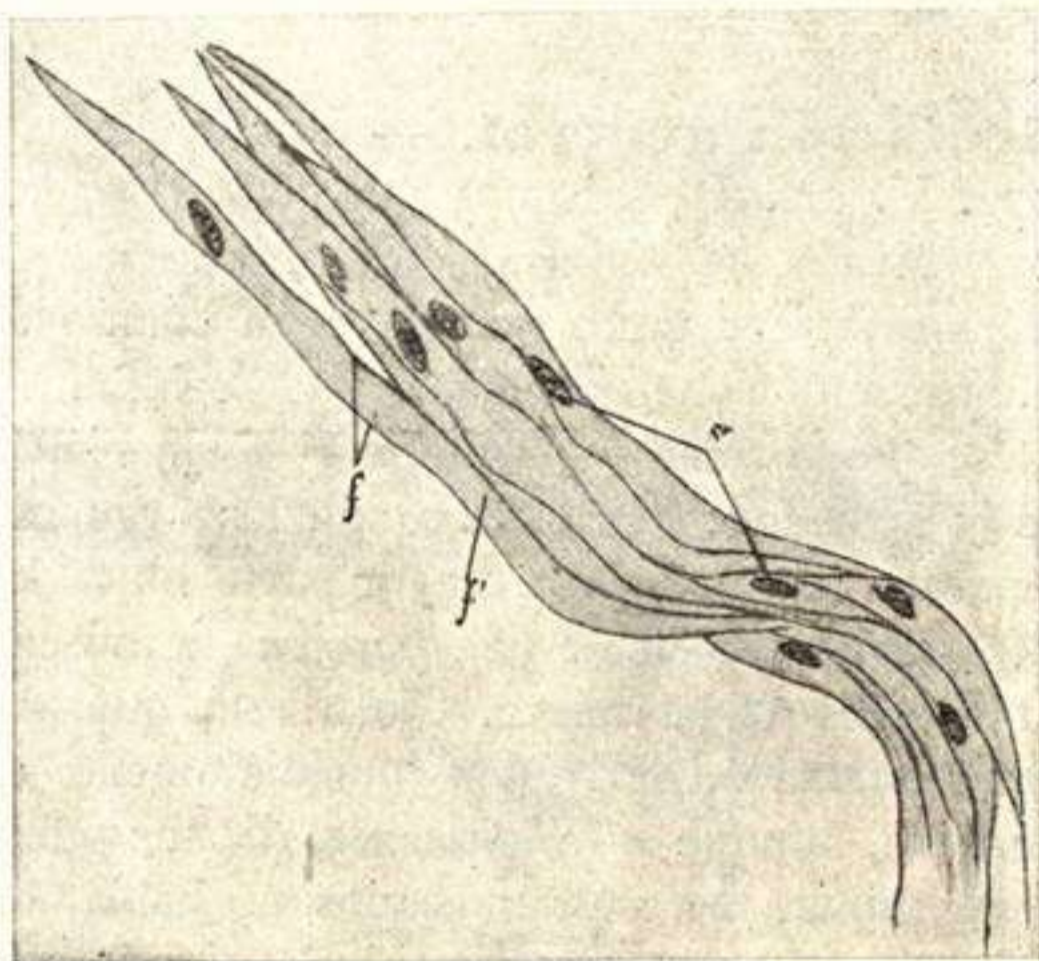


Fig. 55. Fibras musculares lisas de la rata. A: 700. (Original).

la fibra, vista con el microscopio, sea el de una estriación doble, debida al paralelismo longitudinal de todas las fibrillas dentro de la célula, y al paralelismo transversal de los segmentos de la doble substancia. Para terminar esta breve descripción de la célula muscular, indiquemos que no todo su protoplasma se transforma en fibrillas, sino que parte de él conserva su estado ordinario y se llama en Citología *sarcoplasma*. El núcleo primitivo de la célula muscular estriada se multiplica *amitósicamente*, originándose una enorme multitud de núcleos que se distribuyen de modo que ocupen distintas alturas y se reparten convenientemente el territorio. Finalmente, la membrana de la célula, que puede ser más o menos recia, recibe el nombre de *sarcolema*.

El músculo no es más que la reunión de fibras musculares, unidas entre sí por una pequeña porción de tejido conjuntivo en haces cada vez mayores. El conjuntivo que une las fibras y sus haces, aporta los vasos y nervios que se distribuyen y ramifican por toda la masa muscular.

47. Grados de diferenciación de la célula muscular. — La fibra muscular que acabamos de describir, representa el supremo grado de diferenciación, a que llega la célula contráctil en la mayor parte de vertebrados. Pero es de saber que en la serie animal no siempre alcanza el elemento muscular ni con mucho este grado de especificación; antes bien, se da como una gama de formas de transición, cuyo conocimiento es utilísimo al embriólogo, dado que le pone, ante la vista, en distintos animales formaciones definitivas que representan los diversos estadios de diferenciación, por que pasa la célula muscular estriada de los vertebrados superiores y del hombre hasta

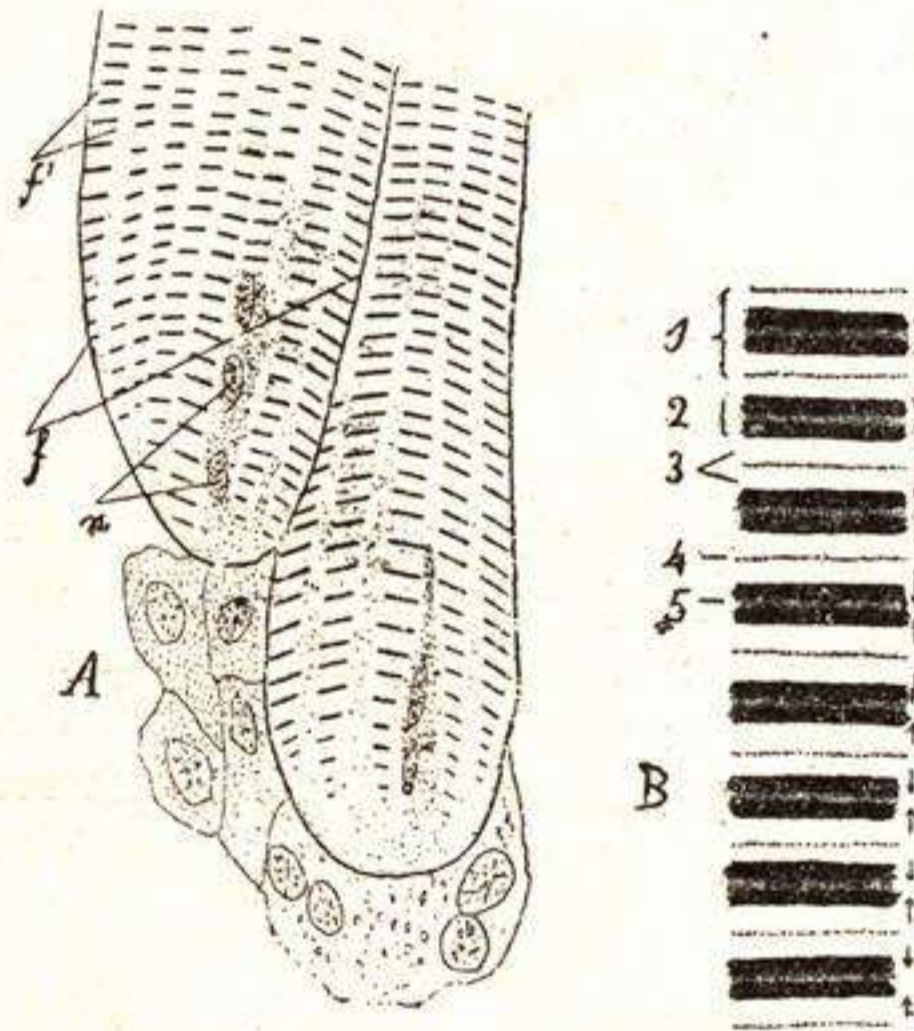


Fig. 56.—A, fragmento de dos fibras musculares estriadas de la cabeza de *Musca doméstica* (mosca). f, grosor de la fibra; f', fibrilla contenida dentro de la fibra; n, núcleos. — B, fragmento de una fibrilla; 1, miómero (segmento muscular o elemento muscular fisiológico); 2, disco de sustancia anisótropa; 3, sustancia isótropa; 4, línea de Krause o de Amicis; 5, línea o raya de Hensen. Las saetas indican la dirección del probable movimiento de la sustancia isótropa en la contracción muscular. (Original).

llegar a su perfección: circunstancia de la cual no pueden hacer argumento los evolucionistas, en sentido de una descendencia entre vertebrados e invertebrados, por cuanto es principio, por sí evidente, que una cosa que adquiere cada vez mayor complicación en su desarrollo, así como ántes de complicarse, se parece a cosas más sencillas, así se va distanciando de ellas, a medida que aumente su complicación.

En organismos unicelulares, la única célula que constituye todo el cuerpo del microorganismo, ha de ejercer todas las funciones y no le han de faltar para ello sus aparatos u organitos citológicos. Para la contracción del cuerpo existen, en muchos de ellos, elementos contráctiles, llamados *mionemas* (véase nuestra Citología teórica).

Entre los metazoos invertebrados existe el grupo de los *celenterados*, cuya organización se deja reducir típicamente a un saco, cuyas paredes están compuestas por dos capas epiteliales: una externa o *ectodermo* y otra interna o *entodermo* (fig. 57); y a una lámina de sustancia mesenquimatosa que une las dos y les presta apoyo. Como estos

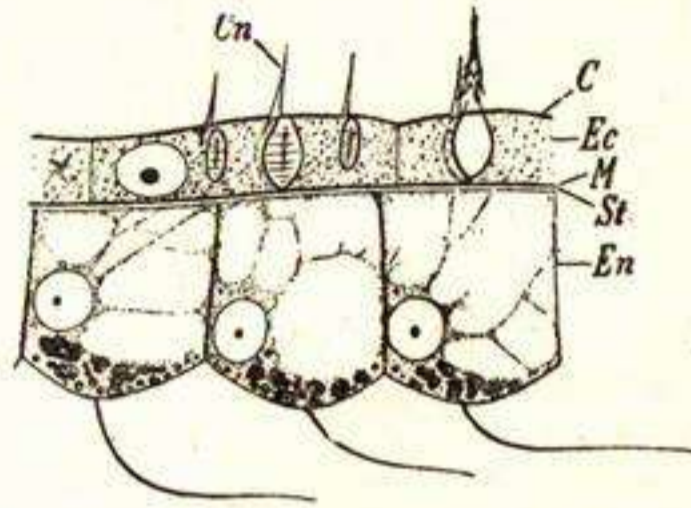


Fig. 57. Corte longitudinal de la pared de un tentáculo de *Hydra fusca*. Ec, ectodermo; En, entodermo; M, fibras musculares; St, lámina mesenquimatosa de sostén; C, cutícula; Cn, gnidocilios. (Según F. E. Schulze. De la Zoología de Claus-Grobben).

animales han de ejecutar también sus movimientos de contractilidad, las células epiteliales, sin dejar de ser epiteliales, desarrollan en su base fibrillas contráctiles: las células son *epitelio-musculares* (figura 57, M). En el caso más sencillo, existe una sola capa de fibrillas juxtapuestas en la base de la célula epitelial, que recibe el nombre

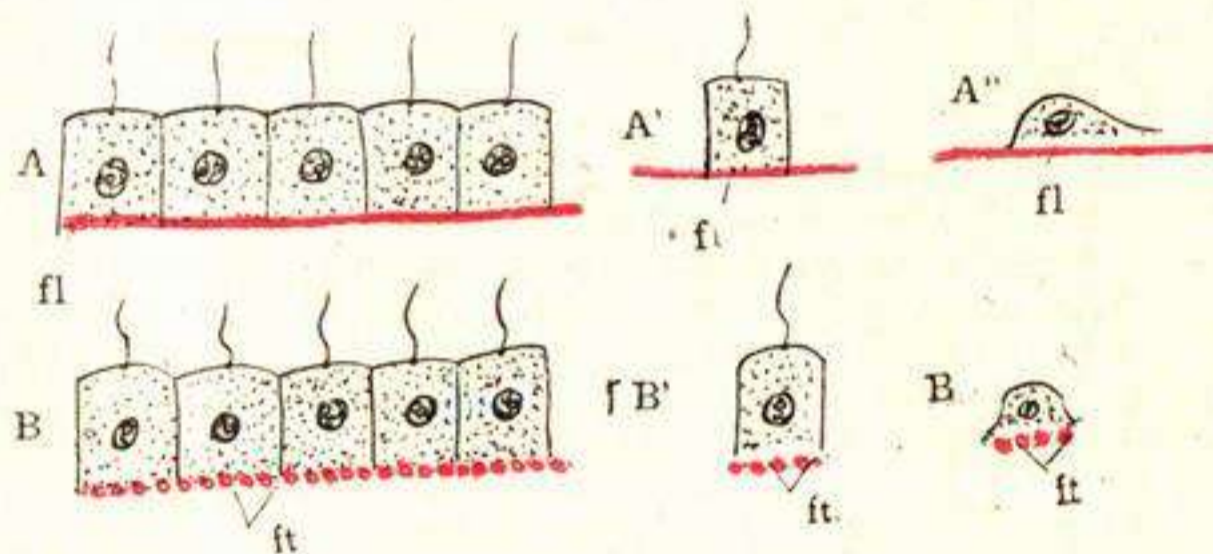


Fig. 58. Epitelio muscular. A, en corte longitudinal de las fibrillas musculares; A', célula ciliada del epitelio muscular aislada; A'', célula lisa de un epitelio muscular.—B, en corte transversal de las fibrillas musculares; B', célula ciliada del epitelio muscular aislada; B'', célula lisa de un epitelio muscular. fl, fibrillas musculares vistas en sentido longitudinal; ft, fibrillas musculares vistas en corte transversal. (Esquemas originales).

de *laminilla muscular*. En el corte longitudinal tendríamos esta imagen (fig. 58, A, A', A''); en el transversal esta otra (fig. 58, B, B', B'').

Si se trata de un animalillo que haya de ejecutar contracciones de mayor fuerza, la simple laminilla muscular no sería suficiente: necesita refuerzo y éste se obtiene, aumentando debidamente el número

de fibrillas: lo cual puede suceder de dos maneras: o bien engrosando la misma laminilla con nuevos estratos de fibrillas, o bien haciendo que la simple laminilla forme pliegues o sinuosidades. Si éstas son irregulares, ofrecerán un aspecto como el de la figura 59; si regulares, el de la figura 60, resultando, en este último caso, las llamadas *hojas musculares*. Ambas formas se encuentran en celenterados.

Notemos, que hasta aquí los elementos o las fibrillas musculares no han perdido la unión con la célula epitelial que integran en calidad de diferenciaciones de su protoplasma: tenemos, por consiguiente,

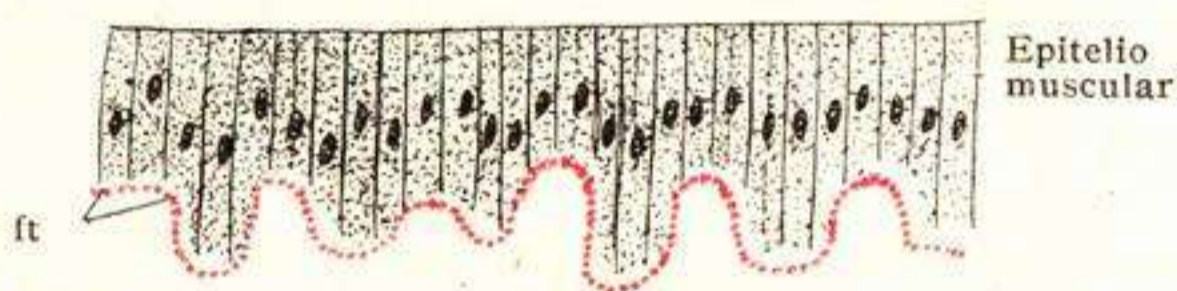


Fig. 59. Esquema de un epitelio muscular con aumento sinuoso e irregular de la capa de fibrillas musculares.—ft, fibrillas musculares cortadas transversalmente. (Original).

sólo *epitelios musculares*. Pero imaginémonos por un momento que las fibrillas que bordean la célula epitelial, alargada en forma de hoja, se juntan por arriba (fig. 61): entonces resulta una especie de *cajita*, rodeada de fibrillas musculares. A este estadio de diferenciación o complicación han llamado *cápsula* muscular. Tales son las células que forman la musculatura de la lombriz de tierra. En este grado de diferenciación de la célula muscular, se independiza ésta del epitelio que la origina.

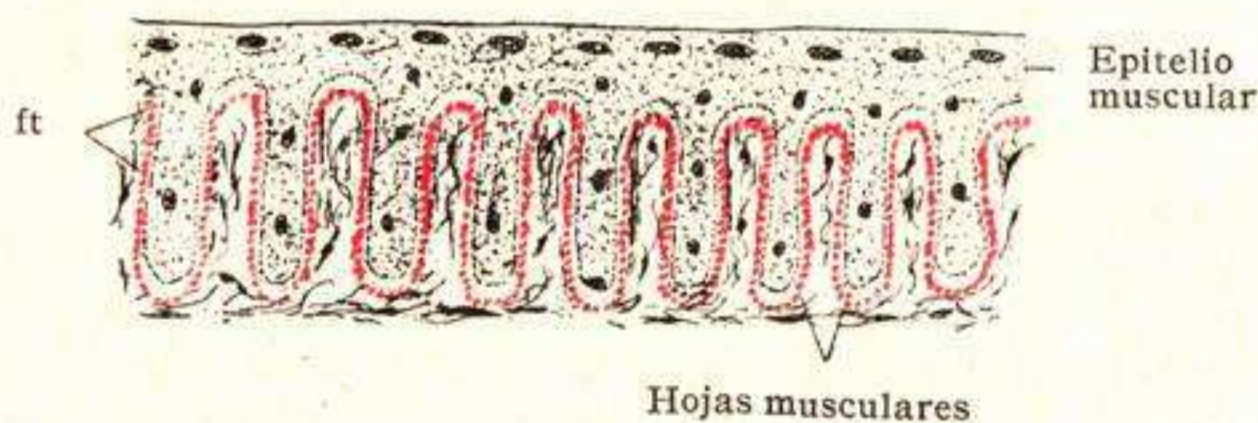


Fig. 60. Esquema de un epitelio con hojas musculares. ft fibrillas musculares cortadas transversalmente. (Original).

Por último, si en las dobladuras o sinuosidades irregulares de la *laminilla muscular*, se juntan las fibrillas que bordean una dobladura redondeada (fig. 62, ab), también resultará un campo, que en el corte transversal será circular, y estará limitado todo alrededor por fibrillas: vista la formación longitudinalmente, sería un cilindro con fibrillas longitudinales en su región periférica. Esta formación, que también figura en celenterados, es el llamado *haz muscular primitivo*, y en lo substancial representa la célula o fibra muscular estriada de los vertebrados en general.

Advertiremos que el haz primitivo puede aumentar en su interior las fibrillas contráctiles y adquirir por ello mayor fuerza; pero también puede el cilindro crecer en grosor y dividirse longitudinalmente en dos: estos son los modos de aumentar la masa del músculo.

48. Miótomo. — El sitio privilegiado para el originamiento de los músculos estriados del tronco, son los segmentos primitivos que ya conocemos. Vimos en la primera parte (n. 80) que los segmentos primitivos eran también el lugar de origen del mesénquima, destinado

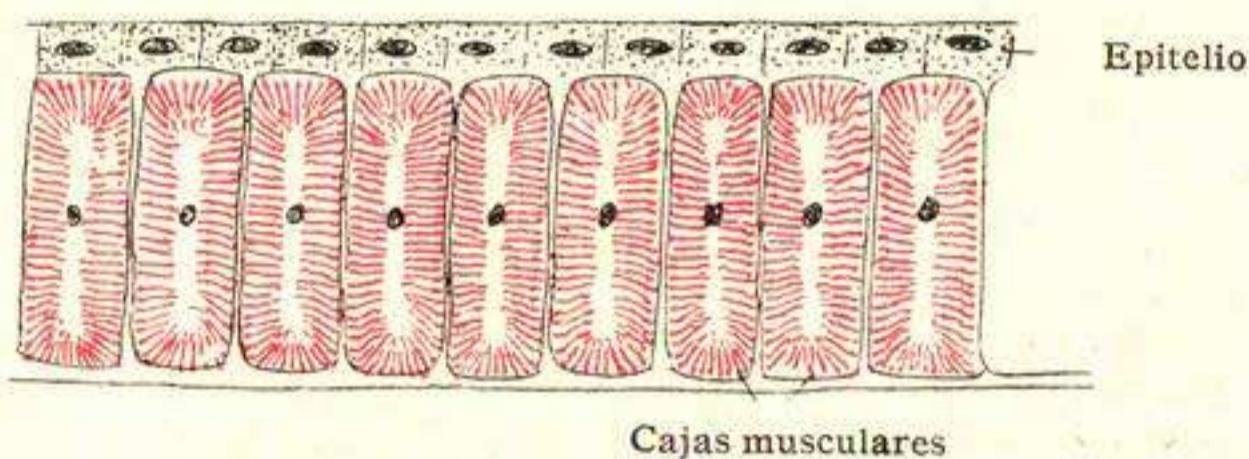


Fig. 61. Esquema de un epitelio originando cajas musculares. (Original).

principalmente a la formación de los tejidos esqueléticos: a la región del segmento primitivo que originaba este mesénquima, dimos el nombre de *esclerótomo*; lo restante del segmento se invierte en la formación muscular: y la damos el de *miótomo*. Comparando la serie de vertebrados, se nota una gran diferencia de relación entre el *esclerótomo* y *miótomo*; porque mientras en unos se adelanta y toma gran

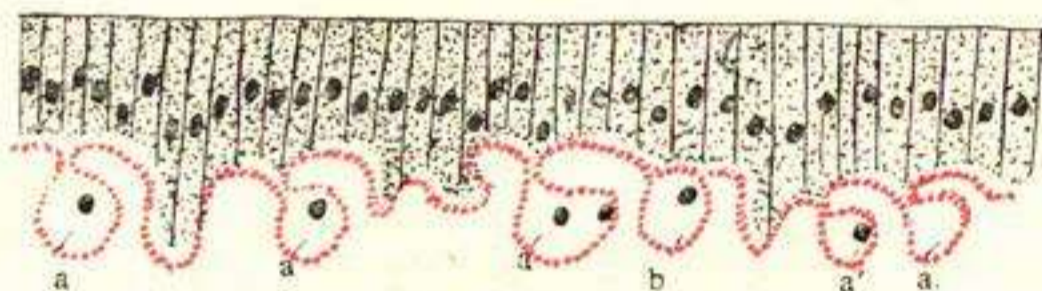


Fig. 62. Esquema de un epitelio originando cilindros musculares o haces primitivos. a, sinuosidades que se estrangulan del epitelio; s', sinuosidad cerrándose; b, sinuosidad convertida ya en cilindro o haz muscular primitivo distinto del epitelio. (Original).

incremento el *esclerótomo*, en otros sucede al revés: lo primero tiene lugar principalmente en amnióticos y en selacios; pues, suelen éstos asociarse a los amnióticos en muchos puntos embriológicos; lo segundo, en vertebrados inferiores y señaladamente en *Amphioxus* y en *ciclóstomos*. En estos dos grupos es, donde la célula muscular, al diferenciarse, se convierte en cápsula muscular.

49. Músculos de Amphioxus y ciclóstomos. — En el segmento primitivo de estos vertebrados inferiores parece invertirse en músculo toda su hoja visceral. En *Amphioxus*, el seg-

mento primitivo tiene cavidad (*miocela*); en ciclóstomos, no; pero ora haya cavidad, ora no, las células de cada segmento que están en contacto con el tubo nervioso y cuerda dorsal, se alargan horizontalmente, transformándose en otras tantas láminas, paralelas al cuerpo, las cuales, descansando por el extremo interno en el sistema nervioso y en la cuerda dorsal, de los que le separa una insignificante capa mesenquimatosa, se alargan por el otro extremo hacia la hoja opuesta o parietal (fig. 63). Esta conserva la forma de epitelio: dorsal y ventralmente esta hoja parietal se convierte en visceral y, por consiguiente, las células epiteliales se transforman, en esta región, gradualmente (figs. 63, zs y zi) en musculares. El aspecto general que ofrece el segmento primitivo en este estadio de transformación, re-

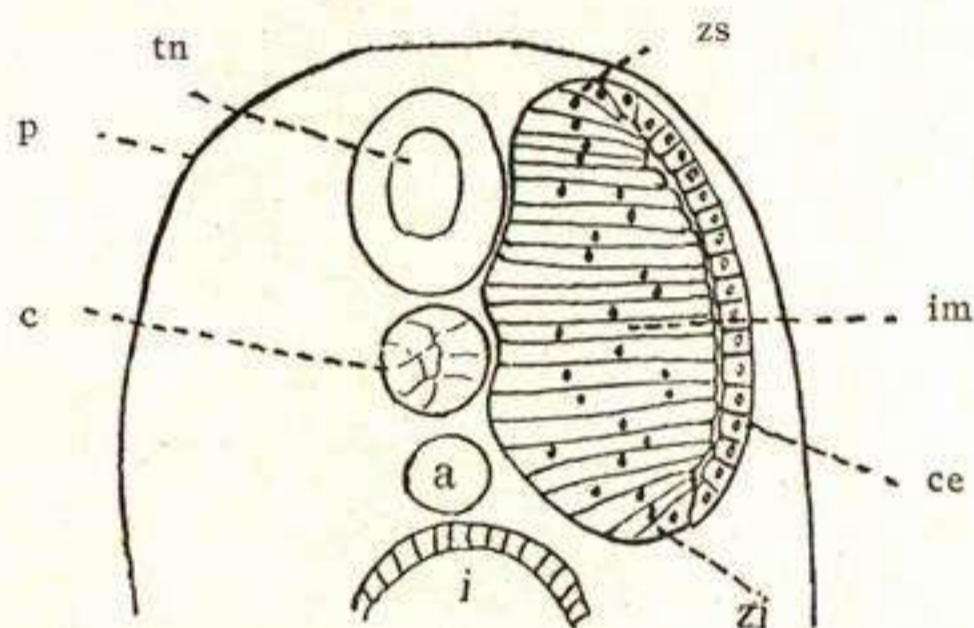


Fig. 63. Corte transversal esquemático de un embrión de ciclóstomo. Región dorsal que muestra sólo lo que hace el caso y en la mitad derecha (mirando a la figura). p, piel; tn, tubo nervioso; c, cuerda dorsal; a, aorta; i, intestino; ce, capa de células externas del segmento primitivo; im, células internas del segmento primitivo, transformándose en láminas musculares; zi, zs, zona inferior y zona superior de crecimiento del segmento primitivo, con células de tránsito. (Original: imitación).

cuerda el del cristalino del ojo, en cuyo ecuador las células epiteliales de la cara externa, se convierten paulatinamente en las fibras, de que consta exclusivamente la cara posterior, según veremos más adelante.

Esta zona de transición es interesante, además, por otro concepto. El segmento primitivo, en efecto, crece hacia arriba y hacia abajo, siempre con la transformación de las células de la hoja visceral en células musculares y la persistencia de las de la hoja parietal como epiteliales. Ahora bien, la zona de multiplicación celular que determina este crecimiento, es la mencionada zona de transición, tanto dorsal como ventral: estas son, valiéndonos de términos tomados de la embriología vegetal, los meristemas o puntos vegetativos de esta formación.

Por lo que toca a la diferenciación de las células en cápsulas musculares, la metamorfosis del protoplasma en fibrillas, comienza en la

región basal o extremo interno de dichas células. Allí es, donde se inicia la aparición de fibrillas estriadas longitudinales. Merced a ellas puede la larva de *Amphioxus* ejecutar débiles contracciones, ya en el estadio de diez segmento. La producción aumenta cada vez más, corriéndose esta actividad formatriz del protoplasma a las caras, dorsal y ventral, de cada célula tabular y se propaga hacia el extremo opuesto (fig. 64). En este estadio las células transformadas por la presencia de fibrillas en su interiores ofrecen el aspecto de hojas musculares de invertebrados. En cuanto la formación de fibrillas, empero, ha llegado lateralmente al extremo opuesto y juntándose aquí las de la cara superior con las de la cara inferior, las células

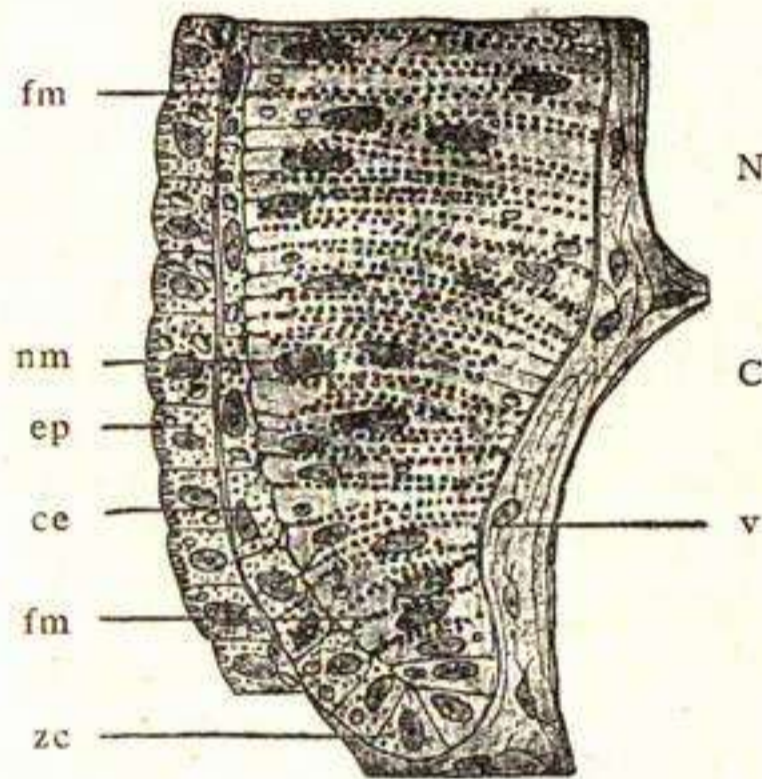


Fig. 64. Corte transversal de una larva de *Petromyzón Plancrí* (lamprea) de 14 días.—N, tubo nervioso; C, cuerda dorsal; v, vaina esqueletógena de la cuerda dorsal; ep, epidermis; ce, capa externa epitelial del segmento primitivo; nm, núcleo de la célula muscular; fm, fibrillas musculares, cortadas transversalmente; zc, zona de crecimiento. (Según O Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

musculares han pasado a ser de hojas a verdaderas cápsulas musculares. Es de advertir que el núcleo de cada célula durante esta actividad formatriz se halla corrido hacia el extremo celular externo (fig. 64, nm): circunstancia que puede ayudar al esclarecimiento del papel fisiológico que le compete al núcleo.

Para la constitución definitiva y perfecta de la célula o cápsula muscular, tienen lugar todavía tres procesos: primero, la multiplicación, esto es, la producción de nuevas y nuevas fibrillas, no ya en los márgenes, sino en el centro de la célula: con lo cual adquiere ésta cada vez mayor potencia muscular; segundo, el núcleo se divide muchas veces y los núcleos resultantes se distribuyen por los distintos puntos de la célula; finalmente, entre cápsula muscular y cápsula muscular se introduce una pequeña porción de tejido conjuntivo, aportando vasos. Con esto queda constituida definitivamente la musculatura del tronco de estos vertebrados.

50. Miótomo de anfibios.—No muy desemejante a lo expuesto es el modo de originarse los músculos del tronco en los anfibios; porque también en ellos todo o casi todo el segmento primitivo se convierte en miótomo. A este fin, la parte de dicho segmento, contigua al sistema nervioso y a la cuerda dorsal, multiplica sus elementos: los elementos que se originan se corren hacia la cavidad del segmento y toman la forma alargada, yendo de un extremo a otro de éste. Bien pronto comienza en el interior de cada cilindro la metamorfosis del protoplasma, engendrando fibrillas: y primero,

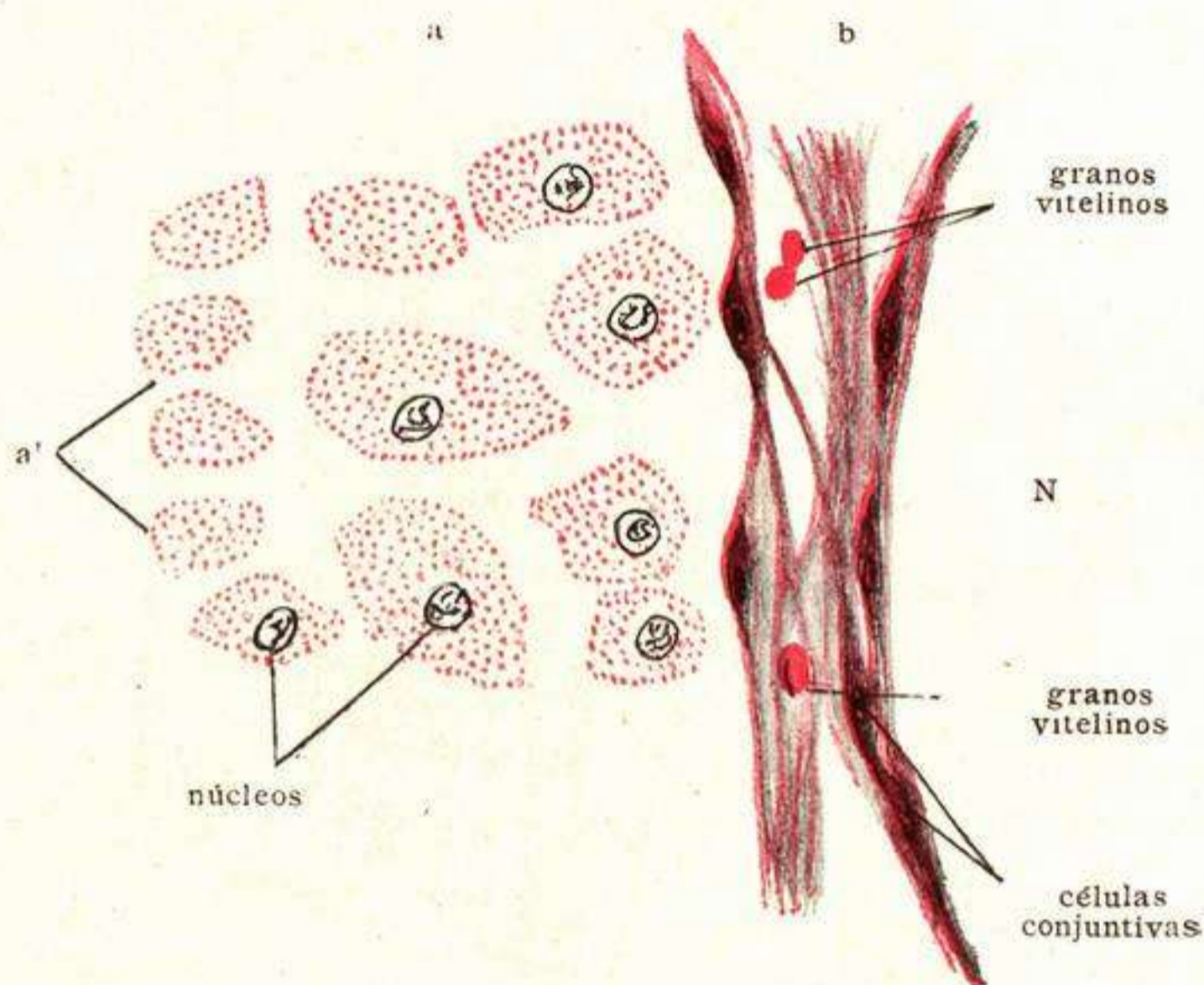


Fig. 65. Haces primitivos de la rana (*Rana esculenta*): larva (renacuajo) de 13-14 días.—a, varios cilindros o haces primitivos cortados transversalmente: los puntitos rojos son las secciones de las fibrillas del cilindro muscular; a', haces en que no parece el núcleo, por pasar el corte más arriba o más abajo.—b, vaina conjuntiva que separa el tubo nervioso del miótomo. N, sitio del tubo nervioso. A: 540. (Original).

en su región periférica; de suerte que en los primeros estadios de transformación cada cilindro puede ser muy bien comparado a una cápsula muscular. En estadios más avanzados, continuando la formación de fibrillas centrípetamente, se convierte el cilindro en un haz primitivo. Queda siempre, sobre todo en el centro del cilindro muscular, parte del protoplasma sin transformar, en el cual se halla emplazado el núcleo (fig. 65). Este de igual modo se multiplica y se distribuyen los núcleos resultantes, por toda la extensión de la célula muscular.

Finalmente, una pequeña porción de conjuntivo embrional, introduciéndose por entre los haces y fibras o cilindros musculares, corres-

pendientes a los distintos segmentos, separa el uno del otro, constituyendo los llamados ligamentos inter-musculares (fig. 66).

51. Miótomo de selacios y amnióticos. — En *selacios* y *amnióticos*, gran parte del segmento primitivo se convierte en esclerótomo, según vimos (n. 48). Casi toda la pared interna del segmento primitivo (figs. 67 y 68) (*amnióticos*) o una buena porción de ella (fig. 69, esc) (*anamnióticos*), afloja sus células epiteliales, las cuales, multiplicándose y tomando forma estrellada o amboidea, se derraman hacia dentro, esto es, hacia la cuerda dorsal y el tubo ner-

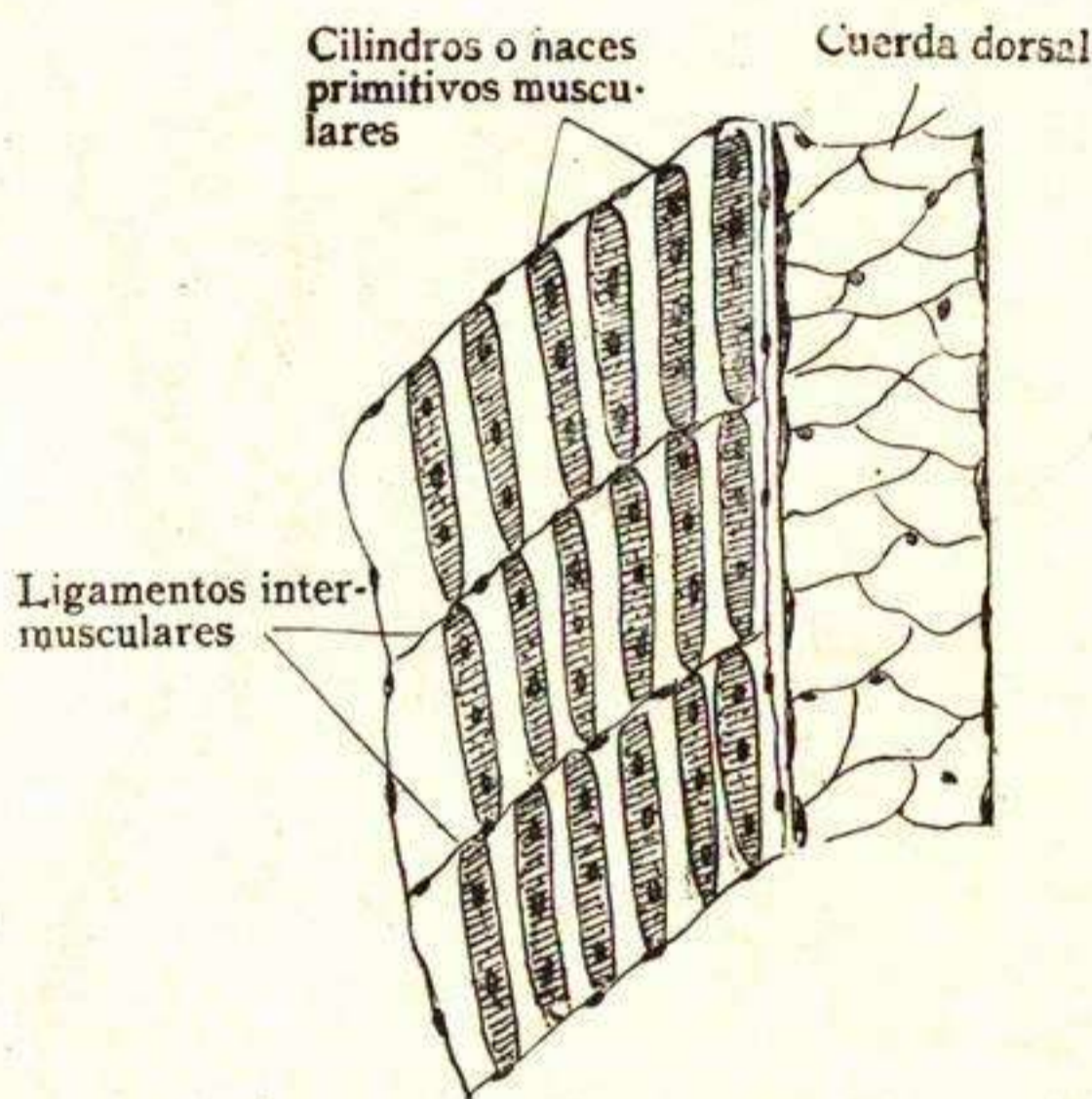


Fig. 66. Porción de un corte frontal de la cola de un renacuajo para ver los segmentos musculares y los ligamentos intermusculares que los separan. A: ca 120. (Original).

vioso, formaciones a las que rodean luego perfectamente, fusionándose los elementos de un lado con los de otro; y al tejido resultante, mesenquimatoso al principio, le veremos más adelante convertirse en las vértebras y en los demás órganos esqueléticos. Lo restante del segmento primitivo se reserva como *miótomo* (figs. 67, pm; 68; 69, pm), y allí tendrá efectivamente lugar la transformación de células en elementos alargados que bien pronto diferenciarán su protoplasma en fibrillas (fig. 70, m) y multiplicarán sus núcleos de un modo análogo, al estudiado en los vertebrados precedentes. Asimismo el mesénquima, introduciéndose por entre segmento y segmento, convertido en haz muscular, formará los ligamentos intermusculares y aportará los vasos para su nutrición.

52. Origen de los músculos de las extremidades.

— Los músculos de las extremidades, tanto torácicas como abdominales, se hacen derivar también de los segmentos primitivos. En selacios se han observado fenómenos que inducen a esta conclusión. Porque en los puntos, donde el mesénquima prepara el terreno para la formación de las aletas, se reúnen los extremos ventrales de varios segmentos primitivos; cada uno de los cuales origina dos yemas

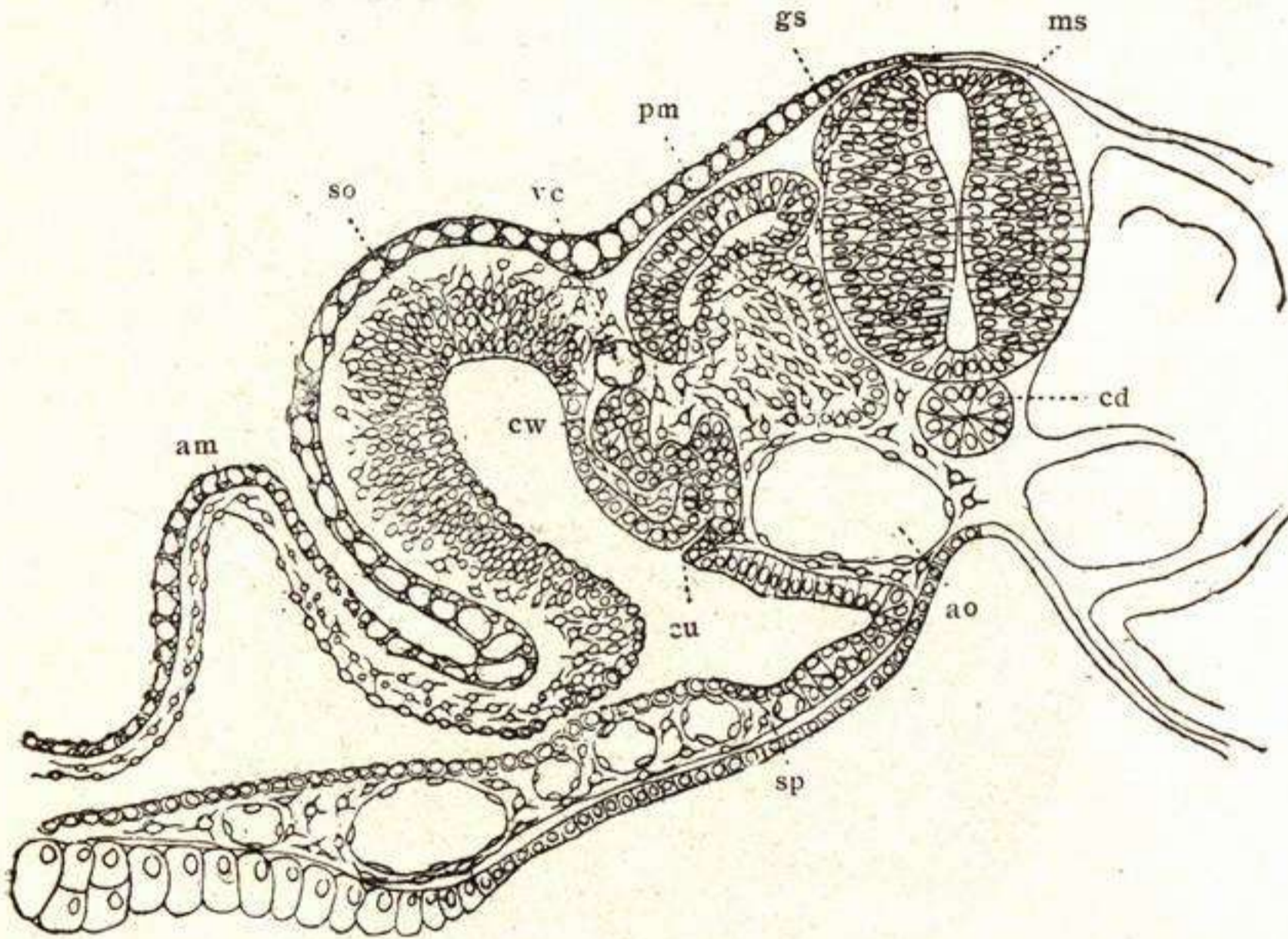


Fig. 67. Corte transversal del cuerpo de un embrión de pato con unos 24 segmentos primitivos. Se puede apreciar muy bien a los lados las cuatro hojas germinales o blastodérmicas: hacia arriba el segmento primitivo ahuecado: su pared externa o parietal, pm, prestará la musculatura, y la interna o visceral, el mesénquima muy manifiesto ya en este estadio.—am, dobladura amniótica; so, hoja fibrosa parietal o somatopleura; sp, hoja fibrosa visceral o esplangnopleura; cw, conducto de Wolff; cu, canal urinífero; vc, vena cardinal; pm, placa o lámina muscular (miótomo); gs, ganglio espinal; ms, médula espinal; cd, cuerda dorsal; ao, aorta; i, intestino (entoderma). (Según Balfour. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

(fig. 71), una anterior y posterior otra. Estas yemas se desprenden luego y se convierten en sacos vesiculosos, rodeados de un epitelio cilíndrico, no muy alto. Más tarde se divide cada saquito o vesícula en dos porciones, una superior y otra inferior, destinadas a originar, aquella los músculos dorsales; y ésta, los ventrales de la aleta.

Esta es la explicación que dan del originamiento de los músculos de las extremidades; mas nosotros nunca hemos podido convencernos de ello; y aunque no dudamos de las observaciones hechas, nos permitimos dudar de su interpretación o, cuando menos, no tenemos por

justificada la generalización por alguno que otro hecho observado en algún animal singular; y creemos que ni es necesaria ni está probada una derivación de elementos que sean como los gérmenes musculares, corriéndose de un punto a otro para la formación de músculos. Como se puede ver en los embriones de rata, de conejo (fig. 335) y de otros mamíferos, y lo mismo se puede decir del hombre, las extremidades aparecen bajo la forma de tubérculos, constituídos por una masa muy celular e indiferente. Cada tubérculo va alargándose e insinuando regiones: más tarde se diferencian *in situ*, a nuestro juicio,

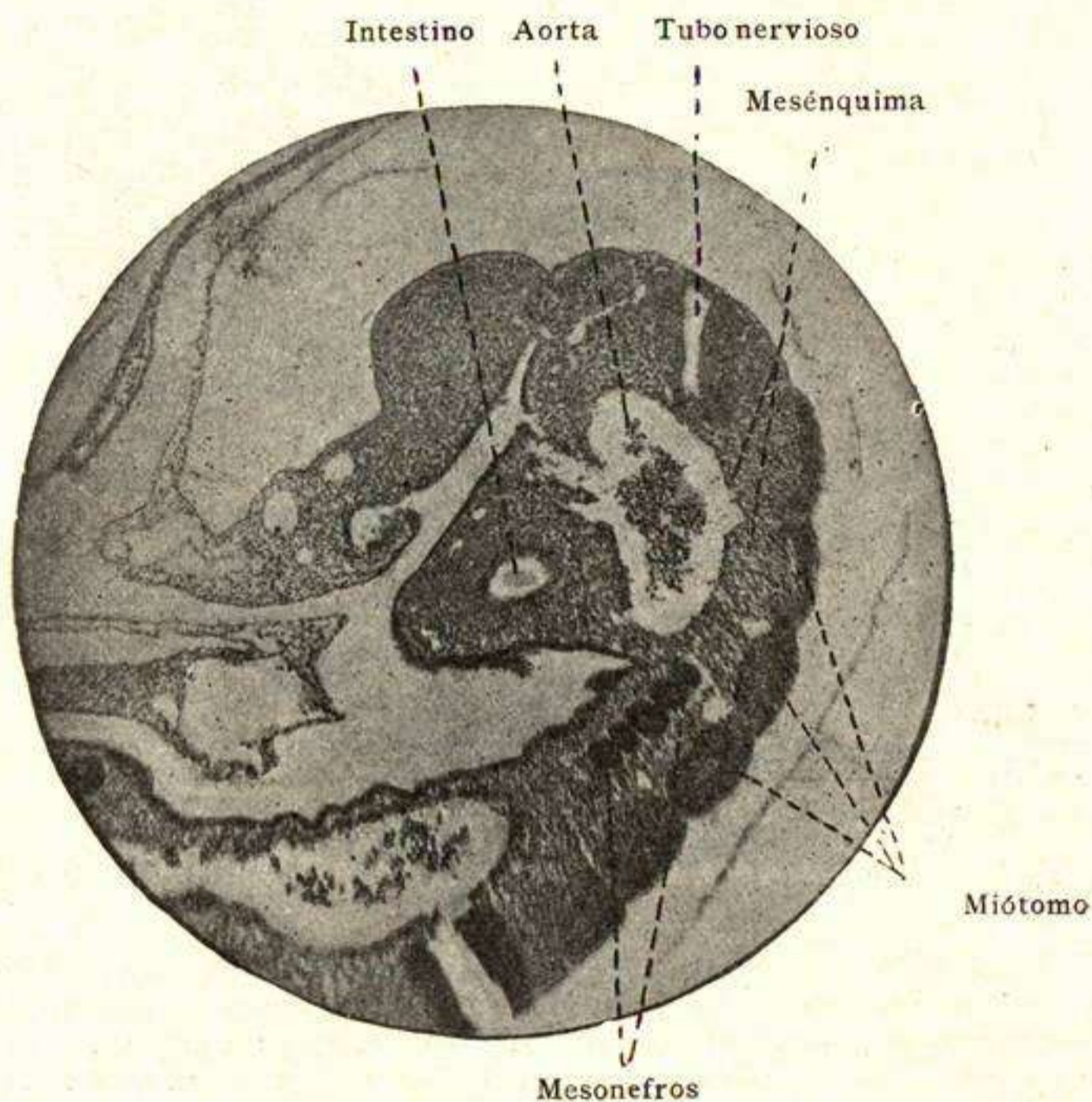


Fig. 68. Corte más o menos longitudinal sagital de un embrión de conejo de 11 días. (Fotografías del Lab. Biológico de Sarriá).

los distintos elementos, al menos cuanto a la musculatura que ha de componer los órganos de cada miembro. Esto nos parece leer en nuestras preparaciones, y mientras no se nos puedan dar razones claras y evidentes que demuestren lo contrario, no vemos la necesidad ni ventaja científica de renunciar a nuestra explicación y dar la preferencia a la de otros.

Por lo demás, es cosa clara que la multitud de músculos que se forman en la cara y cabeza, no son derivaciones de los segmentos primitivos; y si aquí no lo son, sino que puede o el mesénquima u otro tejido diferenciar en su seno músculos, también lo podrá en otras partes y señaladamente en las extremidades.

53. Indicaciones sobre la multitud y variedad de músculos.

— No resta sino que llamemos aquí la atención sobre la multitud y variedad de músculos que enriquecen el cuerpo humano y el de los vertebrados superiores, y nos preguntemos su causa. Porque, aunque hemos señalado como primer origen de los músculos del tronco los segmentos primitivos, esto, todo lo más, nos

explicará la formación de tantos músculos como son los segmentos; pero no la infinita variedad de formas y disposiciones que aquéllos presentan. Es, pues, preciso admitir que los músculos

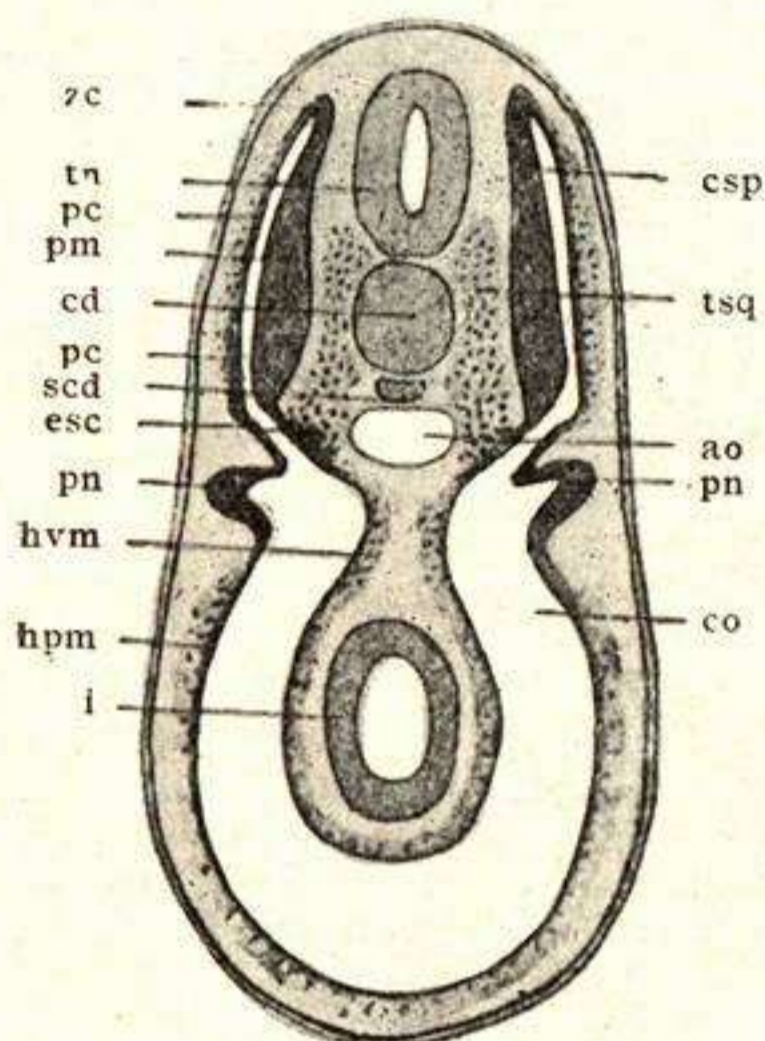


Fig. 69. Esquema de un corte transversal de embrión joven de selacio, en que se ve la cavidad superior del mesodermo que corresponde a los segmentos primitivos, en comunicación con la inferior que corresponde a la lámina lateral: además se expresan los puntos principales de la formación del mesénquima.—zc, zona de crecimiento en que la placa miotómica se convierte en placa cutánea; tn, tubo nervioso; pc, placa cutánea; pm, placa miotómica (miotomo); cd, cuerda dorsal; scd, cordón subcordal; esc, esclerótomo u origen del tejido esqueletógeno; pn, pronefros; i, intestino; csp, cavidad del segmento primitivo; tsq, tejido esqueletógeno; ao, aorta; co, celoma o cavidad somática; hpm, hoja parietal mesodérmica desarrollando también mesénquima; hvm, hoja visceral mesodérmica desarrollando asimismo mesénquima. (Según Wijhe, modificada por O. Hertwig. Del libro: Die Elemente etc.).

piezas gozan de superficies tan accidentadas, se multipliquen las necesidades de adaptar a ellas, como órganos pasivos del movimiento, los músculos o parte activa del mismo; puede que las mismas irregularidades de las superficies duras den el impulso estimulador o determinante que saque de su indiferencia los elementos para evolucionar en un sentido u otro, teniendo lugar un quimiotactismo. Porque aquí,

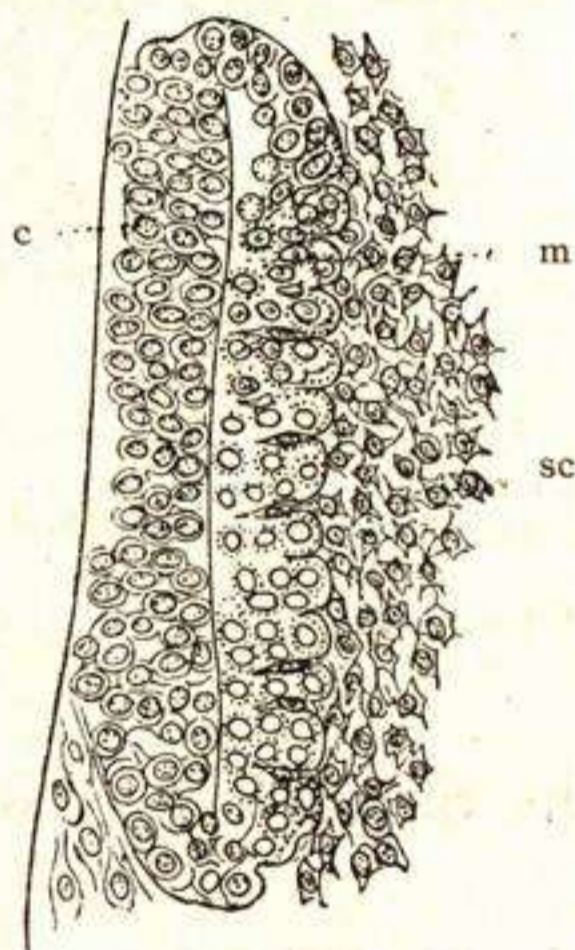


Fig. 70. Corte transversal del séptimo segmento primitivo de un embrión de conejo de 5 a 6 mm. de longitud nuco-coxígea.—c, hoja cutánea; m, miótomo; sc, esclerótomo. (Según Maurer. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

de los segmentos primitivos crecen y se dividen y adaptan a las circunstancias; aparte los que se pueden formar por otra vía, como ántes hemos disputado. Es fácil comprender que con la formación del neuroesqueleto, cuyas

como en los demás fenómenos vitales de iniciación de órganos, diferenciación de tejidos, etc., existen mecanismos físico-químicos; pero estos mecanismos no son sino medios o instrumentos para el fin, esto es, para el resultado histomorfológico que caracteriza cada órgano en particular, según el papel que ha de desempeñar en la economía.

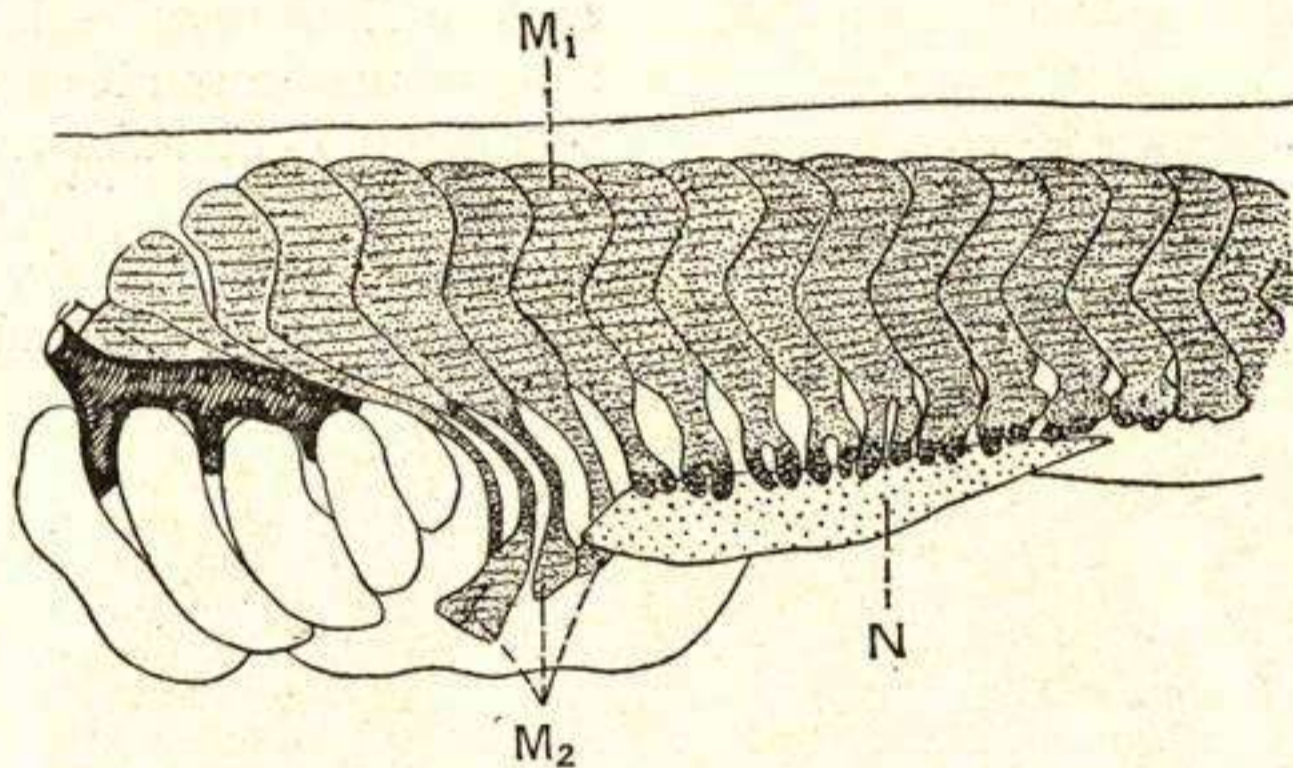


Fig. 71. Miótomos de *Spinax niger* de 19 mm. de longitud.—M₁, miótomos del tronco; M₂, musculatura del hipogloso; N, cresta de la aleta pectoral. Los extremos de los segmentos primitivos o, mejor, de los miótomos forman yemas, destinadas a originar los músculos de las aletas, tanto dorsales como ventrales. (Según Braus. Del *Traité d'Embryologie* de A. Brachet).

II. Sistema urogenital: consideraciones generales

54. Concepto. — Como lo indica el mismo nombre, el sistema *urogenital* es un sistema complejo, y se divide en dos: en el sistema *urinario*, encargado de la secreción y excreción de la orina, y en el *genital*, destinado a la producción de elementos ontogénicos, para asegurar la existencia de la especie. Pero ambos sistemas están tan íntimamente relacionados entre sí, tanto anatómica como ontogénicamente, que se hace indispensable englobarlos en un solo sistema; pues, como iremos viendo en su exposición, se compenetran en parte; y órganos del sistema urinario integran el sistema genital: y los productos de entrambos sistemas recorren, en parte por lo menos, conductos comunes.

55. Intereses del sistema urogenital. — Este es uno de los sistemas más interesantes de la ontogénesis por varias razones. Ante todo, ningún sistema como este, muestra tanta variedad de transformaciones de órganos hasta llegar al estado definitivo. En el sistema urinario nos encontraremos con tres clases de órganos secretores que aparecen sucesivamente y en substitución unos de otros,

llamados *pronefros* o riñones primeros (primitivos o primarios), *mesonefros* o riñones segundos (secundarios), y, finalmente, *metanefros* o riñones terceros. A estos últimos podríamos llamar riñones definitivos; pues de hecho siempre lo son, donde existen. Pero como en muchos animales la evolución de estos órganos no llega más que hasta el estadio de mesonefros, y en algunos no pasa del de pronefros, claro es que en dichos animales, los riñones definitivos no pueden ser los *metanefros*, sino los *mesonefros* o los *pronefros* respectivamente. Cambios muy notables hallaremos también en la ontogénesis de la parte genital, y entre otros fenómenos el descenso de las glándulas.

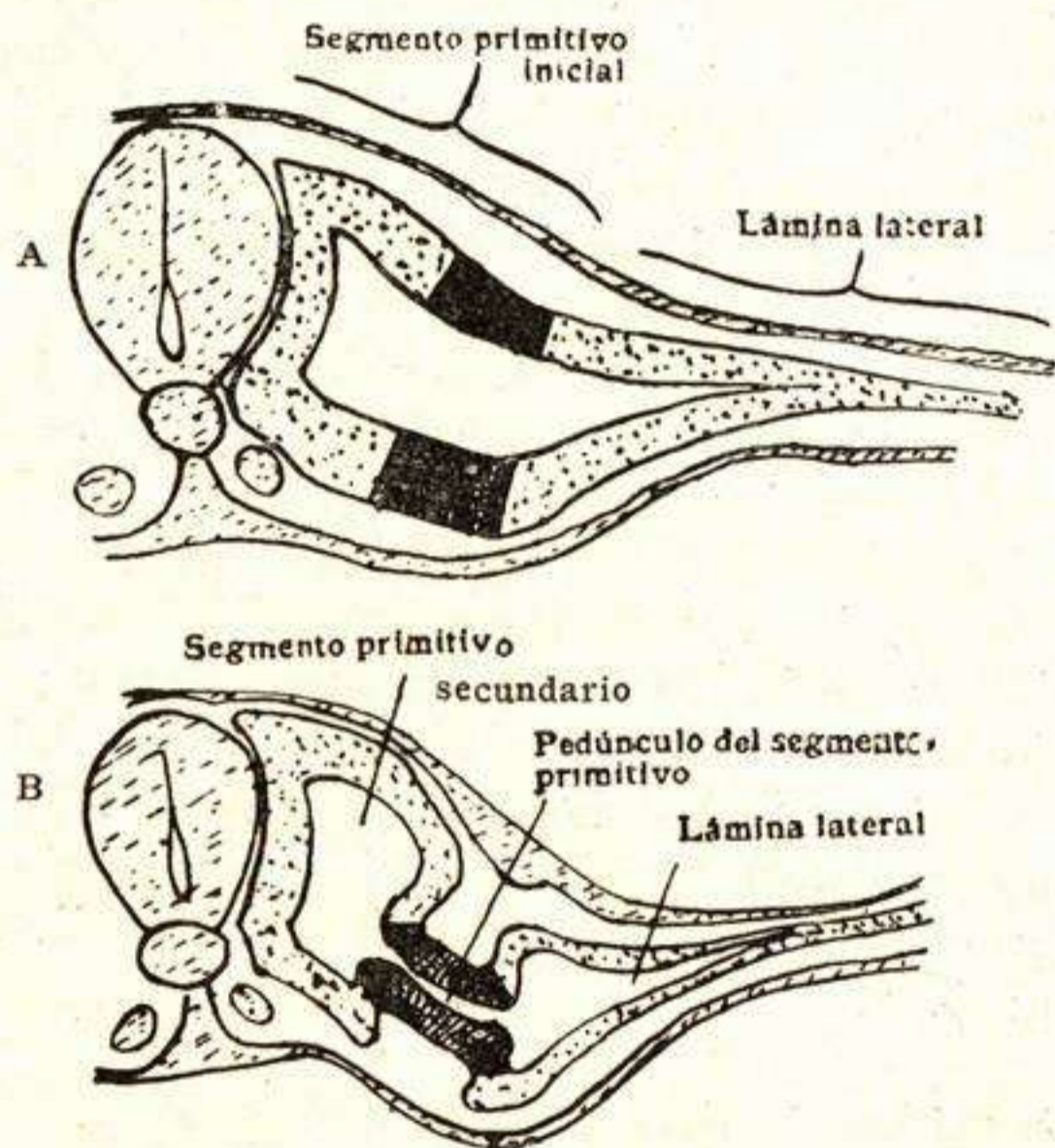


Fig. 72. Esquema para mostrar la diferenciación del mesodermo. Corte transversal de un segmento primitivo de un huevo meroblástico.—A, segmento primitivo primario. La región rayadita y oscura es la región crítica para la formación del sistema que nos ocupa.—B, segmento primitivo diferenciado en tres partes: segmento primitivo secundario (que se convierte luego en esclerótomo y miótomo); el pedúnculo segmentar que origina el sistema renal, y la lámina lateral que encierra y limita la cavidad somática. (Copia del esquema de Felix por L. Roca).

También por otro concepto, despierta este sistema interés particular y es por lo que toca a los elementos ontogénicos; pues indiferentes en un principio e indistinguibles de otros elementos o células, los elementos ontogénicos parecen recorrer estadios comunes en ambos sexos, aun después que se hace indubitable su presencia: hasta que, finalmente, de su diferenciación y distinción definitiva en ovogonios o espermatogonios, resulta el carácter sexual de las glándulas y, por ende, de los individuos. Y como la determinación del sexo es un problema de grande interés biológico que tiene en jaque a tantos

investigadores; el estudio de este sistema no puede menos de cautivar en orden a este punto.

56. Lugar de origen. — No tratamos ahora de su origen blastodérmico: ya hemos dicho más arriba que el sistema urogenital era de origen *mesodérmico*. Lo que aquí queremos precisar, es el lugar, donde el mesodermo diferencia los órganos específicos del sistema en cuestión. Por lo que concierne al *sistema urinario*, el lugar clásico de su sucesiva aparición es el de la zona que une el segmento primitivo con la lámina lateral del mesodermo (véase Parte I, Cap. V, ns. **82** y **83**): zona que se ofrece con frecuencia en forma de pedúnculo, algunas veces *hueco* (fig. 72), estableciendo comunicación entre la cavidad del segmento primitivo y la de la lámina lateral (fig. 72); otras, en cambio, no es *hueco*, sino sólido; y otras veces no existe pedúnculo o lo absorbe la lámina lateral (*mixinoideos*, *anfíbios*, menos *gimnofiones*, *dipnoideos*).

La zona que nos ocupa, ha de ser por precisión más o menos *metamérica*, como *metaméricos* son los segmentos primitivos o somitas, cuyas dependencias son estos pedúnculos, cuando existen. Esta metamerización es muy clara en la parte anterior, sobre todo en *anamnióticos* y no tanto hacia la parte posterior, donde señaladamente en muchos *amnióticos* queda como enmascarada. La zona misma se conoce con varios nombres, tales como *pedúnculo segmental*, *lámina intermedia*, *masa celular intermedia*, *tejido nefrógeno*: diversos nombres que se deben indudablemente a los distintos aspectos o estados que puede ofrecer en la serie de vertebrados y en los diversos puntos de un mismo animal.

57. División. — Para proceder con orden y claridad, nos fijaremos, primero, en los órganos del sistema renal, estudiando la evolución de sus tres clases, *pronefros*, *mesonefros* y *metanefros*; luego veremos el origen y desarrollo de las glándulas genitales, y, finalmente, terminaremos el tratado estudiando las relaciones comunes entre ambos sistemas.

III. Pronefros

58. Idea general. — En el aparato renal primitivo o primero podemos distinguir, como en los que le substituyen, dos partes: la porción *glandular* y la porción *eliminadora* de los productos de aquélla, esto es, el conducto *excretor*. La porción glandular se compone, a su vez, de dos partes: de la parte secretora propiamente dicha, y de la filtradora: aquélla viene representada por los tubos prone-

frales; ésta, por los glomérulos o pelotones de capilares sanguíneos. Todas estas formaciones pueden adquirir, en la serie animal, mayor o menor desarrollo, sin duda por la mayor o menor necesidad que de

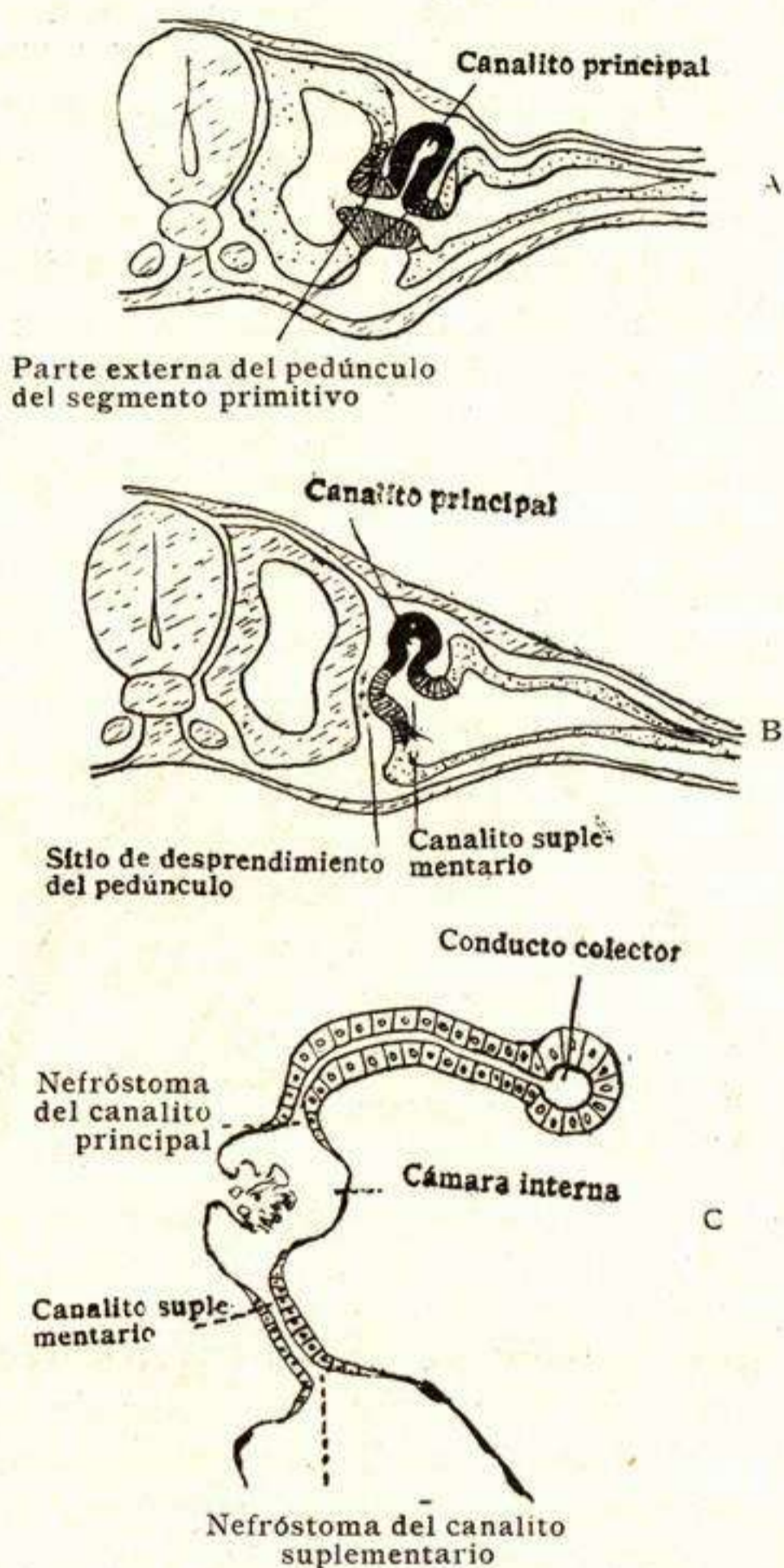


Fig. 73. Esquema de Félix para explicar la evolución de un canal pronefrol.— A, esbozo del canalito principal (parte evaginada negra). El grabado representa un corte transversal de un huevo meroblástico, pasando por el centro del segmento primitivo. — B, origen del llamado canalito complementario que no es otra cosa que el espacio del pedúnculo segmentario, que, al desprenderse éste del segmento primitivo secundario, se suma al de la evaginación que, como queda dicho, es el canalito principal: el resultado es que el canalito único se abre en la cavidad celómica. — C, nuevo estadio, en que el canalito complementario se ha ensanchado notablemente en su primera porción, esto es, en la porción inmediata al canalito principal, originando la llamada cámara interna: lo restante del canalito complementario se conserva con el nombre de canalito nefrostomal primario. Su abertura en la cavidad somática es el nefróstoma del canalito complementario: al paso que la abertura del canalito principal en la cámara interna o dilatación del canalito complementario, es el nefróstoma del canalito principal. (Copia de los esquemas de Felix por L. Roca).

ellas tienen los distintos grupos o por la dificultad o facilidad de suplir por otros medios su función. En *Amphioxus*, v. g., donde los pronefros gozan de mayor sencillez y difieren bastante de los de otros vertebrados, no existe conducto excretor común. Cada pronefros desemboca directamente en el espacio peribranchial. En otros vertebrados, quizás no se forme más que el conducto excretor; pues, como veremos, este conducto excretor del pronefros lo es igualmente del mesonefros que se forma inmediatamente, cuando o no existe el pronefros o sólo bajo un estado muy sencillo (rudimentario).

Como quiera que nuestra obra no ha de perder el carácter elemental, toda vez que se ordena principalmente a la enseñanza de jóvenes estudiantes de Medicina, expondremos la formación del pronefros en esquema completo y lo aplicaremos luego a los principales grupos de vertebrados.

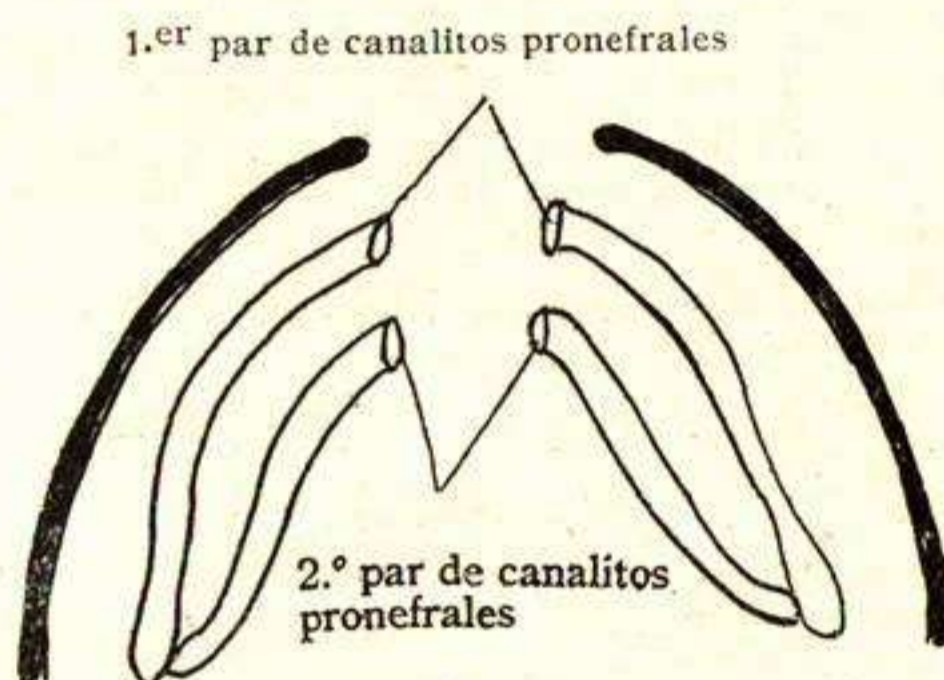


Fig. 74. Esquema para mostrar el origen y dirección de los tubos urínicos. (Original).

59. Origen y formación del pronefros. — Imaginémonos por un momento que, según el esquema de Felix (fig. 72, b), existe un pedúnculo hueco o canal entre el segmento primitivo y la lámina lateral del mesodermo. Supongamos ahora que la pared parietal de dicho pedúnculo hueco se evagina (fig. 73, A), dirigiéndose hacia fuera y hacia atrás; de modo que en el corte frontal nos diese esta imagen (fig. 74). Esta evaginación es el esbozo de un tubo pronefrol. Supongamos, además, que el pedúnculo se desprende del segmento primitivo y cierra su extremo de desprendimiento (fig. 73, B): tendremos que el tubo pronefrol ha perdido la comunicación con la cavidad del segmento primitivo que ántes tenía mediante el pedúnculo hueco; conserva, en cambio, la comunicación con la cavidad celómica, esto es, con la cavidad existente entre las dos hojas mesodérmicas de la lámina lateral, por medio del mismo pedúnculo hueco, toda vez que éste no se ha desprendido aún de la lámina lateral. La desembocadura del pedúnculo en la cavidad celómica es el llamado

nefróstoma, o sea, boca de un cuerpo renal: porque, por su medio se pone en comunicación (mediata) el tubo pronefrol con la cavidad celómica, ya que es la desembocadura de la porción inferior del pedúnculo hueco; porción inferior que Felix llama *canal del nefróstoma*. Demos un paso más y supongamos que se ensancha la porción media del pedúnculo hueco, después de desprenderse naturalmente del segmento primitivo: resultará una cámara delante del tubo pronefrol. Esta cámara es la llamada *cámara interna*. Cada segmento o, mejor, cada tubo pronefrol puede poseer su cámara interna especial

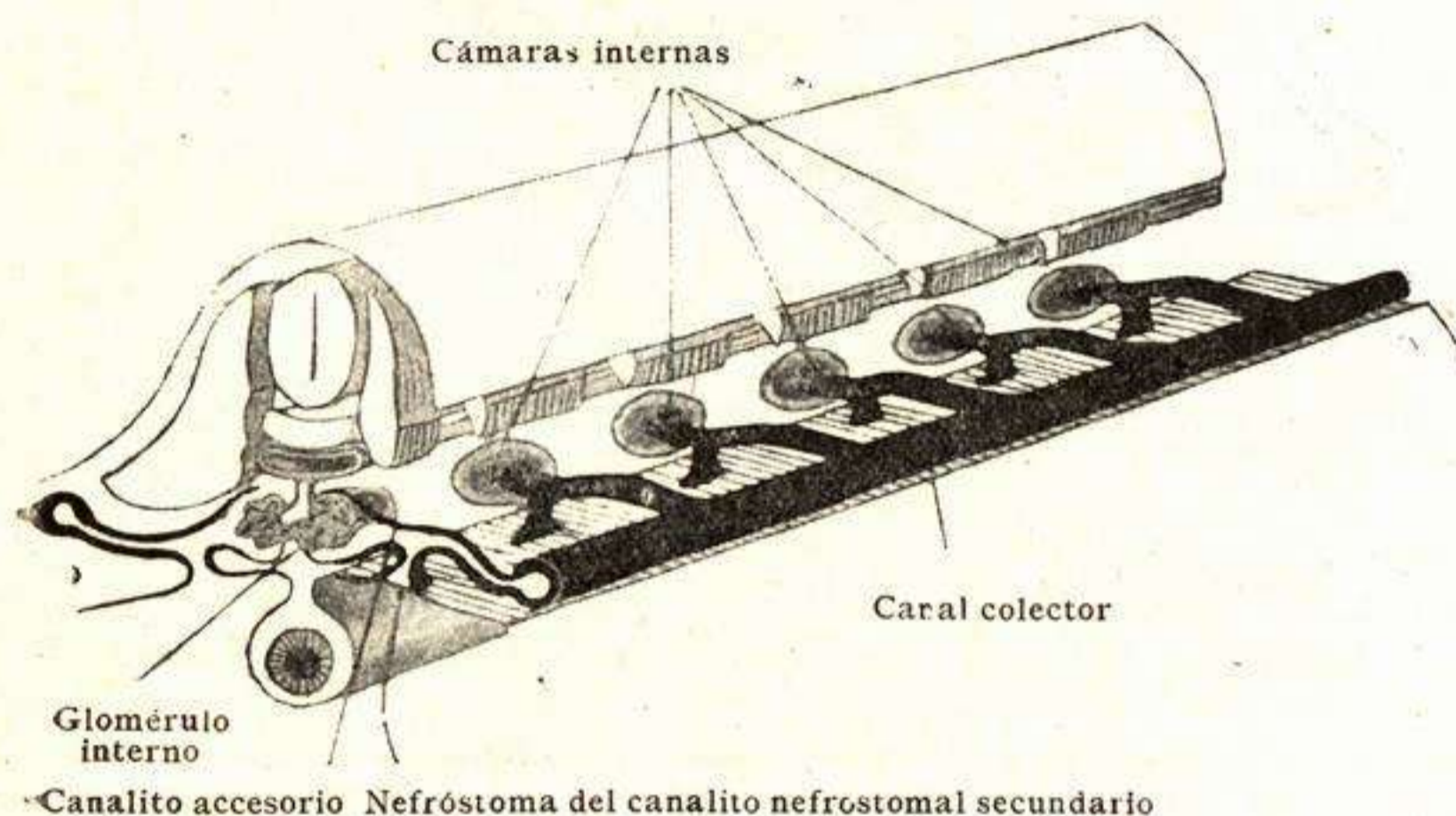


Fig. 75. Esquema para explicar la formación de la cámara interna del glomérulo, asimismo interno, en un huevo meroblástico. Se ha quitado una ancha tira de ectodermo para poner al descubierto las formaciones del sistema renal que se hallan debajo de él. También se ha quitado toda la parte ventral del segmento primitivo, esto es, la lámina lateral: de manera que se vea la cavidad celómica dorsal. (Según Felix. De su tratado en el *Handbuch* etc. de O. Hertwig).

(fig. 75); pero puede ocurrir también la fusión de todas ellas en una sola cámara, alargada longitudinalmente en forma de canal (fig. 76).

Como quiera que a partir de los primeros segmentos primitivos (3 ó 4) se repite por toda una serie de segmentos el mismo fenómeno, se originará una serie de formaciones metámeras: y dado que los tubos pronefrols crecen, como queda indicado, hacia fuera y atrás, vienen a tocarse y a fusionarse (fig. 77), abriéndose uno en otro: de la fusión, abriéndose unos en otros, resulta un canal continuo que recoge todos los tubos *pronefrols*. Este es el canal excretor que recibe muchos nombres: *canal del pronefros*, *canal de Wolff*, porque será asimismo el canal excretor del mesonefros, llamado *cuerpo de Wolff*; *canal segmentario*, porque recibe los tubos pronefrols que aparecen de ley ordinaria metaméricamente, según acabamos de decir.

Hemos supuesto que la evaginación de los tubos pronefrales era hueca; de hecho, al principio no es siempre así, como hemos visto que

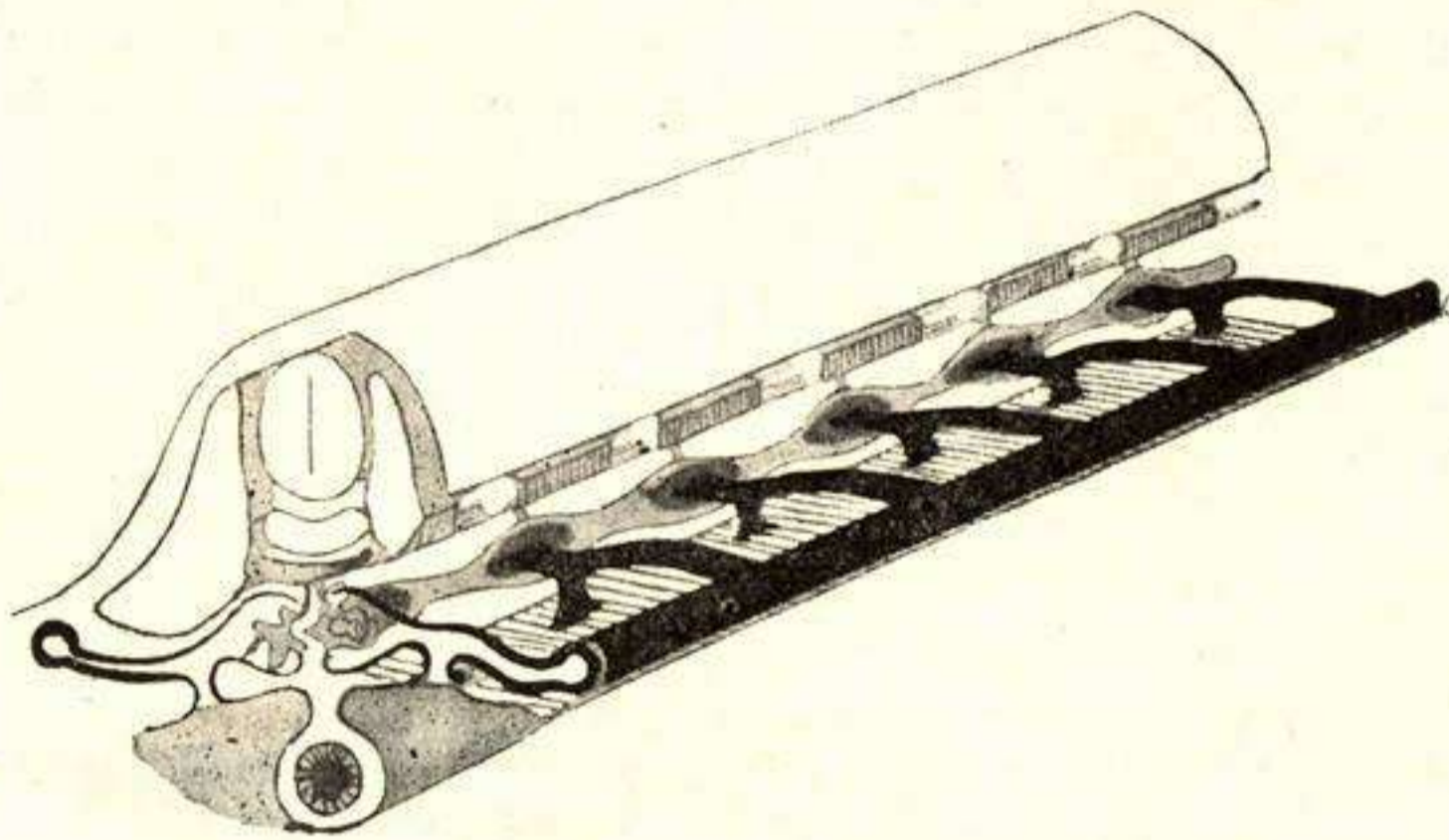


Fig. 76. Esquema como el anterior; salvo que las cámaras internas se comunican formando una cavidad corrida. (Según el mismo autor y del mismo lugar).

tampoco era siempre hueco el pedúnculo segmentario. Poco importa. El ahuecamiento viene después. Además, la aorta envía sendos vasos hacia los segmentos pronefrales, donde forman un glomérulo de Mal-

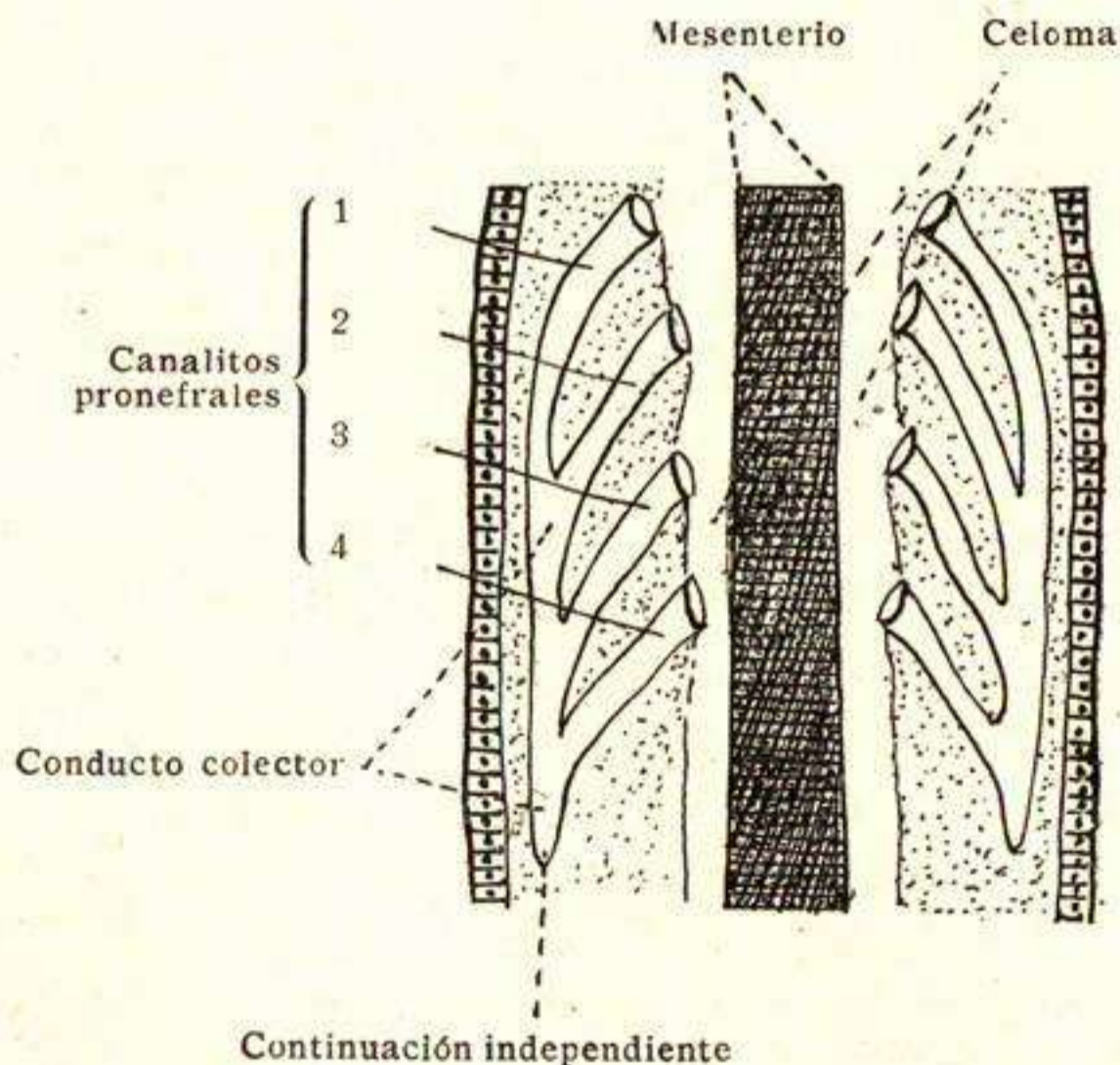


Fig. 77. Esquema para explicar el origen del conducto excretor del pronefros. Los canalitos pronefrales proyectados en un plano frontal. (Original).

pighio (pelotón de capilares) delante de cada cámara interna, invaginando su pared interna (fig. 73, C). Esta circunstancia de aparecer

el glomérulo, no en el mismo tubo pronefrol, sino en la cámara, cuyo origen ya conocemos, nos parece algo propio y peculiar del pronefros, aunque Felix no lo supone. Pero en todo caso, existe o puede existir otra formación que todo el mundo reconoce como específica del pronefros, y es la constitución de la llamada *cámara externa*. ¿De dónde esta cámara? Veámoslo.

Hemos dicho que el pronefros poseía su nefróstoma o abertura en la cavidad celómica (somática): y como su disposición es metamérica, habrá muchos nefróstomas en serie. Pues bien; la región superior del celoma, esto es, la que recibe directamente los nefróstomas, puede aislarse de la inferior, formando a éstos un recipiente común

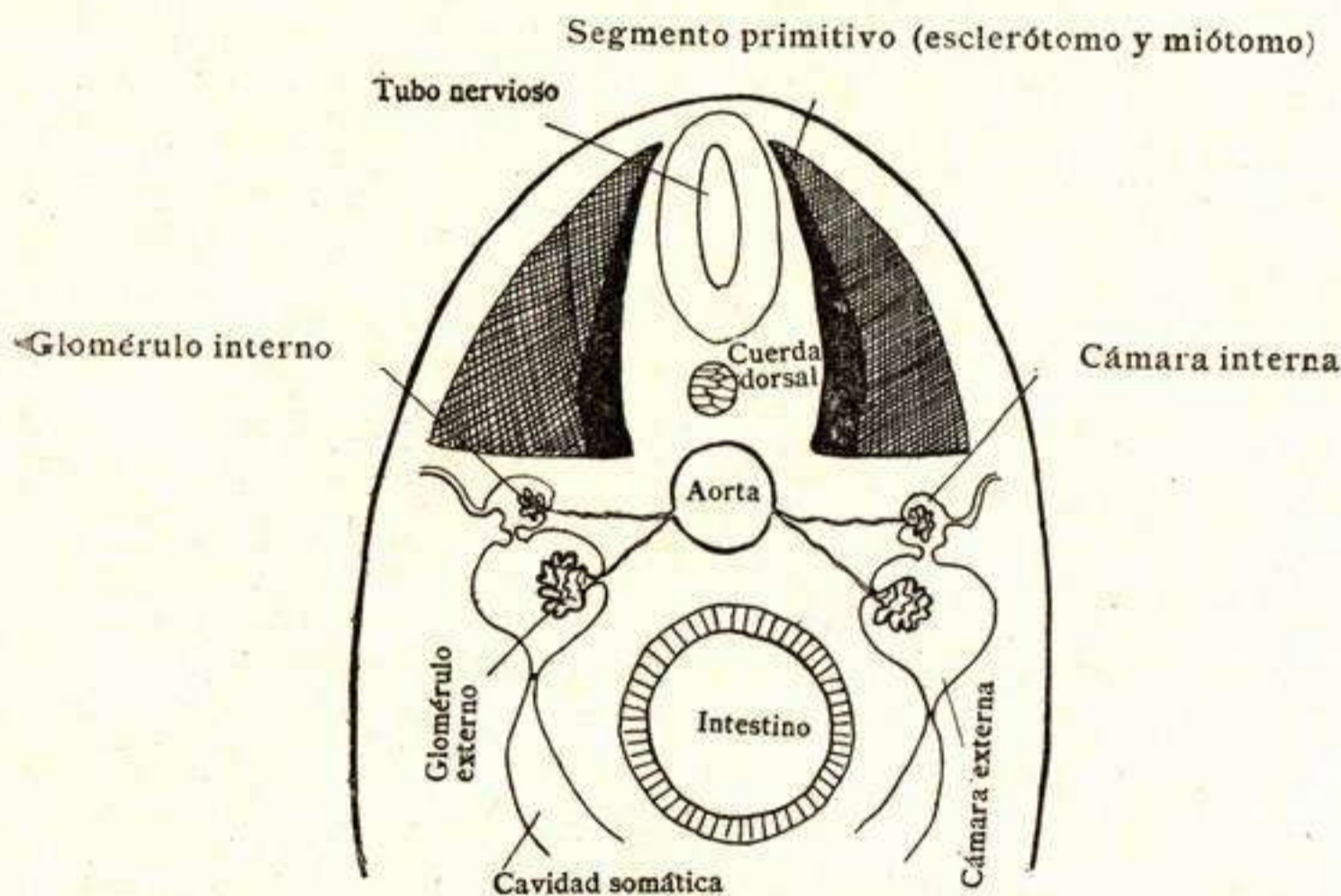


Fig. 78. Esquema para explicar la cámara interna y externa con sus glomérulos. (Original).

(fig. 78). Este recipiente común es lo que consignan los embriólogos con el nombre de *cámara externa*. Hacia ella corren también los vasos sanguíneos para formar sus glomérulos; los cuales pueden ser derivaciones de los glomérulos de las cámaras internas. En todo caso, conviene hacer notar, que los glomérulos de la cámara externa pueden reducirse a uno solo, probablemente por la fusión de sus masas, resultando entonces, ya no un glomérulo, sino un *glom* muy notable. Estas serían las formaciones específicas, que no permiten confundir el *pronefros* con el *mesonefros*, ni mucho menos con el *metanefros*.

Notemos aquí que la cámara externa nunca queda absolutamente cerrada respecto de la cavidad somática restante o del celoma inferior, sino que por delante (región craneal) o por detrás (región caudal) queda en comunicación con dicho celoma inferior, merced a un canal de comunicación que Felix llama *pseudo-canal nefrostomal*.

Hemos dado una idea de las múltiples formaciones que pueden integrar el pronefros en los casos de mayor complicación; y aunque no hemos bajado a tanto detalle como Felix en su magistral tratado (en la gran obra de O. Hertwig); creemos, con todo, que lo que hemos dicho, orientará más que suficientemente, para entender el laberinto de nombres y formaciones, que tanta confusión suelen engendrar en la cabeza de los estudiantes.

60. El canal del pronefros. — Ya lo conocemos. Hemos dicho que los tubos pronefros, al crecer hacia fuera y atrás se fusionaban, originando por el mismo hecho un conducto (fig. 77): este conducto, integrado directamente por la serie metamérica de tubos pronefros, recibe el nombre de *conducto colector* (Collecting duct de Field) en esta primera parte de su recorrido. Una vez formado en la región del pronefros, se ha de prolongar hasta la cloaca, donde se abre. Esta prolongación puede realizarse de varios modos. Casos hay, en que el pronefros mismo se extiende a lo largo de todo el cuerpo, excepción hecha de la parte más craneal; y entonces el conducto colector se extiende *ipso facto* hasta la cloaca (mixinoideos). Otras veces (y es lo ordinario) el cuerpo del pronefros no se extiende más que a lo largo de unos cuantos segmentos: el conducto colector, pues, no pasa de allí. Para que los productos excretorios puedan ser conducidos hasta la cloaca, es preciso que el conducto colector se continúe de algún modo hasta llegar a aquélla. En peces y anfibios, excepto los *selacios* y *gimnofiones*, el mesodermo mismo origina directamente el trozo que le falta para que llegue a la cloaca, y a este trozo, así originado, llama Felix porción *mesodérmica* del canal. En los *selacios*, por el contrario, y en los *gimnofiones*, así como en los amnióticos, el trozo que falta se origina, por crecimiento libre del mismo conducto colector, avanzando por entre el mesodermo y ectodermo, ora sin participación de estas dos hojas, ora con participación del ectodermo. Y para distinguir esta porción nueva, en este caso, de la del caso anterior, la consigna Felix con el nombre de porción *ectodérmica*. En resumen: el canal del pronefros se divide, en los dos casos últimos, en dos porciones, en la porción del conducto colector y en la porción *mesodérmica* o *ectodérmica* respectivamente.

61. Indicaciones sobre el pronefros en los principales grupos de vertebrados. — Nos hemos esforzado en los párrafos precedentes en dar una idea substancial sobre la organogénesis del pronefros en general. Conviene ahora hacer alguna indicación más particular, aplicando los principios a los principales grupos de vertebrados. Y decimos alguna indicación, porque querer bajar a todos los pormenores, recorriendo toda la serie de vertebrados, sería salirnos ya de los límites que nos hemos trazado en esta

obra de carácter elemental. Al que desee más sobre esta materia, gustosos le remitiremos al gran tratado de Felix en la obra de O. Hertwig, *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere* (B. III. T. I), donde hallarán bien compendiadas todas las investigaciones, al menos de autores alemanes, hasta la fecha del libro (1906),

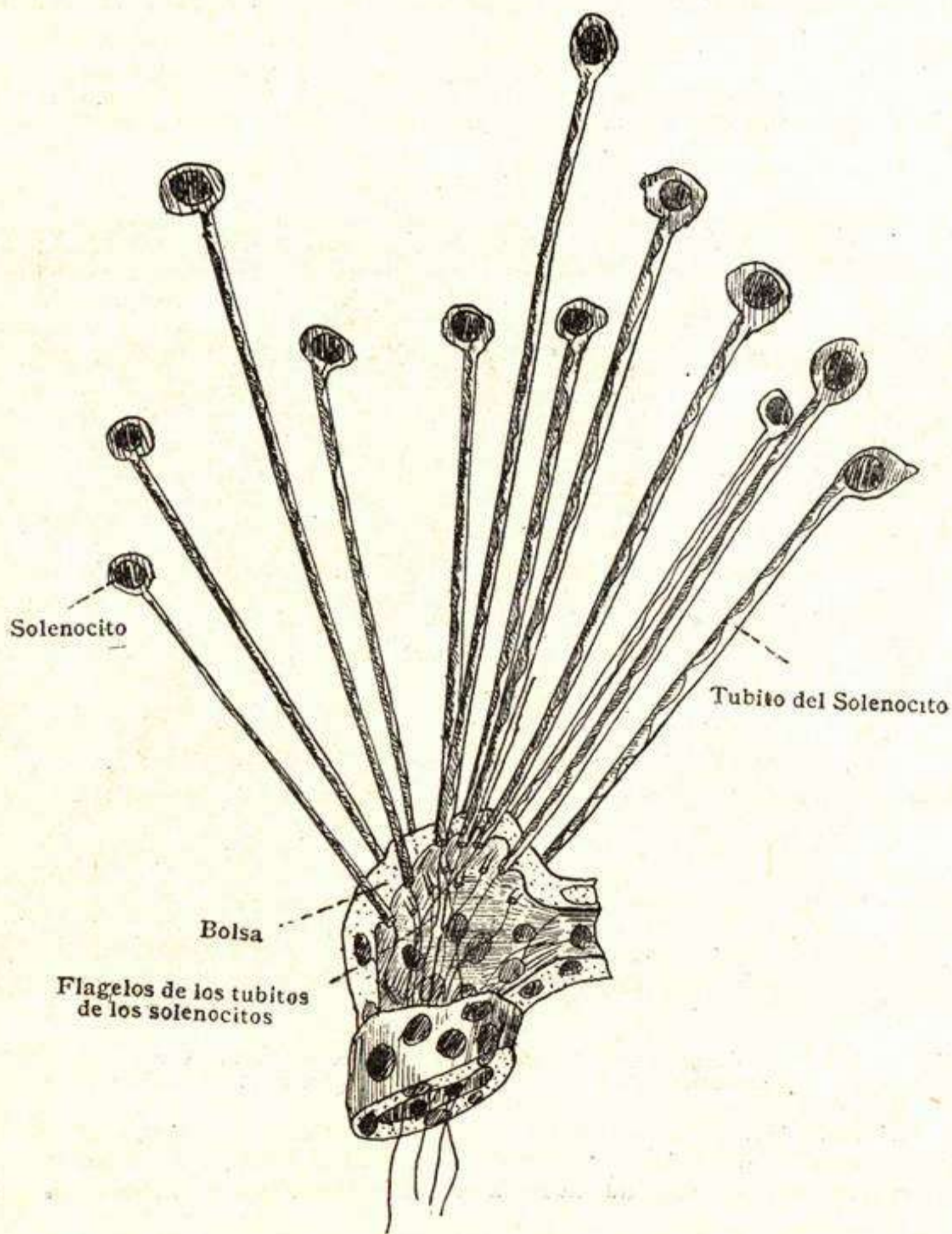


Fig. 79. Fragmento de un canalito renal (pronefros): radialmente parten los solenocitos, esto es, células tubulosas, que se abren en la cúpula del canalito renal. (Según Goodrich. Tratado de Felix en el *Handbuch* etc. de O. Hertwig).

y verá el camino recorrido por la ciencia y el que le falta aún por recorrer por razón de las grandes lagunas que hay que llenar: allí hallará también la extensa literatura.

a) *Amphioxus lanceolatus*. No sabemos que nadie haya podido averiguar la organogénesis del pronefros de este primer vertebrado. Los trabajos de Boveri, Weiss y Goodrich se refieren al estado adulto;

pero aun en este estado es el pronefros de este vertebrado muy sencillo y muy distinto del de los demás vertebrados. Se halla a cada lado del cuerpo en toda la región branquial. Se reduce a una serie de pronefros, unos 90 a cada lado, aislados completamente unos de otros por faltar conducto o canal excretor común. Cada pronefros ofrece la particularidad de que su parte secretora está constituida

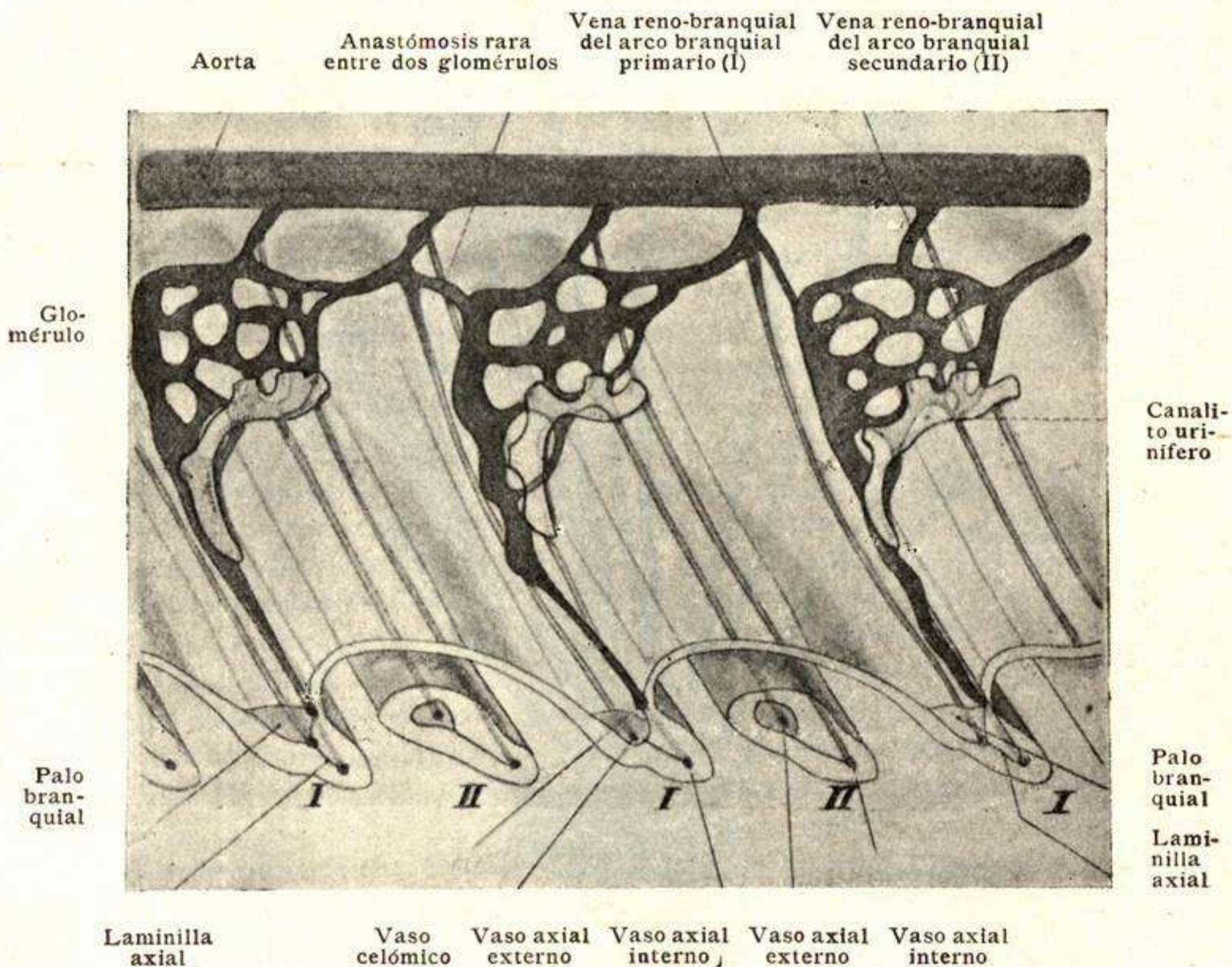


Fig. 80. Vista de la pared interna del celoma subcordal. Debajo de cada red vascular, cebada por la aorta, se ven una serie de canalitos renales cortados, de cuya extremidad partían los solenocitos. (Del Tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

por *solenocitos* (fig. 79), esto es, por unas células que, vistas con pequeño aumento, parecen alfileres con su cabeza. En la cabeza de estas células aciculares estaría el núcleo, y el vástago o cola sería un tubito provisto de látigo. Los tubitos en cuestión desembocarían en unas especies de cálices que se abren en el canal excretor y éste a su vez en la cavidad peribranchial mediante el *nefrósporo*. El aparato filtrador de cada pronefros estaría representado por una red vascular o glomérulo, contiguo al campo de los solenocitos respectivos. En *Amphioxus* es el pronefros el riñón definitivo. Probablemente también

es definitivo el pronefros en *mixinoideos*, donde el órgano reviste mayor complicación y entra ya en el tipo general de los vertebrados.

b) *Teleósteos*. El pronefros funciona durante un largo período; más tarde es substituído o quizás sólo reforzado por el mesonefros, en algunos casos al menos. La porción posterior del canal excretor es *mesodérmica*; los tubos pronefrales son metaméricos en su primera aparición, aunque no existe pedúnculo en los segmentos primitivos; y el origen inmediato de dichos tubos hay que buscarlo en la región dorsal de la lámina lateral, tomando parte, al parecer, en su formación las dos hojas, parietal y visceral. Comienza la formación

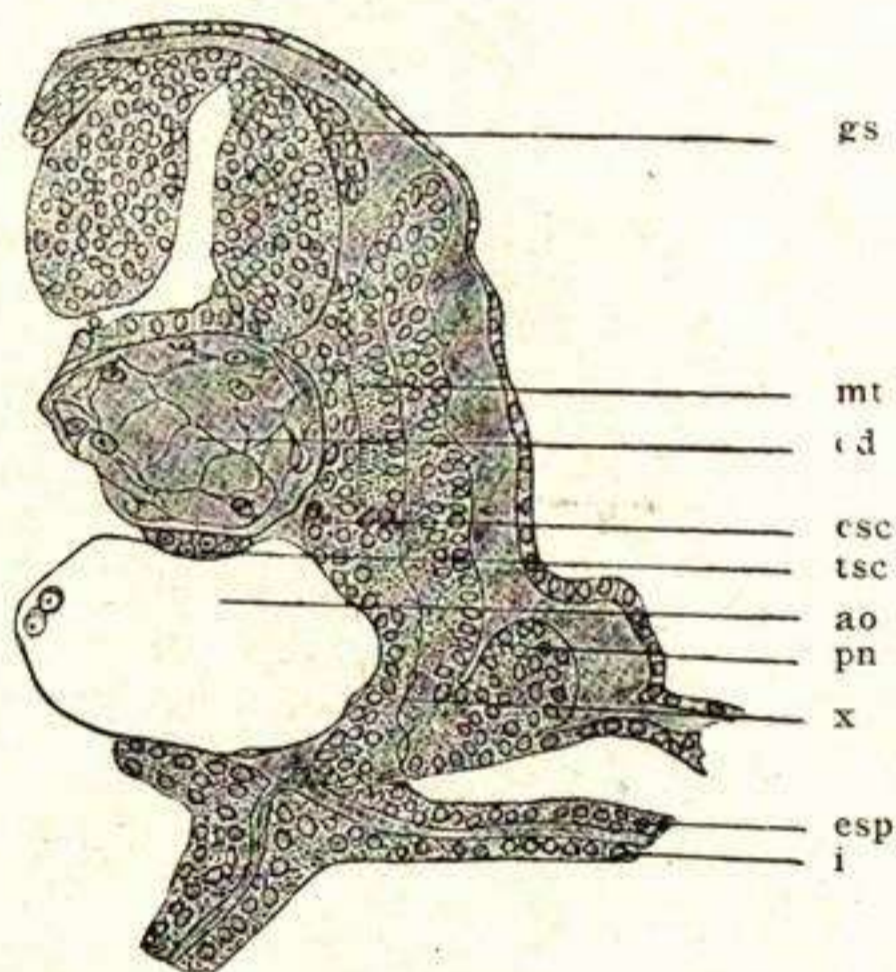


Fig. 81. Corte transversal de un embrión de *Pristiurus*.—gs, ganglio espinal; mt, miótomo; esc, esclerótomo; cd, cuerda; tsc, tira subcordal; ao, aorta; pn, pronefros; x, continuasión del celoma bajo la forma de hendidura en el miótomo; esp, esplacnopleura (hoja visceral del mesodermo); i, epitelio intestinal. (Según Rabl. Del libro: *Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere* de Ziegler).

en el tercer segmento y de allí se propaga hacia atrás. El glomérulo es muy grande; lo cual es argumento de que el órgano entra en verdadera actividad.

c) *Selacios*. Es insignificante la parte de los órganos renales que se conceptúa como pronefros: razón por la cual se le considera éste como *rudimentario*. Tiene su origen en la región del 3.º o 4.º segmento en larvas, que cuentan unos 27 segmentos. En la zona, donde el segmento primitivo se convierte en lámina lateral, la hoja externa del mesonefros forma una evaginación sólida (fig. 81, pn) al principio, que luego se ahueca. Tras una, se forma otra y otra metaméricamente, dando origen al conducto colector o porción anterior del canal excretor: la porción posterior es de origen autónomo. Los nefróstomas son al principio varios; después se reducen a uno, sea por fusión de

todos ellos (Wijhe), sea que se hayan cerrado todos menos uno (Rückert).

d) *Anfibios*. Parecido modo de originarse al de los selacios guarda el pronefros en los anfibios. En la región anterior del 1-3 segmento primitivo se origina la primera evaginación (fig. 82, pn) del pedúnculo del segmento primitivo; pero después de haberse desprendido aquél de éste; de modo que puede parecer en muchos casos que la evaginación nace directamente de la lámina lateral. La evaginación es sólida al principio en unos animales (batracios) y hueca en

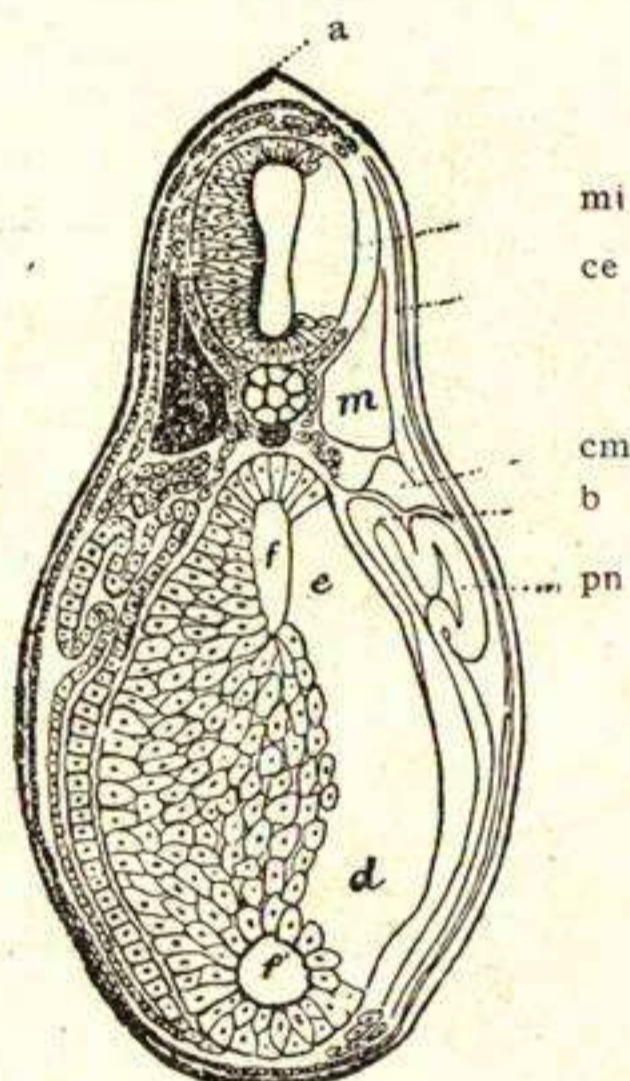


Fig. 82. Corte transversal de una larva muy joven de *Bombinator* en la región anterior del saco vitelino (o su equivalente).—a, pliegue del ectodermo, que se continúa con la aleta dorsal; mi, médula espinal; ce, capa externa del miótomo; m, musculatura lateral; cm, células mesenquimatosas; b, paso de la hoja parietal del mesodermo a la visceral; pn, pronefros; f, cavidad intestinal; f', esbozo del hígado; e, tránsito de la parte superior del entodermo a la parte constituida por células vitelinas (d). (Según Götte. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

otros (gimnofiones). El canal, a que dan origen por su fusión, al dirigirse hacia fuera y atrás, se comunica con la cavidad celómica por tres nefróstomas en *Rana* y *Bombinator*; por dos, en *Tritón* y *Salamandra*; en gimnofiones, al principio por los tres, cuyos tubos lo han originado; después parece que por varios, cuyos tubos van al encuentro del canal, al crecer autónomamente hacia la cloaca.

Como quiera que el pronefros de los anfibios está en actividad durante todo el período, la larva adquiere gran desarrollo. En ellos se forma cámara externa con su correspondiente glomérulo (fig. 83).

e) *Reptiles*. El pronefros que aparece aquí como en los demás amnióticos en forma rudimentaria, según opinan algunos embriólo-

gos, trae su origen de los pedúnculos de los segmentos primitivos, sólidos, bien que compuestos marcadamente de dos hojas, parietal y visceral (*somatopleura* y *esplacnopleura*). Pero estos pedúnculos, ántes o después de iniciarse unas vesículas que llaman *segmentarias* (fig. 84) y que son los primeros esbozos del pronefros, se desprenden tanto de los segmentos primitivos como de la lámina lateral del mesodermo. De donde se sigue que los tubos pronefrales que luégo se originan de las vesículas *segmentarias*, pierden su comunicación con el celoma y no pueden, por lo mismo, poseer nefróstoma. El primer

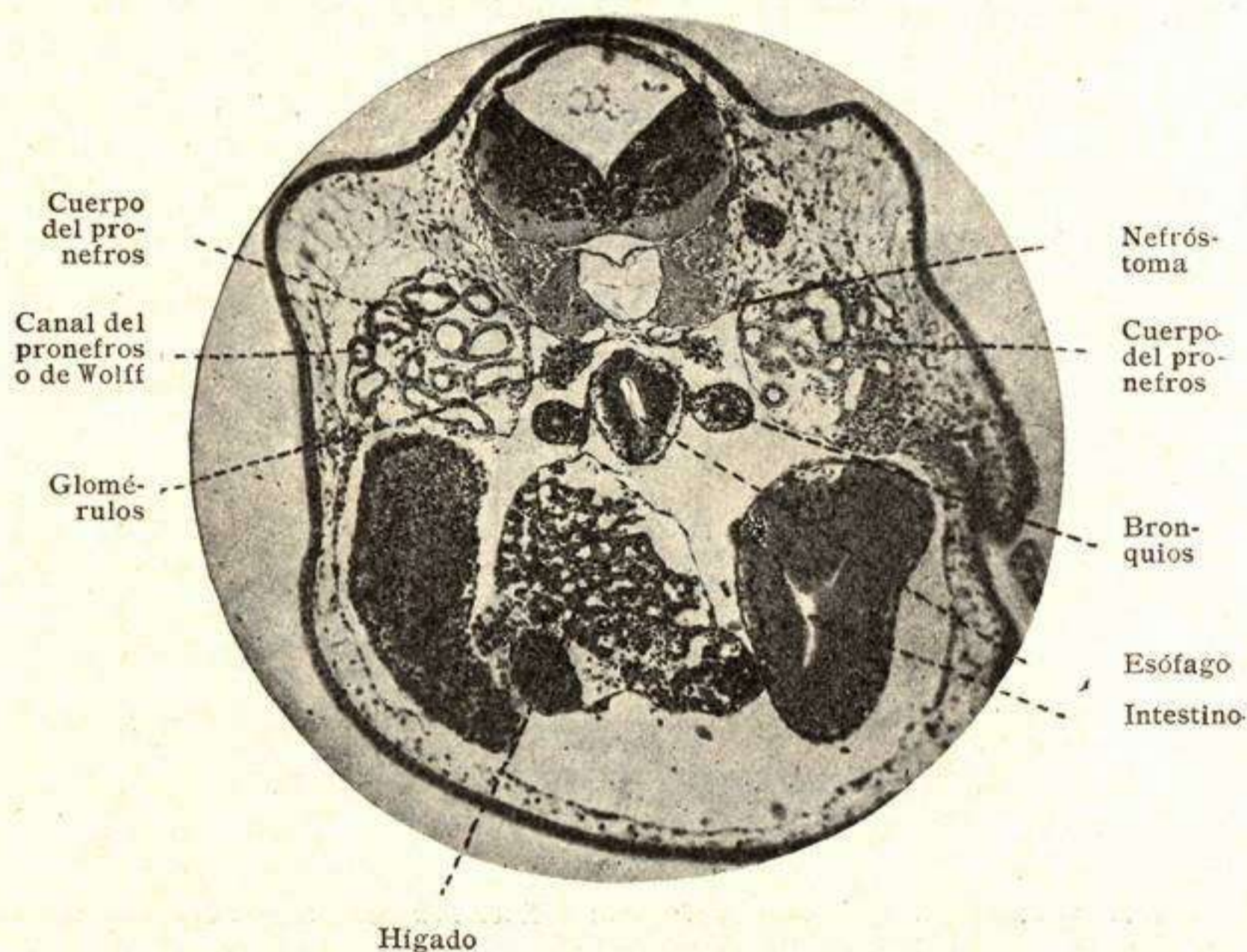


Fig. 83. Corte transversal de un renacuajo (*Rana esculenta*) de 13-14 días. (Fotografía del Laboratorio biológico de Sarriá).

esbozo del pronefros, expresado por las vesículas *segmentarias*, aparece en estadios muy jóvenes: en la lagartija (*Lacerta muralis*), v. g., cuando tiene 10 pares de segmentos primitivos, y el primer segmento que se interesa en esta formación es el 5.º, y desde allí se va propagando a los segmentos subsiguientes hacia la cloaca. Desde el 5.º-8.º segmento las vesículas segmentarias se inician ántes que se desprenda del todo el pedúnculo y quede aislado tanto de la lámina lateral como del segmento primitivo; del 9.º segmento para adelante, es al revés: primero se desprende el pedúnculo y luégo se inicia la vesícula. El número de segmentos que abarca el pronefros es de 8-9.

De las vesículas *segmentarias* se forman después, según queda indicado, los tubos pronefrales por evaginación hueca y creciendo

lateralmente y hacia atrás, como siempre. Por la fusión de sus extremos distales se forma el canal de excreción: el cual crece luego *libremente* por la proliferación de las células de su extremo ciego, y avanza hacia atrás junto al ectodermo, sin tomar, no obstante, material, según parece, ni de éste ni del mesodermo.

Probablemente no se forma glómulo ninguno en este tiempo; ni tampoco cámara externa; aunque más tarde, cuando el pronefros ha desaparecido, el celoma de la región, correspondiente al pronefros, se divide en dos compartimentos: uno superior y otro inferior. En cambio, las vesículas segmentarias las considera Felix como homólogas de las cámaras internas de los amnióticos.

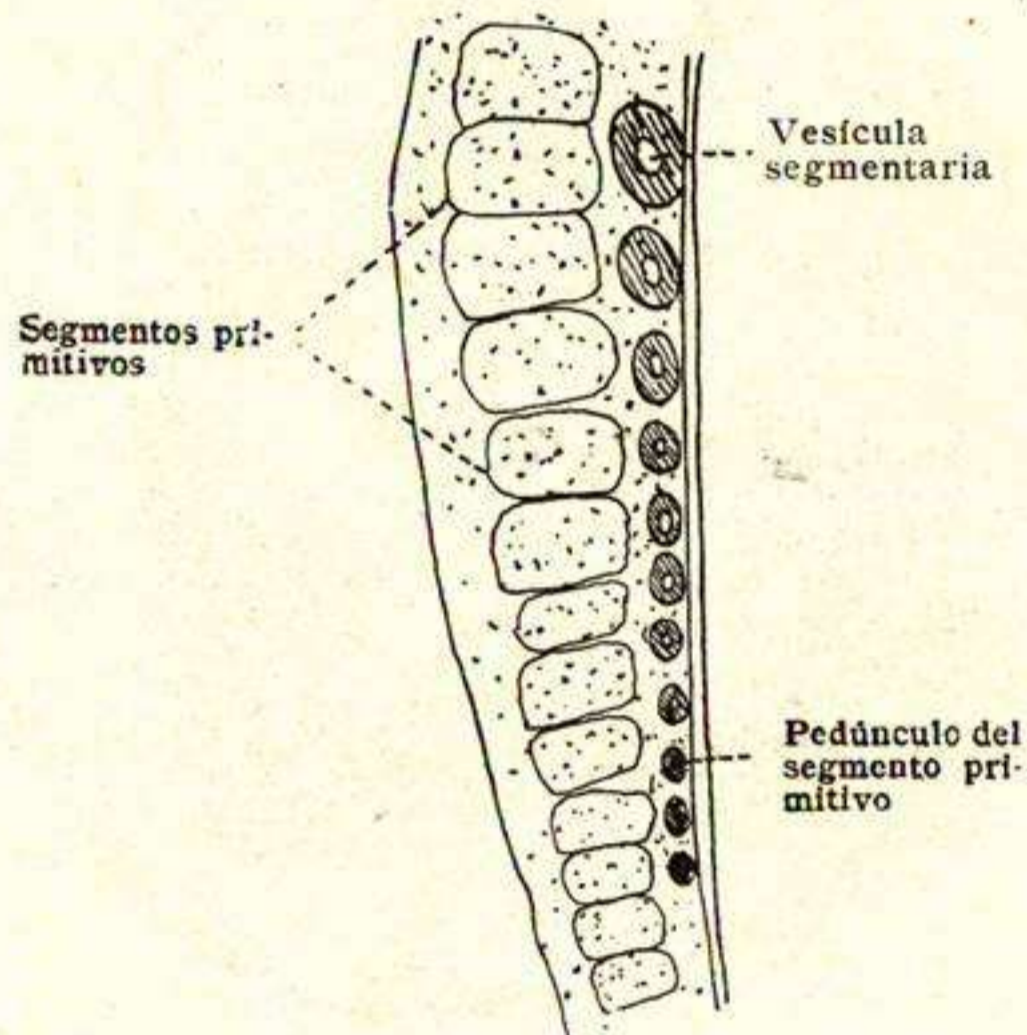


Fig. 84 Corte sagital de un embrión de lagarto (*Lacerta agilis*). (Según Braun. Copia de la fig. de Felix por L. Roca. De tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

f) *Aves*. En las aves se presenta también el pronefros con carácter rudimentario. El lugar de su aparición es el de siempre: los pedúnculos de los segmentos primitivos (fig. 85) o las masas celulares que les corresponden, desde el 4.º segmento al 15.º: abarca, pues, una extensión de 12 segmentos. Los primeros de estos 12 segmentos dejan ver marcadamente los pedúnculos: no así los que siguen hacia atrás, donde el tránsito de los segmentos a la lámina lateral viene representada por una masa celular *intermedia*. Pero conviene hacer notar que aun aquí los tubos pronefrales aparecen a distancias iguales los unos de los otros; argumento de su metamería. Es de notar también que en las aves la zona del pronefros aparece casi simultáneamente en toda su extensión: lo cual explica el que en los segmentos caudales de esta zona se formen tubos renales, aun ántes de haber tenido tiempo de constituirse los pedúnculos de los segmentos.

El proceso organogénico de los tubos pronefrales es el siguiente: en los pedúnculos segmentarios, cuando su presencia es indiscutible, se forma una evaginación sólida de la hoja parietal (fig. 85, A), evaginación que crece hacia el lado y atrás. Más tarde el pedúnculo se separa del segmento primitivo respectivo; y parece continuarse entonces con la evaginación sólida. Como el pedúnculo está por este tiempo en comunicación con la lámina lateral del mesodermo, y se ahueca, si ya no ofrecía una hendidura desde un principio, como sucede algunas veces, resulta que este hueco puede considerarse como luz del tubo pronefrol, máxime teniendo en cuenta que creciendo se propaga hacia la evaginación sólida, ahuecándola y convirtiéndola

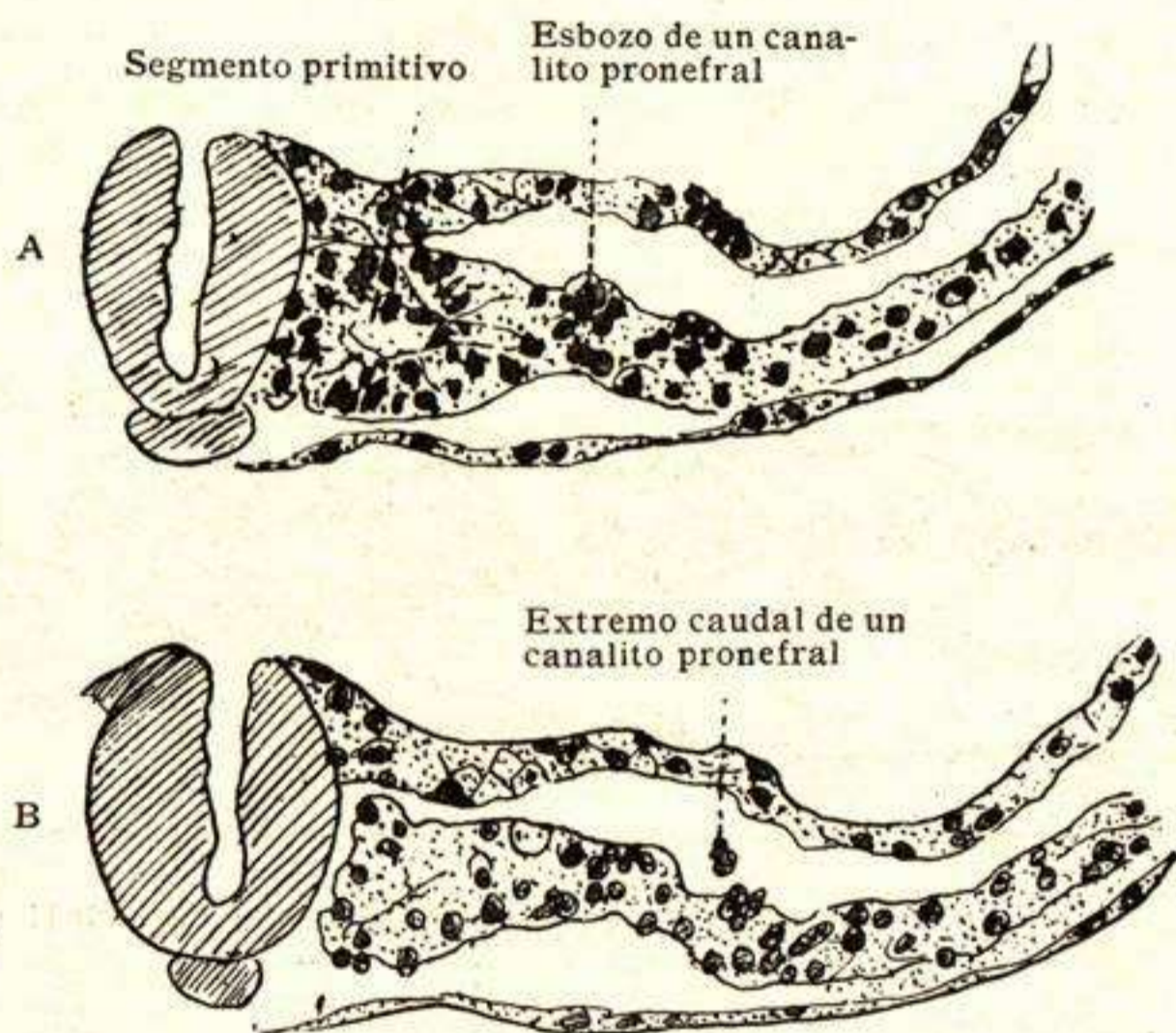


Fig. 85. Corte transversal de embrión de pollo de 8 segmentos primitivos. El corte A pasa por la parte posterior del 7.º segmento; B, por entre el 7.º y el 8.º (Copia, hecha por L. Roca, de la figura de Felix. De su tratado en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

en verdadero tubo pronefrol. Este tubo se comunica con la cavidad celómica por el nefróstoma, nombre que recibe ahora la comunicación del pedúnculo hueco con dicha cavidad.

Los tubos pronefrales, al crecer hacia atrás, se sueldan como siempre y fusionan su luz, originando el canal excretor; el cual, según expusimos anteriormente, se llama en su primer tramo *conducto colector*. Este conducto crece luego por la proliferación de sus propios elementos hacia la cloaca por entre el ectodermo y el mesodermo, pero sin tomar ni del uno ni del otro material de construcción. Todos estos fenómenos tienen lugar desde el fin del 2.º día al 4.º. Luego empieza la reducción del pronefros y también del canal excretor en la parte que corresponde al pronefros en reducción.

Es dudosa la formación de la cámara interna. En cambio, se han observado por varios autores glomérulos externos; pero, cosa particular, se han observado, cuando desaparece el pronefros y existen ya tubos mesonefrales. Y dado que en esta época ya existen corpúsculos de Malpighio, aquellos glomérulos pueden juntarse y aun fusionarse con los de mesonefros. No olvidemos estos datos que nos podrán servir más adelante para la interpretación de los pronefros, conceptuados en ciertos animales como rudimentarios.

g) *Mamíferos*. También en los embriones de mamíferos y del hombre se han encontrado rudimentos de pronefros. Aparecen muy prematuramente: en el embrión de conejo, v. g., al 8.º o 9.º día después de la fecundación, cuando las hojas blastodérmicas están extendidas aún sobre el vitelo, y el sistema nervioso se halla en estado de canal todavía abierto (fig. 86). La extensión de la zona ocupada por



Fig. 86. Corte transversal de un embrión de conejo con 10 pares de segmentos primitivos, que pasa por el 9.º segmento. El pedúnculo segmentario se ha desprendido del segmento. (Según Rabl. Del tratado de Felix en el Handbuch etc. de Hertwig).

el pronefros es de unos 8 segmentos, del 4.º al 11.º El pronefros es aquí de muy corta duración. Los tubos pronefrales vienen representados por trazos o rodetes celulares, cuyo origen deben ser los pedúnculos de los segmentos primitivos, bien que éstos no aparezcan claramente. Estos cuerpos celulares sólidos permanecen unidos con la lámina lateral del mesodermo; luego crecen hacia atrás y algo dorsalmente. En su base, unida a la lámina lateral, se ven hendiduras que comunican con el celoma y pueden considerarse como los nefrótomas de los tubos pronefrales.

Las tiras sólidas se unen y fusionan, dando origen de momento a un cordón sólido que es el canal excretor del pronefros. Su ulterior crecimiento es en parte libre y en parte se adhiere al ectodermo hasta encontrar la cloaca, donde definitivamente se abre. Aparece también en el pronefros de los mamíferos un glomérulo externo; pero esto sucede cuando aquél entra en reducción y se forma el mesonefros. Al reducirse el pronefros para dar lugar al mesonefros, desaparece la parte correspondiente del canal excretor.

IV. Mesonefros

62. Tiempo, lugar y modo de originarse el mesonefros. — Inmediatamente detrás del *pronefros* surge más tarde el *mesonefros* en todos los vertebrados, si exceptuamos el *Amphioxus* y probablemente también los *mixinoides*. El cuerpo glandular del mesonefros adquiere dimensiones mucho mayores que el del pronefros; toda vez que ha de constituir en unos vertebrados (*anamnióticos*) el riñón definitivo; y en otros (*amnióticos*) acaso el único cuerpo excretor durante un largo período de vida embrionaria, ya que en ellos el pronefros o es rudimentario o insignificante, debiendo por lo mismo ser substituído o ayudado por otro cuerpo glandular. Y esta es también, sin duda, la razón de que en estos amnióticos sea precoz la aparición del mesonefros y tardía en los anamnióticos. Porque en estos últimos, el pronefros entra indudablemente en función, y adquiere suficiente desarrollo para sostener la excreción durante la época larval; y permite, en su consecuencia, notable dilación en la formación del pronefros: al paso que en los amnióticos, cuyo pronefros por ventura no entra en función, urge la pronta aparición del mesonefros, que cuide de la excreción, tan necesaria al organismo.

El lugar de origen del mesonefros quedó indicado ya al principio de este sistema: es la zona mesodérmica que une el segmento primitivo con la lámina lateral. Esta zona se puede presentar también aquí en forma de pedúnculos de segmentos primitivos, excepto en los peces teleósteos, en que nunca existen pedúnculos. Estos pedúnculos pueden conservar su forma al tiempo de iniciarse el mesonefros, como en *selacios*, donde se desprenden previamente de los segmentos primitivos respectivos y dejan entrever sus dos hojas, la *somatopleura* (parietal) y la *esplacnopleura* (visceral), las cuales cogen en medio una cavidad que conserva su comunicación directa con la del celoma. En los demás vertebrados cada pedúnculo se desprende también no sólo del segmento primitivo, sino de la lámina lateral, ántes de iniciarse la formación del mesonefros. Quizás no reza esto último con los petromizontes, donde el hueco del pedúnculo queda absorbido tarde o temprano por el celoma. El pedúnculo desprendido, tanto del segmento primitivo como de la lámina lateral, merced a una transformación mesenquimatosa de los elementos de sus extremos, y por lo mismo acortado notablemente, se convierte, primero, en un cuerpo globoso, que unas veces posee en su interior una cavidad, al menos virtual o latente, según denuncia la disposición radiada de sus elementos alrededor del centro, como se observa en gimnofiones y parcialmente también en reptiles, aves y mamíferos. Finalmente, pueden las masas globosas desaparecer del todo, transformadas en mesénquima, sin

dejar rastro de pedúnculos ni de zona intermedia, como tiene lugar en *ganoideos*, probablemente en *dipnoideos*, y en *anuros* y *urodelos*: y lo curioso es que de este mismo sitio surgirán más tarde y a pesar de todo los tubos mesonefrales.

El modo de originarse estos tubos es diverso, según los casos. Cuando se conserva el pedúnculo y éste es hueco y en comunicación con la cavidad celómica, como sucede en selacios, el pedúnculo hueco, después de desprenderse del segmento primitivo, evagina su hoja parietal, y la comunicación del pedúnculo con la cavidad celómica pasa por el mismo hecho a ser el nefróstoma del tubo, toda vez que la luz del tubo se continúa con la del pedúnculo, el cual sería en la nomenclatura de Felix el tubo *complementario* del mesonefrol. Cuando el pedúnculo se ha separado tanto del segmento primitivo como de la lámina lateral, conservando latente la cavidad, como dijimos sucedía en gimnofiones y parcialmente también en reptiles, tiene asimismo lugar una evaginación de la vesícula, en que se convierte el cuerpo globoso; pero la evaginación, si bien se efectúa en la actual cara lateral de la vesícula, no es claro si esta pared, físicamente lateral, lo es también embriológicamente, esto es, si es realmente la somatopleura: por cuanto, perdida la unión de este cuerpo globoso con el segmento primitivo por un extremo y con la lámina lateral por el otro, no tenemos punto de referencia, para saber con certeza este dato, máxime si el cuerpo globoso, ántes o después ejecutó algún movimiento giratorio.

Cuando los cuerpos derivados de los pedúnculos segmentarios se fusionan, produciendo el tejido del cordón o la masa nefrógena, se diferencian en ella, inmediatamente ántes de la formación del mesonefros, cuerpos globosos que se ahuecan luégo para convertirse en vesículas, de cuya pared parte la evaginación, origen del tubo del mesonefros, como en el caso anterior. Cuando, finalmente, los residuos de los pedúnculos segmentarios se han resuelto en mesénquima, la formación del pronefros requiere una metamórfosis retrógrada de este mesénquima, concentrando, primero, tejido nefrógeno, en el que se diferencian cuerpos globosos, que pasan luégo al estado de vesícula por ahuecamiento de su interior: la vesícula produce a su vez la evaginación, primer esbozo del tubo mesonefrol, como está dicho.

Cada tubo, una vez iniciado, crece lateralmente hasta encontrar el conducto excretor preformado por el pronefros, donde se abre. El conducto recibe desde este momento el nombre de *canal de Wolff*.

De la exposición que acabamos de hacer, se colige que, fuera de los selacios, los tubos mesonefrales no pueden tener desde un principio comunicación con la cavidad somática: no se puede, pues, hablar aquí de nefróstomas ni de canales nefrostomales (suplementarios). Secundariamente se pueden formar y de hecho se forman, v. g., en *ganoideos*, en *dipnoideos*, *anuros* y *urodelos*, bien que no siempre son

persistentes. En los selacios, en cambio, comunica desde un principio cada canal o tubo con la cavidad somática y posee su nefróstoma durante toda la vida. Y como quiera que estos tubos, señaladamente en los selacios, son metaméricos, esto es, corresponden a segmentos sucesivos del tronco, resulta de su conjunto una hermosa glándula de aspecto peñiforme (fig. 87).

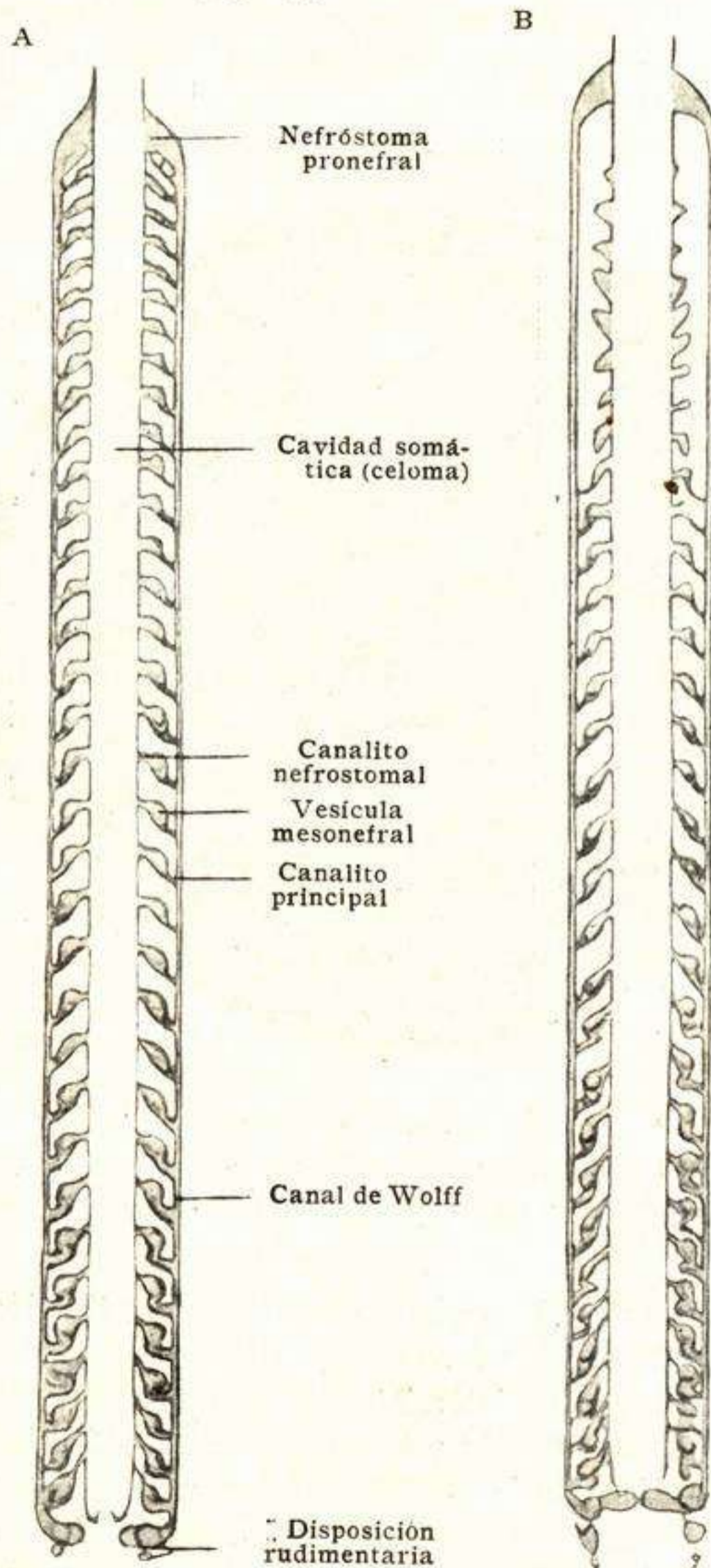


Fig. 87. Reconstrucción del mesonefros.—A, embrión macho de *Pristiurus* de 17 mm. de longitud con 36 pares de segmentos nefrales, proyectados sobre un plano para mayor claridad.—B, ítem de hembra de 19 mm. de longitud. Nótese que los primeros segmentos nefrales ya se han hecho rudimentarios. (Según Rabl. Del Tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

63. Corpúsculos de Malpighio. — Hasta aquí nos hemos ocupado del origen y formación de los tubos mesonefros, que representan la parte glandular del mesonefros. Veamos ahora el aparato filtrador que le integra, y que aquí ya no es un simple glomérulo, sino un glomérulo con la cápsula de Bowman, es decir, un verdadero *cuerpo de Malpighio*, característico del *mesonefros* y del *metanefros*. Para orientarnos mejor acerca de esta formación, distinguimos en el tubo mesonefrol tres partes, bien manifiestas en los selacios (fig. 87),

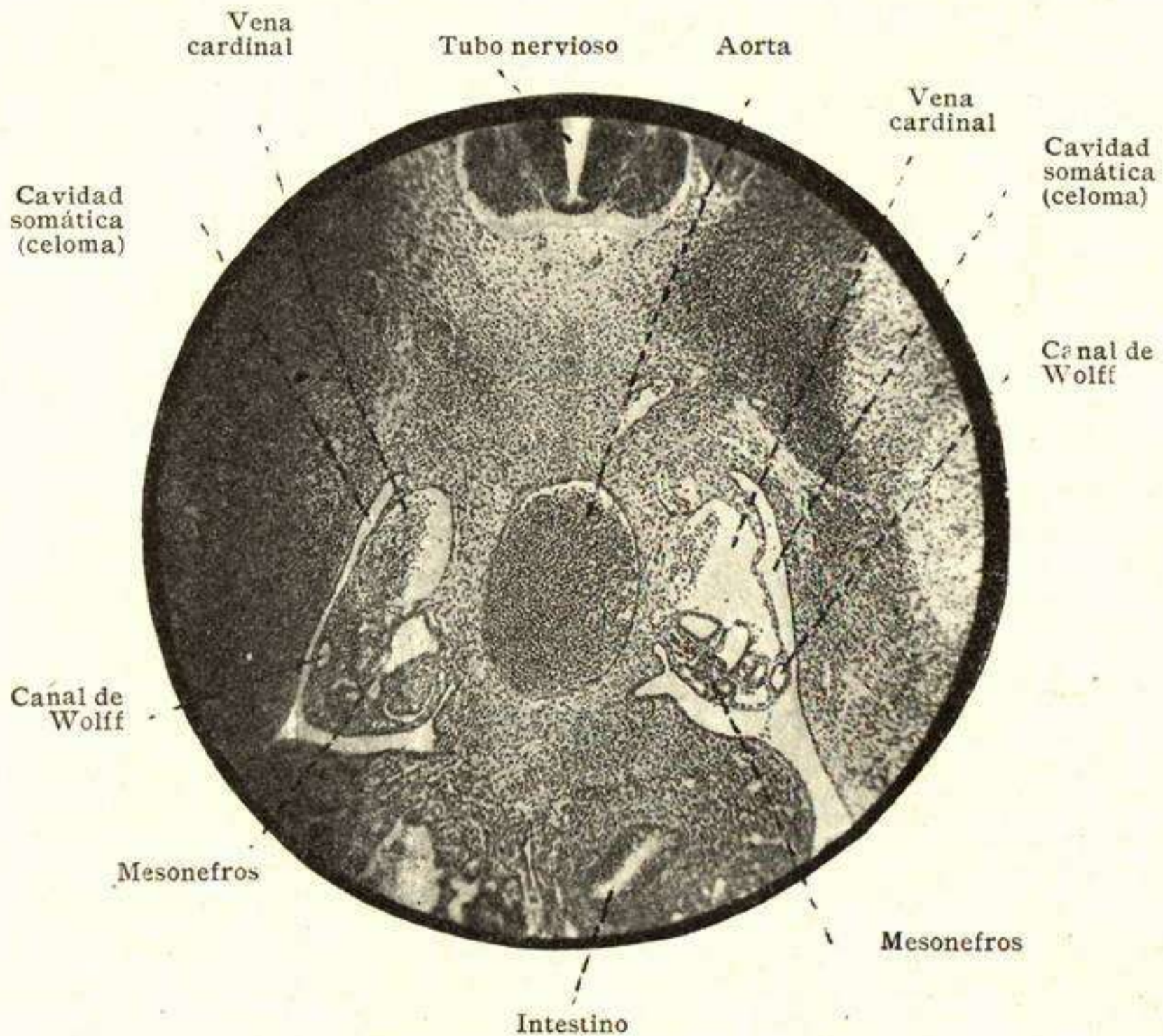


Fig. 88. Corte transversal de un embrión de conejo de 13 días para mostrar la prominencia del mesonefros en la cavidad somática. (Fotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

que podemos tomar aquí por base de nuestra explicación: parte interna o del nefróstoma que, como está dicho, es su abertura en el celoma; la parte externa o lateral que comunica con el canal excretor de Wolff; y parte media. En esta parte media es donde tiene lugar luego una dilatación. Hacia ella crece un vaso derivado de la aorta: vaso que, al ponerse en contacto con la dilatación, forma un glomérulo, esto es, un pelotón de capilares que terminan en un vaso eferente, el cual va a desembocar en la vena cardinal de su lado respectivo. Creciendo el glomérulo, obliga a invaginarse la pared de contacto del tubo dilatado, hacia la pared opuesta del mismo tubo. Esta última

pared, la no invaginada o externa, conserva la forma cúbica de sus elementos; al paso que la invaginada los adelgaza, como sucede en la cápsula de Bowman de los corpúsculos de Malpighio. Cada tubo posee uno de estos corpúsculos.

64. Crecimiento del mesonefros — El mesonefros se convierte bien pronto en una glándula respetable, aun en los vertebrados amnióticos, en los cuales no ha de ser el riñón definitivo: de manera que todo él forma una prominencia longitudinal en la cavidad somática (fig. 88). Este abultamiento es debido a dos circunstancias: primero, al crecimiento en longitud de los tubos mesonefrosales y al originamiento de nuevos tubos. De las tres partes, en efecto, que

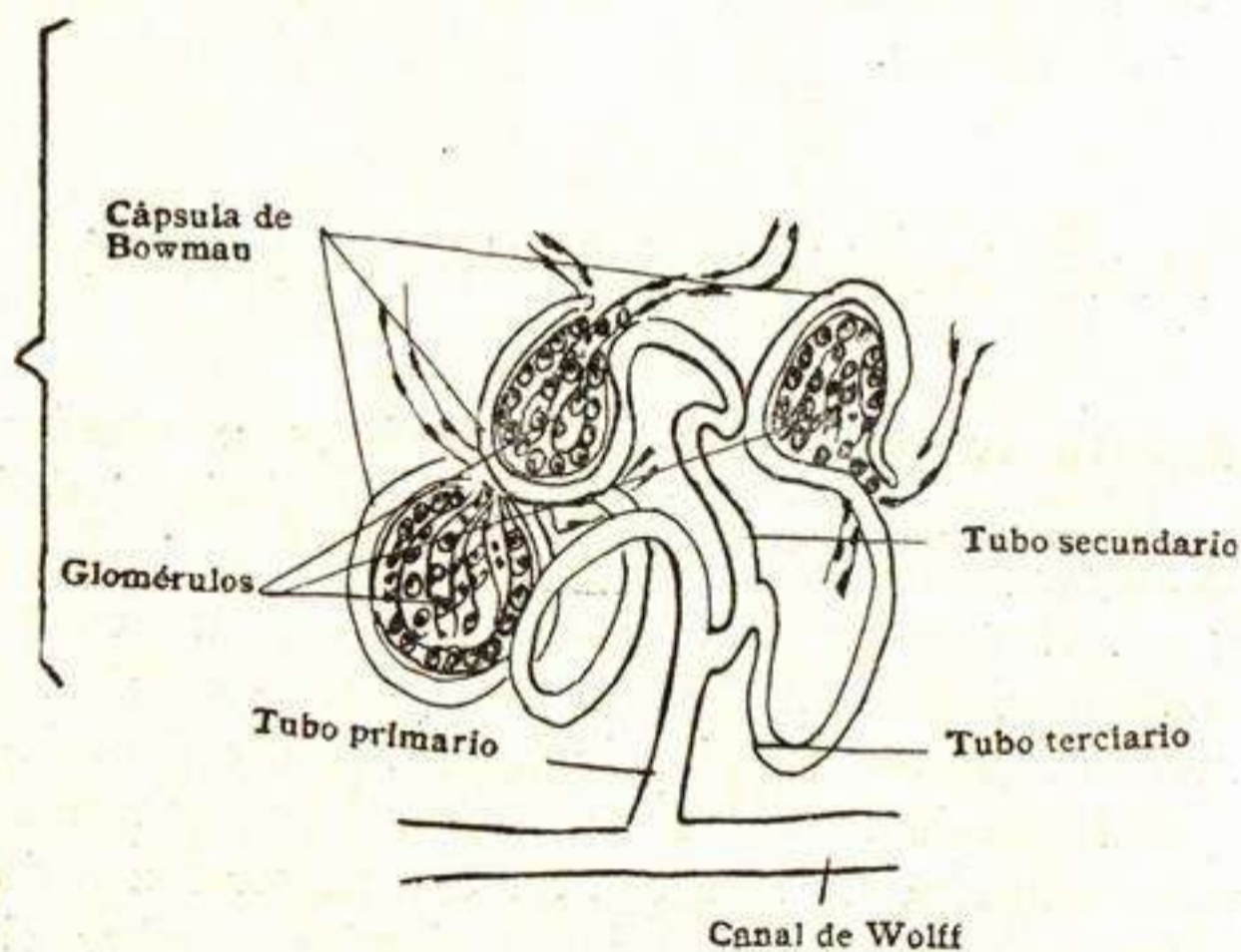


Fig. 89. Esquema para explicar la disposición de tubos mesonefrosales primarios, secundarios y terciarios. (Original).

hemos consignado más arriba en el tubo urinífero, la lateral crece extraordinariamente en longitud, contorneándose o doblándose sobre sí misma (fig. 89), como veremos sucede también con los tubos uriníferos metanefrosales o del riñón definitivo de los amnióticos. Esto por un lado; por otro, tiene lugar la formación de nuevos tubos, originados por la masa o por el tejido nefrógeno. Los nuevos tubos crecen hacia la región del canal excretor, pero no se abren directamente en él, sino en el tubo urinífero primeramente formado, al cual para distinguirlo de los que nuevamente se formen, le llamaremos *primario*. En el tubo primario, pues, se abre un *secundario* y lo hace en su último tramo, esto es, en el tramo próximo a su desembocadura en el canal de Wolff. Y así como en el tubo primario desagua un tubo *secundario*, así puede desagua un *terciario* en el secundario, también junto a su desembocadura en el primario (fig. 89). Cada segmento

mesonefrol viene ahora representado por una especie de árbol tubuloso, ramificado, poseyendo cada rama su corpúsculo de Malpighio: porque, así como una vez abierto el tubo primario en el canal de Wolff, se complica con la formación del corpúsculo de Malpighio, así se complica también el tubo secundario y el terciario con una formación parecida.

Con esto surge en esta región un laberinto de tubos u corpúsculos de Malpighio que determinan la prominencia de un cuerpo voluminoso, como está dicho, en la cavidad somática (fig. 88).

Se debe advertir aquí que no todos los tubos mesonefrosales son compuestos en el sentido explicado. En toda la región craneal del mesonefros que, conforme veremos más adelante, se interesa en la formación del aparato genital, los tubos son simples: en lo restante generalmente compuestos.

V. Metanefros (riñón definitivo de amnióticos)

65. Doble origen del metanefros o riñón definitivo. — Dijimos ya que el mesonefros constituía el riñón definitivo de la mayor parte de los anamnióticos; que en los amnióticos, en cambio, era el mesonefros substituído por el otro cuerpo renal llamado *metanefros*, que será el riñón definitivo de estos vertebrados. El lugar de su origen es la región inmediata detrás del mesonefros, de modo que, si consideramos el mesonefros como continuación del pronefros, el metanefros lo será con tanta o mayor razón del mesonefros. Después de muchas discusiones científicas sobre el origen simple o doble del metanefros, parece que la victoria y la decisión de la controversia es, según la exposición de Felix, en favor de la última opinión, esto es, que el riñón de los amnióticos tiene realmente un doble origen: uno la parte medular y otro la cortical; así como la misma disposición anatómico-histológica deja ver marcadamente dos substancias distintas: la de los tubos rectos (medular), y la más complicada de tubos de curso irregular y sembrada de corpúsculos de Malpighio.

El origen de la parte medular o de los tubos rectos se ha de buscar en una evaginación o brote del canal de Wolff, cerca de su término en la cloaca. Esta evaginación, descubierta por Kupffer, crece dorso-anteriormente (fig. 90), yendo a encontrar el tejido *nefrógeno*, que aquí podremos llamar *metanefrógeno*, y a hundirse en su masa. El tubo que forma esta evaginación es el úreter primitivo, su extremo se ensancha, y el ensanchamiento es el esbozo de la pelvis del riñón. El ensanchamiento se evagina, a su vez, en varios puntos, dando origen a divertículos que de momento representan otros tantos lóbulos del

ensanchamiento; y que definitivamente serán los *cálices* del riñón. El proceso de evaginación no pára aquí. Estos divertículos forman a su vez varios brotes tubulosos, creciendo radialmente y dando origen a los conductos papilares, los cuales, repitiendo el fenómeno del brotamiento, producen los colectores de primer orden y éstos, que terminan en un cuerpo ampular, dividen éste dicotómicamente, originándose así los tubos colectores de segundo orden; y éstos por análogo proceso producen los de tercer orden y así sucesi-

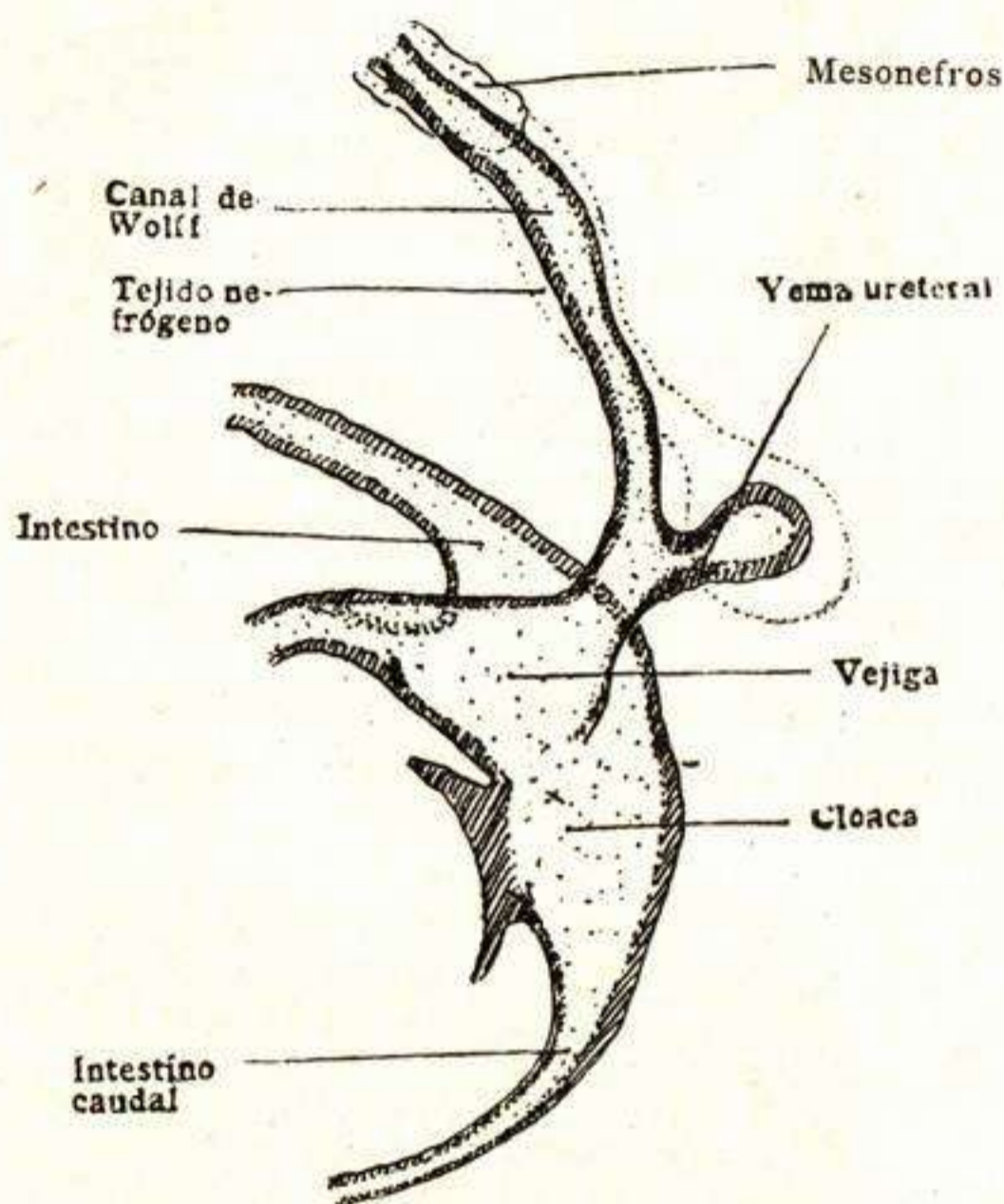
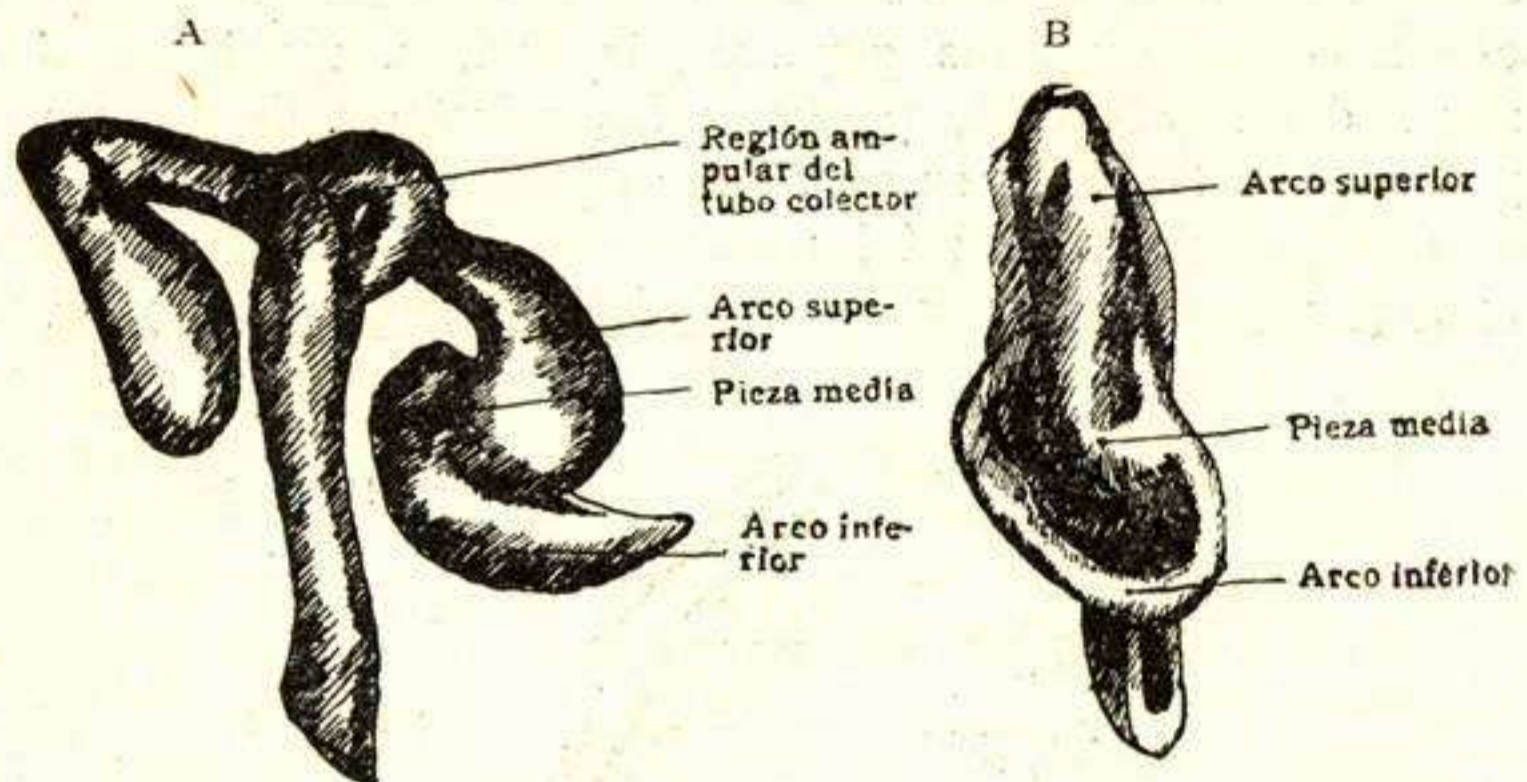


Fig. 90. Primer e bozo del metanefros en un embrión de conejo. La yema que dará origen al uréter, a la pulvis del riñón, a los cálices y a los tubos rectos, deja ver en este estadio dos partes: una estrecha como pedúnculo y otra ensanchada o vesiculosa, sumergiéndose en el blastema metafrógeno, indicado por la línea de puntos. (Copia de una figura de Schreiner por L. Roca).

vamente hasta formarse los últimos (fig. 91). Esto por lo que mira al origen de la parte medular del riñón.

La porción cortical aporta el tejido nefrógeno. Este tejido recibe como en su seno a los primeros tubos colectores, recubriendo su extremo ampular a guisa de caperuza (fig. 92). Al dividirse dicotómicamente el cuerpo ampular de los tubos rectos para dar origen a tubos colectores de orden cada vez superior, se divide también el blastema o tejido nefrógeno que forma la caperuza, en dos porciones, siguiendo al compás de la dicotomía del tubo colector. Sobre el extremo de las últimas ramificaciones de los tubos colectores, el blaste-

ma que lo recubre, toma forma de un cuerpo globoso que se ahueca y transforma en vesícula; ésta, alargándose y torciéndose, se convierte



en tubo S-forme urinífero o secretor metanefral, que se coloca más o menos transversal respecto del colector. Adelantando cada vez más

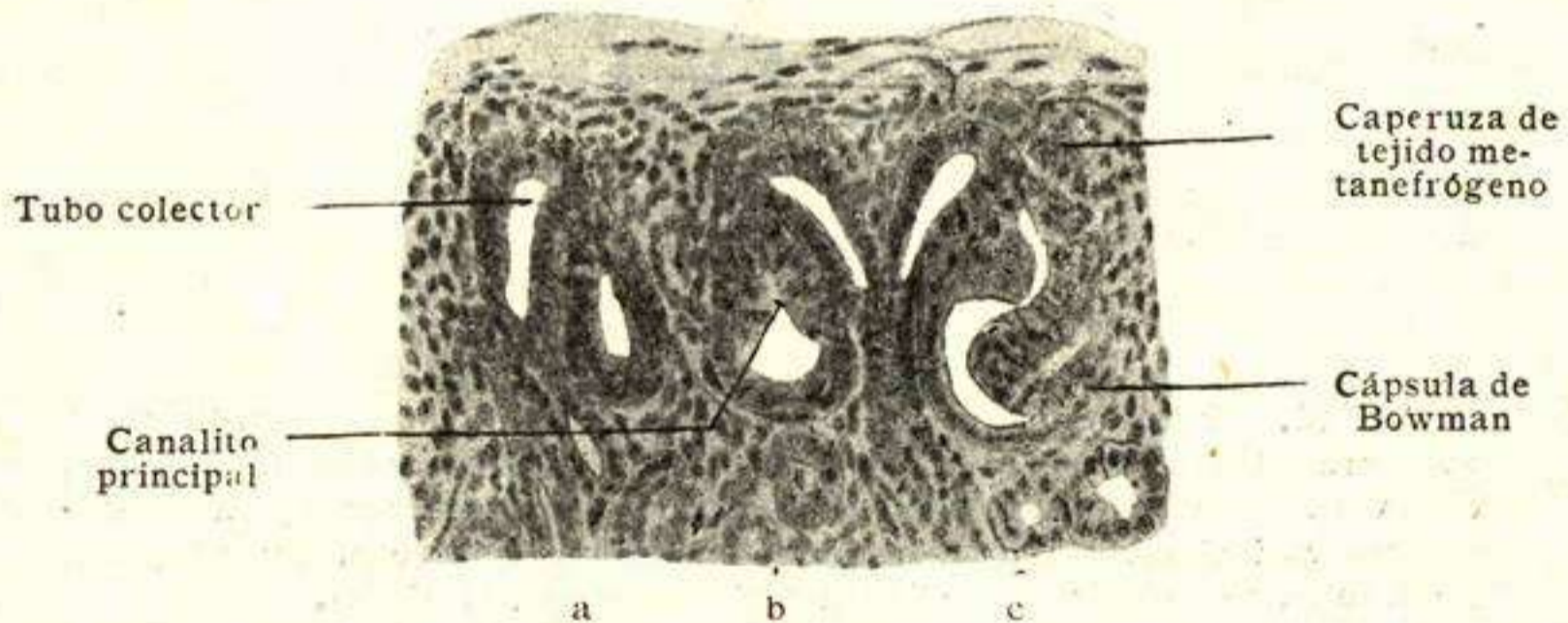


Fig. 92. Porción de un corte del riñón de un feto humano de 7 meses. Según Schreiner (1902). A. 195. En el corte aparecen tres tubos colectores (los tres superiores y a la misma altura), con su caperuza de tejido metanefrónico (máxime el de la derecha). Entre ellos yacen tres canalitos uriníferos a, b, c, (su luz es tan grande o mayor que la de los tubos colectores), y se hallan en diverso estadio evolutivo: el primero (a) (el de la izquierda) comienza a estirarse; el segundo (b) desarrolla una cavidad T forme, diferenciando con esto la parte del canal principal y la de la futura cápsula de Bowman; el tercero (c) ya tiene muy pronunciada una curvatura S-forme con los dos arcos, uno superior o pieza de unión (con el tubo colector), otro inferior, futura cápsula de Bowman. (De Tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

el proceso evolutivo, el tubo S-forme desarrolla en su extremo distal (respecto del tubo colector) la cápsula de Bowman, que recibe el

glomérulo vascular, integrando el corpúsculo de Malpighio. El extremo proximal, en contacto con el tubo colector, se abre en éste y, creciendo notablemente, diferencia las partes siguientes: *tubo contorneado*, *asa de Henle* (fig. 93) con su rama delgada (descendente) y

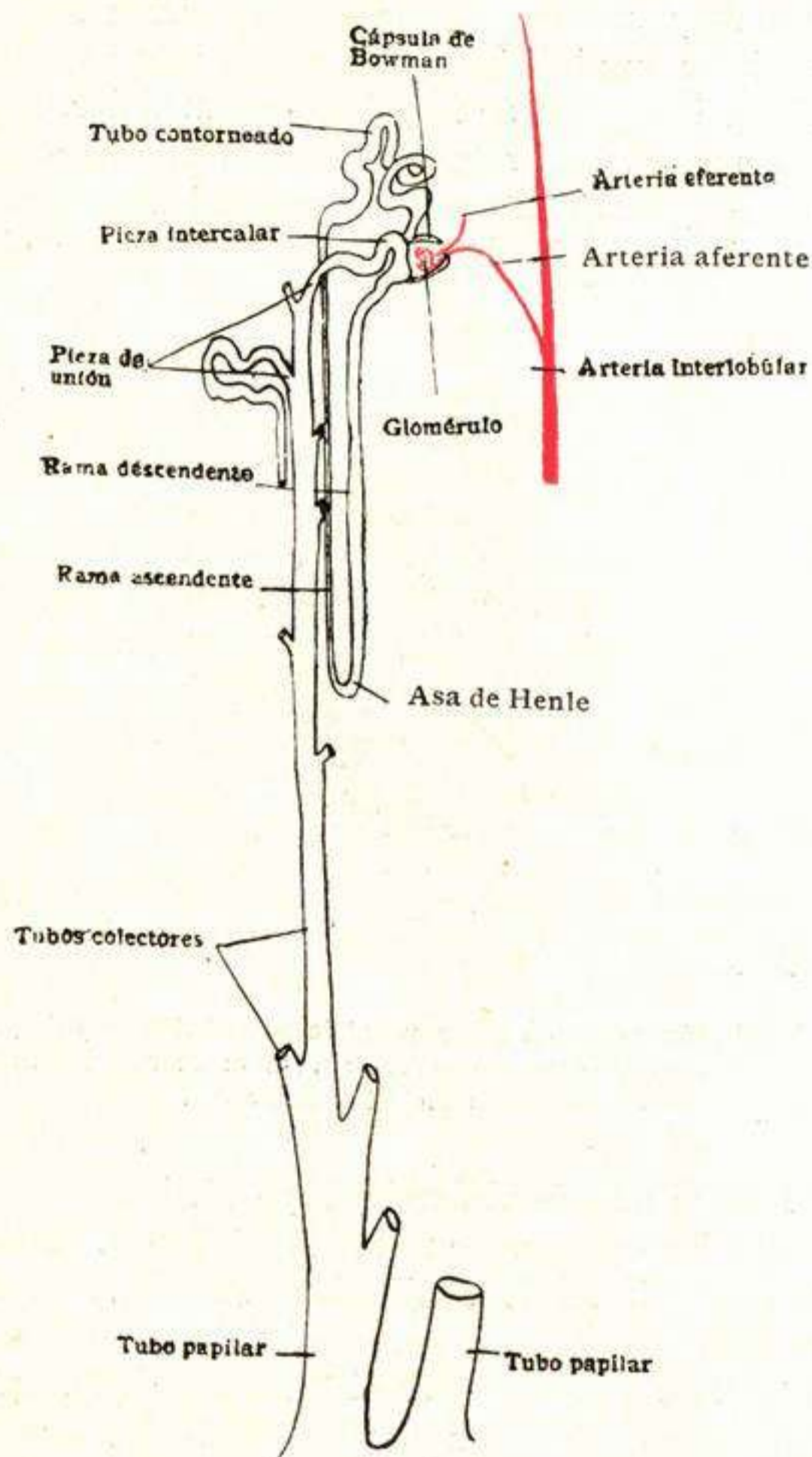


Fig. 93. Parte secretora y excretora de un tubo urinífero metanefral o de riñón definitivo. (Calcado sobre una parte del esquema de Stöhr).

su rama gruesa (ascendente); *pieza intercalar*; y, finalmente, *pieza de unión* con el tubo colector.

Con esto queda constituida la parte específica del riñón definitivo.

66. El riñón definitivo. — La masa renal del metanefros adquiere bien pronto una preponderancia sobre la del mesone-

fros, con ser ésta al principio tan notable. La razón de esto es, por un lado, el crecimiento del *metanefros*, y el decrecimiento, por otro, del *mesonefros*; el cual experimenta reducción sin duda desde el momento en que entra en función el metanefros. El modo de originarse las dos substancias que constituyen la masa específica del riñón definitivo, explica muy suficientemente la disposición anatómica de la substancia medular en pirámides y la forma más parenquimatosa de la corteza. Porque respecto de la substancia medular, a partir de los cálices, cuando menos, los brotes de los conductos papilares han sido radialmente divergentes dentro de su respectivo sector: con lo cual la parte periférica de cada sistema papilar (o de los cálices) repre-

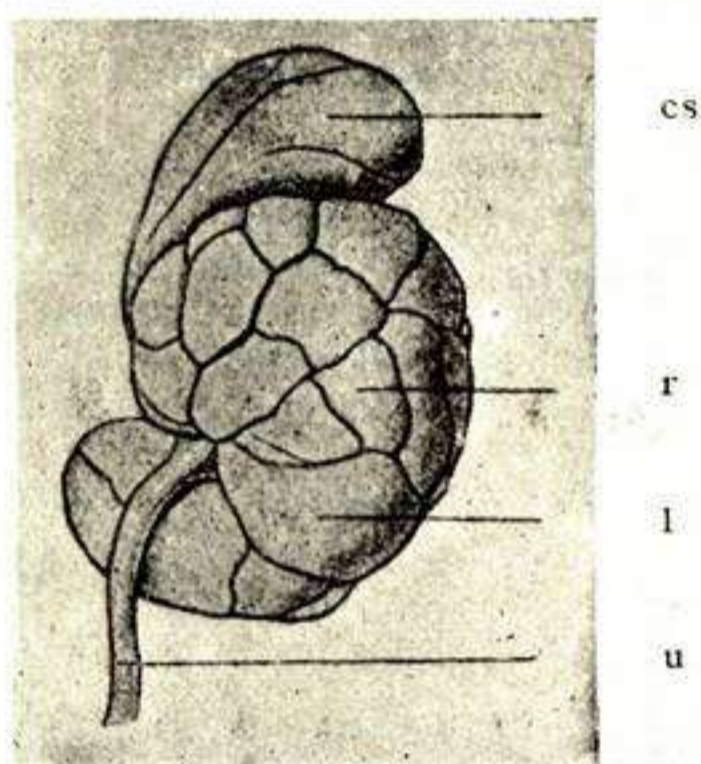


Fig. 94. Riñón y cápsula suprarrenal de un embrión (feto) humano al fin de la gestación. cs, cápsula suprarrenal; r, riñón; l, lóbulo renal; u, uréter. (Según O. Hertwig. De su libro: *Die Elemente* etc.).

senta como la base de una pirámide, cuyo vértice es la papila, donde confluyen todos los conductos papilares del sector. Entre pirámide y pirámide se interpola tejido conjuntivo, formando sepimentos o tabiques. La masa de tejido conjuntivo deja al principio surcos en la parte periférica: de aquí la constitución lobulada (fig. 94, l), aun exteriormente, que encontramos en el riñón definitivo adulto de reptiles, aves y algunos mamíferos (cetáceos) y en los embriones de todos, incluso el hombre. Más tarde, al menos, y después de la vida intrauterina (en el hombre inmediatamente después del nacimiento) desaparece la lobulación externa, revistiendo todo el órgano una envoltura conjuntiva muy recia que iguala la superficie y se llama *túnica albugínea*. Ya se deja entender que el aspecto lobulado exterior del riñón, en los casos ántes dichos, es la expresión de la lobulación interna.

VI. Discusiones

67. ¿Es el sistema renal uno o varios cuerpos?—

Hemos tratado del sistema renal o urinario como si estuviera formado por varios cuerpos sucesivos: el *pronefros*, el *mesonefros* y el *metanefros*. Pero se puede preguntar ahora, si estamos plenamente autorizados para ello; o si más bien hemos de considerar todo el sistema como un solo cuerpo que va creciendo y modificando su parte anterior, a medida que se desarrolla, quizás con más pujanza, hacia atrás, hasta alcanzar su última perfección. Creemos que no faltan razones positivas en favor de esta última concepción, que desde luego da mayor unidad al sistema. El hecho de que los tres cuerpos reconozcan como suelo de origen una misma zona real o virtualmente metamérica; la dificultad que encuentran muchas veces los embriólogos para trazar una línea divisoria, máxime entre *pronefros* y *mesonefros*, y el confundir quizás con frecuencia las formaciones, atribuyendo unos al pronefros lo que es, según otros, parte integrante del mesonefros y viceversa; hace probable que el sistema en cuestión es un solo cuerpo, cuya parte interior, la primera en formarse, adquiere menos desarrollo, precisamente porque aparece muy pronto y en tiempo, en que la simplicidad del embrión no necesita grandes aparatos para sostener el metabolismo celular. Su existencia perentoria sería sólo para dar tiempo a la formación de órganos del mismo sistema, cada vez más capaces de ocurrir a las necesidades que van surgiendo, a medida que el cuerpo embrional adquiere mayor volumen y complicación orgánica. Y una vez formados los órganos renales de mayor poder, pueden sin inconveniente alguno quedar sin actividad los primeros y aun ser reabsorbidos: fenómeno que se conoce particularmente en este sistema con el nombre de *reducción*.

Pasaría aquí algo de lo que sucede en el reino vegetal entre el estadio del crecimiento en longitud del tallo primario, y los estadios sucesivos. Para el estadio de crecimiento en longitud se impone la rápida formación de vasos sencillos, tanto *hadromáticos* (*acuíferos*) como *leptómicos* (*liberianos*), que los alemanes llaman *primanes*, esto es, primordiales. Ellos representan las vías de comunicación de jugos, necesarios para que la planta fabrique entre tanto órganos del mismo sistema, pero de mayor consistencia y duración: los cuales, una vez formados, asumen superabundantemente la función de los primeros vasos, muy endeble, que quedan por lo mismo excedentes y sin la función específica que ántes ejercían.

68. ¿Son los pronefros de amnióticos órganos rudimentarios? — Si en lo que acabamos de disputar, no falta

un fundamento de verdad, se hace muy precaria la posición de aquellos autores que consideran el pronefros de los *amnióticos* (reptiles, aves y mamíferos) como órganos rudimentarios. Porque siempre se les puede responder que lo que ellos llaman órganos rudimentarios no son sino el primer esbozo del cuerpo renal que sin interrupción de continuidad irá desarrollándose, adquiriendo pronto la forma, que llaman *mesonefros* sólo por comparación, quizás mal aplicada, con lo que sucede en otros vertebrados. En nuestro juicio, falta mucho para que se pueda probar que el pronefros sea un órgano rudimentario en sentido filogenético, que es el que pretenden. Porque nadie nos puede prohibir, por razones tocadas en el número anterior, el que consideremos el pronefros sencillamente como el primer paso de la formación de un sistema renal; primer paso que podrá consistir en adelantar la formación del canal excretor, adonde han de ir a abrirse luego los tubos uriníferos del mesonefros: esto, fuera de que la función de cada parte en el embrión es muy difícil de determinar. En cambio, podemos muy bien considerar como órganos rudimentarios dichas formaciones en sentido fisiológico, o porque no adquieren el grado de desarrollo que alcanzan en otros organismos, o por entrar luego en estado de reducción.

Se nos podría oponer contra esta concepción la interrupción de continuidad que a veces existe, v. g., entre el pronefros y el mesonefros. Es verdad; pero esto a lo más probaría que se dan casos de un cuerpo discreto: lo cual puede obedecer a circunstancias que nos son desconocidas: pero no son suficientes para quitar la unidad general del sistema.

VII. Sistema genital: estado indiferente de la glándula genital

69. Orientación. — Antes de terminar lo que nos resta decir acerca del sistema renal, y que se refiere a los conductos que llevan los productos de secreción al exterior, hemos de entrar primero en el estudio del sistema genital, ya que los conductos de eliminación al exterior son en entrambos sistemas comunes, en parte por lo menos. En el tratado de este segundo sistema, hemos de comenzar por la parte específica que es la glándula genital, y distinguir en ella como *mínimum* dos estados: el estado de indiferencia, y el de su diferenciación en ovario o testículo. El lugar de la aparición de la glándula es el epitelio celómico, en las inmediaciones del *mesonefros*, entre la prominencia que forma éste en la cavidad somática, y el mesenterio (figs. 52 y 95). Allí es donde el epitelio celómico, que consta en general de células aplanadas, propias de endotelios, se modifica engro-

sándose: sus células se hacen cúbicas o prismáticas y el epitelio se pluriestratifica. La zona longitudinal del epitelio, modificado en orden a formar la glándula, se llama *estria* o *banda genital*.

70. Carácter primitivo de los elementos ontogénicos. — Desde el punto de vista morfológico es poco menos que imposible distinguir desde un principio las células ontogénicas de las células somáticas. No queremos, no obstante, negar en absoluto que se pueda en algún caso perseguir hacia atrás la línea de

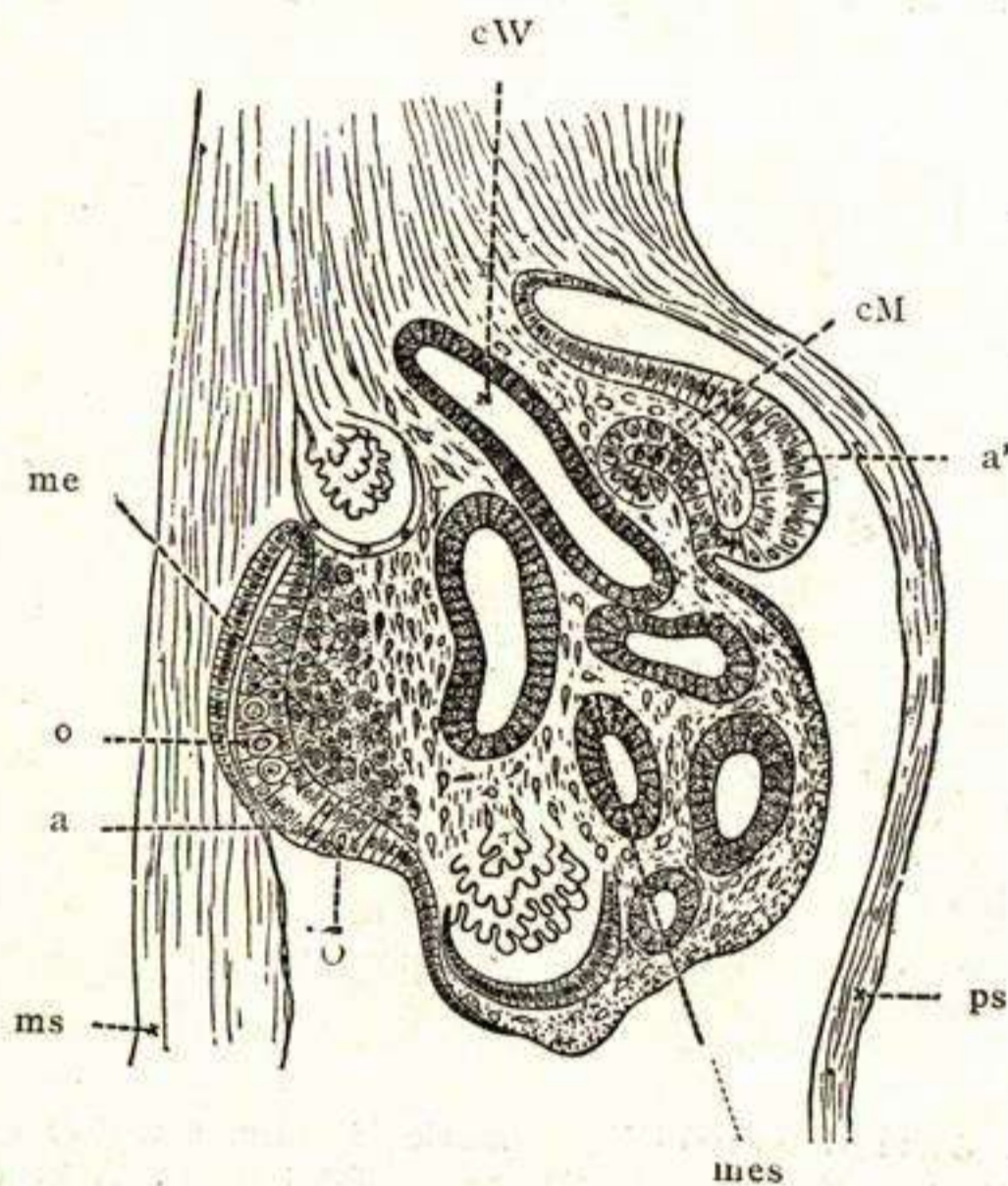


Fig. 95. Porción de un corte transversal de embrión de pollo del 4.º día. Mitad izquierda del embrión. — m, mesenterio; a, parte engrosada del epitelio germinal; a', región del epitelio germinal, desde donde se invagina el epitelio para originar el conducto de Müller; cM, esbozo del canal de Müller; o, oogonios; me, mesénquima modificado para formar el estroma de la glándula genital; ms, mesenterio; ps, placa o lámina somática; mes, mesonefros; cW, canal de Wolff. (Según Waldeyer. Del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc.).

células genitales hasta llegar a la misma segmentación del huevo y hallar allí, en los blastómeros, como quieren algunos, los elementos somáticos, esto es, los destinados a la formación del cuerpo, y los *genitales* que conservan el *idioplasma* para reproducir el organismo, conforme exigen ciertas teorías que tocamos al principio de la Embriología. Personalmente tenemos por más racional y más conforme con los hechos, la teoría biogenética de O. Hertwig, según la cual, todas las células son al principio indiferentes. De hecho serán bien contados los casos en que se pueda notar alguna diferencia entre los productos de segmentación. Y cuando alguno crea descubrir en ellos

alguna diferencia, ha de vigilar mucho para que no sea víctima de alguna autosugestión que nos hace ver muchas veces, aun contra nuestra voluntad, lo que deseamos o pensamos ser así. En el hombre y mamíferos damos por descontado que no es posible esto.

La primera diferencia entre células genitales y somáticas suele consistir en que aquéllas son mucho más grandes, ricas en protoplasma y poseen un núcleo notable: se tiñen generalmente menos que las demás células con las tinciones histológicas ordinarias: razón por la cual resaltan en medio de las demás células como elementos vesiculosos (fig. 96). No se sabe al principio se son oogonios o espermatogonios.

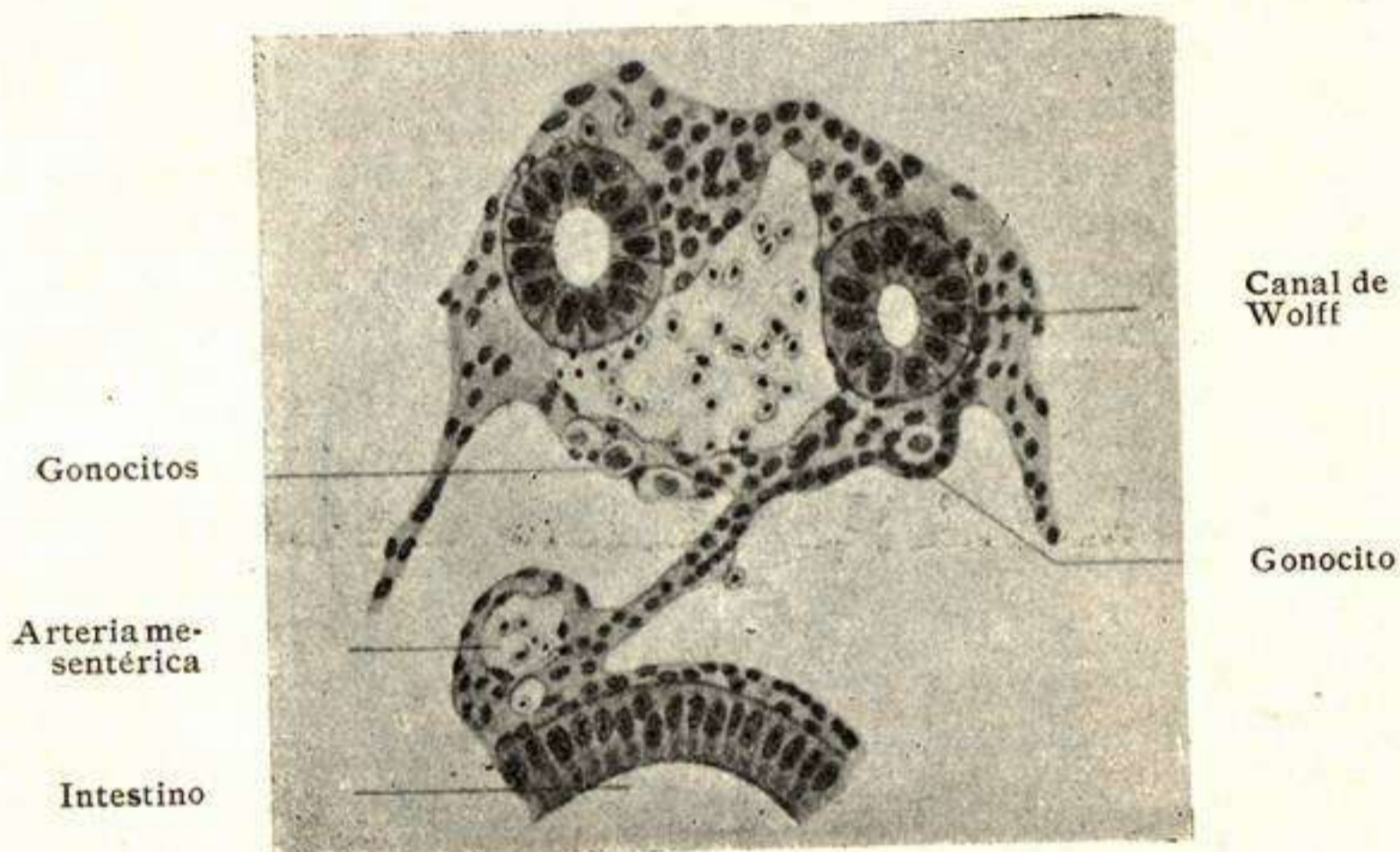


Fig. 96. Corte transversal de un embrión de salmón de 85 días a la altura del 14º segmento primitivo. A: 240. Según Böhi (1904). A la derecha del embrión (izquierda del que mira) se ven cuatro células genitales (gonocitos), y en la izquierda se está formando la banda o tira genital también con una célula genital. (Tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

En este primer estadio de indiferencia sexual se llaman también *gonocitos*. Esto proviene en gran parte, de que el núcleo es grande y tiene naturalmente más diluída (repartida) la cromatina. Estos elementos aparecen ciertamente en el epitelio celómico del lugar citado. Pero lo que llama no poco la atención, es que estos elementos no siempre sean exclusivos de aquel sitio; sino que se les encuentra a veces debajo de dicho epitelio; a veces en el epitelio de la hoja visceral del celoma; también en el mesénquima entre éste y el entodermo, y lo que es más sorprendente aún, hasta en el mismo entodermo. Esto no parece admitirlo Bühler en mamíferos, poniendo en tela de juicio que sean células genitales las descritas por Paludino en el mesenterio y por Nagel en la región del conducto de Müller. Nosotros hemos encontrado semejantes células en la pared visceral celómica

del conejo de 10 días (fig. 97). La presencia de células genitales ectópicas, como podríamos llamar, ha hecho creer a varios autores en una *emigración* de los elementos ontogénicos, desde el sitio de su primera aparición hacia el lugar clásico de la glándula genital que, como queda dicho, es el lado interno de la pared dorsal del celoma, entre el mesonefros y el mesenterio. El mismo Felix admite en algunos casos la emigración.

Según A. Brachet (1), la mayoría de los embriólogos modernos creen que la cresta genital no es la primera fuente de gonocitos o células sexuales. El esquema general para los vertebrados, si exceptuamos quizás los ciclóstomos, que le parece mejor fundado por los hechos (Dustin, J. Firket y otros) sería distinguir por lo menos dos generaciones de gonocitos: una que aparecería a veces muy lejos del lugar de la cresta genital. Los *gonocitos* de esta primera generación, dotados de movimiento amiboideo, se correrían a través del mesénquima hacia la raíz del mesenterio y hacia el epitelio celómico espesado, que hemos llamado estría o banda genital. No todos los gonocitos llegarían al término de su viaje, sino que algunos desfallecerían por el camino o se meterían por entre otros órganos y sucumbirían o se atrofiarían. Los que llegan felizmente al lugar de la glándula genital, se interpolarían, en parte al menos, entre las células epiteliales de la estría genital o se pondrían en contacto con ellas, provocando en dicho epitelio la formación de nuevos gonocitos que constituirían la segunda generación. Quizás no se conserve ningún gonocito de la primera generación; pues tarde o temprano desaparecen aun aquellos que han logrado colocarse en buen lugar, no sin dar primero, mediante sus productos o residuos (sin duda hormóticamente, esto es, por medio de hormonas), el impulso para la formación de los gonocitos de dicha segunda generación.

Goldschmidt quiere ver en la desaparición de los gonocitos, o mejor en sus productos o residuos hormoníferos, un apoyo de su teoría fisiológica sobre la determinación del sexo (2). No podemos ahora entretenernos con este problema, dejándolo para su respectivo tomo, esto es, para el tomo de los grandes problemas biológicos que esperamos escribir y publicar.

Indicada la teoría de las emigraciones, haremos constar por de pronto que al fin de cuentas los elementos ontogénicos se hallan reunidos en el lugar que hemos señalado como sitio de la glándula genital, sea que de hecho haya tenido lugar una verdadera emigración hacia aquel lugar, sea que hayan desaparecido los de formación ectópica.

Nosotros creemos que nadie es capaz de perseguir ni en vertebrados ni en invertebrados de alguna complicación, y quizás en ningún

(1) *Traité d'Embryologie des vertébrés* p. 528 y siguientes. 1921.

(2) Goldschmidt, R: *Mechanismus und Physiologie der Geschlechtbestimmung*. Berlin, 1920.

metazoario, a pesar de las afirmaciones y comprobaciones que se leen en los libros (la experiencia nos ha enseñado cuánto se exagera y cuán mal se interpreta muchas veces), la suerte de una célula determinada desde su segmentación hasta su definitivo destino, representado en sus descendientes.

Se ha querido basar el perseguir la línea genital, a ser posible, hasta la misma segmentación, en la presencia y comportamiento del

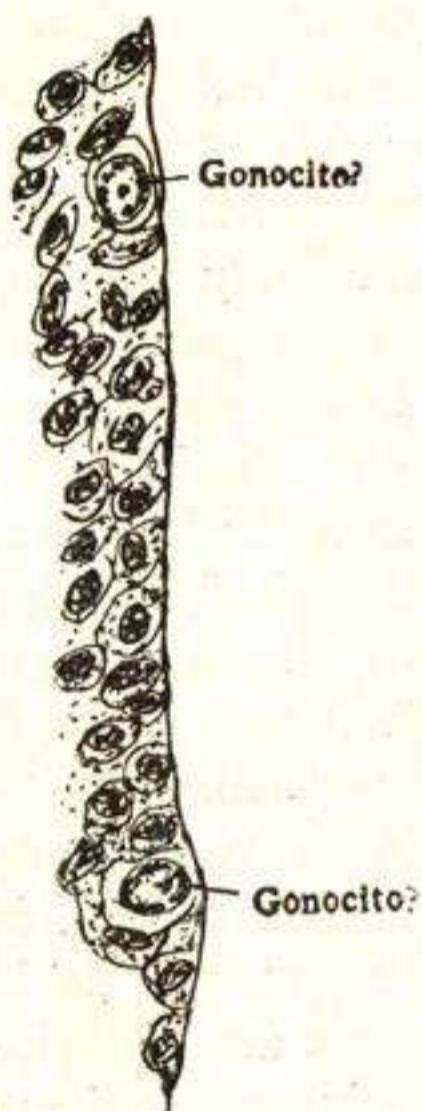


Fig. 97. Porción del epitelio de la pared celómica interna de un embrión de conejo de 10 días. Las células grandes y más claras son o gonocitos o células accidentalmente grandes con núcleo quizás iniciando la profase. A: ca. 540. (Orig.).

condrioma. El *condrioma* ha pasado en Biología a ser otro lugar común, donde se refugia el teorizante: de él corta cada uno lo que más le hace al caso, como hace el sastre con una pieza de tela. Creemos sencillamente que los autores andan muy desorientados y desconcertados sobre la interpretación de multitud de cuerpos morfológicos, conceptuados como *condrioma*: unos los hacen substancia de reserva (A. Mayer); otros, cuerpos secretores (Guillemond); otros, leucoplastos (Alvarado); otros, sin duda, los confunden con centrosomas, con el aparato reticular de Golgi, y no sé con cuántas otras cosas. ¿Y de aquí quieren sacar la línea de células genitales? El fárrago de opiniones contradictorias acerca del origen de las células genitales, nace de la interpretación que cada uno quiere dar a lo que encuentra, sin poder aducir razones convincentes. Las llamadas células genitales *primarias*, *gonocitos primarios*, que aparecen en gran parte fuera de la región genital y que emigrarían o irían quizás a los vasos para ser transportadas a la región genital, nunca hemos podido convencernos de que tengan que ver con la glándula genital: son, a

nuestro juicio, células que bajo el influjo de algún estímulo, probablemente químico, se han irritado y tomado la forma y aspecto de células que recuerdan óvulos (fig. 97). Pasaría aquí algo de lo que pasa en la placenta de los mamíferos y, en general, en el tejido uterino que envuelve inmediatamente el embrión de rata y ratón en los primeros estadios de su desarrollo, produciéndose las llamadas células gigantes (1). El hecho de desaparecer estas células, es sin duda una prueba de lo que decimos. Todas las teorías que se levantan sobre ellas, las tenemos por castillos al aire.

(1) Pujiula (J.) S. J: Die Frage de Riesenzellen bei der Entwicklung der Maus. Primer Congreso de Naturalistas Españoles. Zaragoza 1908

Cuanto al tiempo de la aparición de células genitales se nota más o menos variedad. En el embrión de conejo se comienza a notar la presencia de estas células a los 13 días. Nosotros, con todo, ya a los 10 días dimos con las células (fig. 97), cuyo aspecto recuerda las poco ha mencionadas. Y si se nos dijera que sólo tendrían el aspecto de

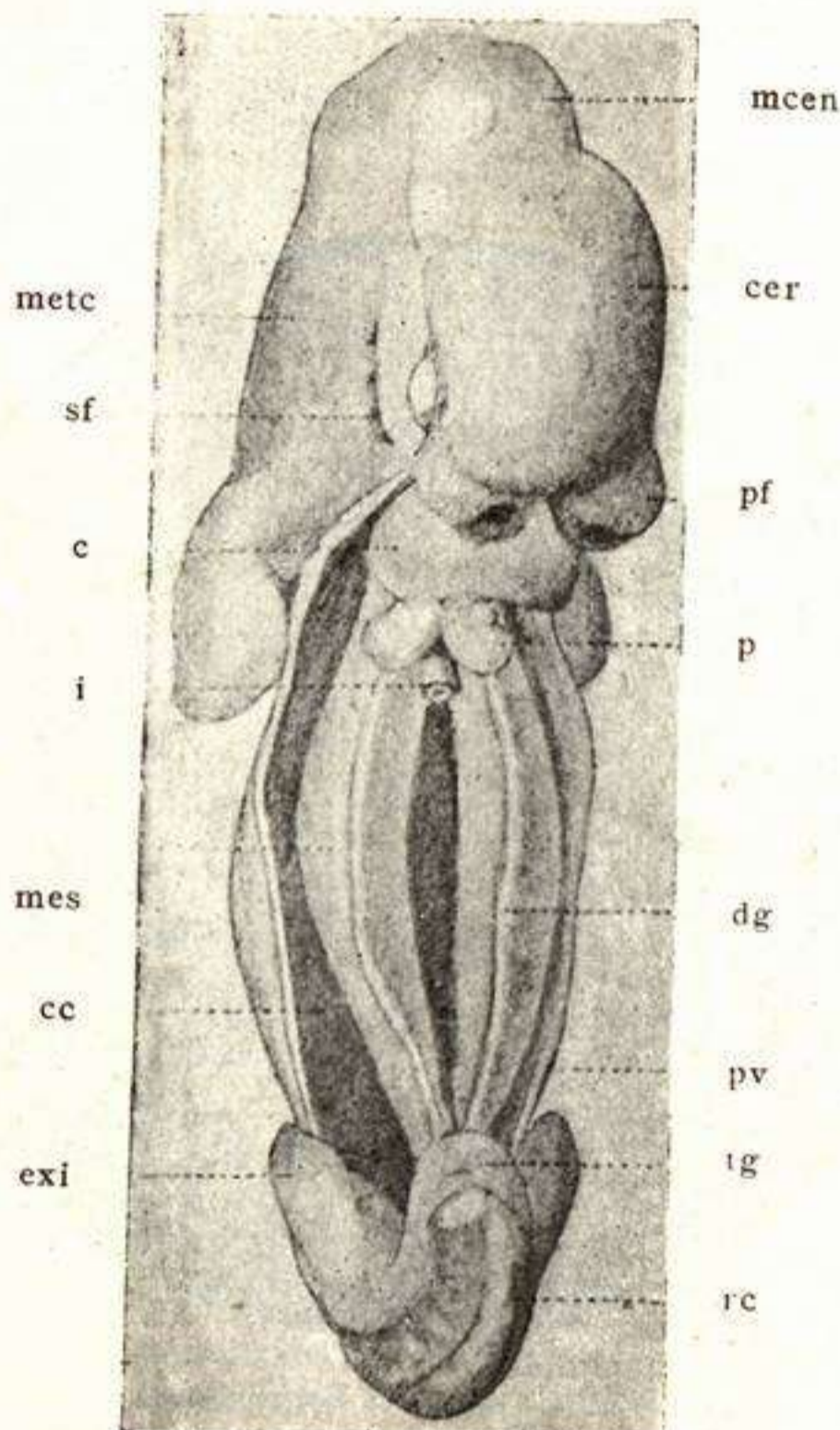


Fig. 98. Vista ventral de un embrión humano de 3 a 4 semanas. Está abierta la cavidad somática para ver mejor el interior. mcen, mesencéfalo; cer, cerebro; metc, metencéfalo; sf, surcos faríngeos; pf, prolongaciones frontales; c, corazón; p, pulmones; i, intestino; mes, mesonefros; dg, dobladura o banda genital; cc, cavidad celómica o somática; pv, pared ventral; tg, tubérculo genital; exi, extremidad inferior; rc, región coxígea. (De Kollmann, en el libro: Die Elemente de O. Herwig).

células genitales o gonocitos, responderíamos con igual derecho que las células que nos pintan los autores tampoco tienen más que el aspecto de tales.

71. Prominencia o cresta genital. — El espesamiento del epitelio, por una parte, con la presencia en él de elementos genitales y, por otra, las llamadas *tiras genitales*, provenientes de la región craneal del mesonefros, según unos, o del dicho epitelio, según otros,

y que se introducen en el mesénquima de la glándula genital, produce un abultamiento de ésta que, a manera de cresta longitudinal, hace prominencia en la cavidad somática (fig. 98). De manera que en la pared dorsal del celoma tenemos, en este estadio, dos crestas o prominencias longitudinales: una interna, que es la *cresta genital*, y otra medio-lateral que es la del *mesonefros* (fig. 99).

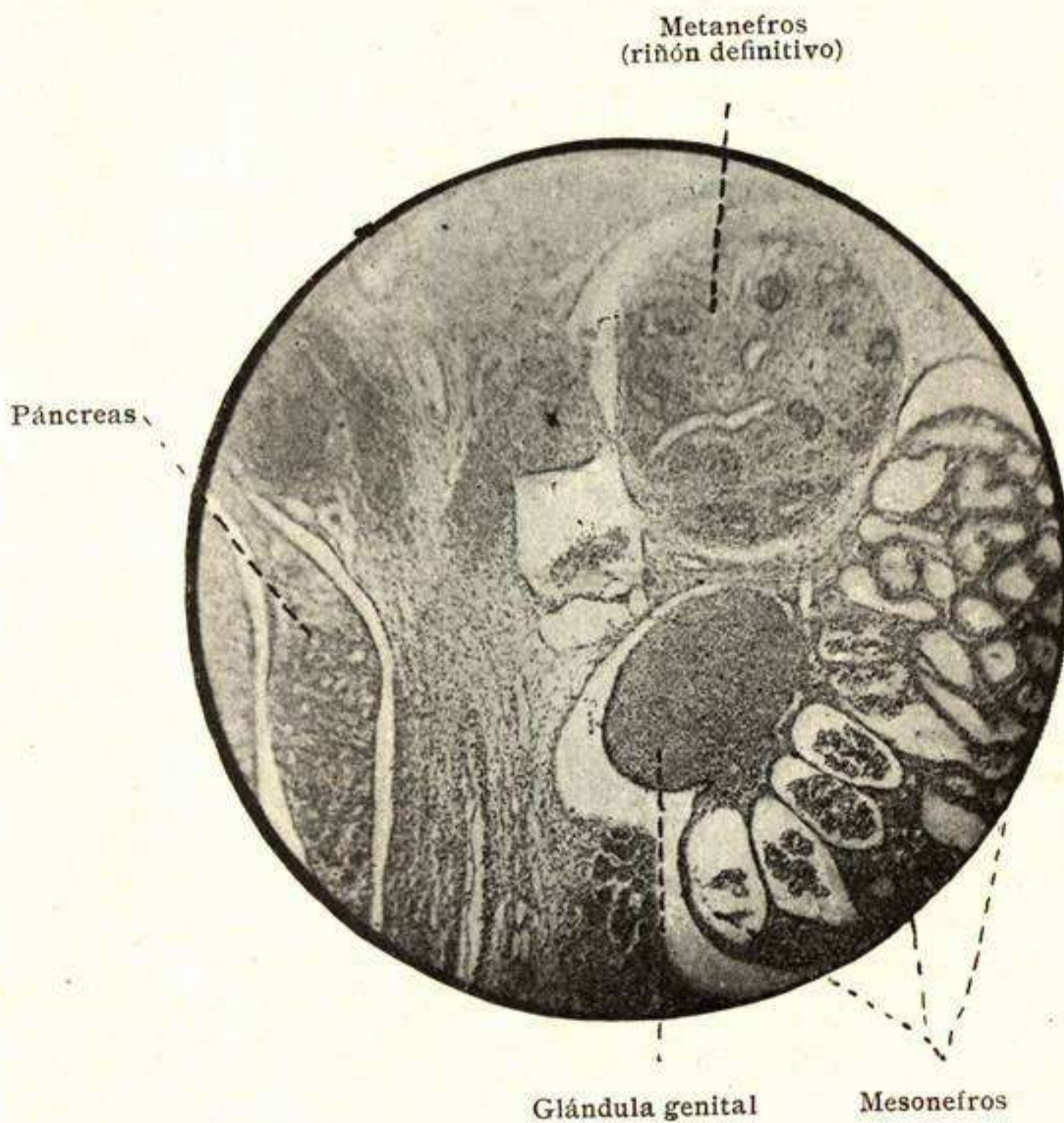


Fig. 99. Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días pasando por la glándula (cresta) genital en formación. (Fotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

Las tiras genitales, que hemos mencionado, son cordones epiteliales sólidos (fig. 100) que en la hipótesis de su procedencia mesonefrol se derivarían de la cápsula de Bowman. Estos cordones los veremos desempeñar más adelante un papel notable, principalmente en la glándula genital masculina o en el testículo. Buhler defiende, como más probable, que en mamíferos y en el hombre esas tiras genitales traen su origen, no del mesonefros, sino de la parte craneal del epitelio celómico; pero pueden crecer hasta ponerse en contacto con el mesonefros: lo cual puede haber sido ocasión de error. Felix, que trata la cuestión en los demás amnióticos, las deriva del mesonefros.

72. Primeros pasos para la diferenciación. — Las primeras señales que sirven a los autores para discernir en los mamíferos si la glándula genital va a ser *ovario* o *testículo*, se pueden reducir a las siguientes, según Bühler: 1.º, en el testículo el epitelio es bajo y uniestratificado, después que han brotado de él las tiras genitales que luego estudiaremos; 2.º, entre el epitelio y las mencionadas tiras genitales se forma la túnica albugínea de conjuntivo, bien limitada; 3.º, las tiras genitales se diferencian y destacan perfectamente

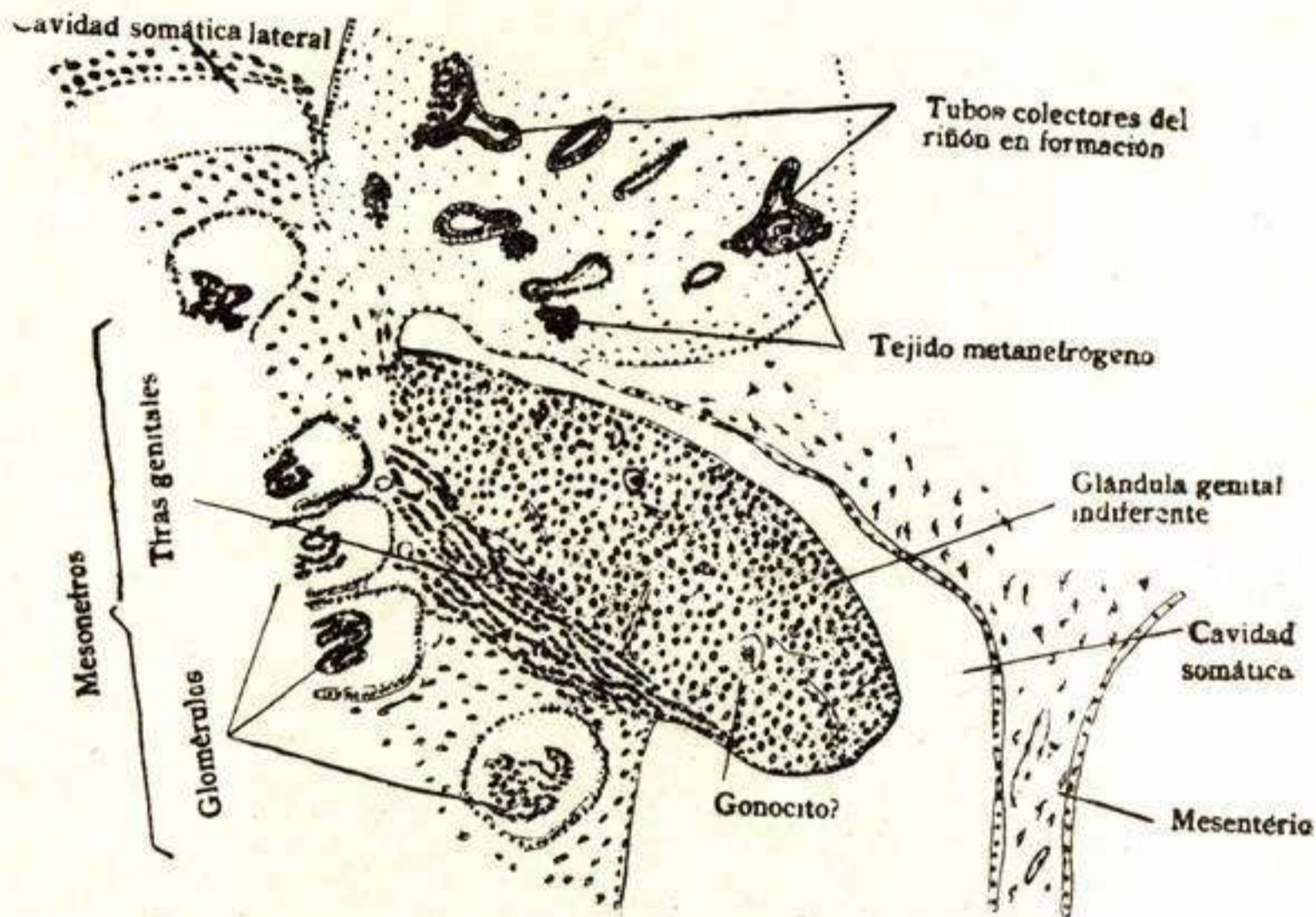


Fig. 100. Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días, pasando por la glándula genital indiferente. El cuerpo está formado por una masa celular indiferente, hace prominencia en la cavidad somática, revistiéndole un epitelio. En su base aparece un tejido constituido por tiras celulares que separan el cuerpo del mesonefros. Estas tiras no pueden ser sino las *tiras genitales*. A. 40-50. (Dibujo algo esquemático, original).

del estroma. Lo contrario sucede en el ovario. A esto se puede añadir que en el testículo desaparecen las células genitales, esto es, aquellas células, así llamadas, por razón de su forma grande y vesiculosa; al paso que en el ovario persisten y se conceptúan luego como *oogonios*. De donde la idea de si aquellas células son en el testículo *oogonios* también y el animal es en aquellos primeros estadios *hermafrodita*.

VIII. Ovario

73. Primeros estadios. — No es posible en una obra elemental bajar a pormenores sobre la ontogénesis del ovario en cada grupo de vertebrados. Lo único viable es dar una idea substancial

acerca de los procesos generales, teniendo presentes *principalmente* a los amnióticos y más aun a los mamíferos.

Sabemos, por lo antes dicho, que el ovario, en el estado reconocible como tal, consta de un epitelio engrosado o pluriestratificado; y sus células genitales conservan en general la forma de elementos

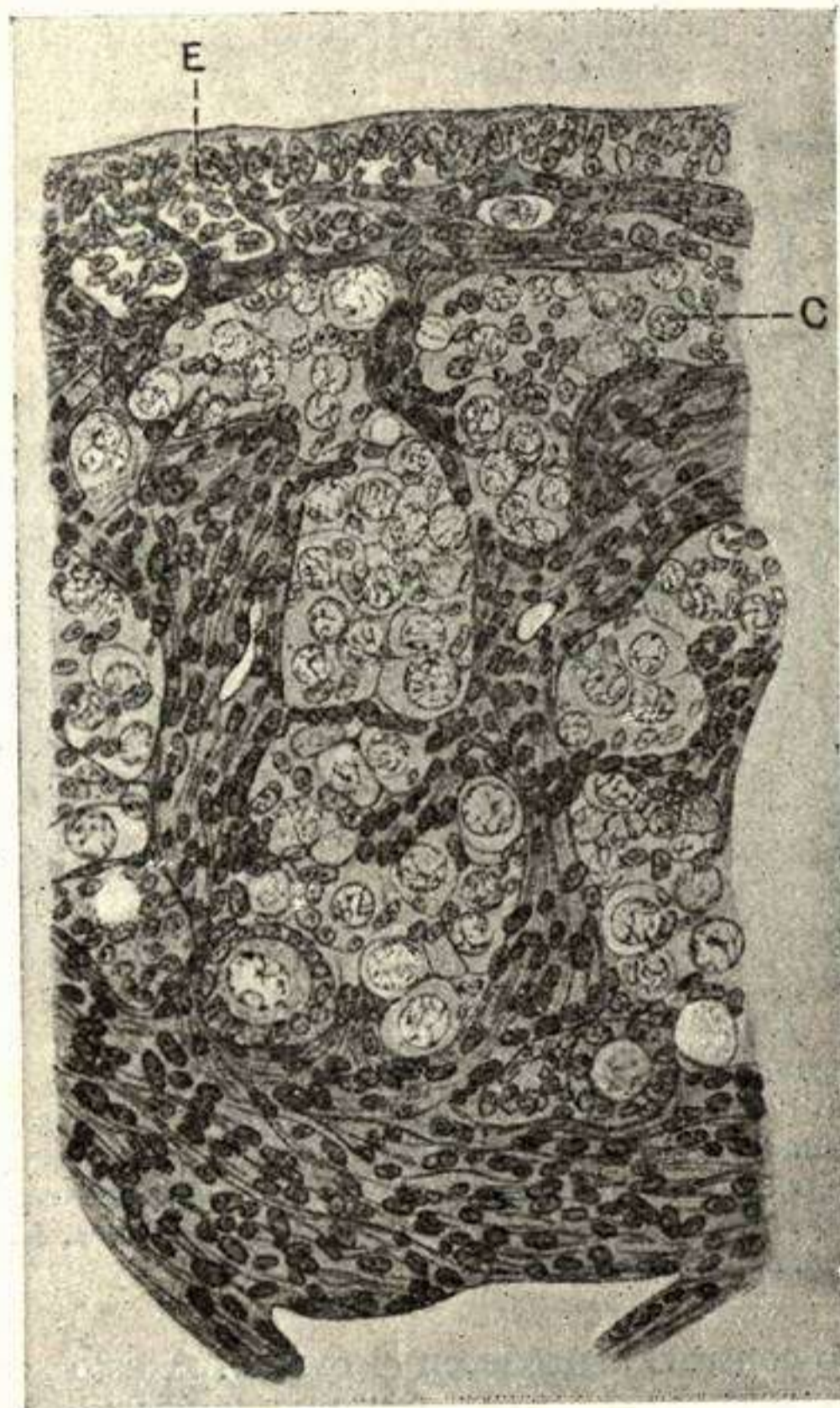


Fig. 101. Corte de ovario de coneja después de 18 días de nacida. E, epitelio germinativo; C, cordones de Pflüger. En el fondo de la figura se ven dos folículos primitivos. (Según Winiwarter. Del *Traité d'Embryologie* de A. Brachet). Véase también la figura 35 de la primera parte.

grandes, más claros y vesiculosos, según superiormente hemos descrito: los cuales deben conceptuarse como *oogonios* (véase el cap. I, art. II, de la primera parte). El epitelio no se mantiene por igual en toda su extensión; sino que se invagina proliferando en distintos puntos y se hunde dentro del estroma, esto es, del conjuntivo subyacente, constituyendo tiras epiteliales llamadas *cordones de Pflüger* (fig. 101). Sin duda que en su movimiento arrastran esas tiras oogo-

nios, formados más arriba; pero, además, se originan en ellas otros. A una con este movimiento de invaginación del epitelio se junta el crecimiento, en sentido más o menos contrario, del conjuntivo que ayudará no poco a la formación de las tiras mencionadas y a la producción de unos como islotes que por contener también en su interior oogonios o por ventura óvulos, se conocen con el nombre de nidos, *pelotas ovíferas* (Eiballen).

74. Folículos primitivos. — En otro estadio más avanzado, al lado de muchos cordones de Pflüger, comienzan a aparecer células grandes con núcleo igualmente grande y vesículas, provisto de uno o varios nucléolos, y rodeadas cada una de ellas de una corona de células menores (figs. 101 y 102): son los llamados folículos

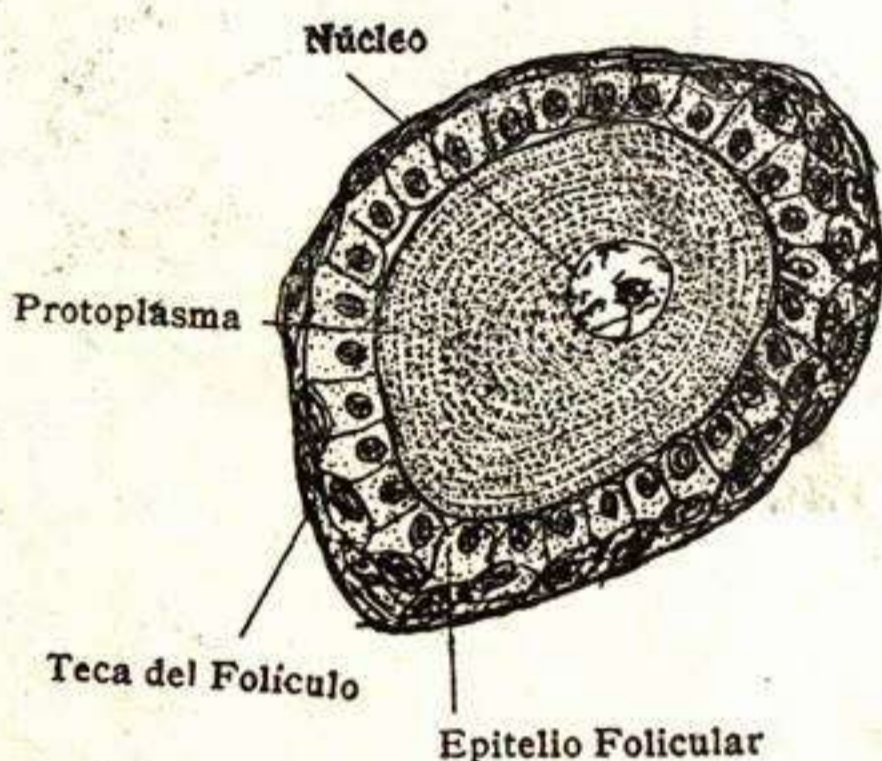


Fig. 102. Folículo primitivo del ratoncito. (Original).

primitivos o *primordiales*. ¿De dónde su origen? El tejido conjuntivo que, según acabamos de ver, ha contribuido con su crecimiento a la formación de cordones de Pflüger, continuando su crecimiento en varias direcciones, fragmenta a aquéllos en porciones cada vez más pequeñas, hasta quedar cada óvulo aislado de otros, conservando sólo las células más inmediatas a su superficie, en cuyo medio se ha formado y desarrollado. Esta parece ser la explicación más obvia, aunque sobre el particular haya sus opiniones y divergencias. Aquí sólo queremos tocar de paso dos puntos por haber sido objeto de algunas recientes publicaciones en nuestra patria.

P. Domingo y S. Vilaseca suponen (1918) que en la formación de folículos primordiales, tiene en el hombre una parte muy principal (y quizás exclusiva en la mente de estos jóvenes investigadores), la aparición y desarrollo de vasos sanguíneos: éstos serían los que, insinuándose al crecer por entre los cordones de Pflüger, obligarían a separar de ellos unas porciones de otras y un folículo primordial de

otro. Nosotros no dudamos de que la formación y crecimiento de los vasos ayuden también al proceso, y parece que se está dicho al afirmar como factor el crecimiento del conjuntivo; pues éste no crece desprovisto de vasos: todo crece a un tiempo. Por lo demás, sería por

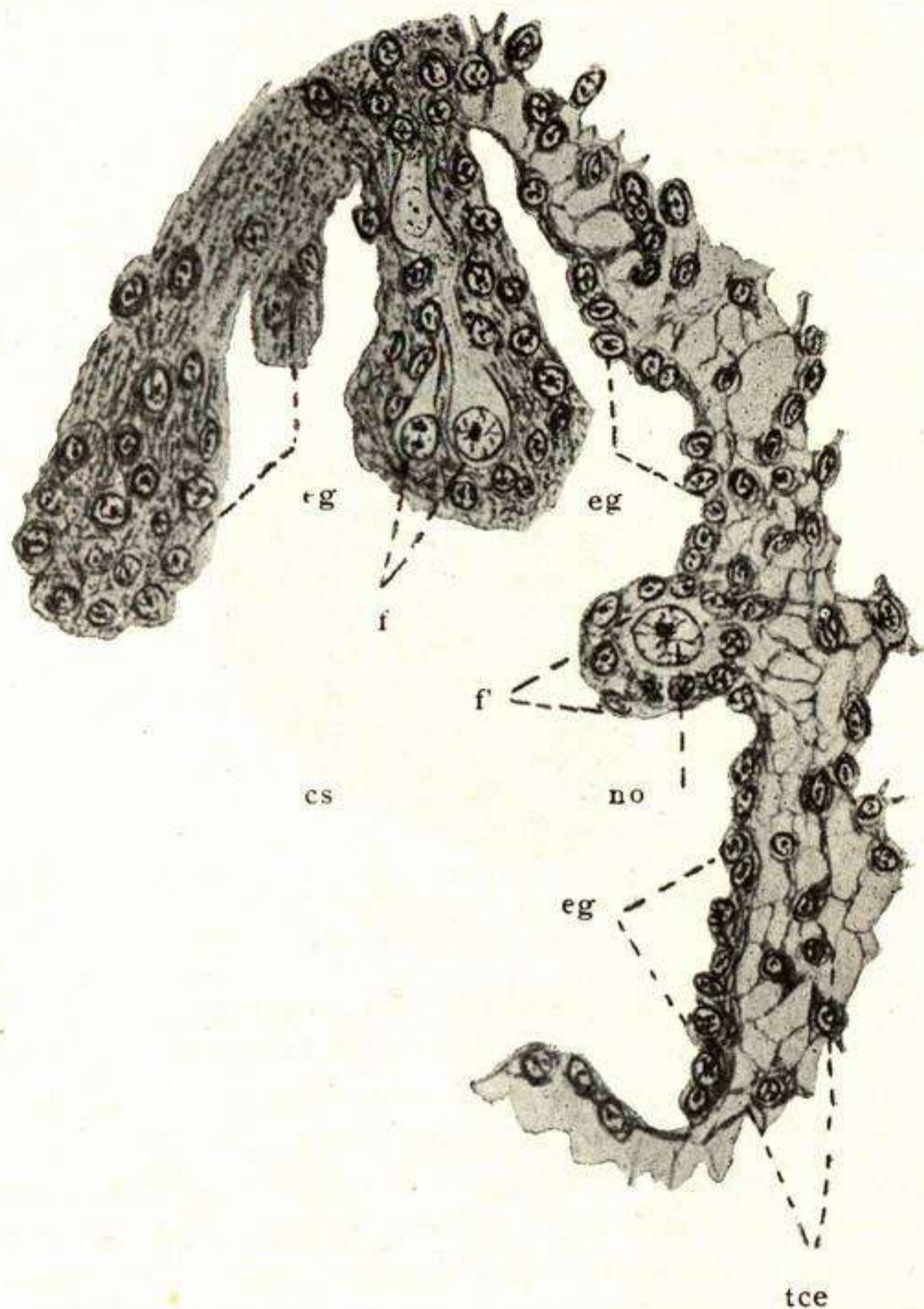


Fig. 103. Fragmento de un corte transversal de embrión de pollo de 5 días. El corte pasa por el esbozo de la glándula genital. — eg, epitelio germinativo; f, folículos primitivos en formación; f', folículo primitivo haciendo prominencia en la cavidad somática; no, núcleo del óvulo; cs, cavidad somática; tce, tejido conjuntivo embrionario. (Del Trabajo de A. Trias: contribución al conocimiento de la ovogénesis. Treballs de la Societat de Biología de Barcelona 1919).

ventura demasiado suponer, como factor característico, la sola formación de vasos. Pues se dan casos, en que la acción de los vasos queda completamente excluida, como en el folículo del embrión de pollo (fig. 103), publicado por nuestro discípulo Alfonso Trias (1919).

El otro punto, que no queremos se nos pase por alto, es el origen

de las células foliculares que rodean el oocito. De lo dicho acerca del origen de los cordones de Pflüger y del modo de aislarse en ellos unos de otros los oocitos, rodeado cada uno de su séquito de células foliculares primitivas, se desprende sin dificultad que el origen de estas células es *epitelial*, dado que las células que acompañan o rodean a los cordones de Pflüger reconozcan también por origen el epitelio celómico. Esta es la opinión universalmente admitida, como se saca de los tratados de Felix y Bühler en la monumental obra de O. Hertwig: *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere*; tratados en que los mencionados autores alemanes parecen agotar cuanto se ha dicho, investigado y encontrado hasta la fecha (1906); la conclusión es siempre que las células foliculares (prescindimos ahora de la *theca folliculi*), son de origen epitelial. Bühler, hablando de los mamíferos y del hombre, da esta conclusión por tan asentada que dice que la indicación de algunos autores (Foulis 1878, Berte y Gozzi 1884, Gastel 1871, Clark 1901, Hahn 1900), de que estas células son de origen conjuntivo, o la de otros (Schafer 1880, Cadiat 1880, Harz 1883, Sabatier 1883), de que proceden del óvulo; no tienen sino interés histórico, sin ningún fundamento real.

Pero, a pesar de todo, como quiera que los hechos no son del *todo evidentes*, se da lugar a dudas; y no faltan autores recientes que son de opinión contraria y tienen para sí que el epitelio folicular, que multiplicando sus elementos constituye más tarde la granulosa, es de origen conjuntivo: se fijan principalmente en la morfología primordial de las células que le componen. Tal es la opinión del distinguido catedrático de Obstetricia, Dr. Nubiola (1917), al que habrán seguido sus discípulos como Aguilera L. (1) (1919). Este último autor hace mucho hincapié en el método tano-argéntico. Entendemos que la bondad del hincapié en el método tano-argéntico. Entendemos que la bondad del método no sólo se ha exagerado, sino que en muchos casos deja mucho que desear. La forma más o menos aplanada de las primeras células que envuelven el oocito y le dan el carácter de folículo primordial (fig. 104), tampoco nos hace gran fuerza: tratándose de un órgano en formación, bastan las fuerzas mecánicas provenientes, v. g., del crecimiento del tejido adyacente, para deformar más o menos las células en cuestión y darles cierto aspecto conjuntivo. Por lo demás, las mismas células del epitelio celómico pueden transformarse en conjuntivo.

Es un hecho que en el folículo primordial, las células que rodean inmediatamente al óvulo, muy pronto afectan con toda perfección la forma de un epitelio: en el corte óptico, el óvulo aparece rodeado como de una corona de esferitas (fig. 102) que son los núcleos de di-

(1) Origen, formación y evolución del folículo de Graaf; histogénesis del cuerpo lúteo. (Calpe, Madrid, Barcelona, 1919). Item, contribución al estudio de la génesis y evolución del folículo de Graaf. Boletín de la Soc. Esp. de Biol. Año VIII, 1919.

chas células epiteliales; a esta capa sigue hacia fuera otra que es a todas luces conjuntiva (fig. 102), contrastando admirablemente el aspecto de las células *fusiformes* y muy alargadas con las de la capa precedente. Parece algo raro que si estas dos capas son todas de la misma naturaleza y tienen un mismo origen, ofrezcan un aspecto tan diverso. La influencia del óvulo para diversificar los elementos de la primera capa, como opina el sabio catedrático, antes mencionado, nos parece que también debería influenciar los de la si-

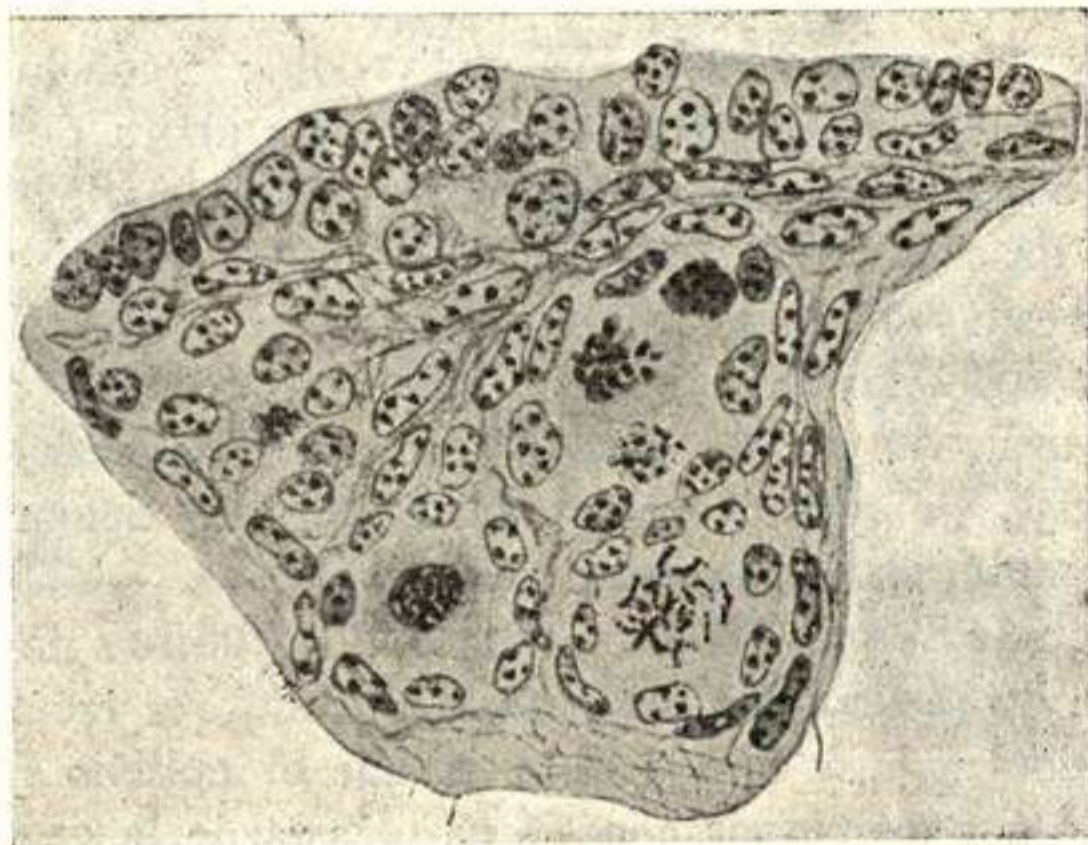


Fig. 104. Porción de un corte de ovario de embrión de vaca del 6 mes. Segun L. G. Guilera. Debajo del epitelio germinativo se ven tiras de conjuntivo destinadas a formar la albugínea e inmediatamente debajo de ellas algunos folículos primitivos con células que a nuestro juicio son de dos clases: las que poseen un núcleo casi redondo o redondo no arguyen naturaleza conjuntiva: (serán las iniciales de la granulosa?); las periféricas con núcleo algo alargado tangencialmente, las tenemos por de naturaleza conjuntiva, y están sin duda destinadas a originar la teca folicular. (Del trabajo de L. G. Guilera: Origen, formación y evolución del folículo de Graaf etc.).

guiente capa, si todos los elementos son de la misma naturaleza. Mucho sería de desear que alguien entre nosotros tomase a pechos estudiar muy de propósito y muy profundamente esta cuestión: que quizás daría la razón a estos autores de nuestra casa.

75. Duración de la formación de cordones de Pflüger y de oocitos. — La producción de tiras epiteliales con oogonios parece ser, en vertebrados inferiores, indefinida, es decir, durante toda la vida, madurando cada año sólo el contingente de oocitos que constituyen la freza. Pero en vertebrados superiores, por el contrario, el proceso se limita a la vida embrional o se extiende a lo más a los primeros años de la vida extrauterina. Este período de primera formación se alarga más o menos, según la cantidad de óvulos que ha de expulsar el animal durante la vida. En este caso, terminado

el período de esta primera formación, los elementos no hacen más que crecer, llegando poco a poco a la madurez. Mas no se crea, por eso, que sea escasa la producción de óvulos. En un solo ovario de una niña en la pubertad se han calculado unos 36.000 óvulos. Claro es que no todos llegan a su madurez.

76. Suerte ulterior de los folículos. — Los folículos primordiales se desarrollan de distintas maneras, según los vertebrados. En general, se puede decir, que en todos ellos, menos en los mamíferos, el epitelio folicular consta siempre de una sola capa de células. Estas, aplanadas en un principio, se hacen luego cúbicas y cilíndricas. Entre ellas y el óvulo se forma una membrana protectora de éste, llamada *membrana vitelina*. No se puede dudar de que las células del epitelio folicular tienen un papel nutritivo respecto del óvulo: éste crece merced a las sustancias que aquéllas le transmiten. Esto se colige bien de los canales que van de ellas al mismo óvulo; también de la presencia, en ellas, de gránulos de vitelo, hallados en algunos selacios y dipnoideos; y asimismo de la analogía con óvulos de invertebrados. Así va creciendo el óvulo hasta alcanzar el tamaño que le corresponde, según la clase y especie de vertebrados. Entre tanto se aplanan las células del epitelio folicular, al fin como células que han cumplido ya con su misión.

En peces y anfibios, los óvulos se desprenden en gran cantidad en un determinado período del año: se rompe, a este fin, el tejido conjuntivo que los envuelve y caen en la cavidad somática; y de aquí son expulsados al exterior o por el oviducto, cuando existe, o directamente por los poros abdominales. Después de la evacuación, el ovario queda reducido a la cresta genital con gérmenes pequeños que irán creciendo para el siguiente año y así sucesivamente. En reptiles y aves suele existir también su período anual para la puesta de los huevos. Aves hay, sin embargo, que casi todo el año crían.

En mamíferos y en el hombre, el crecimiento y desarrollo de óvulos con su aparato protector es algo distinto. Al principio, el folículo primordial está formado, como en los demás vertebrados, por el óvulo y una capa de células foliculares (fig. 102). Estas células se multiplican: la capa simple del principio se convierte en un grueso manto de elementos que en conjunto ofrecen el aspecto granular: de aquí el nombre de *membrana granulosa*. Primero, ocupa el óvulo el centro de la formación globosa o elipsoidal del folículo; más adelante se hace algo excéntrico (fig. 105), a consecuencia de una cavidad que se origina en el interior y que se llena de un líquido, llamado *liquor folliculi*. El óvulo se encuentra entonces emplazado en una prominencia de la granulosa en el interior del folículo; prominencia que recibe el nombre de *disco prolífero* (*discus proligerus*) y también *cúmulo oóforo* (*cumulus oophorus*). Por su parte, el conjuntivo que

rodea el folículo, le forma a éste una envoltura, conocida con el nombre de *teca follicular* (*theca folliculi*). En ella se distinguen marcadamente dos capas de conjuntivo, una externa fibrosa y otra interna más rica en células (fig. 105).

El disco prolífero, atendido su origen, es parte integrante de la granulosa; pero una vez formado, se le puede considerar como algo distinto, ya que al desprenderse el óvulo en la dehiscencia del folículo, le seguirán las capas celulares más inmediatas a él, que han recibido

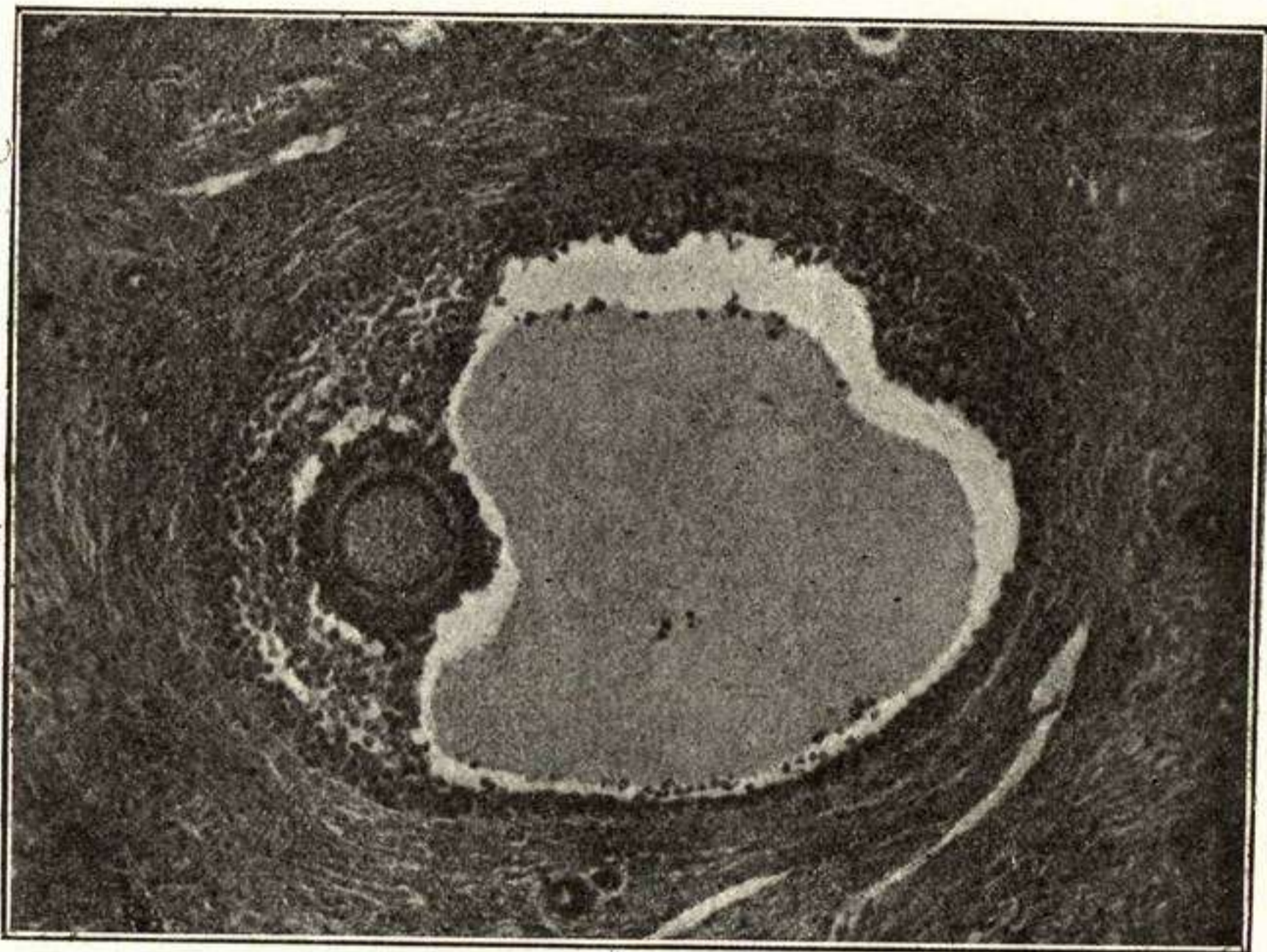


Fig. 105. Folículo de Graaf humano muy adelantado en su evolución (Microfotografía del trabajo del Dr. Nubiola).

el nombre de *corona radiada*, por disponerse sus elementos más o menos radialmente. Entre tanto, queda, al menos en muchos folículos (fig. 105), todo este cuerpo unido a lo restante de la granulosa por uno o varios puentes o istmos celulares que han recibido el nombre de *retináculos* (Barry) y cuyos elementos pueden introducirse por entre las células de la *corona radiada* (*red interepitelial* de Paludino).

Finalmente, así como se nos ha formado una cavidad folicular central que se llena luego de líquido, así se forman otras más pequeñas y redondeadas en el espesor de la granulosa (fig. 105), alrededor de las cuales guardan las células una disposición más o menos radiada. Estas formaciones son los llamados *cuerpos de Exner*. En el folículo de conejo son fáciles de observar. Nubiola, adhiriéndose a Cajal,

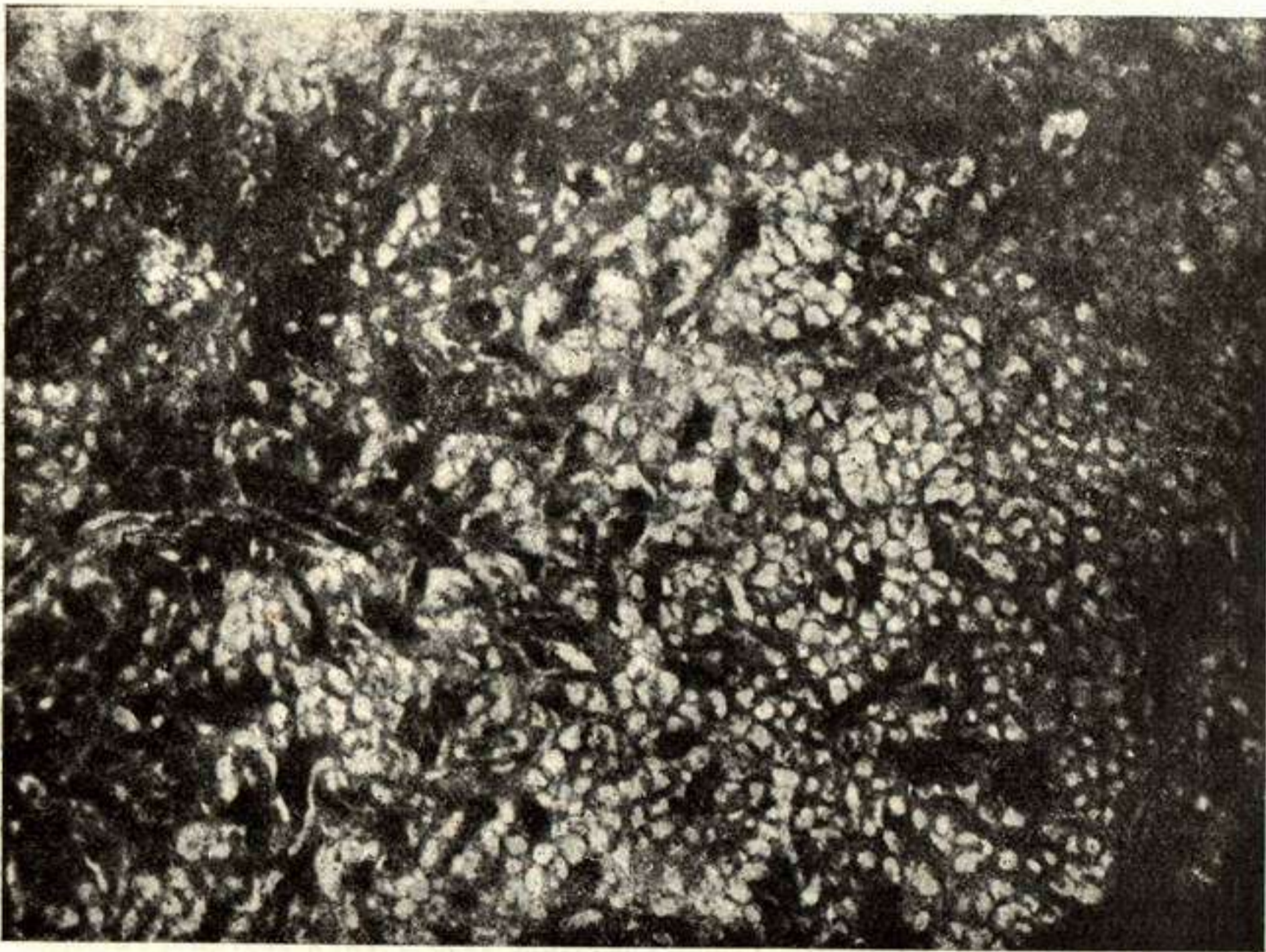
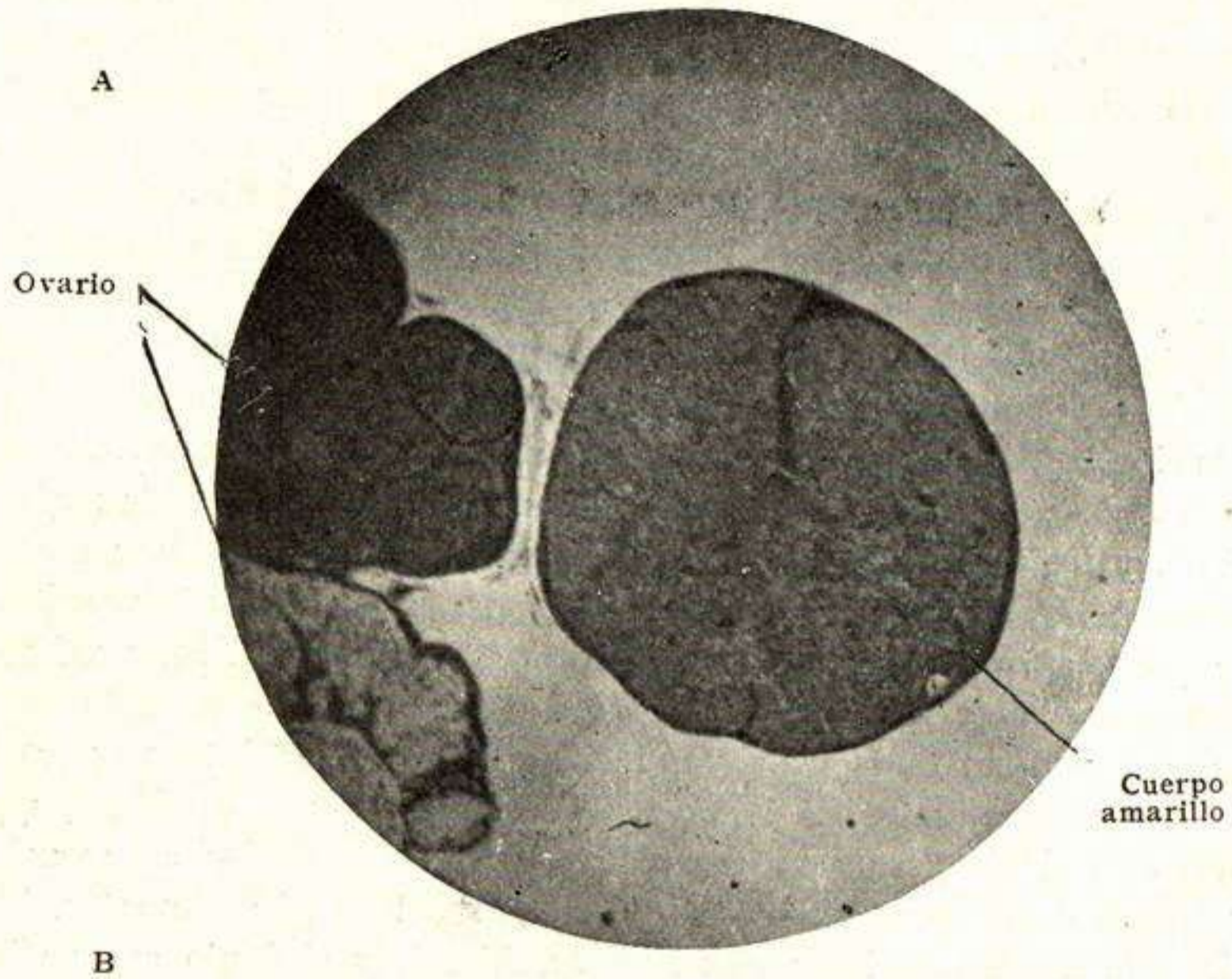


Fig. 105 bis. A. — Cuerpo amarillo (lúteo) de la rata, aislado en el corte. (Microfotografía de Laboratorio Biológico de Sarriá). — B. Coágulo de sangre en el interior del cuerpo amarillo humano con tiras conjuntivas sin duda derivadas de la teca interna. (Microfotografía del trabajo del Dr. Nubiola).

considera estos cuerpos como algo específico (depósito de substancia especial). Otros no le dan más importancia que el haber aparecida por las mismas causas que originan la cavidad folicular general (1). También sobre este punto falta luz. Nuestra impresión es que pueden ser cosas accidentales, ocasionadas quizás por la resolución de algún o algunos elementos, debida tal vez a la muerte de los mismos tejidos.

Los folículos, así constituídos y bien desarrollados, llegan en el hombre, a un tamaño de 5 mm. y los descubrió hace ya más de dos siglos el holandés Regnier de Graaf, de quien tomaron el nombre. Mientras se van desarrollando, se encuentran los más avanzados en la región interna, y los más pequeños hacia la periferia. Pero el enorme crecimiento que luego experimentan aquéllos, al tiempo de la maduración, hace que se aproximen a la región periférica, formando salientes esféricos en la superficie. Finalmente, llegando el crecimiento a su máximo, y aumentando sin duda cada vez más la turgescencia interna por el mayor acumulamiento del líquido del folículo (*liquor folliculi*), revienta el folículo y sale afuera el óvulo, rodeado de las capas más inmediatas del epitelio folicular que constituyen, según vimos (n. 28 de la primera parte), la *corona radiata*. Al saltar el óvulo cae en la cavidad somática y es recibido por la trompa de Falopio que se abre en ella. En la especie humana comienza la caída de óvulos, llamada *ovulación*, a los 12 años, y se continúa periódicamente (cada mes lunar) hasta la edad de 45 años, en que suele entrar la *menopausia*.

77. Cuerpo lúteo o amarillo. — El folículo, una vez desprendido el óvulo, sufre cambios notables, convirtiéndose en el llamado *cuerpo lúteo* o *amarillo* (*corpus luteum*) (fig. 105 bis, A). Por efecto de la dehiscencia, se rompen no pocos vasos de la *teca del folículo*; los cuales derraman sangre en abundancia en el interior: sangre que se coagula (2). En este tiempo el cuerpo aparece rojizo oscuro. Se multiplican las células foliculares tanto de la granulosa como de la teca o del conjuntivo: parte de aquéllas cae en el coágulo; luego se deshacen en pequeñas granulaciones: lo mismo sucede con los leucocitos que han acudido allí en gran cantidad: los vasos brotan también y crecen hacia el interior.

(1) Conf. Nubiola P.: L'evolució del fol·licul de Graaf. Treballs de la Societat de Biologia de Barcelona, p. 227 (1917).

(2) Este cuerpo que contiene gran cantidad de sangre extravasada se llama también o puede llamarse *cuerpo hemorrágico* (*corpus haemorrhagicum*), en oposición al verdaderamente *cuerpo lúteo* o *amarillo* que no contiene extravasados y que sólo se encuentra en pequeños animales. También se menciona el *cuerpo negro* (*corpus nigrum*), que es un cuerpo amarillo, en que los restos pigmentarios no han desaparecido a causa de inflamación. Sólo se halla en personas de más edad. Conf. Graf Spee (1915) Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft en el Handbuch der Geburtshilfe de A. Döderlein. Nosotros hablamos, en el texto, del cuerpo amarillo en sentido general y lato.

Revistiendo en cierto modo la cavidad interna del cuerpo amarillo, antigua cavidad del folículo de Graaf, se encuentra un haz de tejido conjuntivo, cuyo origen es controvertido. Nubiola (1916), que ha estudiado especialmente el cuerpo amarillo en el hombre y en varios mamíferos, lo deriva de la teca interna por un proceso de dobladura, hacia dentro de la herida, de los labios producidos en el folículo de Graaf por la dehiscencia del mismo, al soltar el óvulo. Por efecto de esta dobladura, la teca interna (de naturaleza a todas luces conjuntiva) introduciría su tejido en el interior de la cavidad a través de la herida o quiebra, sufrida por la granulosa, y revestiría interiormente su cavidad. Al soldarse la herida, la teca interna originaría, además, un haz conjuntivo que atraviesa el cuerpo por el lado de la ratura y constituye lo que el citado autor llama *eje conjuntivo*, y sobre el cual habría sido él el primero en llamar la atención.

En lo esencial, el cuerpo amarillo está constituido por las células luteínicas conceptuadas como de naturaleza endocrínica, influyendo probablemente por medio de hormonas sobre los órganos genitales, máxime sobre la mucosa uterina. De estas células luteínicas se observan, según Nubiola (1916), dos modalidades que también podrían ser dos estados diversos por que pasan los elementos del cuerpo amarillo: unas de estas células son claras y otras oscuras. Entre las primeras, las hay con núcleo obscuro y con núcleo claro; que serían células jóvenes y células adultas respectivamente: en el protoplasma de unas y otras existen granulaciones orgastoplásmicas que se tiñen fuertemente por la hermatóxilina férrica de Heidenhain. Las células oscuras, según el mismo Nubiola, poseen un contorno menos definido y su protoplasma se tiñe intensa y homogéneamente. En estas células, que se hallan emplazadas sobre todo hacia dentro del cuerpo amarillo, el ergastoplasma habría concluido la obra y la secreción llenaría la cavidad celular.

Pero ¿de dónde estas células luteínicas en general? Hay opiniones en ello. Nubiola defiende su procedencia mixta, esto es, admite que en su mayor parte procederían de la granulosa, otras provendrían de la teca interna como parece demostrarlo la circunstancia de que, a partir de ella, se encuentra toda una gradación de elementos celulares desde fusiformes y genuinamente conjuntivos hasta las células poligonales, propias del cuerpo amarillo. De esta teca interna serían también las tiras conjuntivas que se introducen por entre las células luteínicas, dividiendo el cuerpo amarillo en varios lóbulos (fig. 105 bis, B).

Las llamadas células *paraluteínicas* de Pinta, o *lipomínicas* y *lutihipoídicas* de los alemanes no representarían, según Nubiola y Domingo (1917), sino grados o estadios de transformación o evolución de las células luteínicas del cuerpo amarillo, procedentes de la teca interna.

Si el óvulo que ha abandonado el folículo, es fecundado, el *cuerpo amarillo* toma proporciones mucho mayores y crece, hablando del hombre, hasta el cuarto mes del embarazo, ofreciéndose en este tiempo como una masa carnosa rojiza. A partir de esta época comienza a reducirse. La masa interna, constituida por el coágulo sanguíneo y el deshecho granular de las células foliculares y de los leucocitos, es reabsorbida. La descomposición de la sangre ha producido gran cantidad de cristales de hematoïdina que comunican al cuerpo el color rojizo-amarillo de que le viene el nombre: abundan las granulaciones grasientas dentro de las células. El conjuntivo se contrae y reduce, de modo que la prominencia desaparece de la superficie del ovario, no quedando al fin más señales del folículo que una especie de callosidad. En el estroma del ovario se observa, en lugar del cuerpo descrito, una masa fibrosa conocida con el nombre de *corpus fibrosum* y *corpus albicans*.

Si el óvulo no se fecunda, también se forma el cuerpo amarillo, bien que en proporciones más modestas. Y si alguno preguntase por la causa de la relación que existe entre el óvulo fecundado y el gran crecimiento del folículo, que ha abandonado, estando tan distanciados el uno del otro; se responde que sin duda existe una mutua relación de causalidad entre el óvulo y folículo: el óvulo debe de segregar algo que influye sobre el folículo y sobre su transformación y desarrollo en cuerpo lúteo; y el cuerpo lúteo influye a su vez, como glándula de secreción interna, sobre el útero, disponiéndole para la nutrición del óvulo fecundado y en evolución, como discute NÓVAK (1921): si el óvulo no se fecunda, muere y no puede ejercer influencia sobre el cuerpo amarillo.

Terminemos lo que se refiere al *cuerpo amarillo* con la cuestión de su naturaleza histológica. Esta cuestión parece estar contestada de antemano con lo que se ha dicho del origen de la granulosa y de la teca del folículo de Graaf: pues el poder dar una contestación sólida a la primera cuestión obligó a Guílera a estudiar la génesis del folículo de Graaf. Pero, a nuestro juicio, el origen y la transformación que puede sufrir un tejido, son dos cosas distintas: y si a la granulosa, v. g., se le señala un origen epitelial, puede este tejido transformarse en conjuntivo o, lo que viene a ser lo mismo, en mesénquima primero y luego en conjuntivo, como que al fin y al cabo el tejido epitelial es el origen mediato o inmediato de todos los demás tejidos. Nada de extrañar sería, pues, que todo el cuerpo lúteo fuese de carácter conjuntivo; aun admitiendo su origen mixto, esto es, que se deriva de la granulosa y de la teca del folículo de Graaf: así la granulosa puede participar del carácter conjuntivo, aunque su origen sea epitelial celómico. El origen mixto lo defienden muchos autores, entre otros, mi maestro H. Rabl. El Dr. Nubiola (1916) también está por el origen

mixto del cuerpo *lúteo*, aunque deriva la granulosa folicular del estroma. Guilerá (1919) considera las envolturas del óvulo (la granulosa y la teca) de origen y carácter conjuntivo: con lo cual le es fácil asegurar la naturaleza conjuntiva del cuerpo lúteo, derivándola tanto de la granulosa como de la teca: lo contrario le parece ilógico; pues, caso de que la granulosa fuese epitelial y conjuntiva la teca, y de entrambas se formase el cuerpo lúteo, se supondría la existencia, en el mismo parénquima glandular, de dos porciones; epitelial la una y conjuntiva la otra.—Esta razón no es convincente y queda deshecha de antemano con lo que acabamos de decir. Además, no hay inconveniente ninguno en que un cuerpo glandular esté constituido por varias partes; pues aun supuesto carácter endocrino del cuerpo lúteo, no sabemos en qué consiste la secreción, si en alguna substancia simple o mixta o qué; y, por consiguiente, cuáles son las partes secretoras, o si cada parte tiene su secreción especial. El mejor ejemplo para ilustrar lo que decimos, es la cápsula suprarrenal, compuesta por dos substancias de origen distinto, como veremos. Posteriormente hemos visto confirmado nuestro modo de pensar por Novak (1921).

IX. Testículo

78. Orientación. — Asistimos más arriba (n. 69) a la ontogénesis de la glándula genital desde su primera aparición y estado de indiferencia sexual en la *estria germinativa* hasta los primeros indicios de diferenciación, esto es, hasta que se logra descubrir en ella una marcada tendencia a la sexualidad, masculina o femenina, o, lo que es lo mismo, a ser testículo u ovario. Vimos entonces que una de las señales que manifestaban la tendencia masculina, era la precoz presencia de una albugínea que separaba, en lámina conjuntiva relativamente gruesa, el epitelio celómico de los *cordones genitales* que se hallan como hundidos en el tejido y que por esta causa se pueden llamar también *cordones medulares* (fig. 106). Añadamos aquí que dichos cordones se presentan más claros y complicados en el testículo que en el ovario. En orden a su futuro destino, podemos distinguir tres clases de cordones: unos serán definitivamente los tubos o vesículas *seminíferas*; otros constituirán los tubos *rectos*; y otros, en fin, la red testicular (*rete testis*): los primeros son los formadores de elementos ontogénicos, los otros sirven sólo a su conducción o eliminación. Estudiemos ahora más en particular el origen de estos tubos.

79. Origen de los cordones medulares. — No reina unidad entre los autores respecto de este punto. Unos los hacen surgir del mismo estroma testicular (J. Müller, Rathke, Valentín); otros los

derivan del mesonefros. O. Hertwig deriva del mesonefros sólo los tubos *rectos* y los del *rete testis*, incluidos en el mediastino testicular. Estos tubos se originarían, según él, de la cápsula de Bowman. Otros los suponen producto del epitelio celómico (Janosik, Nagel, Coert, Allen). Esta última opinión es la que tiene mayor probabilidad, al menos cuanto a los cordones destinados a formar los tubos seminíferos.

La primera y segunda teoría obligan naturalmente a admitir una emigración de las células genitales desde el epitelio celómico a los

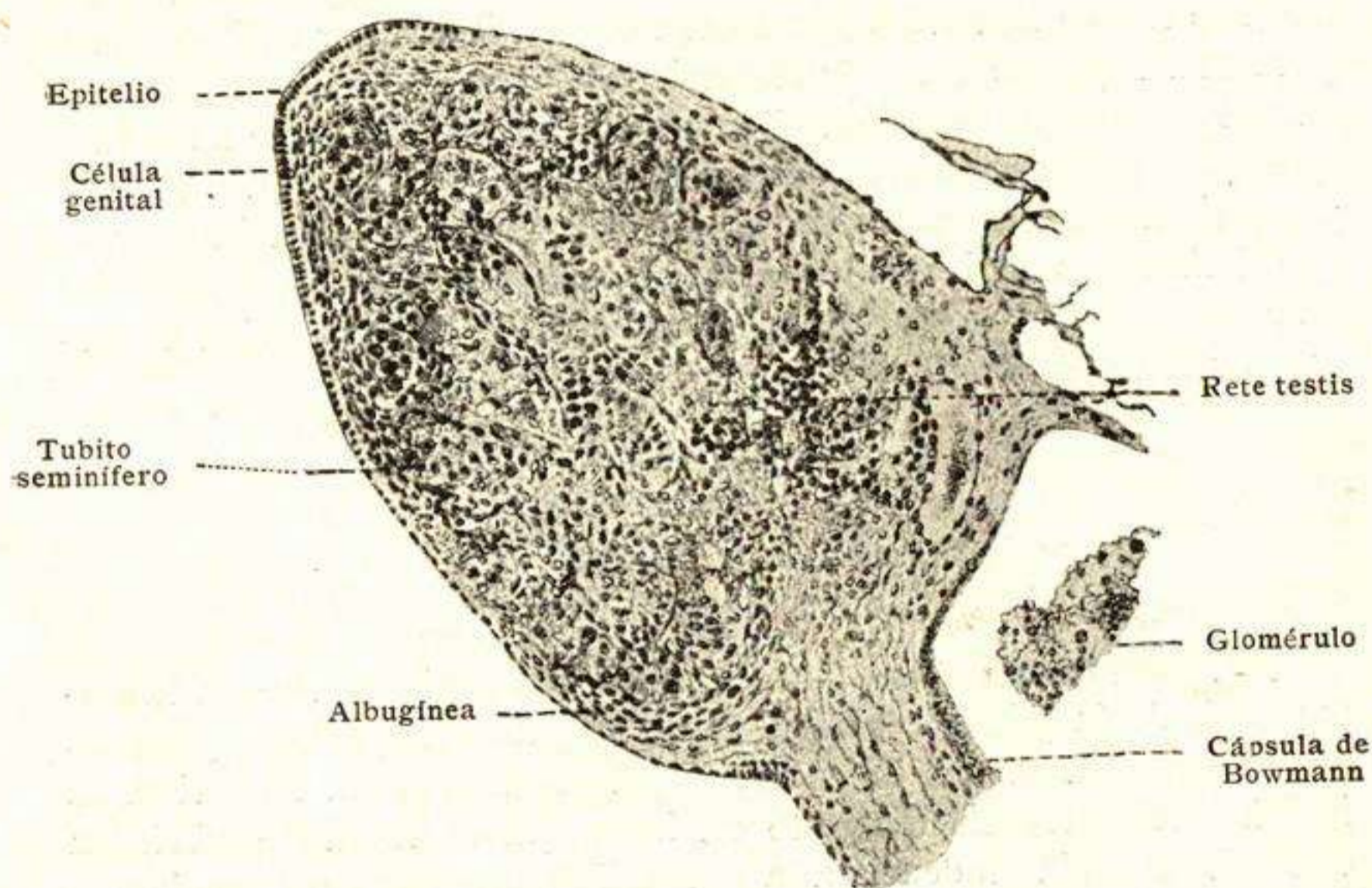


Fig. 106. Corte del testículo de un embrión de conejo de 18 días. (Según Coert [1898]. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

tubos seminíferos, ya que todo el mundo señala como punto de origen de estas células (al menos secundarias) el epitelio celómico. La emigración de elementos ontogénicos se admite y defiende en muchos vertebrados. Pero nosotros nos inclinamos fácilmente a creer que no se interpretan bien los hechos y que las células que llaman genitales probablemente no tienen que ver con la función reproductora, cuando aparecen y desaparecen ectópicamente, según disputamos más arriba (n. 70).

A una con los cordones genitales y sus brotes se forma abundante conjuntivo, llevando los vasos que han de servir a la nutrición del órgano: lo cual hace crecer notablemente el volumen del cuerpo, cuya masa produce una prominencia en la cavidad del celoma que se llama *pliegue genital*.

80. Transformación de los cordones genitales en tubos seminíferos, rectos y contorneados.—Las tiras o los cordones genitales, de que hemos hablado, son sólidos al principio;

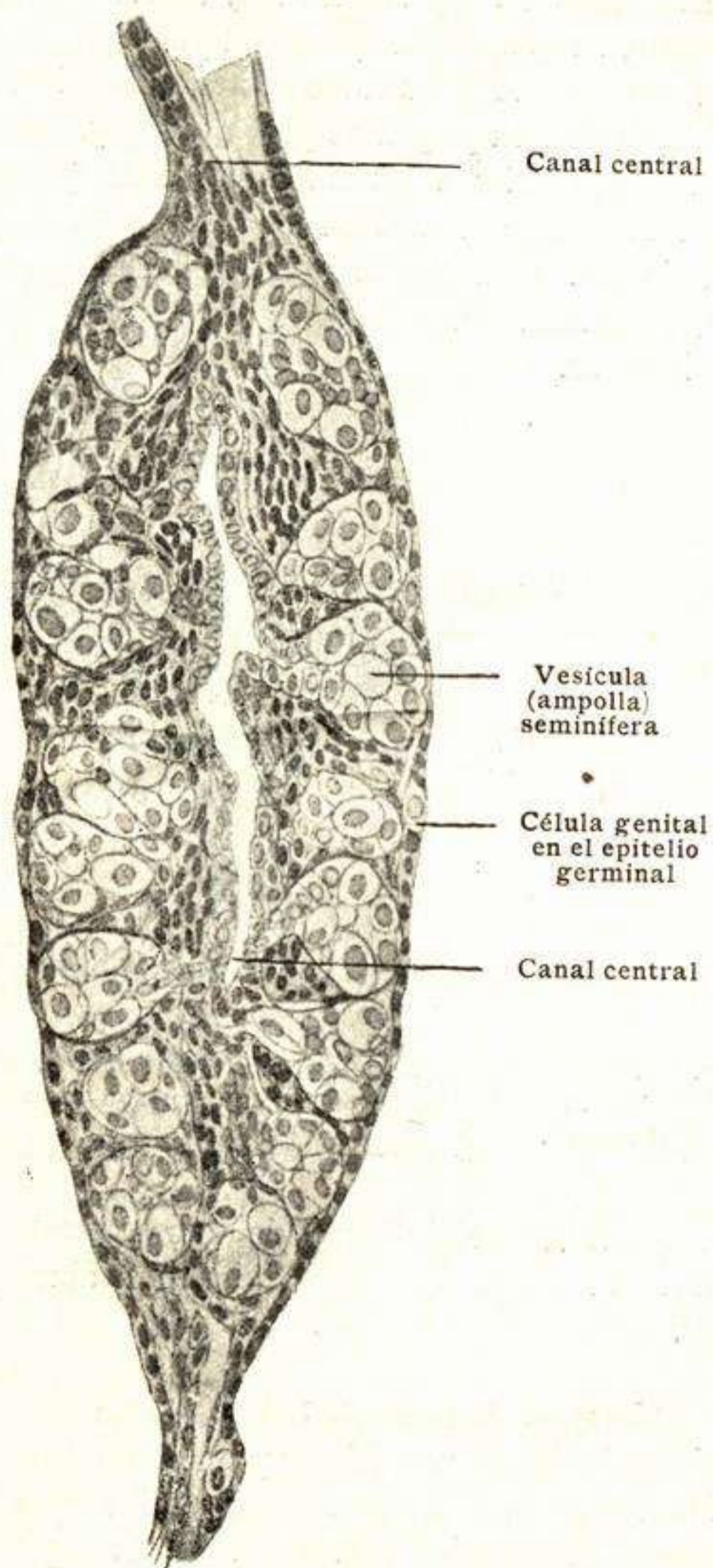


Fig. 107. Corte longitudinal de un testículo de una larva del anfibio *Ichthyophys glutinosa*. A: 160. (Según Semon. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

pero más tarde se ahuecan y reciben su luz. Los que han de servir al papel conductor de productos genitales, que son los tubos *rectos*, poseen un epitelio uniestratificado; y pluriestratificado, los que han de ser tubos o vesículas seminíferas. Los tubos seminíferos que se encuentran en

amnióticos, son los llamados tubos *contorneados* del testículo. Sus paredes contienen los elementos ontogénicos, que en su primera etapa se llaman *espermatogonios* y que el tiempo de la pubertad dan origen a las generaciones de *espermatoцитos*, *espermátidos*, *espermios* o *espermatozoides*, de que nos ocupamos al principio de esta obra (Parte I, n. 34). En otros vertebrados como selacios, anfibios, etc., las tiras genitales se fragmentan en pequeñas porciones (fig. 107), más o menos esferoidales, comparables a los folículos de la glándula femenina: las cuales ahuecándose se convierten en vesículas o ampollas seminíferas: en su epitelio pluriestratificado se originan los *espermatogonios*, *espermatoцитos*, *espermátidos*, *espermios* o *espermatozoides*, como en los tubos seminíferos.

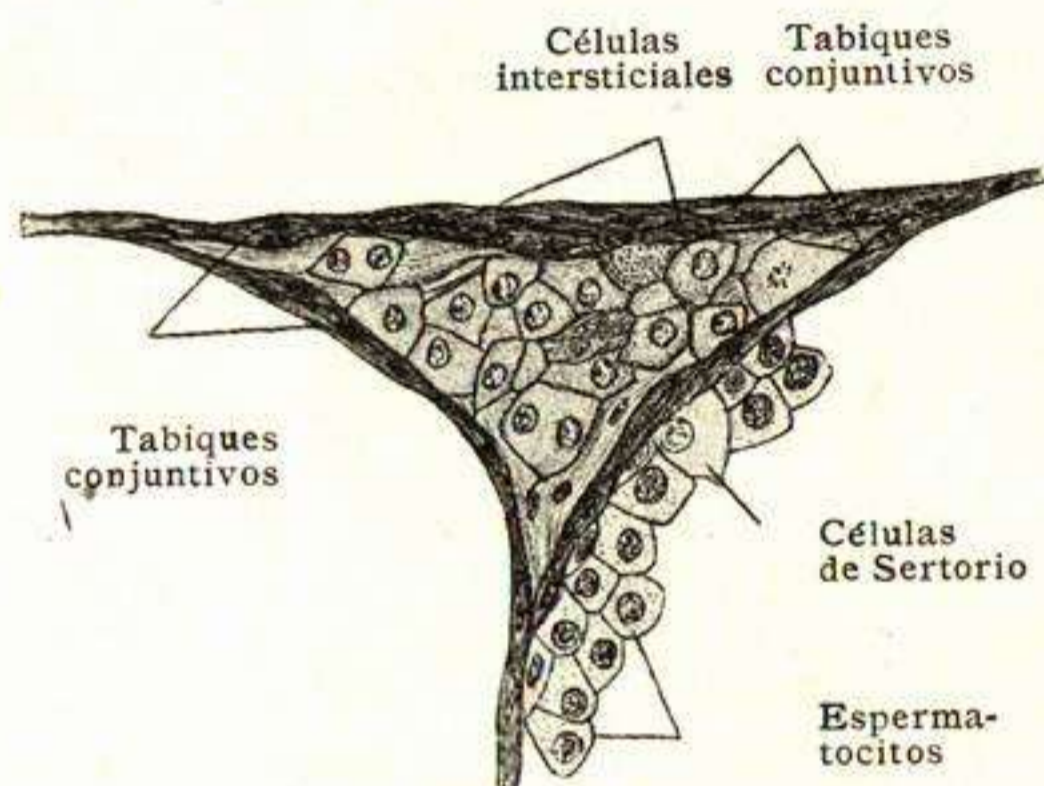


Fig. 108. Células intersticiales del testículo humano. Hállase dentro de un triángulo determinado por los tabiques que separan tres tubos seminíferos. A: ca. 200. (Original).

Tanto los tubos seminíferos de unos vertebrados como las vesículas de igual nombre de otros, vienen a abrirse en los conductos excretores.

81. Células intersticiales. — En el estroma del testículo residen, desde luego, en mamíferos y en el hombre, las llamadas *células intersticiales*. Son en el hombre estas células unos elementos grandes, más o menos poligonales (fig. 108), de protoplasma granugiento y núcleo grande y vesiculoso, que yacen en el conjuntivo y generalmente en la confluencia de tres o cuatro tubos seminíferos: en el toro estos elementos nos han parecido mucho más pequeños que en el hombre. La significación fisiológica de estas células se busca recientemente en el dominio de la indocrinología, esto es, en el dominio de la secreción interna y se conceptúan como los determinantes de los caracteres sexuales secundarios, según Steinnach y otros muchos.

Las células intersticiales se hallan también en el ovario, aunque su aparición suele ser más tarde. Porque, mientras en el testículo se forman ya durante la vida intrauterina, en el ovario aparecen sólo después del nacimiento; y, al principio, en la teca interna de los folículos de Graaf. Al tiempo de la pubertad y cuando comienza la ovulación y con ella la explosión de dichos folículos, su presencia se hace más general en el estroma. En el ovario humano, según datos de Schnell, sólo después de la entrada de la gravidez tiene lugar la aparición de células intersticiales en el conjuntivo interfolicular. Así y todo, suelen ser relativamente escasas, comparadas con las células fusiformes del conjuntivo. Todas estas circunstancias ha de tener en cuenta cualquiera que trate de explicar la naturaleza de estas células y su significación fisiológica.

Cuanto al origen de las células intersticiales, se han manifestado opiniones muy diversas: Harvey (1873) veía en ellas elementos nerviosos; Nussbaum (1880), células genitales abortivas. Mihalkowics (1873), células afines a las de la cápsula suprarrenal. Un buen número de autores las derivaban de epitelios: epitelio germinal o del mesonefros. Los autores más recientes, en general, se adhieren a la opinión de los descubridores de estas células, que son Leydig (1850) e His (1865): los cuales las conceptúan como de origen conjuntivo, aunque el último de estos dos autores admite que pueden provenir también de leucocitos.

82. Hermafroditismo verdadero. — Con esta ocasión de la ontogénesis de las glándulas genitales, que constituyen la parte esencial del sexo, nos parece buena ocasión para decir dos palabras sobre el concepto del *hermafroditismo verdadero*; e indicar su rareza o su frecuencia. El hermafroditismo verdadero consiste en la presencia de ambas glándulas genitales, masculina y femenina, en un mismo individuo. Pero, aun aquí debemos distinguir entre el hermafroditismo que llamaremos *inicial* y el *funcional*. Este último es realmente cosa rara entre los vertebrados; el *inicial* frecuentísimo, al menos en algunos grupos de ellos. Donde el hermafroditismo verdadero llega a ser perfectamente *funcional*, es en algunos peces (*espáridos* y *serránidos*), toda vez que en ellos el hermafroditismo es la regla y el dimorfismo sexual la excepción. Casos esporádicos (funcionales?) se citan del salmón (*Salmo fario* Steward, 1891), del harenque (*Clupea harengus* Vogt, 1882), bacalao (*Gadus morrhua*, Weber, 1887; Hower, 1891).

El hermafroditismo inicial, esto es, cuando se inician las dos glándulas de ambos sexos o parte de ellas, pero sin llegar a producir ambas partes elementos ontogénicos, verdaderamente maduros y por lo mismo aptos para la fecundación, es frecuentísimo, al menos durante el período embrionario; desde luego en los mismos peces (algunos *selacios*, *petromizos*); pero, sobre todo, en los batracios. En las ranas

es donde, según Pflüger, ocurre con más frecuencia el hermafroditismo inicial durante la vida de larva, y recae, generalmente hablando, en individuos que, luégo de perdido el hermafroditismo o ahogada la parte glandular heterogénea, se convierten definitivamente en machos genuinos. Este hermafroditismo se manifiesta, unas veces por apare-

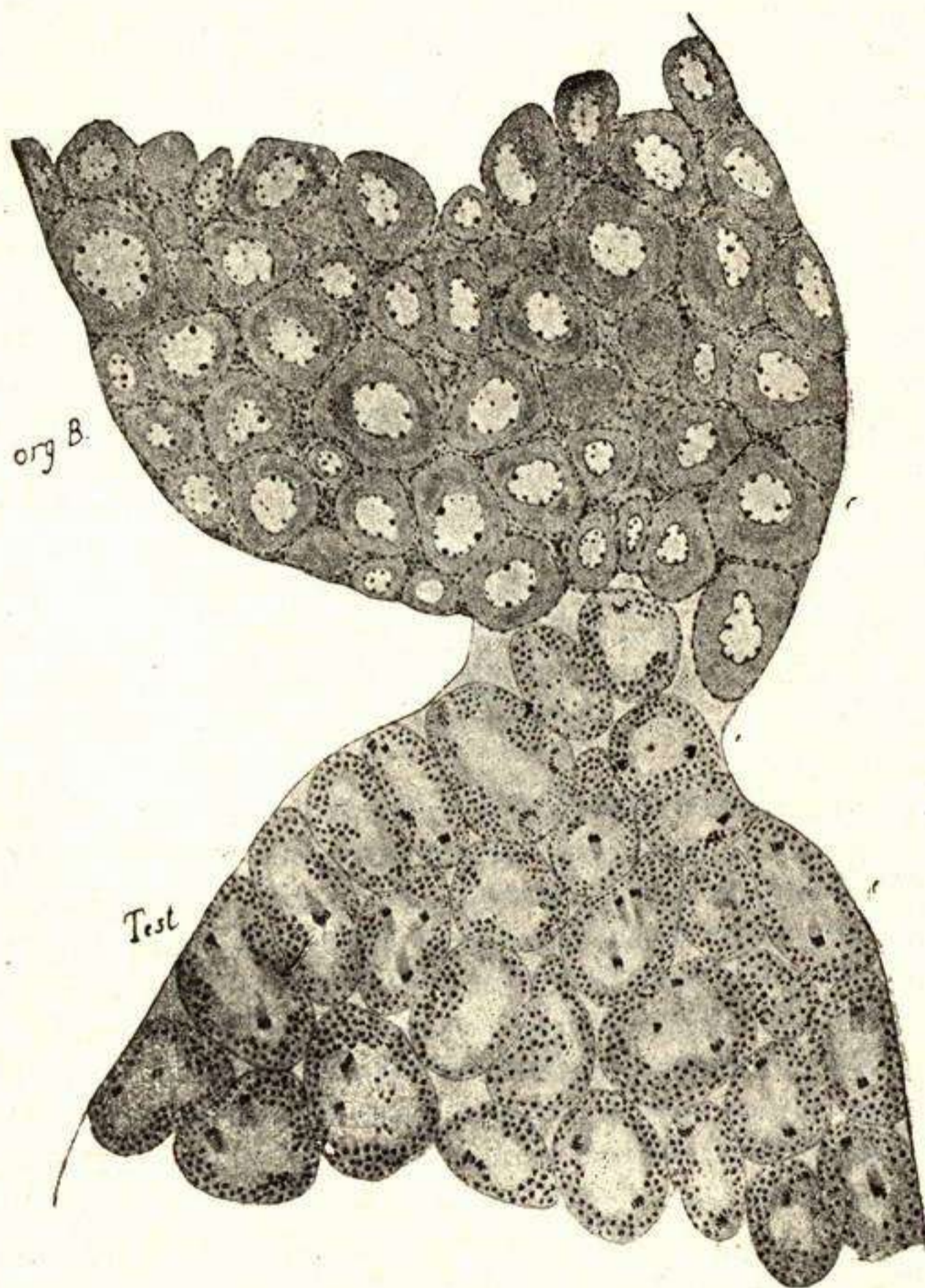


Fig. 109. Corte longitudinal de un testículo de sapo (*Bufo vulgaris*). — org B, órgano de Bidder con numerosos oocitos jóvenes; Test, testículo. (Según una preparación de M. Bouin. De la Cytologie de Prenant etc.).

cer dentro del testículo óvulos genuinos o, al revés, dentro del ovario utrículos seminíferos o, finalmente, una parte de la glándula genital es ovario; y otra, testículo (fig. 109): esto último es más raro.

En los vertebrados superiores escasean los hechos hermafroditicos; pero se dan también, aun en los mismos mamíferos y en el hombre: pues, aun prescindiendo de que las células genitales primordiales,

iguales en los dos sexos que luego suelen desaparecer, se han querido interpretar como oogonios y sacar de aquí consecuencias filogenéticas en favor de un hermafroditismo primitivo; en el *Archiw für mikroskopische Anatomie* (Bd, 84, 1914) Ludwig Pick refiere varios casos de hermafroditismo verdadero en el *cerdo* y en el *hombre* con ilustraciones, representando cortes histológicos de la doble glándula genital: sobre todo, es célebre el observado por Ernesto Salen (Estokolmo) en la persona de Augusta Persdotter. Sin embargo, en la parte evidentemente testicular de la glándula genital no se halló ni espermatozoides ni espermatogonios. En cambio, había grandes y pequeños acumulos de células intersticiales que, según la teoría de Steinnach, muy bien pudieran determinar los caracteres sexuales secundarios masculinos, que se advertían en nuestra Augusta.

X. Conductos del sistema uro - genital

§3. Uréter y canal de Wolff.— Vimos más arriba que los tubos pronefrales originaban por su fusión un tubo o canal que llamamos conducto *colector* (fig. 77); que éste creciendo por su propia cuenta o sin participación del ectodermo, unas veces, y otras, por transformación del mesodermo, se convertía hacia atrás en el canal de Wolff, porque en él se abren después también los tubos del *mesonefros* o *cuerpo de Wolff*. El canal corre hacia atrás a lo largo del cuerpo, viniendo, finalmente, a abrirse en la cloaca, que es una gran dilatación del tubo digestivo, en su extremo posterior. Vimos, además, que en amnióticos el canal de Wolff producía en un estadio más avanzado y poco antes de su desembocadura en la cloaca, una ramificación que, creciendo dorso-anteriormente, se transformaba en el *uréter* (fig. 90). El uréter, pues, desemboca al principio directamente en el canal de Wolff, y no en la región anterior de la cloaca, que desde luego podemos llamar el *seno uro-genital*. Más tarde, ambos conductos, el canal de Wolff y el uréter poseen sendas desembocaduras, separadas la una de la otra, en el seno dicho (fig. 110, ug); y aun en estadios ulteriores, el uréter tiene su desembocadura en la base de una gran dilatación que sufre en su porción craneal aquel seno; dilatación que será definitivamente la *vejiga de la orina*; al paso que el canal de Wolff desemboca mucho más abajo (fig. 110, w).

El modo de verificarse estos cambios puede explicarse, suponiendo que el *seno urogenital* primitivo ha absorbido, primero, la región terminal del conducto de Wolff, es decir, el punto de confluencia de dicho conducto y del uréter; y luego, continuando la invasión, se absorbe también parte de los dos conductos por más arriba de su confluencia: y como estos tubos divergen, sus desembocaduras en el seno urogenital, quedan por el mismo hecho separados. Además, el diverso crecimiento

de las distintas regiones del seno urogenital, las irá distanciando cada vez más hasta tomar cada una la posición definitiva.

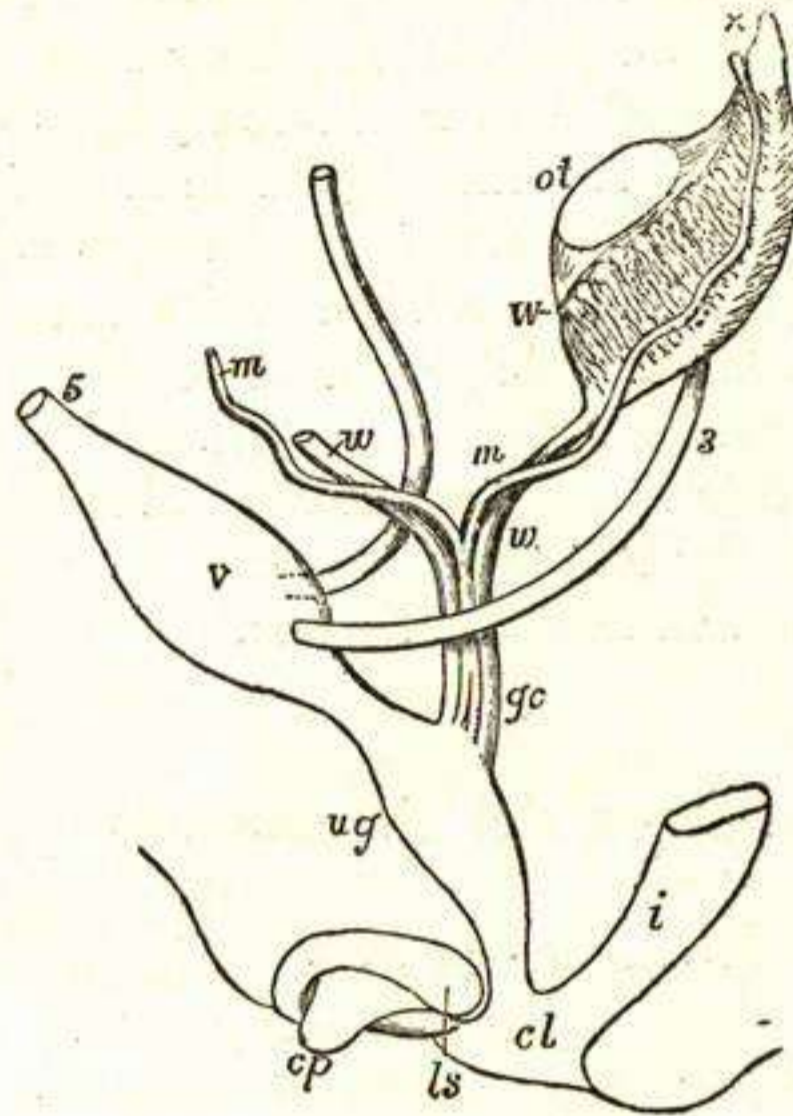


Fig. 110. Esquema de Allen Thomson para explicar el sistema urogenital de los mamíferos en estadio joven de formación. — ot, ovario o testículo; W, mesonefros izquierdo o cuerpo de Wolff; w, canal de Wolff; m, canal de Müller; gc, cordón genital que comprende el paquete formado por los conductos o canales de Wolff y de Müller; i, intestino (recto); cl, cloaca; ls, rodete genital; cp, tubérculo genital que se convertirá en pene o clitoris; 3, uréter; ug, seno urogenital; 5, uraco; v, vejiga de la orina; x, ligamento diafragmático. (Del libro: Die Elemente etc., de O. Hertwig).

Con esto, se ha independizado en amnióticos el conducto excretor definitivo del primitivo. Ya veremos más adelante que el canal de Wolff se pondrá, en los machos, al servicio de otra función, esto es, al servicio

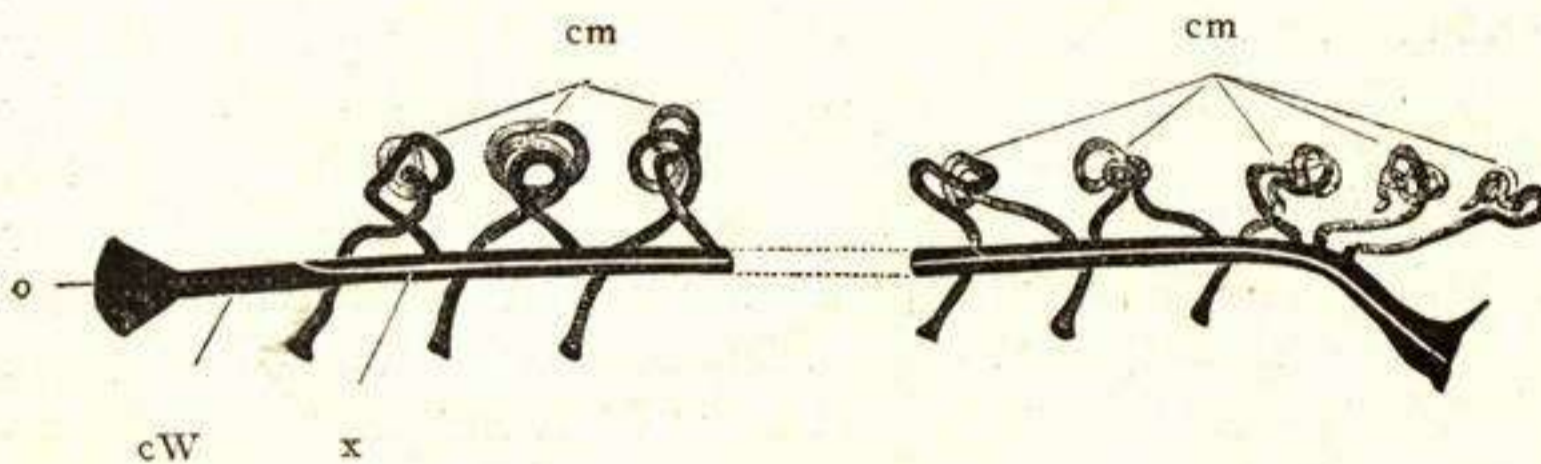


Fig. 111. Esquema de O. Hertwig para explicar el estado primitivo del sistema renal en el embrión de selacios. — cW, canal de Wolff, el cual en o se abre en la cavidad somática: más atrás y según la línea x, sufre una especie de escisiparidad, cuyo resultado es que la porción inferior se convierte en el canal de Müller y la superior continúa como conducto excretor renal; cm, canalitos mesonefrales que por un extremo se abren en la cavidad somática y por otro en el canal de Wolff; o, es el pabellón de la trompa y resulta del primer o de los primeros nefróstomas pronefros. (Die Elemente etc.).

de la conducción de productos genitales, convirtiéndose en el *conducto deferente*.

84. Canal de Müller. — Al lado del canal de Wolff se forma, en la mayor parte de los vertebrados, otro canal llamado *de Müller*, destinado, en general, a constituir en las hembras el *oviducto*, y en hembras de mamíferos, además, el útero y la vagina. Pero lo curioso del caso es que el conducto en cuestión se inicia no sólo en las hembras, sino también en los machos, donde ningún servicio presta: lo cual no da poco pábulo a las discusiones teóricas (1). Estudiemos, ante todo, su origen en los diversos grupos de vertebrados; para perseguir luego su suerte ulterior tanto en las hembras como en los machos.

a) *Selacios*. En selacios, el canal de Müller resulta, según Semper, Balfour y otros embriólogos, de una especie de escisiparidad longitudinal del canal de Wolff. Esta escisiparidad comienza un poco después del primer nefróstoma (fig. III) y es tal, que de los dos tubos resultantes, el superior continúa recibiendo los tubos mesonefrales y sirve a la excreción de la orina; el inferior es el canal de Müller. En la escisión longitudinal se lleva éste la parte anterior del canal de Wolff con su nefróstoma; nefróstoma que pasa a ser el pabellón de la trompa o del oviducto. El proceso de la división del canal de Wolff en dos tubos es el siguiente. A corta distancia del extremo anterior de dicho canal, se espesa longitudinalmente la pared inferior: el espesamiento recibe luego luz y se convierte en tubo, el cual se desprende definitivamente del superior. El espesamiento, primero, su excavación o luz y el desprendimiento del tubo formado, después, se propaga de adelante atrás hasta la cloaca; donde por fin se abre. Una serie de cortes a distinta altura, al tiempo de la formación, nos daría la imagen representada en la figura 112, debida a Balfour: el corte superior, 1, muestra los dos tubos ya formados, cada uno con su propia luz; el segundo, 2, muestra también dos tubos, pero con una pared de contacto común o casi común a los dos; el tercero, 3, pone delante el espesamiento de la pared inferior del canal de Wolff, iniciándose en medio un pequeño poro que es la luz incipiente del canal de Müller; en el cuarto, 4, finalmente, no se ve más que el espesamiento de la pared epitelial.

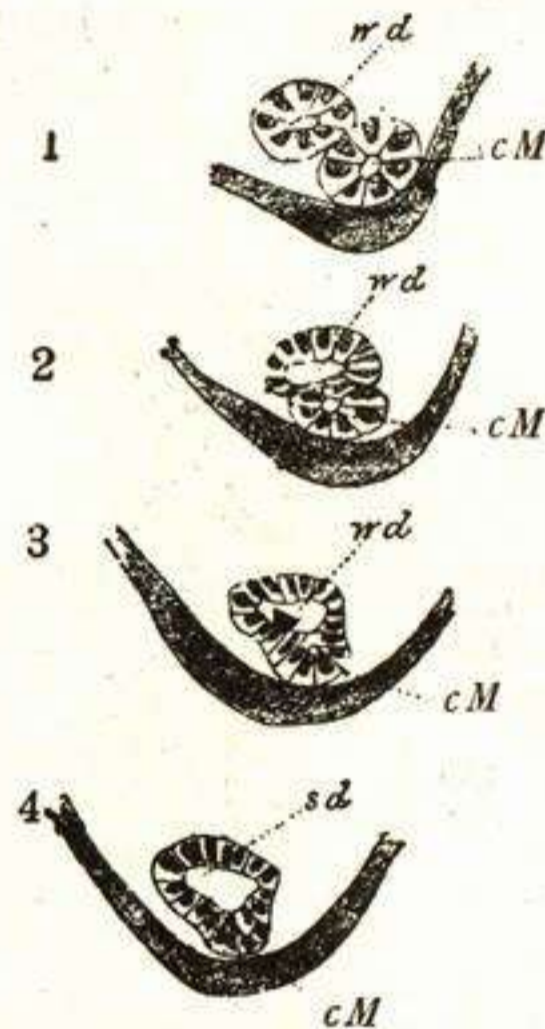


Fig. 112. Cuatro cortes a distinta altura del canal de Wolff, mostrando el origen o la derivación del canal de Müller. cW, canal de Wolff; cM, canal de Müller. (Según Balfour, del libro de O. Hertwig: Die Elemente etc).

(1) Conf. nuestro discurso de entrada en la Real Academia de Medicina y Cirugía. Los órganos embrionarios, su significación y sus residuos (1921).

b) *Anfibios*. Muy distinta es la manera de iniciarse el canal de Müller en otros vertebrados. En anfibios indicaremos el proceso formativo descubierto por nuestro maestro, el Dr. H. Rabl, en la salamandra (*Salamandra maculosa*), a quien sigue Felix en el lugar correspondiente del Handbuch der Entwicklungslehre. Sin duda que análogo proceso se halla en otros anfibios.

Según H. Rabl, el origen del conducto de Müller en la salamandra hay que buscarlo en la vecindad del nefróstoma posterior de los dos únicos que poseen los tubos pronefros de la salamandra (fig. 113). Allí es, donde se forma una estría epitelial transversal y otra longi-

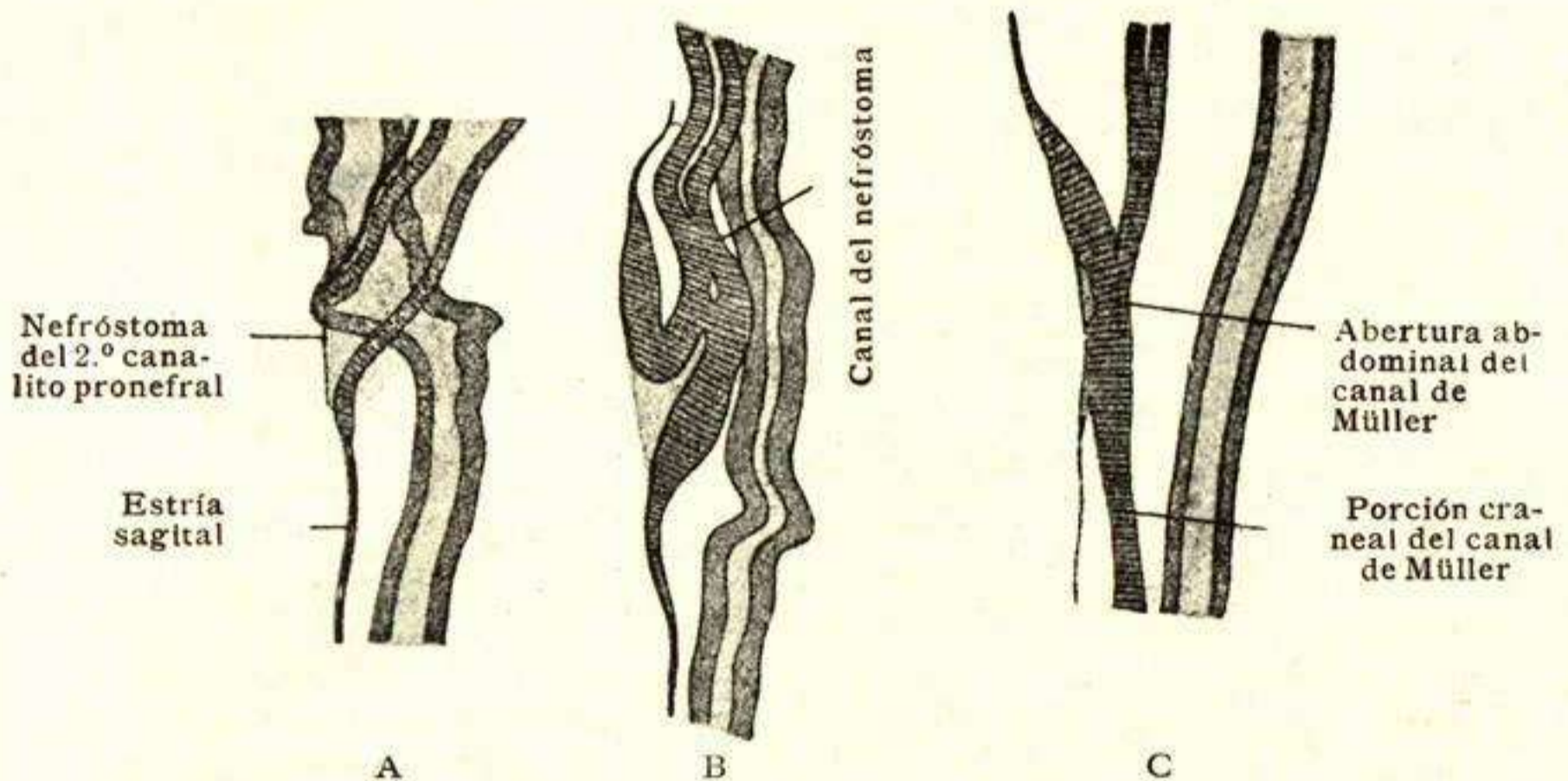


Fig. 113. A.—Reconstrucción del segundo canalito pronefrol derecho de una larva de *Salamandra maculosa* de 26 mm. de longitud hocico-caudal. El canalito pronefrol está perfectamente conservado.— B, ítem del segundo canalito pronefrol izquierdo.— C, ítem del segundo canalito pronefrol derecho de una larva de 39 mm. de longitud hocico-caudal. El canalito ha casi desaparecido: su abertura se ha convertido en el *ostium abdominale tubae*, esto es, en la abertura abdominal de la trompa. (Según Rabl. Tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

tudinal. Aquí el epitelio celómico es cilíndrico. La estría transversal parte del margen lateral de dicho nefróstoma, recorre transversalmente la pared dorsal de la cavidad somática; luego desciende por la lateral para terminar junto al comienzo del ligamento del hígado. La estría longitudinal parte también del mismo nefróstoma o del comienzo de la estría transversal y corre longitudinalmente hacia atrás. Consiste en un reforzamiento del epitelio celómico. Por otro lado, el conducto nefrostomal, esto es, la porción del pronefros que une el nefróstoma con el tubo secretor, obtura su luz y se deshace, quedando el nefróstoma aislado de aquél. Entre tanto la estría longitudinal se separa del suelo de origen, hundiéndose en el mesénquima a manera de cordón epitelial, siempre unido por su extremo anterior con el nefróstoma que se ha alargado. Su extremo opuesto crece por su propia cuenta hacia atrás

hasta la cloaca y todo el cordón se ahueca. Más adelante la estría transversal se estrangula con el conjuntivo subyacente, constituyendo una especie de ligamento lateral del hígado.

Más tarde, aparece en el borde libre de dicho ligamento un surco que le recorre longitudinalmente todo, a partir del nefróstoma; surco o canal abierto que luego se cierra en tubo, comenzando por el nefróstoma que lo integra; de modo que éste queda cerrado y transformado en una porción del tubo. Así se cierra y se convierte el surco en tubo en todo su recorrido por la pared dorsal del celoma; en la lateral queda abierto y representa la boca abdominal definitiva de la trompa.

La transformación que acabamos de esbozar, de la estría transversal en ligamento, surco y tubo, tiene lugar después del desarrollo de la estría longitudinal, aunque la primera aparición de ésta es posterior a la de aquélla. De donde resulta que al tubo longitudinal que antes se

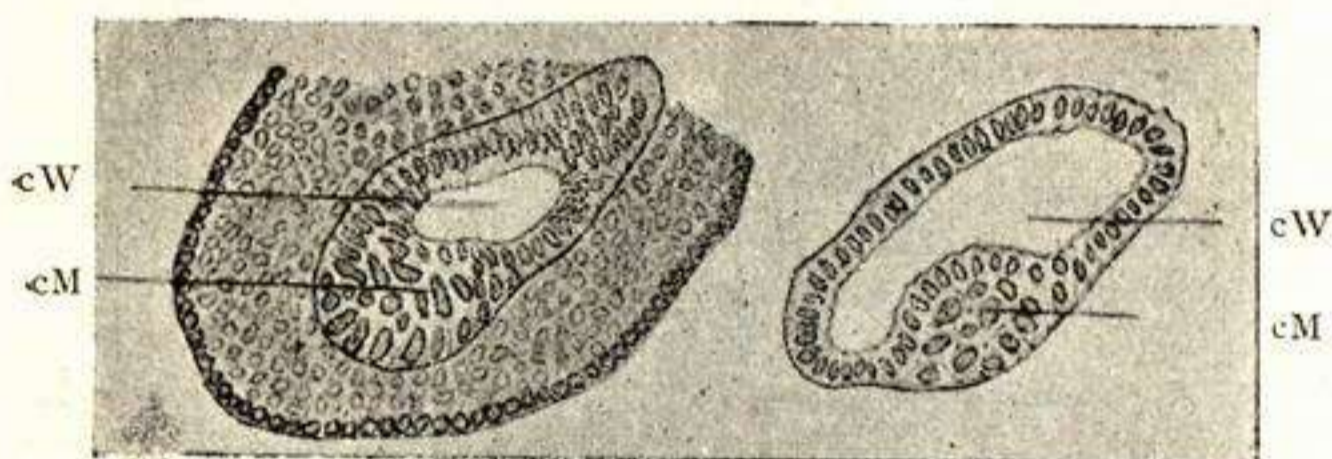


Fig. 114. Corte de los canales de Wolff y de Müller de dos embriones humanos. Según Nagel. — A, de un embrión de 21 mm. de longitud; y B, de otro de 22 mm. — cW, canal de Wolff; cM, extremo del canal de Müller en formación. (Del libro. Die E'emente etc. de O. Hertwig).

había formado y que se abría en el nefróstoma, se le añade la nueva porción, en que se ha transformado el mismo nefróstoma y la región dorsal de la estría transversal.

c) *Amnióticos*. El modo de originarse el canal de Müller en reptiles, aves y mamíferos es el mismo o por lo menos muy semejante. En la cara externa del cuerpo de Wolff o mesonefros (fig. 95, cM), prominente en la cavidad celómica, y en su porción craneal, se modifica el epitelio en un espacio circunscrito y más o menos triangular y se insinúa en él un canal, cuya parte anterior queda abierta: la posterior, hundiéndose dentro del conjuntivo, crece, primero, como cordón epitelial sólido (fig. 114, cM), hacia atrás por muy junto al canal de Wolff y casi pegado a su pared ventral. Así va creciendo hacia la cloaca. El cordón sólido al principio, se ahueca después y viene a abrirse, finalmente, en la cloaca; en algunos animales, poco antes de la madurez de los elementos ontogénicos.

Lo que se ha dicho vale principalmente para las hembras. Porque en los machos, si bien se inicia la formación del canal de Müller, no

llega a desarrollarse como en las hembras; ántes bien, entra pronto en degeneración y desaparece sin dejar más que alguno que otro indicio de su existencia, que tocaremos más adelante.

XI. Transformaciones posteriores del sistema urogenital

§5. Estado general. — Para entender mejor los cambios que ha de sufrir aún el sistema urogenital en estadios posteriores, será muy conveniente que nos orientemos bien sobre el sitio y estado general, en que se encuentran los diversos cuerpos glandulares. A este fin, nos podrá servir la figura plástica de Kölliker (fig. 115), que nos pone delante la cavidad abdominal de un embrión humano de ocho semanas. A la derecha (del que mira la figura) notaremos un cuerpo en forma de habichuela que es el riñón definitivo (fig. 115, ri) con el

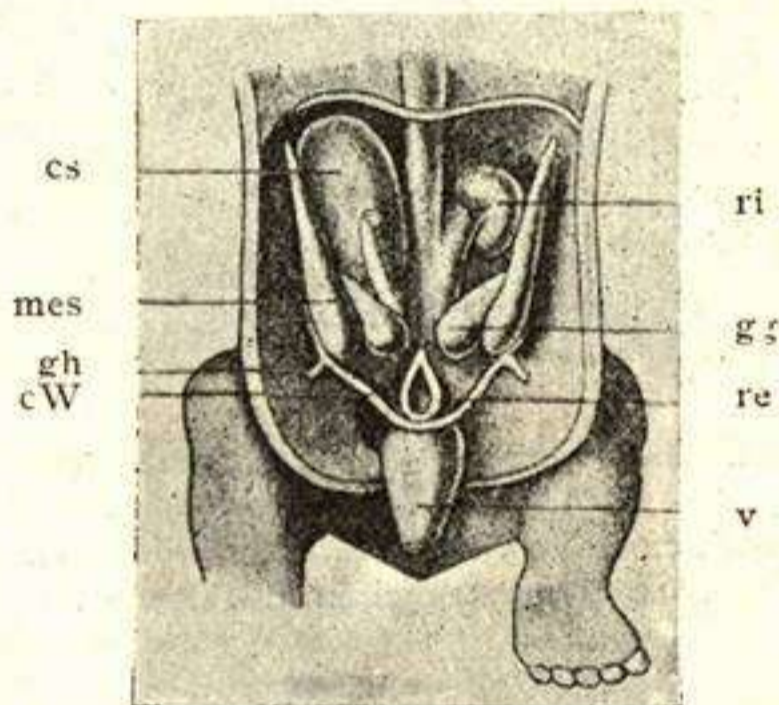


Fig. 115. Sistema urogenital de un embrión humano de 8 semanas. A: 3. cs, cápsula suprarrenal derecha; mes, mesonefros o cuerpo de Wolff; ri, riñón; gh, gubernáculo de Hunter o ligamento redondo del útero, según el sexo; re, recto; cW, canal de Wolff; v, vejiga de la orina; gg, glándula genital. (Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

uréter que, saliendo de su hilio, desciende. En el lado izquierdo no aparece el riñón, por ocultarlo otro cuerpo glandular (fig. 115, cs), relativamente grande, en este estadio, llamado cuerpo o cápsula suprarrenal, cuya ontogénesis merece tratado aparte y la estudiaremos más adelante. Hacia fuera se observa, a uno y otro lado, un cuerpo en forma de renacuajo con la cabeza hacia abajo: es el mesonefros o cuerpo de Wolff (fig. 115, mes). Como apoyándose en la base y cara interna del mesonefros, se encuentra otro cuerpo más o menos ovoidal, que es la glándula genital (fig. 115, gg).

Todos estos cuerpos glandulares son en este estadio otras tantas prominencias de la pared dorsal del celoma: más aún, el mesonefros.

y la glándula genital representan verdaderas dobladuras de la pared, formando hernia en la cavidad somática. Una delgada lámina de tejido conjuntivo, recubierta por el epitelio celómico, los mantiene unidos a la pared dorsal, como lo demuestra el corte transversal de un

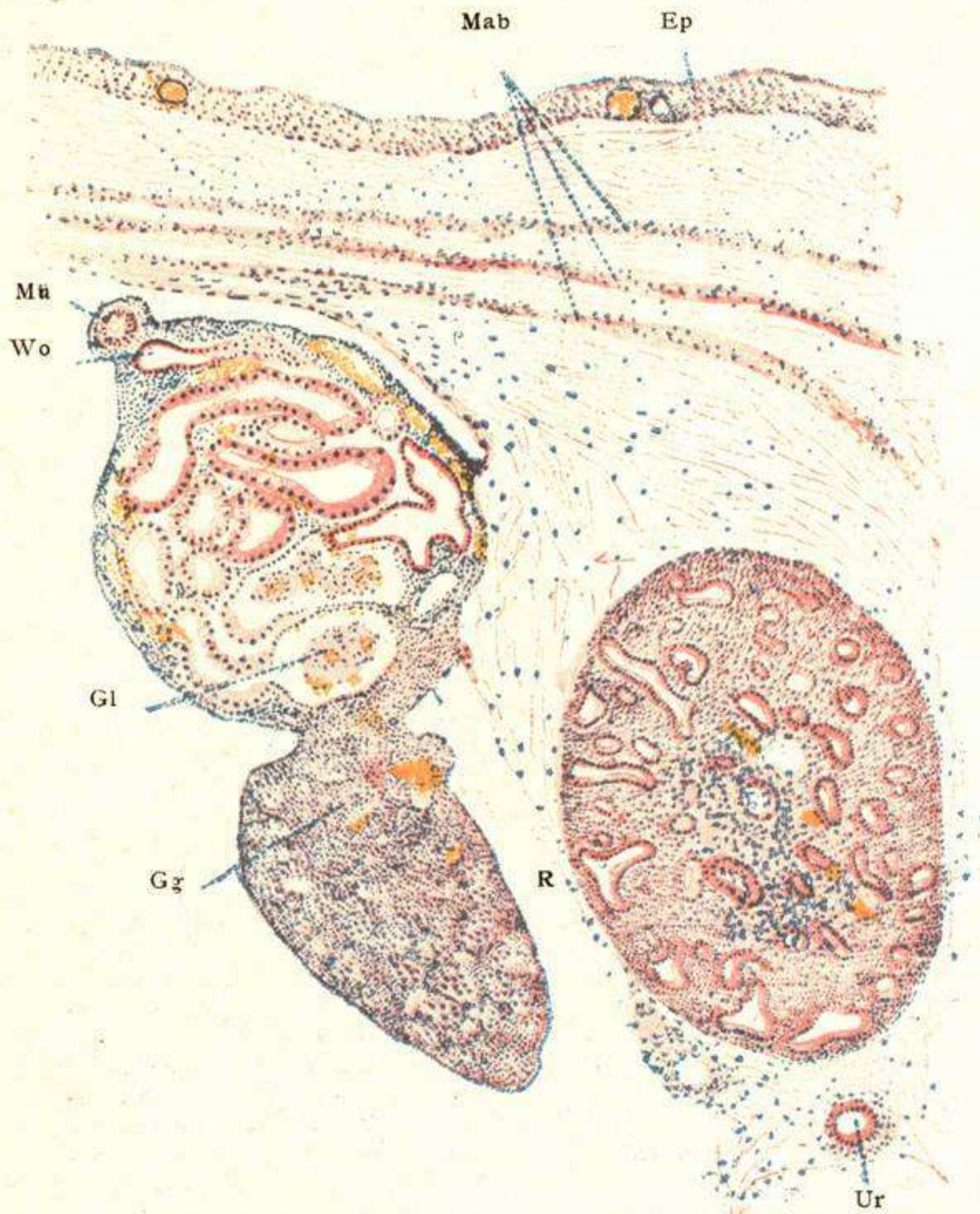


Fig. 116. Fragmento de una sección transversal de un embrión de conejo de dos centímetros de largo. Mab, musculatura abdominal; Ep, epidermis; Mü, canal de Müller; Wo, canal de Wolff; Gl, glomérulo; Gg, glándula genital; R, riñón; Ur, ureter. (Según Gurwitsch. De su Atlas de Embriología, traducido por Pou y Orfila).

embrión de conejo de 17 días, de 2 centímetros (fig. 116, véase también la fig. 52). Esta lámina de unión con la pared dorsal se debería llamar *mesonefros* propiamente dicho; pero como la palabra *mesonefros* se ha adoptado para significar la glándula entera, la llamaremos *meso* del cuerpo de Wolff: en todo caso, es lo mismo que el *mesenterio*

respecto del intestino. Ancho en la región media del cuerpo de Wolff, se adelgaza hacia arriba, llegando hasta el diafragma; circunstancia que ha hecho que Kölliker llamase a esa formación *ligamento diafragmático* del mesonefros. También la glándula genital (fig. 116, Gg) tiene su *meso*, que recibirá definitivamente el nombre de *mesorquio* o

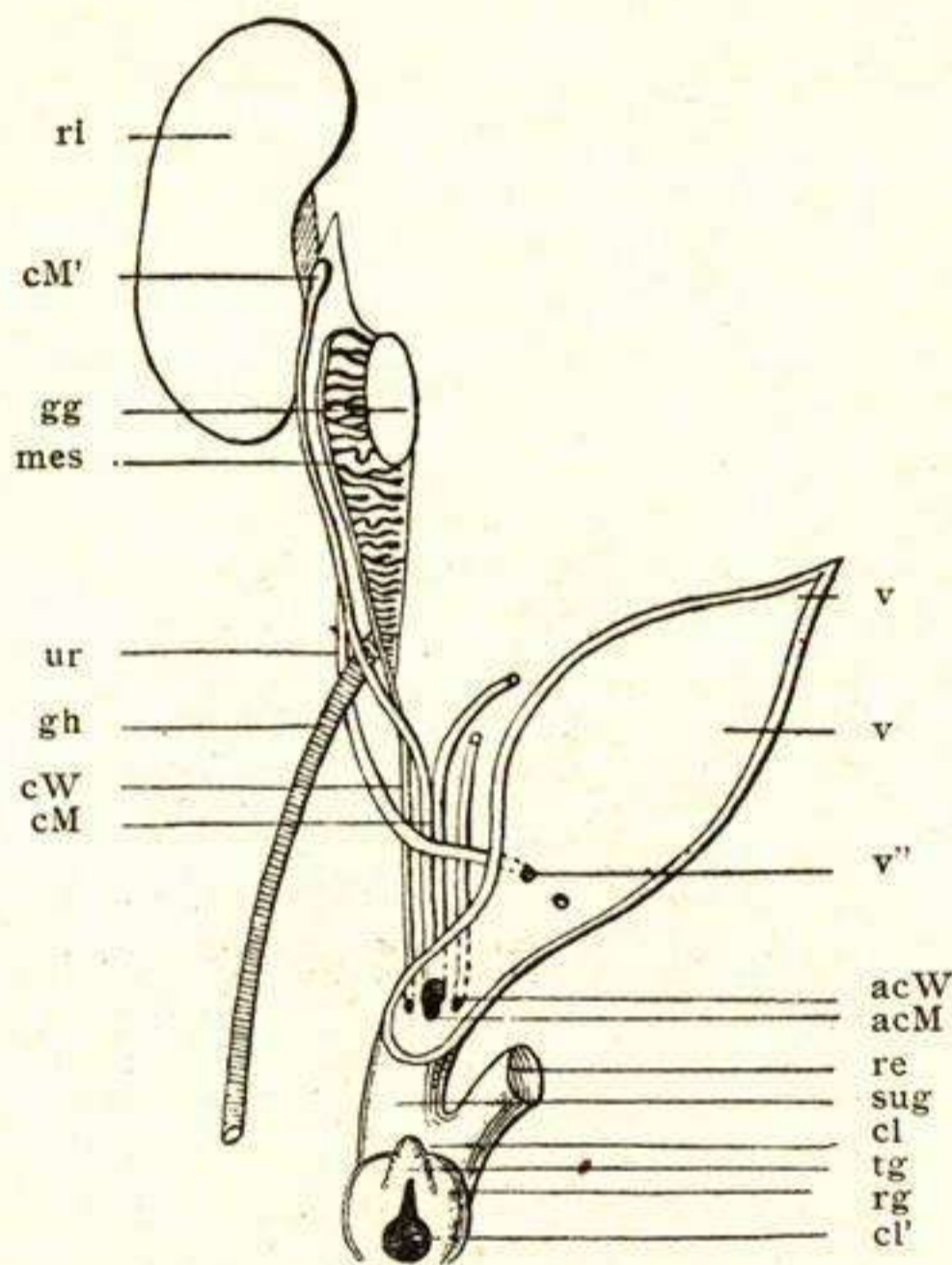


Fig. 117. Esquema de O Hertwig para explicar las relaciones del sistema urogenital con sus conductos excretores.—ri, riñón; cM, canal de Müller; cM' extremo anterior del mismo; gg, glándula genital; mes, mesonefros o cuerpo de Wolff; ur, uréter; cW, canal de Wolff; gh, gubernáculo de Hunter; v, vejiga urinaria; v', extremo superior de la misma continuándose con el uraco; v'', abertura del uréter en la vejiga; acW, abertura del canal de Wolff en el seno urogenital; sug, seno urogenital; acM, fusión de aberturas de los canales de Müller; re, recto; cl, cloaca; cl', su abertura externa; tg, tubérculo genital; rg, rodete genital. (Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

mesovario (1) respectivamente, según se trate del testículo o del ovario. En el presente estadio evolutivo y según demuestra el corte transversal de la región (fig. 116), el *meso* de la glándula genital viene a ser como una ramificación del *meso* del cuerpo de Wolff. Notemos, además, que debajo de este cuerpo se ha formado otro repliegue de la pared (fig. 115, gh) y que desde aquel punto va a la región inginal.

(1) En rigor y luchando por la pureza del lenguaje y destrucción de la anarquía en la introducción y uso de nuevas palabras en Biología, debe ser *mesoóforo*.

Este repliegue es el llamado *gubernáculo de Hunter*. Más adelante le veremos desempeñar un importante papel en el descenso del testículo y del ovario en mamíferos.

En la figura de Kölliker aparecen, además de las glándulas dichas, la vejiga de la orina (fig. 115, v), el recto cortado (re), y delante del cuerpo suprarrenal un fragmento de intestino.

La figura no contiene vasos. Pero conviene saber que la arteria y vena espermática, que son los dos grandes troncos de la circulación del testículo u ovario, corren en este estado próximamente horizontales.

Los dos conductos, de que hemos hablado en artículos anteriores, el canal de Wolff y el canal de Müller, ocupan por este tiempo el borde

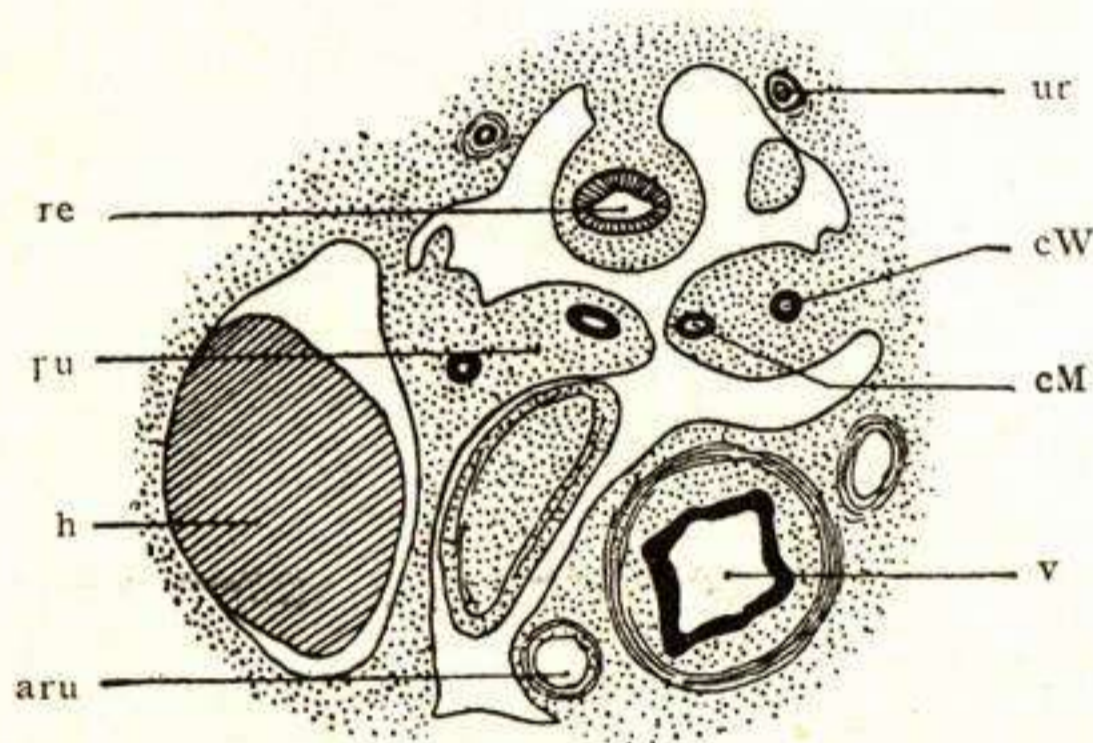


Fig. 118. Corte transversal de la región inferior de la cavidad somática de un embrión humano femenino.—ur, uréter; cW, canal de Wolff; cM, canal de Müller; v, vejiga de la orina; re, recto; pu, pliegue urogenital; aru, arteria umbilical, una a cada lado de la vejiga. (Según Keibel. Del tratado de Felix y Bühler en el Handbuchde O. Hertwig).

lateral (externo) del mesonefros: el canal de Müller es el que cae más hacia adelante y lateral respecto del otro (fig. 116, Mu, Wo). Esto arriba; más abajo, el canal de Müller se dirige hacia dentro (fig. 117) y, pasando por encima del canal de Wolff, viene a colocarse al lado interno de éste. De aquí resulta que los dos conductos de Müller se puedan juntar en el medio y dar origen, como veremos, al útero y a la vagina. El conjunto de estos tubos forma en este estadio un paquete conocido con el nombre de *cordón genital*, limitado por ambos lados por las arterias umbilicales. En el corte transversal de esta región hallaríamos (fig. 118) el canal de Wolff algo más hacia delante y lateralmente respecto del canal de Müller: lo cual quiere decir que éste, después de cruzar por encima el canal de Wolff, se dirige hacia dentro y atrás, constituyendo una espiral incipiente. Un corte, que pasase por más abajo, daría esta imagen (fig. 119).

Esta orientación general vale especialmente para comprender las relaciones en el hombre, ya que hemos tomado por base el embrión humano, que es el que más interesa a aquellos a quienes particularmente va dirigida la obra, que son los médicos. Pero se puede aplicar en sus rasgos fundamentales a los demás amnióticos, aunque en él existen diferencias de detalle muy notables, aun dentro de los mismos mamíferos, v. g., en *monotremas* y *marsupiales* (fig. 120).

Durante todo este tiempo, los primeros meses hablando del embrión humano, no es posible distinguir macroscópicamente ningún sexo; pero bien pronto cambian las cosas y se inician aun exterior-

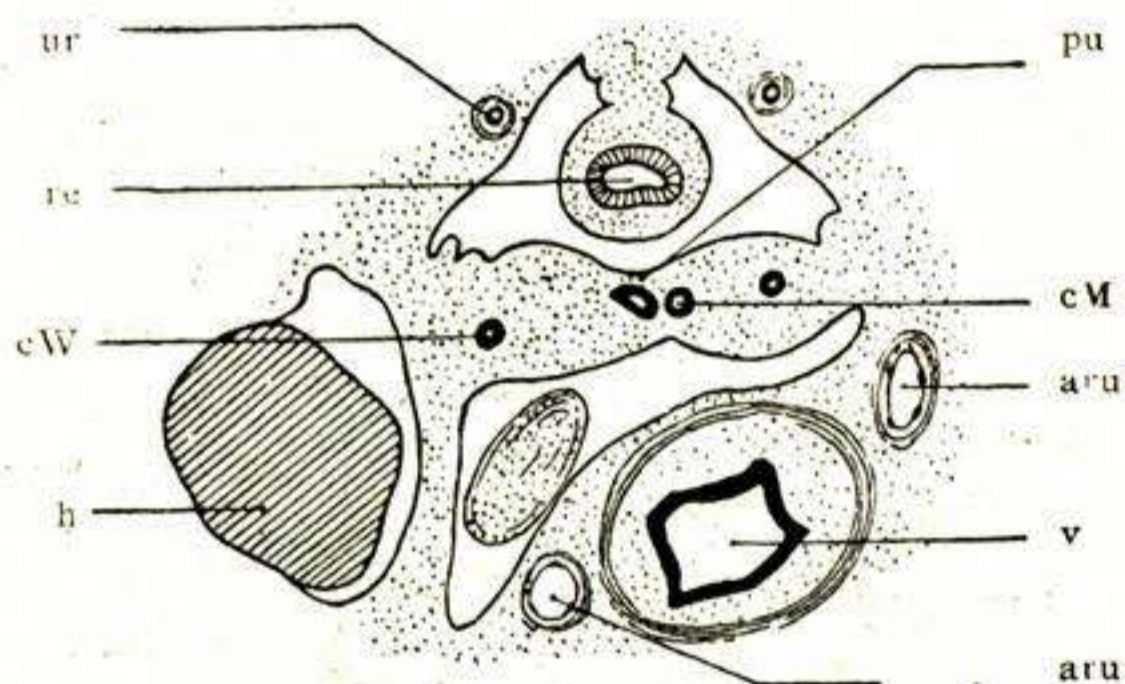


Fig. 119. Corte parecido al anterior pasando algo más abajo; de modo que los pliegos genitales (pu) se han juntado en medio y soldado.—ur, uréter; cW, canal de Wolff; cM, canal de Müller; v, vejiga de la orina; re, recto; h, hígado; pu, pliege urogenital; aru, arterias umbilicales. (Según Kelbel. Del Embryologisches Practikum de A. Ooppel, quien a su vez lo toma del tratado de Felix y Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

mente diferencias entre uno y otro sexo, que se van pronunciando cada vez más. Esto se relaciona con la desaparición, en lo interior, de formaciones estudiadas y desarrollo de otras. Lo cual entenderemos mejor, estudiando los cambios que sufren todos estos órganos en los estadios sucesivos.

§6. Cambios en el sexo masculino. — Fijándonos, ante todo, en los cuerpos glandulares, notaremos, a partir del estadio en que dejamos el sistema urogenital, un cambio en razón inversa entre el cuerpo de Wolff y la glándula genital. Porque mientras ésta se desarrolla y complica cada vez más sus tubos seminíferos, adquiriendo por ello mayor corpulencia; el cuerpo de Wolff entra en degeneración rápida y se reduce. Pero la reducción no es igual en todo el cuerpo: su porción craneal o anterior sufre más bien un cambio de función, por entrar en inmediata y muy íntima relación con el aparato genital.

En efecto; ya vimos más arriba (n. 64) que los tubos mesonefrales de esta primera región se conservaban *simples*, sin duda en orden al papel funcional que han de desempeñar después. Estos tubos

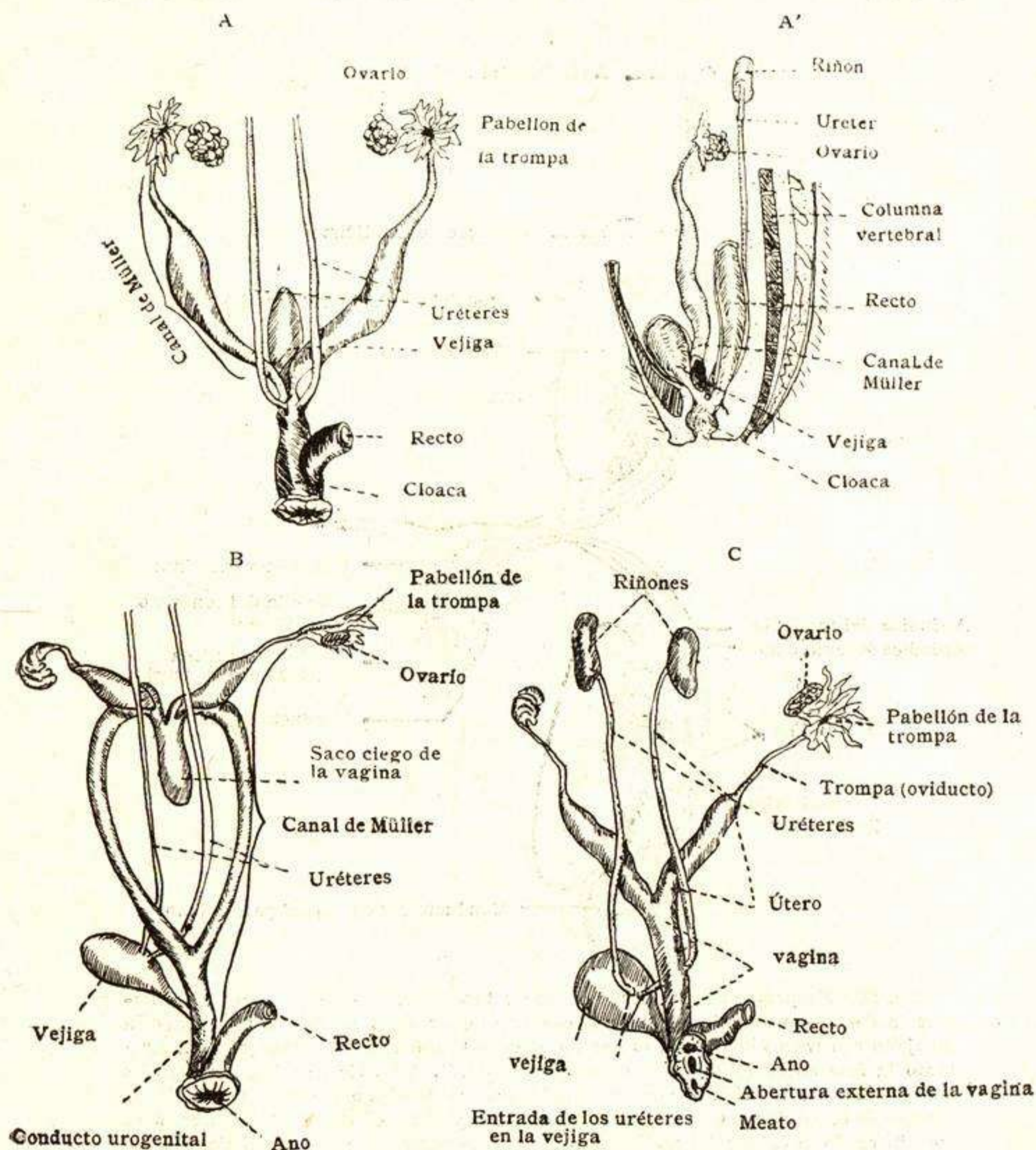


Fig. 120. Esquema del aparato urogenital de diversos grupos de mamíferos.—A, de monotremas; A', corte sagital del mismo; B, de marsupiales; C, de placentarios. (Según A. Brass. De su libro: Das Menschen-Problem I. Copia de L. Roca).

se ponen en comunicación desde luego con el *rete testis*, y, por su medio, con los *tubos rectos* del testículo, al menos en el supuesto de que estas formaciones testiculares no provengan de suyo de la misma

porción anterior del mesonefros; pues, según vimos anteriormente (n. 76), hay opiniones en ello: O. Hertwig les señala este origen, Bühler no. En todo caso, estos tubos simples mesonefrosales, en número de 10-20 están destinados a ser los *vasos eferentes* del testículo.

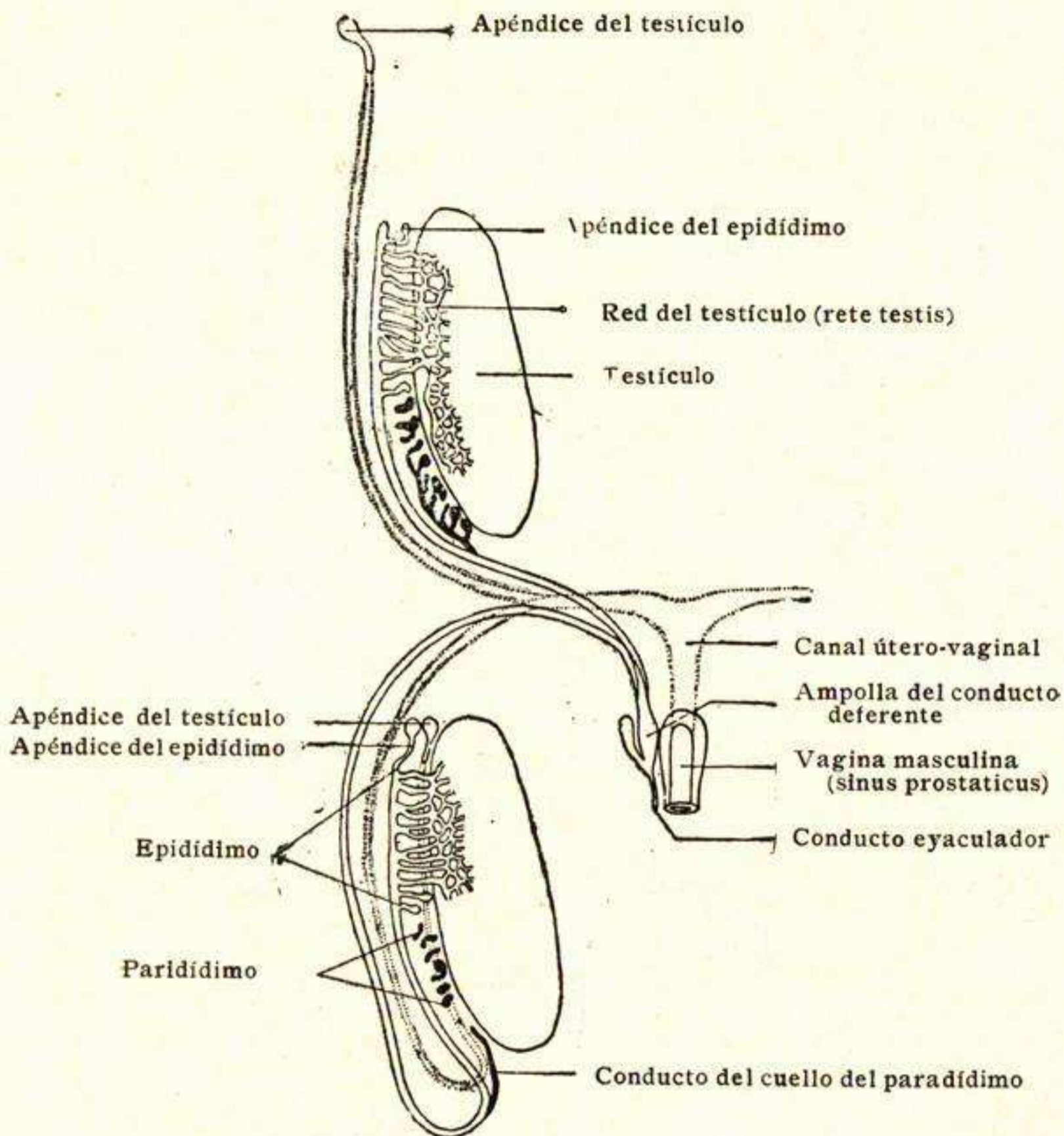


Fig. 121. Esquema para explicar la parte del mesonefros que se interesa en la formación del aparato genital y las vías conductoras de éste. Lo que se conserva, está dibujado con trazos continuos; lo que no se conserva, con puntos. El esquema abraza tanto la fase antes del descenso como después de él. La serie de tubos horizontales entre el canal de Wolff (ahora conducto deferente) y el testículo son tubos mesonefrosales simples de la porción anterior del cuerpo de Wolff y se convierten en tubos eferentes, constituyendo la cabeza del epidídimo. Los cuerpos negros que se ven debajo, son residuos de la porción media y posterior del mismo cuerpo de Wolff y forman el paridídimo. (Del Embryologisches Praktikum de A. Oppel).

Confluyendo todos hacia el canal de Wolff, desembocan en él (fig. 121). Este canal, por consiguiente, pasa desde ahora a ponerse al servicio del aparato genital: como conducto excretor de sus productos, se llamará en adelante *conducto deferente*.

Los cambios que describimos, tienen lugar en el tercer mes (10-12 semanas). Durante el cuarto y quinto mes, los 10-20 tubos eferentes crecen extraordinariamente y, replegándose sobre sí mismos, forman los conos vasculares; y su conjunto, la cabeza del epidídimo. Estos conos vasculares se reúnen y continúan con el *conducto deferente* que corre a lo largo del testículo, separado de éste por conjuntivo, en cuyo seno se halla el *paradídimo*: la primera porción del conducto deferente constituye la cola del *epidídimo*.

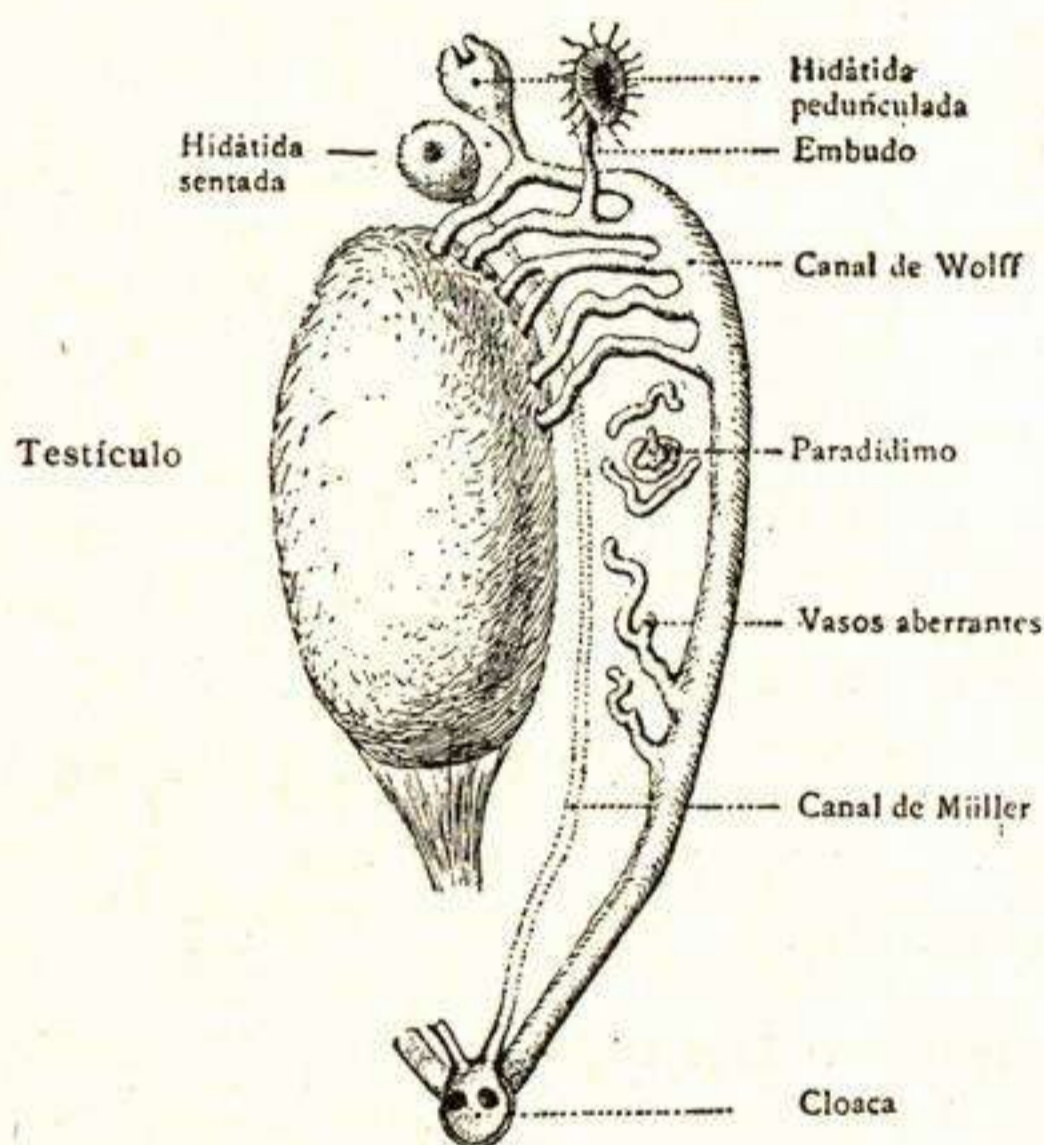


Fig 122. Aparato genital y residuos mesonefrales de un embrión humano macho. (Según Kollmann. Del tratado de Felix y Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

La parte restante del cuerpo de Wolff se atrofia, se reduce y desaparece como tal, aunque suele dejar algunos vestigios o residuos que han recibido en Anatomía el nombre de *vasos aberrantes* (*vasa aberrantia*) y *cuerpo innominado* de *Giraldes*. Los vasos aberrantes son restos de tubos mesonefrales que no han perdido aún su comunicación con el canal de Wolff, ahora ya *conducto deferente* (fig. 122); y el *cuerpo innominado* de *Giraldes* son tubos residuales del mesonefros que han perdido su comunicación con el conducto deferente: cada tubo forma una especie de glomérulo: en conjunto constituyen un cuerpo emplazado entre el conducto deferente y el testículo. El cuerpo recibe también el nombre de *paradídimo*. En el interior de sus tubos halló Czerny un epitelio vibrátil grasiento.

El canal de Müller se comporta en el macho de muy distinta manera que el canal de Wolff. Bien pronto comienza, en efecto, su reducción: se atrofia y desaparece totalmente en su región media: en sus extremos deja algún residuo. En el extremo craneal, su residuo constituye la llamada *hidátida sentada de Morgagni* (fig. 122), cuyo embudo sería, según Waldayer, un pabellón de trompa en miniatura. No conviene confundir esta hidátida sentada con las pedunculadas, ni con los canales laterales de los conos vasculares, que a veces se forman y que rematan a veces en embudo; pues estos últimos canales se deben considerar como vegetaciones de los conos vasculares. Todos estos residuos se encuentran en la cabeza del epidídimo. El otro extremo del canal de Müller se conserva también en parte bajo la forma rudimentaria. Los dos canales de Müller, al juntarse en medio, para formar el cordón genital, fusionan primero las paredes de contacto y, resolviéndose luego éstas, resulta un conducto único, que se abre en la cloaca o en el seno urogenital entre los dos conductos deferentes. Al deshacerse, pues, y desaparecer la región media del canal de Müller, se conserva esta última porción bajo la forma de un pequeño seno entre las desembocaduras de los conductos deferentes. Este seno ha recibido el nombre de *seno prostático* y también de *útero masculino*. En algunos animales, v. g., en los rumiantes, el seno que nos ocupa es muy notable, y deja distinguir marcadamente dos porciones: una superior que corresponde realmente al útero, y otra inferior que corresponde a la *vagina*. En el hombre, el seno corresponde, según Tourneux, a la vagina (fig. 121).

87. Descenso de los testículos. — Un cambio muy notable de este aparato es el descenso de las glándulas genitales. Cuanto al testículo, recordemos que el lugar de su formación es la pared dorsal de la región lumbar. Aquí es donde los ha de buscar el embriólogo al principio. Pero he aquí que ya al tercer mes embrionario se le encuentra un poco más abajo, en la entrada de la gran pelvis. En el cuarto y quinto mes se halla corrido hacia la pared ventral anterior junto al anillo inginal. Este descenso y desplazamiento del órgano interesa naturalmente los vasos; los cuales, si antes corrían transversales, según dijimos, toman ahora una dirección inclinada o al sesgo.

Se podría preguntar cuál es la causa del descenso de la glándula. Desde luego hay que admitir que interviene como causa eficiente el gran factor embriológico que modela los órganos y da a cada uno la colocación y disposición que necesita para la perfecta integración y funcionamiento del organismo: este factor es el principio del desigual crecimiento, al que tantas veces hemos apelado. En el descenso de los testículos tenemos manifiesta aplicación de él. Traigamos, en efecto, nuevamente a la memoria que el *meso* del cuerpo de Wolff, no sólo se continúa hacia arriba con el ligamento diafragmático de

Kölliker, sino también hacia abajo, irradiándose hasta la pared abdominal inginal con el nombre de *gubernáculo* de Hunter (fig. 115, gh). Este gubernáculo o ligamento inginal arranca, una vez desaparecido el cuerpo de Wolff, de la cabeza del epidídimo, en que se ha convertido la porción craneal de aquél, y termina en la piel de la pared ventral inginal. Si suponemos ahora que los órganos esqueléticos de la región lumbar, donde se originó el testículo, y los pelvianos crecen mucho y aprisa, y no el mencionado gubernáculo de Hunter; es evidente que éste ha de ejercer una tracción sobre el testículo y constituirle a la vez como una brida que le impida seguir el crecimiento y movimiento de la región lumbar; viniendo en su consecuencia a parar el testículo cada vez más abajo. De manera que, como dice O. Hertwig, no es necesario que el gubernáculo se contraiga como supusieron algunos, llamando la atención sobre las fibras musculares lisas que encierra el citado ligamento, ni que arrugue sus fibras conjuntivas: basta que no crezca en las debidas proporciones. No pierda de vista el lector que el descenso comienza muy pronto, ya al tercer mes, cuando todo el cuerpo del embrión no pasará de 6 cm.

Por este camino se puede explicar cómo el testículo llega hasta la pared ventral inginal. Pero de hecho, la marcha del testículo al lugar de su destino, no ha concluído; y la naturaleza, cual diestro ingeniero, le abre camino para llegar a él. Y es así que ya en el tercer mes se inicia el llamado *proceso vaginal del peritoneo*. En el sitio en que el gubernáculo de Hunter atraviesa la pared ventral para terminar en el corio de la piel, se insinúa una evaginación del peritoneo, cuya aparición no puede ser alguna mera consecuencia mecánica, sino que obedece a una manifiesta finalidad, preparando el terreno para la recepción del testículo: y esto tanto más, cuanto que exteriormente se forma de antemano en la misma piel de la región pudenda, una como hernia que es el primer esbozo de la bolsa testicular. La evaginación del peritoneo continúa penetrando por la pared abdominal, dando origen al anillo y canal inginal e introduciéndose dentro de la bolsa, previamente formada (fig. 123). El borde circular interno del canal, abierto por el proceso vaginal del peritoneo, se llama *anillo inginal*; el conducto que atraviesa la pared abdominal, *canal inginal*; y el saco o la bolsa externa, el *escroto*.

Ahora bien; el testículo no pára hasta aposentarse en este saco. En el octavo mes se le encuentra en el *canal inginal*, y en el noveno, dentro del saco: de suerte que, al tiempo del nacimiento, el descenso testicular está terminado. Después, las paredes del canal inginal se cierran y la cavidad que aloja el testículo, queda completamente aislada de la cavidad abdominal, de que se deriva.

No es cosa fácil de definir si el gubernáculo de Hunter influye mecánicamente en este último traslado de los testículos, desde la ca-

vidad abdominal a las bolsas: el gubernáculo queda naturalmente dentro de cada bolsa, adherido a la cabeza del epidídimo por una extremidad y a la piel del escroto por otra.

SS. Consecuencias. — De lo dicho se puede colegir que en las paredes del escroto, cuya cavidad se deriva del abdomen, hemos de encontrar todas las capas o envolturas que presenta la pared del vientre. El testículo es una verdadera víscera, envuelta por una serosa derivada del peritoneo como las demás; y consta también de dos capas: una externa o parietal (fig. 124, 4') y otra interna o *visceral* (fig. 124, 4''): aquélla es la que reviste la superficie interna del saco testicular; ésta, la que envuelve inmediatamente el testículo y

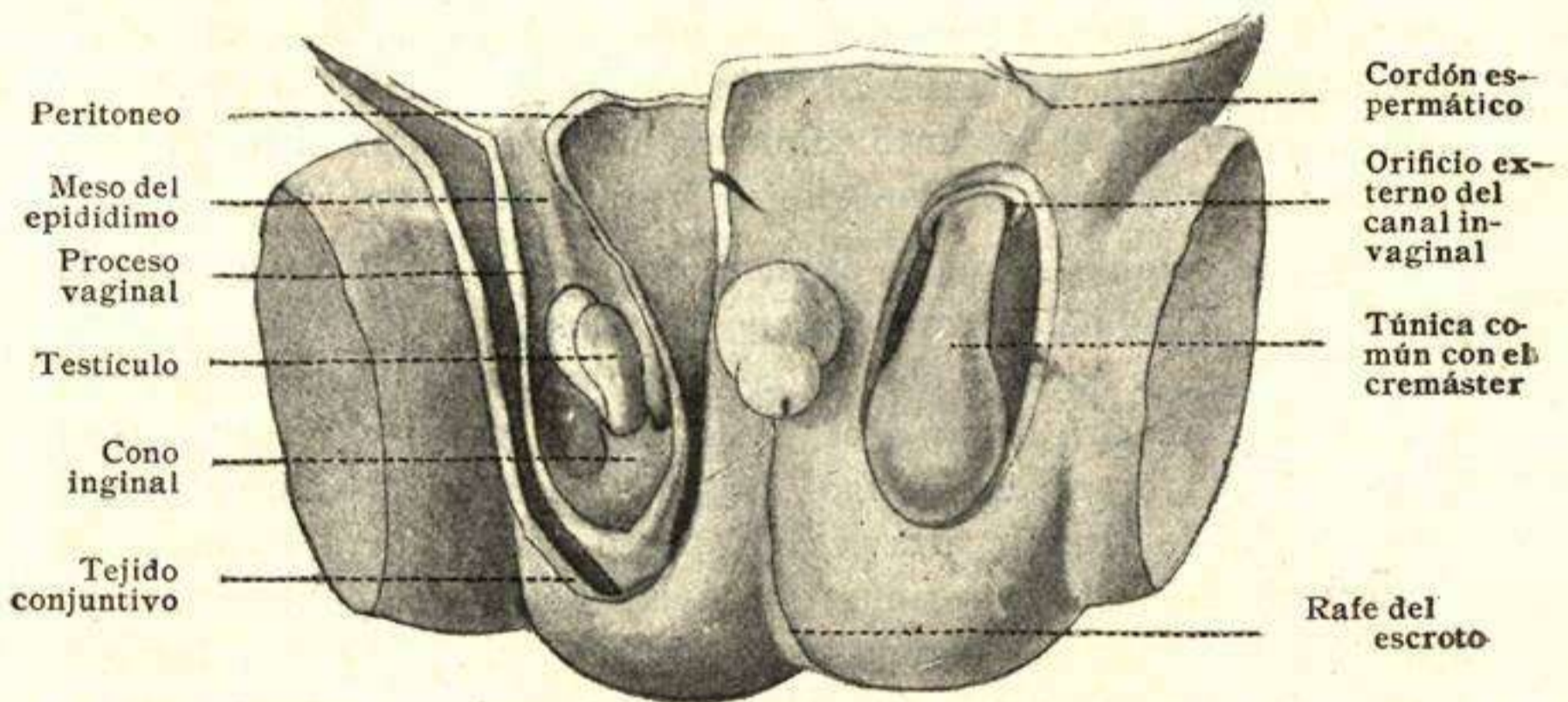


Fig. 123. Descenso testicular de un embrión humano de 25 cm. de longitud céfalo-coxígea. (De Kollman en el tratado de Felix y Bühler del Handbuch de O. Hertwig).

forma su capa superficial, como sucede con las demás vísceras, v. g., con el intestino y los pulmones. La serosa del testículo constituye la *túnica vaginal propia* (*tunica vaginalis propria*) de los anatómicos, y corresponde al peritoneo abdominal (fig. 124, 4'). Hacia fuera sigue otra capa, compuesta de fibras estriadas musculares con algo de conjuntivo (fig. 124, 3'): ésta es la llamada *túnica vaginal común* (*tunica vaginalis communis*). Las fibras musculares se derivan de la capa muscular de la pared ventral y señaladamente del músculo abdominal oblicuo interno. Su conjunto constituye el *músculo cremáster*. Esta capa corresponde a la capa muscular de la pared del vientre con su *fascia* o *aponeurosis* (fig. 124, 3). Sigue más hacia fuera otra capa conjuntiva (fig. 124, 2'), llamada *fascia de Cooper*, a la que corresponde en la pared del vientre la *fascia* o *aponeurosis superficial* (fig. 124, 2). Finalmente, la capa externa llamada *escroto*, con su

túnica dartos (fig. 124, 1'), donde abundan fibras musculares lisas que acondicionan las rugosidades de la piel escrotal, se corresponde en todo a la piel de la pared abdominal (fig. 124, 1).

Como quiera que el conducto, cuyo primer tramo se introduce también en el saco testicular, va acompañada de vasos nerviosos, sostenido todo por conjuntivo, se inicia dentro del mismo saco un paquete o cordón que llena el canal inguinal, y recibe el nombre de *cordón espermático*.

89. Criptorquismo. — Entendido el proceso de la traslación del testículo desde el punto de origen al lugar definitivo, se le alcanza a uno que una perturbación cualquiera en la marcha de los fenómenos puede producir el *criptorquismo*, que quiere decir ocultación del testículo, que tendrá lugar siempre que la glándula no éntre dentro del saco. Este se ofrece entonces menos desarrollado y flácido, no ofreciendo dureza al tacto por estar vacío. Pero bueno es notar que el saco no deja por eso de formarse, lo cual es un argumento evidente de que su formación es teleológica, esto es, se ordena a prestar un servicio futuro; servicio futuro que en el caso de criptorquismo no ha tenido efecto.

El hecho del criptorquismo arroja no poca luz sobre la inactividad o insuficiencia de la tracción mecánica del gubernáculo de Hunter para el último paso que da el testículo, y aposentarse en su celda o bolsa definitiva.

El criptorquismo, en unión de otras circunstancias que tocaremos más adelante, contribuye a producir el *pseudo-hermafroditismo*.

90. Divergencias en el descenso de los testículos. — Lo que hemos dicho se refiere inmediatamente al hombre, aunque lo mismo vale en general para los mamíferos, al menos para aquellos, cuyos testículos aparecen exteriormente. Hay, con todo, algunos grupos de mamíferos con testículos normalmente ocultos en el interior de la cavidad abdominal: así los *monotremas* y los *cetáceos*. En *insectívoros* y *roedores*, el testículo puede entrar y salir del abdomen, según las circunstancias. En las ratas, v. g., el testículo no aparece exteriormente durante el invierno; pero sí durante el verano.

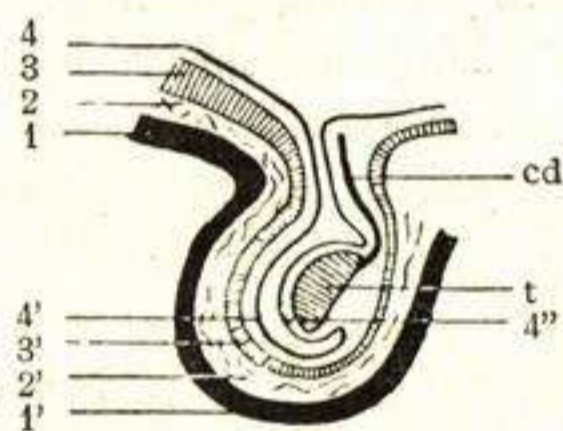


Fig. 124. Esquema de O. Hertwig para explicar la correspondencia de partes entre la pared de la bolsa testicular y la pared abdominal como derivada la una de la otra. 1, piel de la pared abdominal; 1', escroto con la túnica dartos; 2, fascia superficial de la pared abdominal; 2', fascia de Cooper; 3, capa muscular y fascia transversal del abdomen; 3', túnica vaginal común con el músculo cremáster; 4, peritoneo; 4', hoja parietal de la túnica vaginal propia; 4'', hoja visceral de la misma o peritoneo testicular, envolviendo el testículo; cd, conducto deferente; t, testículo. (De su libro: Die Elemente).

o época de calor con bolsas notables. Es evidente que en estos casos no puede cerrarse el canal inginal y aislarse completamente de las bolsas testiculares la cavidad abdominal. Y así, si se abre una rata macho durante el invierno, se encuentra el testículo delante del canal; durante el verano, no; pero basta en este caso una suave tracción del conducto deferente, para sacar por el canal inginal, sin ninguna dificultad, el testículo.

Pero aun cuando el testículo se queda definitivamente en las bolsas sin salir nunca de ellas, como sucede en el hombre y otros mamíferos, la cavidad de las bolsas no siempre se cierra y aísla completamente de la cavidad abdominal: esto parece ser privilegio exclusivo del hombre y demás primates.

Hagamos notar, finalmente, que el descenso del testículo a las bolsas, se verifica ántes del nacimiento en unos grupos de animales, como en *primates*, *fieras* y *perisodáctilos*.

XII. Cambios en la hembra

91. Reducción del cuerpo de Wolff. — Los cambios que experimenta el sistema urogenital en las hembras, son en parte semejantes y en parte desemejantes a los de los machos. Análoga es desde luego la reducción del cuerpo de Wolff. También aquí hemos de distinguir la porción anterior o craneal de este cuerpo de su porción posterior. La anterior entra igualmente, según muchos autores, en relación íntima con el sistema genital: de ella partirían los llamados cordones que, llegando a la base o al hilo del ovario, originarían el *rete ovarii*, formación homóloga del *rete testis*. Conforme a la opinión tocada más arriba (n. 71), en sentir de Bühler, el origen del *rete ovarii* es el epitelio germinal (región superior) que se podría llamar *progonal*, si dividimos la banda del epitelio germinal, como se hace en otros amnióticos, en tres partes: *progonal* (superior o craneal), *gonal* (media, la que produce realmente los elementos ontogénicos definitivos), y *epigonal* (posterior o caudal), que es una especie de ligamento. Pero, dejando a un lado esta cuestión, aun no bien resuelta, se conservan en la hembra, siquiera como residuo, unos 10-15 tubos de esta región que se equiparan a los 10-20 que en los machos constituyen la cabeza del *epidídimo*: razón por la cual, al cuerpo que de su conjunto resulta en la hembra, se le ha dado el nombre homólogo de *epoóforo*; nombre que ha de prevalecer contra el de *parovario*, con que también se le conoce: primero, porque esta última palabra es *híbrida* y la pureza del lenguaje no ha de estar reñida con la ciencia biológica; pero, sobre todo, porque significa lo mismo que *paroóforo*; ahora bien, la palabra *paroóforo* la reservamos para

significar en las hembras el residuo de la porción posterior del cuerpo de Wolff; bien así, como en los machos hemos llamado ántes al mismo residuo *paradídimo*. Con lo cual existe perfecto paralelismo y homología, en hechos y palabras, entre los dos sexos. Volviendo a los tubos del epoóforo, éstos son al principio más o menos rectos, desembocando en el canal de Wolff (fig. 125, ep): más tarde crecen extraordinariamente y en su consecuencia se contornean como vimos hacían sus homólogos en el macho, en el cual dijimos que se convertían en los conos vasculosos.

La porción posterior o restante del cuerpo de Wolff se reduce y se absorbe en gran parte; pero tiene asimismo en la hembra sus deijos

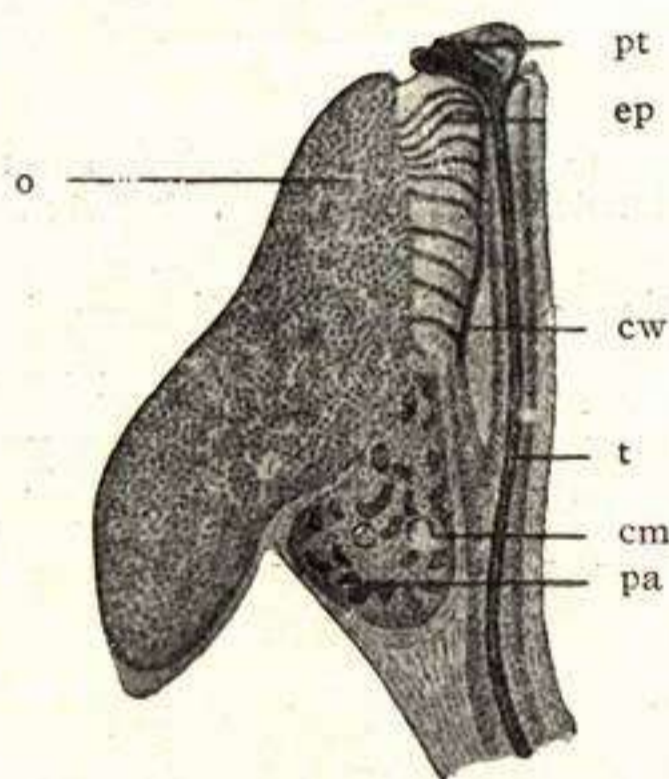


Fig. 125. Partes genitales de un embrión humano femenino, según Waldeyer. — o, ovario; t, canal de Müller convertido en trompa de Falopio; pt, pabellón de la misma; ep, epoóforo (homólogo del epidídimo del macho); cw, resto del canal de Wolff (homólogo del conducto deferente del macho); pa, paroóforo (homólogo del paradídimo del macho); cm, cuerpo de Malpighio. (Del libro de O. Hertwig, Die Elemente etc.).

o residuos que se hallan luégo en el ligamento lato entre el ovario y el útero debajo de la trompa (fig. 125, pa). Estos residuos tienen la forma de tubos revueltos sobre sí mismos, como glomérulos con epitelio vibrátil en su interior. En conjunto, componen un cuerpo amarillento que se conserva largo tiempo en el embrión humano. Corresponde este cuerpo al *paradídimo* del macho, y por esto hay que llamarle *paroóforo*. El cuerpo en cuestión va reduciéndose cada vez más; y aun se puede creer que los quistes que aparecen de vez en cuando en individuos adultos en el ligamento lato junto al útero, traen su origen de los tubos del *paroóforo*.

92. Canales de Wolff y de Müller. — En las hembras el comportamiento de estos dos canales es inverso a lo que hemos visto en los machos. En éstos el canal de Wolff se nos transformó

en el *conducto deferente*, al paso que el de Müller desapareció en su mayor parte; en las hembras es al revés: desaparece el canal de Wolff y se conserva y metamorfosea el de Müller. Pero así como al desaparecer el canal de Müller, en los machos, nos dejó algunos residuos,

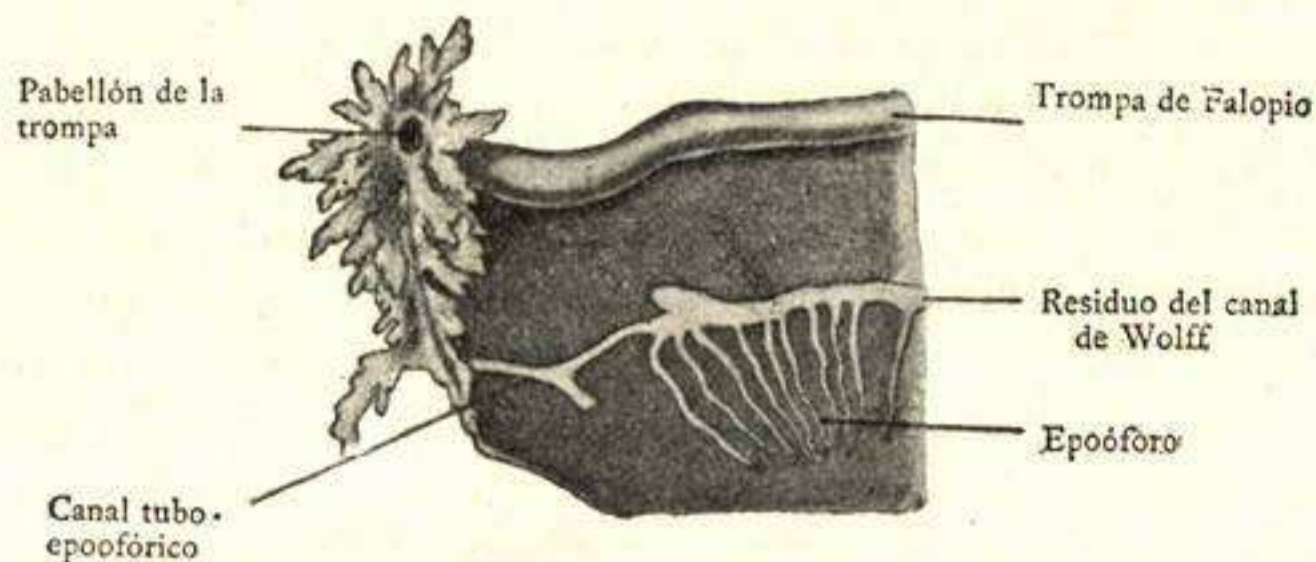


Fig. 126. Canal tubo-epoofórico de una niña de diez años, según Roth. (Del Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig).

v. g., el *seno prostático* o *útero masculino*; así también deja rastro de sí en las hembras el canal de Wolff en su desaparición. Restos de este canal se encuentran en el ligamento lato y al lado del útero en embriones humanos avanzados bajo la forma de un tubo paralelo a la trompa y al útero (fig. 126). Más tarde desaparecen estos residuos,

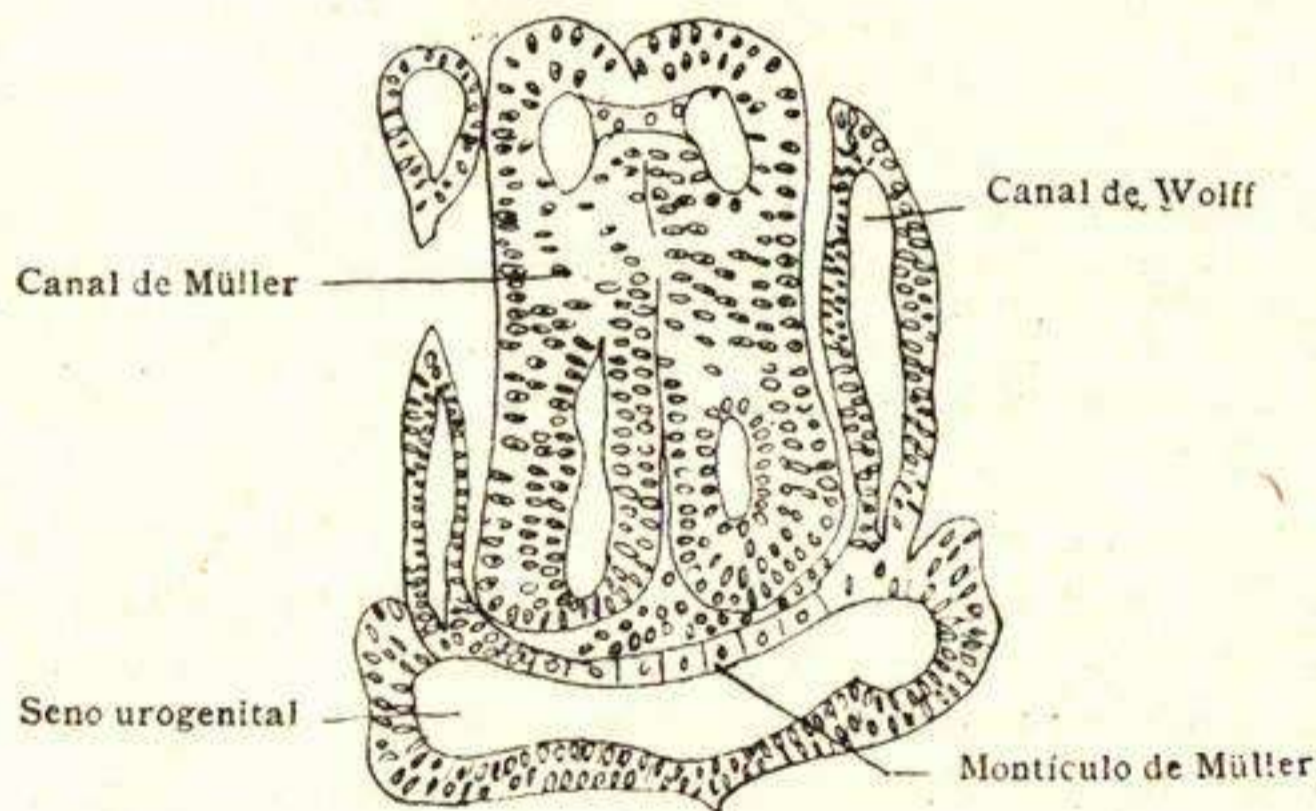


Fig. 127. Corte transversal del seno urogenital a la altura de la desembocadura de los canales de Wolff. De un embrión humano de 25 mm. de longitud nucolumbar (6 a 8 1/2 semanas). El corte interesa las partes horizontales de los canales de Wolff, y longitudinalmente los de Müller. (Según Keibel (1896). Del Tratado de Felix en el Handbuch etc. de O. Hertwig).

si bien suele quedar aún un delgado canal en el cuello del útero, demostrable sólo a favor de cortes transversales (Beigel, Dohrn).

En otros mamíferos (*rumiantes, súidos*), se conserva el canal de Wolff, aunque en estado de reducción, y se le conoce con el nombre

de canal de Gartner. En ruminantes se ha llegado a encontrar la desembocadura de este canal en la vagina junto a los labios menores.

En cambio, el canal de Müller va a proporcionar los distintos tramos en que se divide el conducto de los productos genitales femeninos que en la especie humana y en los mamíferos son: *trompa* u *oviducto*, *útero* y *vagina*. Veamos cómo.

Dijimos más arriba (n. 84) que el curso del canal de Müller era en su primer recorrido lateral e inferior respecto del canal de Wolff; que luego, cruzando este último canal, se dirigía hacia el medio (fig. 117, cM) para juntarse aquí con el del otro lado y originar el cordón genital. En efecto; los dos canales no sólo se juntan en medio, sino que bien pronto sueldan sus paredes de contacto (fig. 127). El tabique

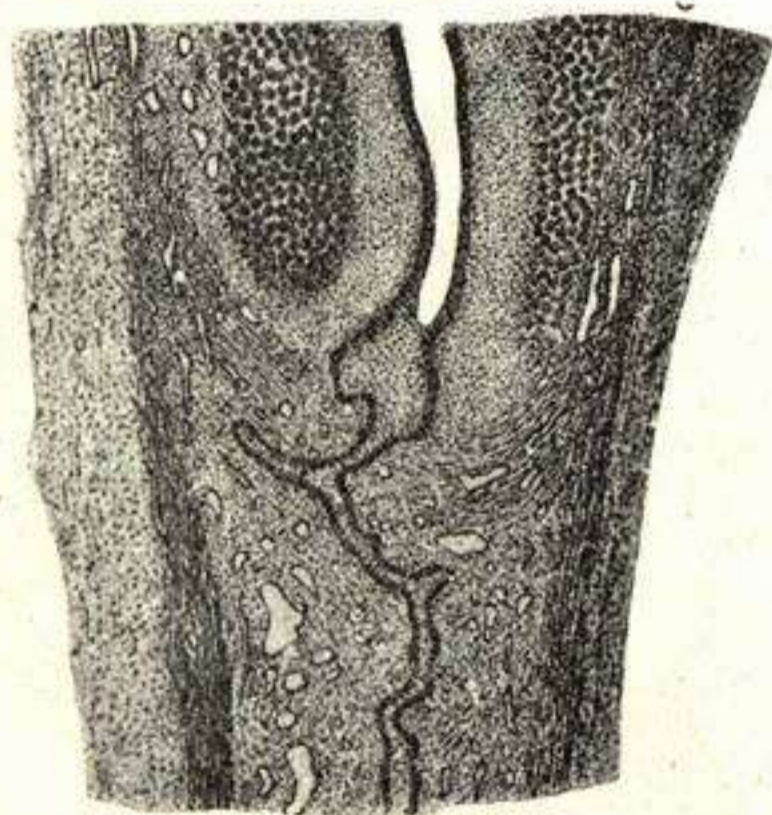


Fig. 123. Corte sagital medio de la región media del cordón genital de un feto humano femenino de 26 cm. Porción vaginal y musculatura. (Según Werth y Grusdew 1898. Del Handbuch de O. Hertwig).

medio que resulta de la fusión, separa interiormente aún la cavidad de los tubos; pero se resuelve más tarde, formándose de los dos un solo conducto de mayor luz. En este estadio (tercer mes) se distinguen en el canal de Müller dos tramos: uno libre desde su origen hasta el utrículo medio, y el de este utrículo: el primero será la trompa de Falopio definitiva; el otro está destinado a formar el útero y la vagina.

El trayecto de fusión de los dos canales de Müller en un solo tubo (12 semanas), deja entrever pronto en el pitelio que reviste su interior, distintas regiones, en que luego se divide. Porque en la región que corresponde al futuro cuerpo del útero, el epitelio es cilíndrico, uniestratificado con elementos delgados y de una altura de 16-25 μ ; las paredes de esta región se hacen al sexto mes muy musculares; y el corte transversal ofrece una luz ovoidal: hacia la mitad del cordón genital (embrión de 4-4'5 cm.), el epitelio del tubo que nos ocupa, se

hace poco a poco pluriestratificado cilíndrico, de 32-50 μ de altura: esta región corresponde principalmente a la *vagina*, cuyo canal del cuarto mes hasta la mitad de la gravidez se encuentra obturado por tejido epitelial pluriestratificado y con células cúbicas (fig. 128). Esta especie de obstrucción la explican diversamente los autores. Para unos (Tourneux y Legay 1884, Roesger 1894, Werth y Grusdew 1898) la luz primitiva del tubo se ha perdido, llenándose de células epiteliales; para otros (Nagel 1891) la cavidad del conducto no se habría formado aún en este tramo y el tapón celular sería el residuo de las células de los canales de Müller, antes de excavarse.

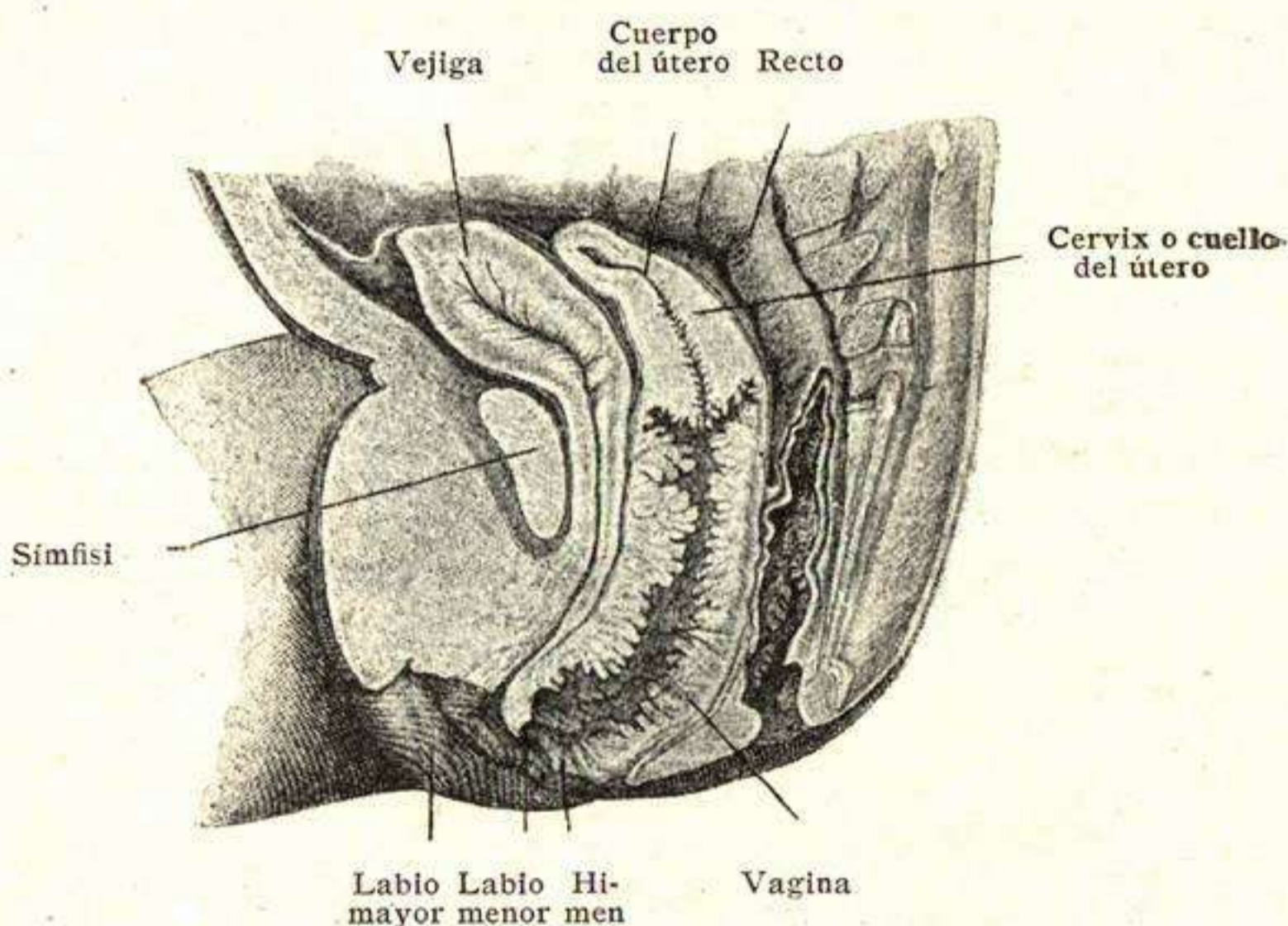


Fig. 129. Corte sagital medio, esto es, que pasa por el plano de simetría, de la región pelviana de un feto humano femenino del séptimo mes. (De Nagel 1896. Tratado de Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

En un estadio más avanzado (a partir de la mitad del cuarto mes) se distingue la región vaginal por su excesivo crecimiento y desarrollo, superando de mucho en anchura a la del cuerpo uterino: también la región cervical del útero participa, en este estadio, del predominio del crecimiento respecto del cuerpo uterino. Tanto en la vagina como en el cuello del útero, el epitelio, en virtud de su extraordinario crecimiento forma repliegues o sinuosidades (fig. 129).

Finalmente, hacia el 6.º mes la división en regiones toca a su término con la diferenciación de la porción vaginal del cuello del útero, apareciendo el *hocico de tenca* y con la formación de la bóveda vaginal, alrededor de dicho *hocico de tenca*.

He dicho que el tramo libre del canal de Müller sería la trompa de Falopio u oviducto. Su extremo craneal desarrolla el pabellón

(fig. 125, pt), que probablemente no es más que el embudo, que superiormente estudiamos (n. 83), desarrollando sus fimbrias (fig. 126), y recubriéndose de pestañas sus células epiteliales. Otros creen que el embudo primitivo desaparece y se forma secundariamente otro que sería el definitivo. Parece apoyar esta última opinión el hallazgo, no raro, de trompas con varios pabellones: este hecho demuestra, cuando menos, que puede formarse otra, caso de desaparecer la pri-

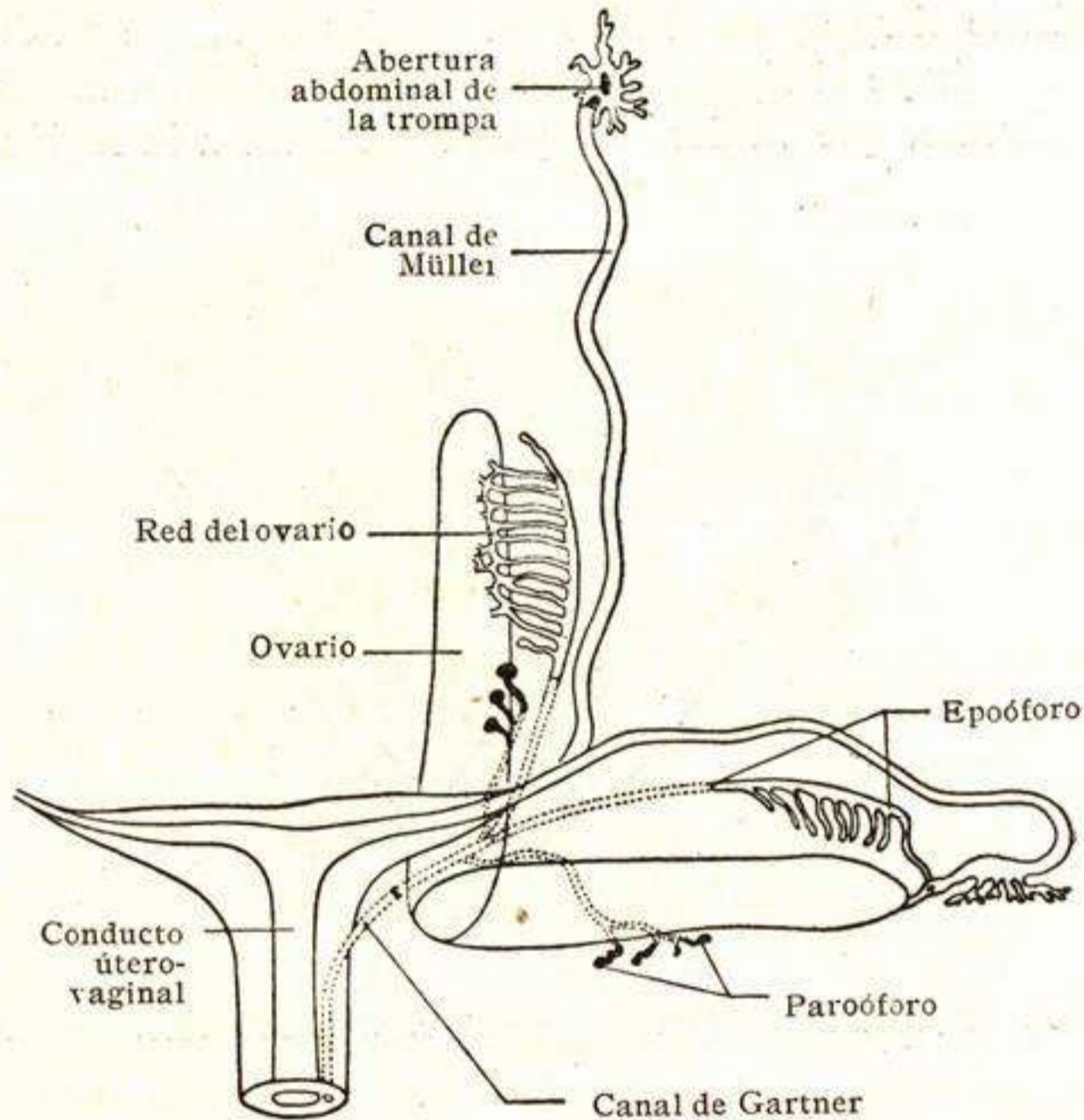


Fig. 130. Esquema de Oppel para explicar la situación primitiva y definitiva del ovario y sus anejos. (De su Embryologisches Praktikum).

mitiva: más aún; nos inclinamos a creer que el tubo que nos ocupa poseería la propiedad de originar pabellón, si en algún punto de él provoca su formación un agente cualquiera.

93. Descenso del ovario. — La glándula genital femenina también abandona su lugar primitivo (fig. 130) para ir a ocupar el definitivo, descendiendo de la región lumbar, primero a la gran pelvis y luego a la pequeña, donde se aposenta definitivamente. Al tercer mes, cuando comienza a atrofiarse y reducirse el cuerpo de Wolff, el ovario se halla ya en la gran pelvis, cayendo al lado interno del músculo psoas. En este tiempo son los ovarios relativamente mayores que más tarde, y llenan la mayor parte de la cavidad pel-

viana. En el noveno mes suele llegar a su lugar definitivo, que es en la pequeña pelvis, sujeta al *ligamento lato*, a uno y otro lado del cuerpo entre la vejiga y el recto.

Se puede preguntar también aquí qué parte tiene o puede tener en este descenso el ligamento inginal o gubernáculo de Hunter. Como en los machos, partiendo del cuerpo de Wolff, se dirige el ligamento hacia la región inginal. Más tarde se deja distribuir en tres partes por razón de haber contraído adherencia con el conducto de Müller en el punto, en que éste se transforma en el cordón genital: una que va desde el *epoóforo* al hilio del ovario; otra, que va de aquí al útero y constituye el *ligamento utero-ovárico* (*ligamentum ovarii*); y otra, finalmente, que va desde la pared del útero a la región inginal;

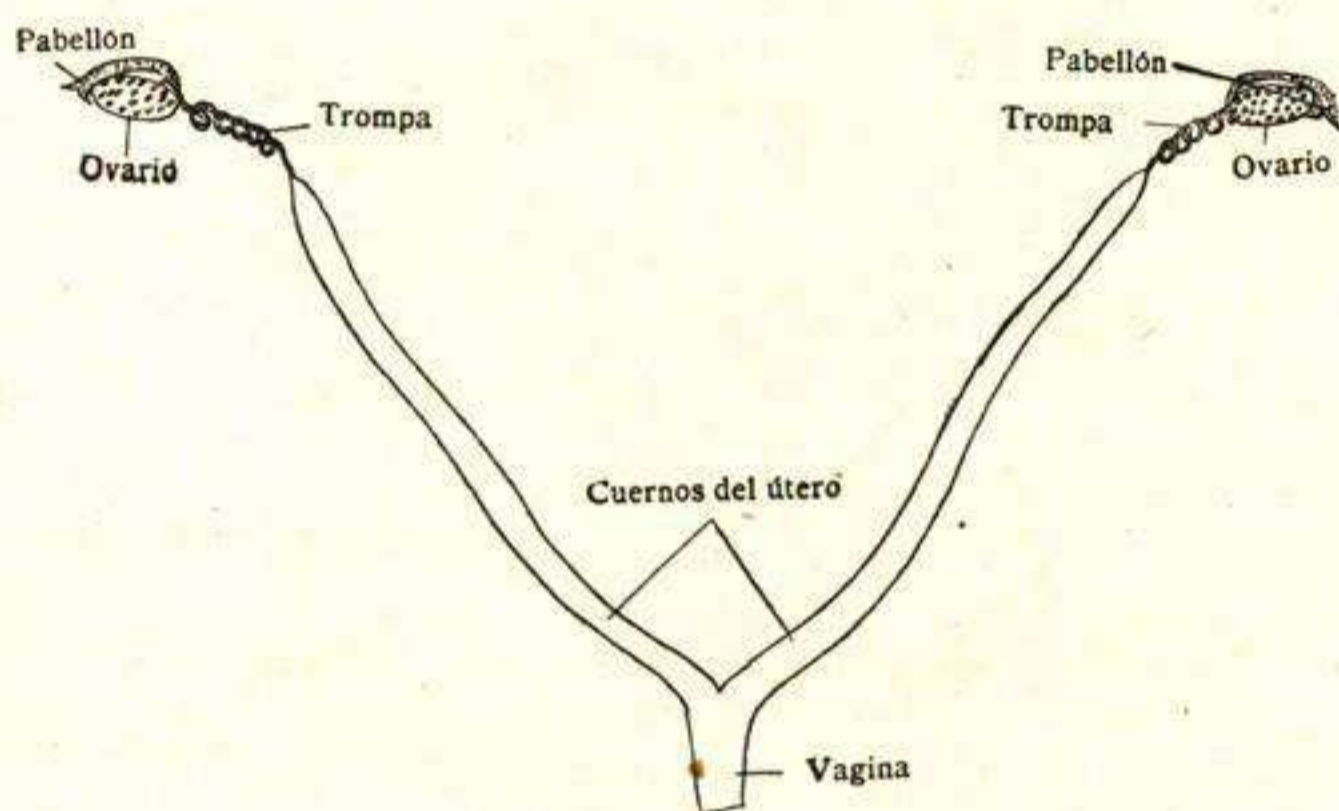


Fig. 131. Esquema de útero bicornal normal, v. g., de un roedor. (Original).

región en que también se forma, a su manera, una evaginación del peritoneo (*diverticulum Nuckii*), que en los machos llamamos (n. 86) *proceso vaginal del peritoneo*; y hundiéndose en los tejidos de la pared abdominal, viene a tomar su última inserción en la piel de los labios mayores. Este ligamento es el llamado *redondo* o *ligamento teres del útero* (*ligamentum teres uteri*).

Es cosa, por demás clara, que este ligamento redondo no puede influir en el último descenso, dado que el ovario no se dirige, como el testículo, hacia la pared anterior de la región inginal; sino más bien hacia el centro de la cavidad lateral de la pelvis menor. Esto, de ley ordinaria. En casos raros, puede dirigirse hacia allí el ovario, y aun entrar dentro del saco del proceso vaginal del peritoneo y llegar a aposentarse dentro de los labios mayores: cosa que, cuando sucede, da a los órganos genitales externos de la hembra el aspecto de los del macho y contribuye a producir el *pseudo-hermafroditismo*.

94. Divergencias y anomalías. — Hemos descrito los procesos de la formación del tracto genital, teniendo siempre presente al hombre, que es el objeto que más nos interesa; y la manera como hemos visto se formaban las vías del aparato genital, nos pone en la mano la clave para entender las divergencias y anomalías.

Ante todo, es fácil comprender que la unión y fusión de los canales de Müller en medio o en el cordón genital puede ser en mayor o menor extensión de su recorrido. En muchos mamíferos (*súidos, rumiantes, roedores*) no se sueldan los dos tubos más que en su región inferior que corresponde principalmente a la vagina. De aquí resulta

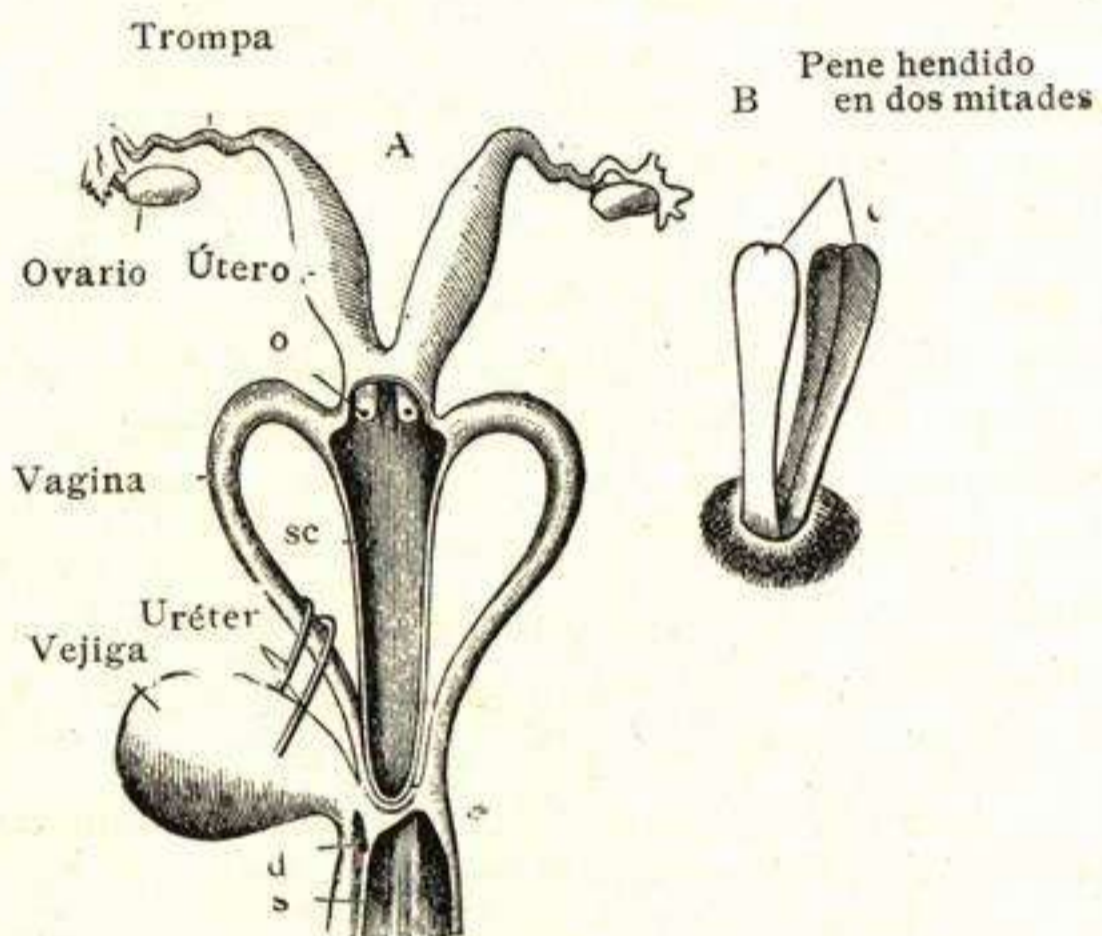


Fig. 132. A.—Tracto genital femenino de *Holmaturus*.—o, orificio externo del cuello del útero; sc, saco ciego de la vagina; d, desembocadura de la vejiga en el seno urogenital (s); s, seno urogenital. — B. Penis dividido. de *Didelphys philander*. (Según Otto. Del libro: Zoologie von Claus-Grobben, tomada a su vez de Gegenbaur).

el útero *bicorne* (fig. 131), esto es, un útero constituido por dos ramales que se unen sólo en su porción inferior, continuándose hacia abajo en un solo conducto que es la vagina. En marsupiales, si bien se juntan parcialmente en medio los dos conductos, no fusionan, con todo, sus cavidades: en ellos, pues, existen, al menos, interiormente, dos úteros y dos vaginas (fig. 132, A); y nótese de paso que en estos animales el pene del macho está dividido en dos (fig. 132, B), de conformidad con la doble vagina de la hembra: circunstancia que demuestra lo previsoras que es la Naturaleza y cuan teleológica en sus formaciones. Finalmente, en monotremas y en aves y reptiles no se sueldan, ni se juntan los canales de Müller, sino que cada uno va siguiendo como puro oviducto su camino hasta la cloaca: porque todos estos animales son ovíparos y por lo mismo el embrión no se

desarrolla ordinariamente dentro del cuerpo de la hembra; y así hueiga la formación de un útero y, por consiguiente, hueigan también todos los procesos que a esto se encaminan. En las aves, además, se atrofia el tracto genital del lado derecho a una con su correspondiente ovario; pero por cierta ley de correlación se desarrolla tanto más el del lado izquierdo. Esto en las hembras: en los machos, si bien adquiere mayor desarrollo el testículo izquierdo, funcionan los de ambos lados. Todo lo dicho es cosa normal. Pero pueden ocurrir casos anormales, cuya existencia reconoce una perturbación o desvío de los procesos ontogénicos: y así el conocimiento de éstos nos da perfecta explicación de los fenómenos patológicos, congénitos y teratológicos.

Demos, en efecto, que en la especie humana, por circunstancias no fáciles de precisar, no se han juntado en medio los dos canales de Müller, evolucionando por lo demás, cada uno por sí: tendríamos, en este caso, un individuo con dos úteros y con dos vaginas, *tipo marsupial*. Pero supongamos que sí se han juntado; mas sólo en su región inferior, correspondiente a la vagina: el individuo poseería entonces una vagina con útero *bicorne*, como, v. g., un roedor. Más frecuente es, sin duda, el caso de juntarse los dos canales de Müller en el cordón genital; pero sin fusionar sus cavidades. Entonces resulta un solo útero y una vagina *exteriormente*; aunque real e interiormente son dobles la vagina y el útero. Estas son las anomalías más ordinarias. Por lo demás, a cualquiera se le alcanza que pueden ocurrir otras sin cuento, v. g., excrecencias de las paredes en todo o en parte, pueden obstruir o llenar las cavidades y resultar o la ausencia del útero o vagina o su mala conformación, etc. Como se deja entender, estas anomalías pueden ser causa de esterilidad en la mujer.

95. Ligamento lato. — Dijimos más arriba (n. 92) dos palabras sobre el origen del ligamento útero-ovárico y del ligamento redondo (*ligamentum teres uteri*), derivados ambos del gubernáculo de Hunter, según explicamos. No resta sino que estudiemos aquí el origen u ontogénesis del *ligamento lato* que le forma al útero como dos alas laterales.

Para comprender mejor el origen de esta notable formación, nos hemos de remontar a estadios muy jóvenes. Recordemos que el cuerpo de Wolff, cuando ha llegado a su perfecto desarrollo, representa una gruesa dobladura de la pared dorsal celómica; es un cuerpo alargado y prominente (fig. 116) de la cavidad somática, unido a la pared dorsal de la misma mediante una delgada lámina de tejido, que llamamos *meso* del cuerpo de Wolff, revestida por ambas caras de epitelio celómico; epitelio celómico que no menos reviste exteriormente todo este cuerpo y toda la pared del celoma. En la cara interna del cuerpo de

Wolff se originó la glándula genital, primero, como epitelio germinal; luego como estría y, finalmente, como dobladura genital que era otro cuerpo prominente y algo alargado (fig. 116, Gg), unido, más que directamente con la pared celómica, con el meso del cuerpo de Wolff, por una lámina de tejido que constituía su meso (mesorquio, mesovario). En la cara externa o lateral del cuerpo de Wolff corría el canal de su

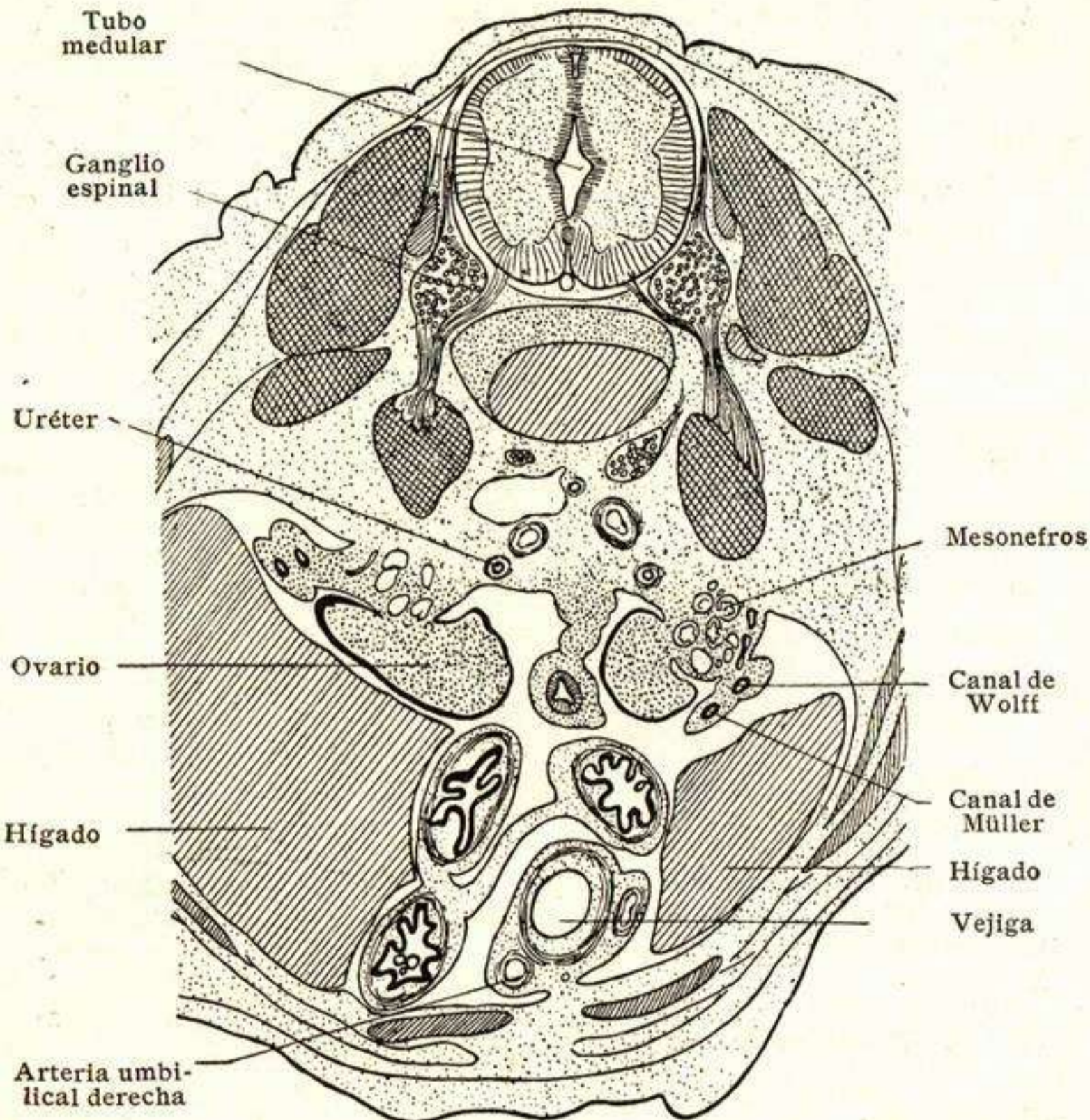


Fig. 133. Corte transversal de un embrión humano femenino de 25 mm. de longitud nuco-lumbar (de 8-8 $\frac{1}{2}$ semanas). Según Keibel 1896. A: ca. 16. El mesonefros está en reducción, de modo que el de la derecha (izquierda del que mira la figura) se halla contenido en el espesor del meso del ovario (mesovario). (Del Tratado de Felix en el Handbuch de O. Hertwig).

nombre, empotrado dentro del tejido, bien que junto al borde (fig. 116, Wo), de formación anterior a la del mismo cuerpo de Wolff, esto es, de origen pronefrol. Más tarde se originó, en esta misma cara externa y junto al canal de Wolff, otro canal: el canal de Müller (fig. 116, Mü). Estos dos canales, pues, el de Wolff y el de Müller, corrían muy juntos en el borde externo del cuerpo de Wolff o mesonefros.

Vimos, además, que a medida que iba creciendo y tomando cuerpo la glándula genital, desaparecía el cuerpo de Wolff: de manera que casi quedó reducido a su meso, confundido éste con el meso de la glándula genital. Un corte transversal de esta región y en este estadio nos mostraría (fig. 133) hacia la parte interna o medial la glándula genital, que supondremos en adelante femenina u ovario, dado que tratamos de explicar el origen del ligamento lato. Su meso se dirige hacia la pared dorsal, pero marcadamente en dirección lateral, encontrando en su base el cuerpo de Wolff cada vez más insignificante y convertido en mesovario: en su margen externo o lateral se hallan los dos canales de Wolff y de Müller: éste, externo y ventral respecto de aquél. Todo el conjunto está revestido por el epitelio celómico, que es el verdadero peritoneo.

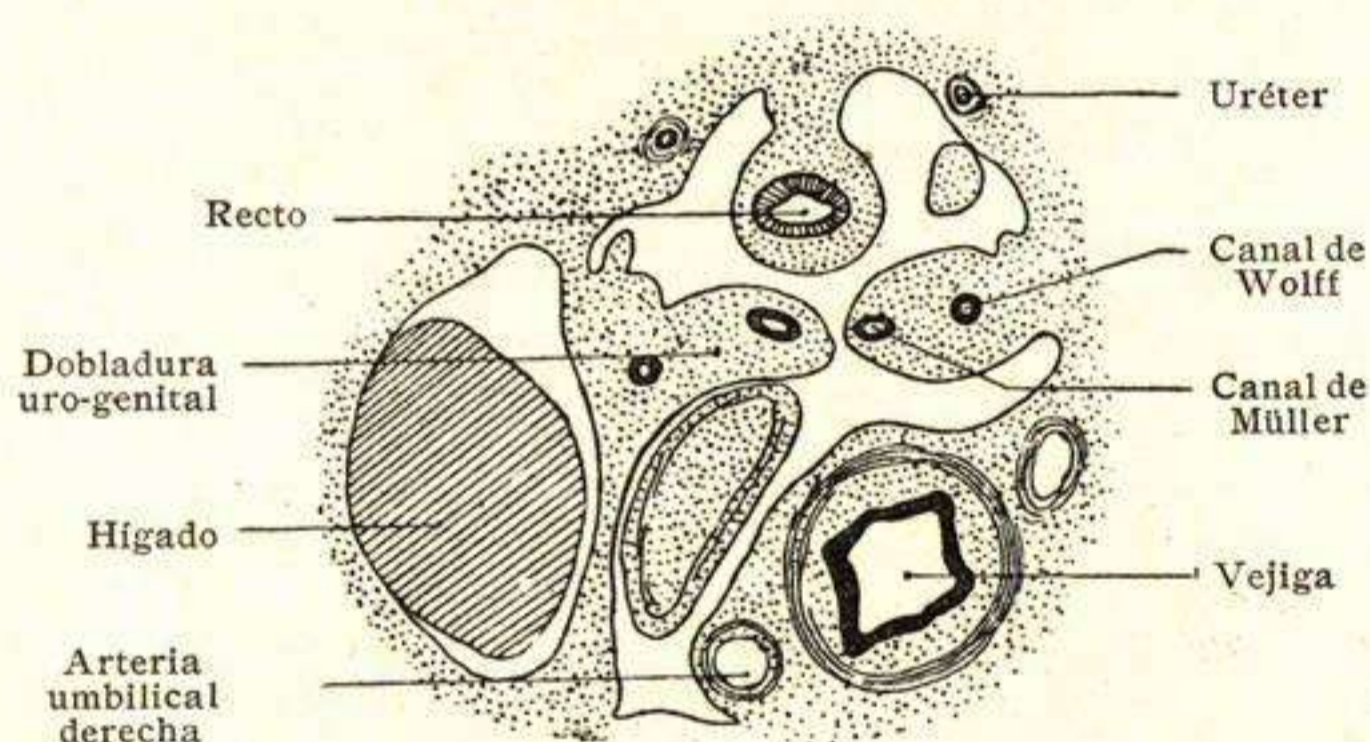


Fig. 134. Corte transversal del segmento inferior de la cavidad somática de un embrión humano femenino de 25 mm. de longitud nuco-lumbar (8 $\frac{1}{2}$ a 9 semanas), según Keibel (1896). Los pliegues urogenitales (los mesos urogenitales) crecen, yendo a su mútuo encuentro hacia la línea media de la cavidad somática, llevando en su borde el canal de Müller, y algo más lateralmente el de Wolff. (Del Tratado de Felix en el Handbuch de O. Hertwig).

Ahora bien; en ulteriores estadios y sobre todo cuando el descenso del ovario, el mesovario (comprendiendo en él el residuo del cuerpo de Wolff y los canales de Wolff y de Müller) crece en forma de lámina o dobladura, cada vez más pronunciada, hacia el centro de la cavidad somática abdominal, a manera de tabique o cresta transversal, llevando en su borde o casi en su borde (fig. 134) los canales mencionados. El ovario adherido a la cara posterior del tabique sigue el movimiento. Cuando los dos tabiques llegan al medio, se suelda el de un lado con el del otro, resultando una gruesa lámina de tejido que divide inferiormente la cavidad abdominal en dos compartimientos: uno anterior, donde se aloja la vejiga de la orina; y otro posterior, donde queda el recto (fig. 135). Dentro de este tabique transversal encontramos: en el borde superior, un conducto a cada lado

que lo recorre longitudinalmente (fig. 136) y se abre a los lados en el *ostium abdominale tubæ* o pabellón de la trompa de Falopio. Este conducto, pues, es el canal de Müller, transformado en *oviducto* o trompa falopiana. Hacia el centro del grueso tabique, confluyen los mencionados conductos para fusionar su luz en una sola cavidad

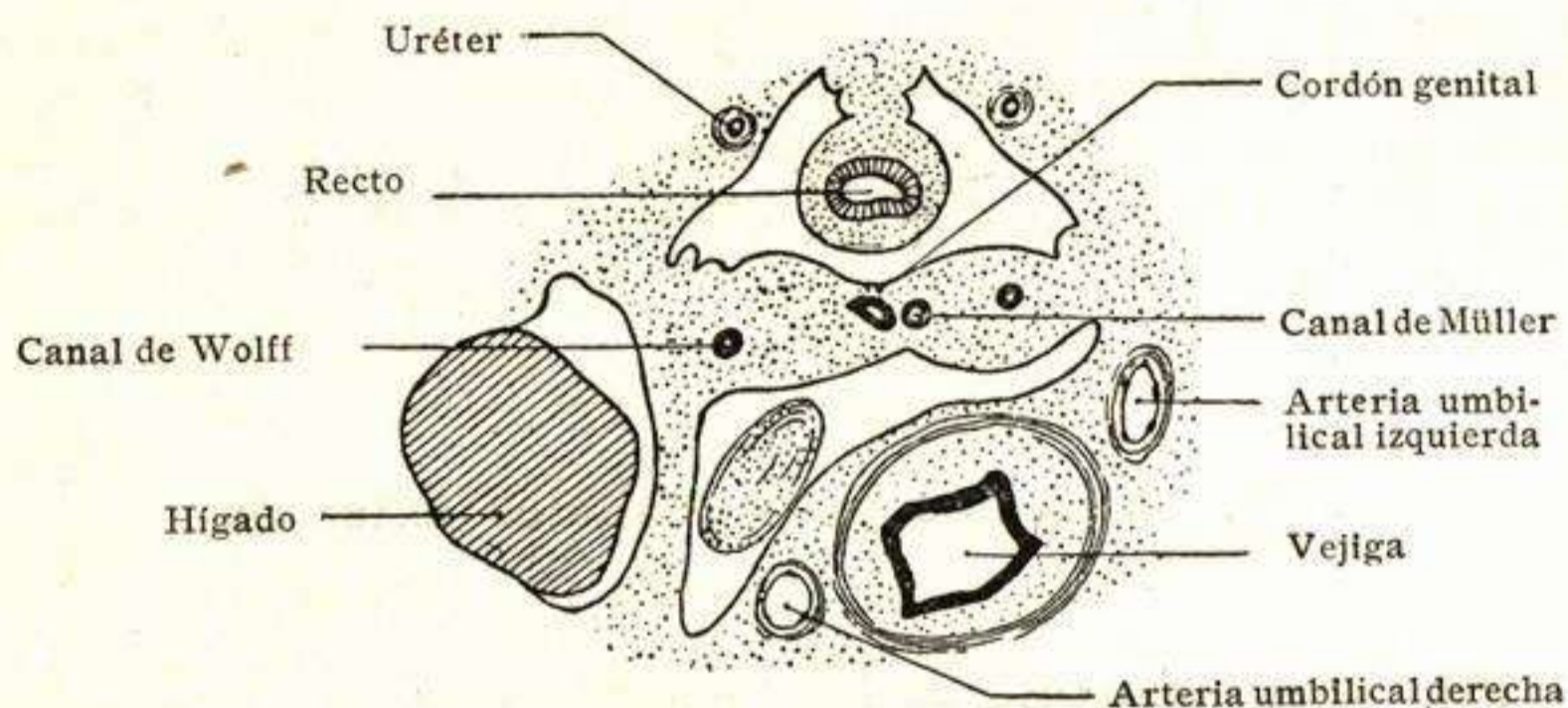


Fig. 135. Corte como el de la anterior figura, en un estadio más avanzado, en el cual los dos pliegues se han juntado ya en medio, formando un tabique que divide en dos compartimentos la cavidad pelviana; en cuya porción central se desarrolla el útero y cuyos lados representan ya el ligamento lato. (Según Keibel [1896]. Tratado de Felix en el Handbuch de O. Hertwig).

alargada, que es el *seno genital* que estudiamos antes y que vimos convertirse luego en útero y vagina. A uno y otro lado del cuerpo central, se extiende el tabique como dos alas (*alas de murciélago*) que llegan hasta la pared lateral, y en cuyo borde superior corre, como

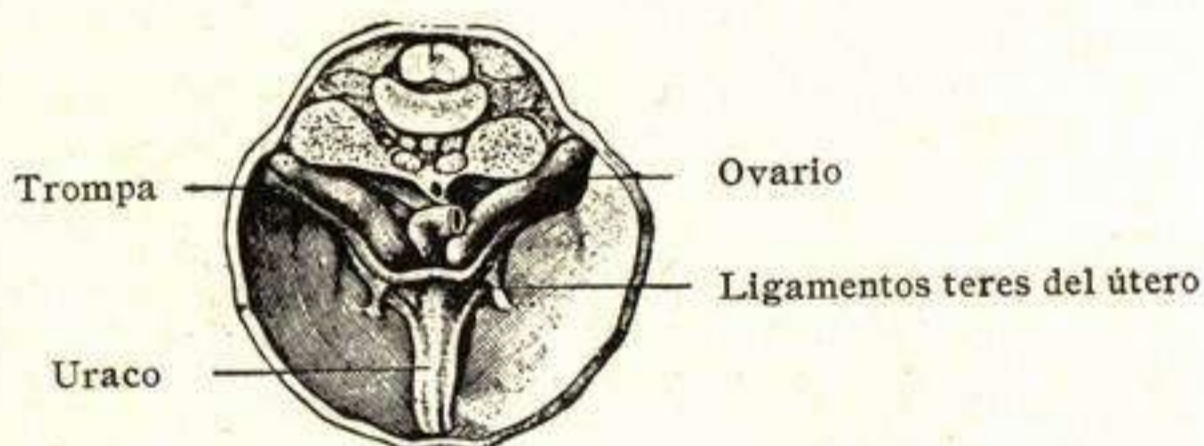


Fig. 136. Corte transversal de la región pelviana de un embrión humano femenino de 4 cm. que dejan ver sus órganos in situ. (Según Nagel. De el tratado de Felix en el Handbuch de O. Hertwig). Se ve por encima el cordón genital: los dos tubos laterales son las trompas, o sea, la parte libre o no fusionada de los canales de Müller.

está dicho, la trompa o *salpinx*. En el espesor de este tabique, debajo de la trompa, llamado *mesosalpinx*, se alojan los rudimentos del mesonefros, el epoóforo, conocido también con el nombre de *cuerpo de Rosen-Müller*, entre el ovario y el comenzamiento de la trompa (fig. 125, ep; fig. 126). y el paroóforo entre el epoóforo y el útero

(fig. 125, pa). También quedan en el interior de la lámina los ligamentos útero-ováricos y el redondo. El tabique se continúa con el fondo de la pelvis y lateralmente con las paredes de la misma pelvis. En la región látero posterior está emplazado el ovario y colocado de modo que su diámetro longitudinal sea paralelo al eje transversal de la pelvis. El revestimiento de la superficie de este tabique transversal, lo constituye el peritoneo. El fondo de saco peritoneal que se forma en la parte posterior del tabique, o sea, entre el útero y el recto, se llama *fondo de saco de Douglas*; y el que se halla en la cara anterior, o sea, entre el útero y la vejiga urinaria, es el *fondo de saco vesico-uterino*.

XIII. Órganos uro - genitales externos

96. Orientación. — Los órganos urogenitales externos deben su origen no sólo al *mesodermo*, sino también al *entodermo*, al *ectodermo* y a la hoja *intermedia* o al *mesénquima*; de manera que no sería fácil determinar cuál de estas hojas tiene aquí el predominio. Esto no obstante, la unidad del sistema urogenital obliga a estudiar esos órganos en este lugar como el más indicado. Para la feliz inteligencia de su ontogénesis, hemos de tomar el agua de más arriba y trasladarnos a estadios evolutivos muy jóvenes, a las primeras semanas embrionarias, si se trata del hombre.

97. Cloaca. — Lo primero que se forma en orden a los órganos urogenitales externos es la cloaca. Llámase así, en general, una cavidad común en el extremo caudal del embrión (fig. 137, c), a donde van a parar así las materias fecales como los productos de excreción y los de la reproducción. En el embrión humano de 4 mm. existe en la mencionada región una cavidad, donde desembocan el tubo digestivo y el llamado *intestino caudal*, y los canales de Wolff. Más tarde desembocan también allí los canales de Müller y los uréteres (fig. 137, ur). Estos tienen, al principio, un conducto común con los canales de Wolff, puesto caso que, conforme vimos anteriormente (n. 65), los uréteres deben su origen a un brote de aquéllos, originado poco antes de su desembocadura en la cloaca. Esta se halla en un principio cerrada al exterior por una membrana, que por lo mismo se ha de llamar en este estadio *membrana cloacal* (fig. 137, mc), aunque también se la conoce con el nombre de *membrana anal*. Exteriormente existe en ella una pequeña depresión o foseta, llamada asimismo *depresión anal*. En muchos vertebrados la membrana se perfora después, y la cloaca queda abierta al exterior.

En este estado se conserva la cloaca definitivamente en muchos vertebrados, como anfibios, reptiles y aves. En ellos todos los productos de excreción y de reproducción, tanto en machos como en hembras, van a parar a la cavidad cloacal, a donde van también las sustancias fecales, y de aquí salen afuera por el único orificio externo de la cloaca.

Pero también en un grupo de mamíferos, muy reducido por cierto, encontramos las mismas relaciones: es el grupo de los *monotremas* que más de una vez ha merecido le dedicásemos nuestra atención. Toda su vida poseen ellos cavidad cloacal que recibe directamente,

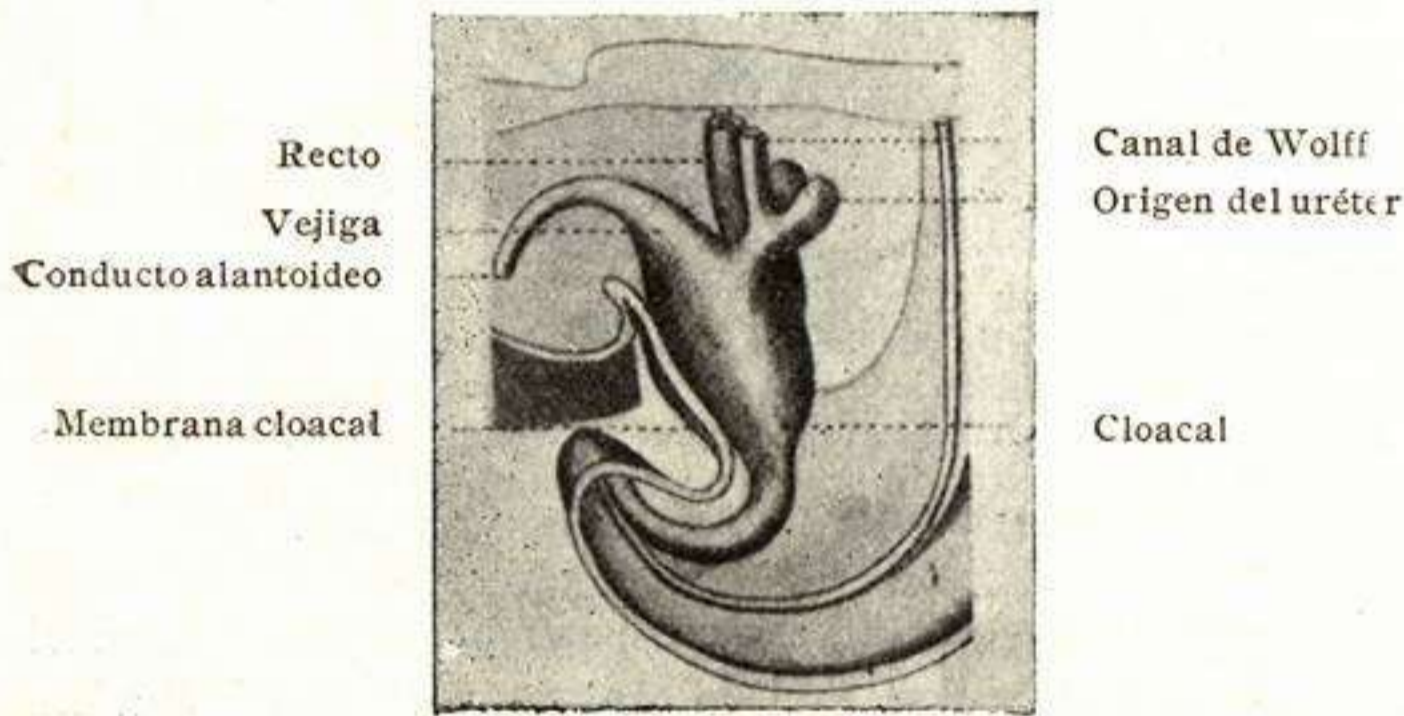


Fig. 137. Modelo (reconstrucción) de la región cloacal de un embrión humano de 6,5 mm. de longitud vértico-coxígea. (Según Keibel. Tratado de Bühler en Handbuch de O. Hertwig).

como en los vertebrados anteriores, todos los productos, saliendo éstos al exterior por la única abertura, a que alude su nombre de *monotremas* (1), esto es, animales de un solo orificio.

En los demás mamíferos, en cambio, y en el hombre, el estado de cloaca o montrémico es pasajero y no se abre al exterior, sino después de dividido, como veremos. Bien pronto se complican los órganos uro-genitales externos y se establece desde luego una perfecta separación entre la parte *anal* y la *urogenital*. El primer paso para ello es la indicada división de la cavidad cloacal común en dos compartimientos: uno ántero-ventral y otro póstero-dorsal; aquél para recibir los productos urogenitales; y éste, las sustancias fecales. La división se debe principalmente a un tabique frontal, ayudado, según Keibel, por dos repliegues laterales.

Dicho esto en términos generales, estudiaremos más detenidamente los distintos pasos, fijándonos, ante todo, en el hombre, como

(1) De *μόνος* (monos) solo, uno; y *τρήμα* (trema), orificio.

objeto que más nos interesa. En el embrión humano de 3 mm. (tercera semana), la membrana cloacal es muy delgada y está compuesta de dos hojas uniestratificadas, el *ectodermo* y el *entodermo*, lo mismo

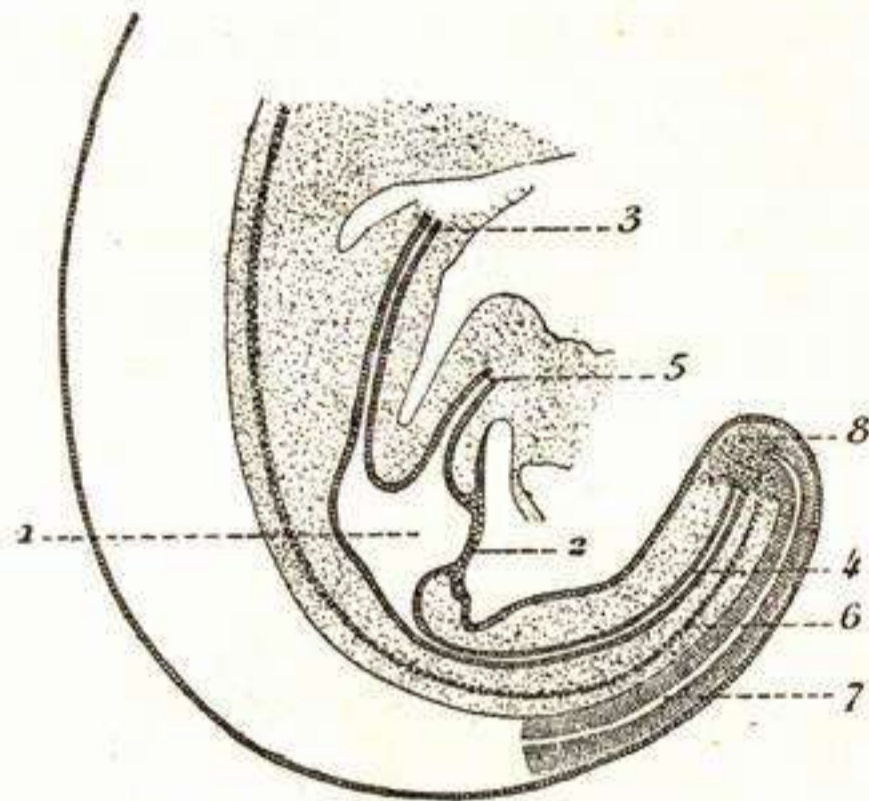


Fig. 138. Corte sagital medio o axial de la región cloacal de un embrión de gato de 6 mm.—1, cloaca; 2, membrana cloacal; 3, tubo intestinal; 4, intestino caudal o postanal; 5, canal alantoideo; 6, cuerda dorsal; 7, tubo medular; 8, extremidad del apéndice caudal que corresponde a la cabeza de la línea primitiva. (Según Tourneux. De su Précis d'Embriologie humaine).

que en el embrión de gato (fig. 138, 2); pero bien pronto (embrión de 4 mm.) comienza a espesarse, multiplicando notablemente el número de sus elementos y entodermo, transformándose en un muro epitelial (lámina cloacal de Tourneux, Born y Keibel); muro que ya en el embrión

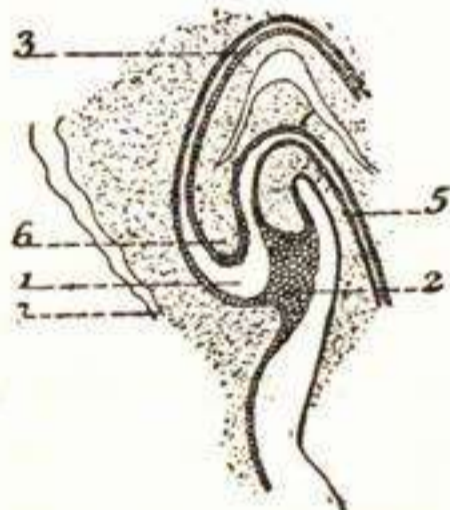


Fig. 139. Corte sagital medio de un embrión humano de 8 mm.—1, cloaca, la cual se continúa ventralmente con el seno urogenital, y dorsalmente con el intestino; 2, tapón cloacal; 3, intestino; 4, seno urogenital; 5, canal alantoideo; 6, repliegue perineal; 7, arteria sacra media. (Según Tourneux. De su Précis d'Embryologie humaine).

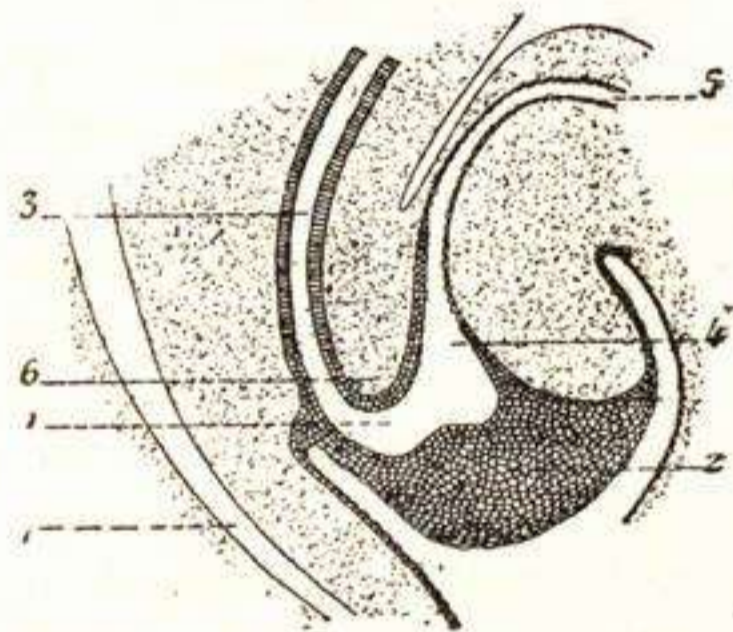


Fig. 140. Corte sagital medio de un embrión humano de 14 mm.—1, cloaca; 2, tapón cloacal; 3, intestino; 4, seno urogenital; 5, canal alantoideo; 6, repliegue perineal; 7, arteria sacra media. (Según Tourneux. De su Précis d'Embriologie humaine).

de 8 mm. (quinta semana) se convierte en lo que Tourneux llama tapón cloacal (fig. 139, 2); tapón cloacal que en el embrión de 14 mm. (sexta semana) aparece mucho más pronunciado (fig. 140, 2). Hasta este

tiempo, persiste la cloaca como cavidad común, como demuestran las figuras 139 y 140 y la serie de cortes transversales a distintas alturas

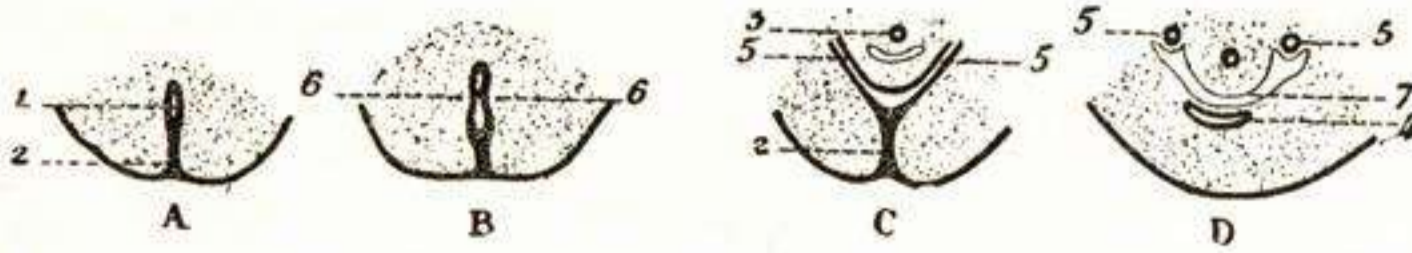


Fig. 141. Cuatro cortes transversales a distintas alturas de la región cloacal de un embrión humano de 8 mm —A, corte por debajo del repliegue perineal; B, corte al nivel de los cuernos laterales del repliegue perineal; C, corte al nivel de la desembocadura de los canales de Wolff; D, corte un poco por encima del fondo de saco recto-urogenital del peritoneo.—1, cloaca; 2, tapón cloacal; 3, intestino; 4, vejiga; 5, canal de Wolff; 6, cuernos o repliegues laterales del repliegue perineal; 7, cavidad peritoneal. (Según Tourneux. De su Précis d' Embryologie humaine).

(fig. 141); pero el puente de substancia que separa el tubo digestivo del conducto urogenital, llamado *repliegue perineal de Kölliker*, va

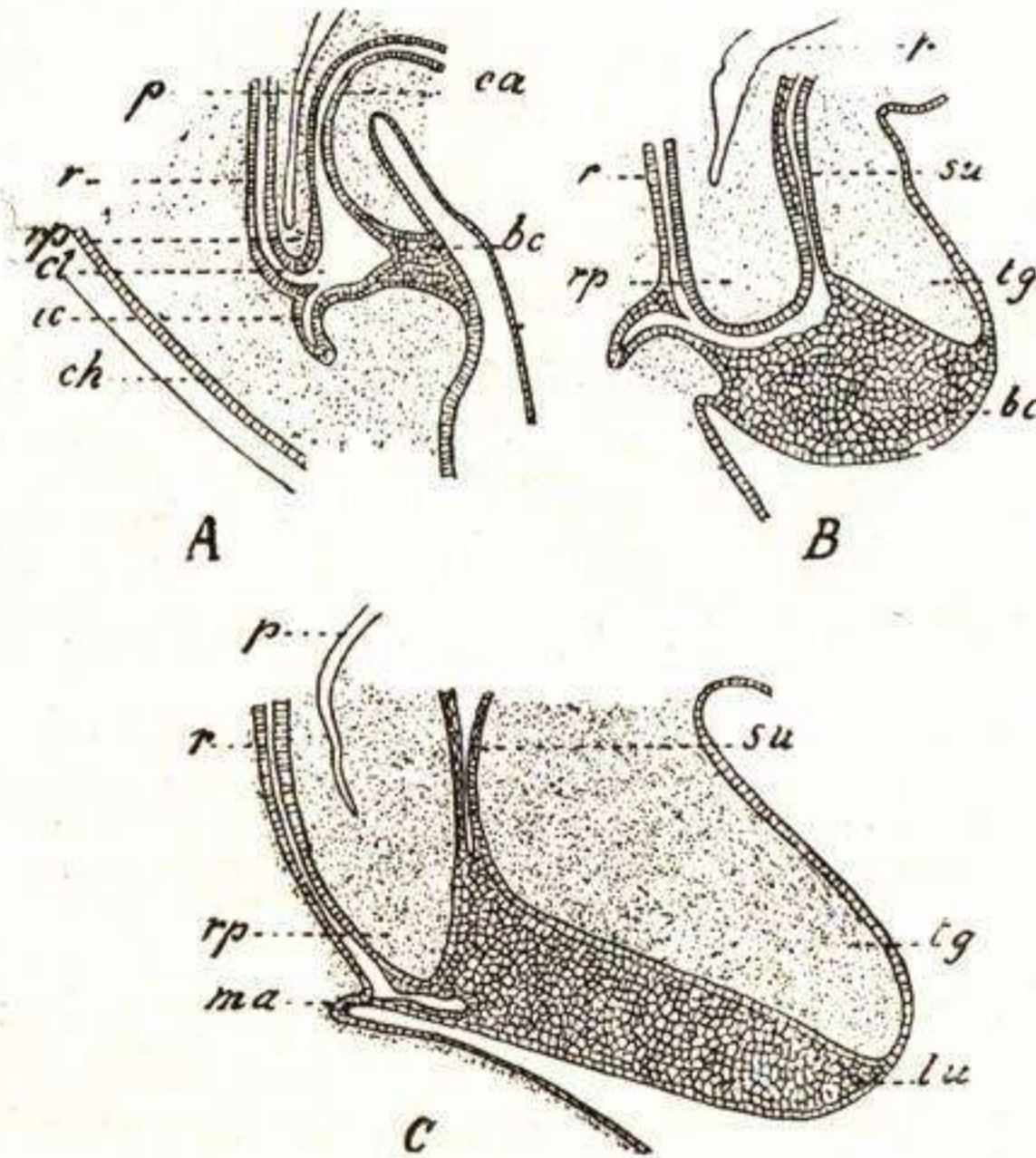


Fig. 142. Corte sagital medio de la región cloacal de embrión de cerdo.—A, de 11 mm.; B, de 15 mm.; C, de 20 mm. de longitud.—ca, canal alantoideo; p, peritoneo; r, recto; rp, repliegue perineal de Kölliker, creciendo para dividir en dos compartimentos el espacio cloacal; uno ántero-ventral, y otro póstero-dorsal; cl, cloaca; ic, intestino caudal o postanal; ch, cuerda dorsal; bc, tapón cloacal; su, seno urogenital; tg, vegetación mesenquimatosa que causa la prominencia externa, llamada tubérculo genital; lu, parte uretral; ma, membrana anal. (Según Tourneux 1889. Del tratado de Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

a dividirlo en dos compartimentos: comienza a descender en el embrión de 10 mm., es verdad, pero no llega a encontrar el tapón cloacal

hasta que el embrión mide unos 15 mm., fusionándose con aquél. Notemos de pasada que ya en este tiempo una vegetación mesenquimatoso produce en el extremo anterior del tapón cloacal una prominencia externa (fig. 142, B y C, tg), primer esbozo del *tubérculo genital* que estudiaremos pronto más de asiento. Ayudan a completar el cierre del tabique, originado por el repliegue perineal de Kölliker, los repliegues laterales de Keibel que mencionamos arriba: la cavidad cloacal queda entonces dividida en dos: en la *urogenital* (ántero-ventral) y en la *anal* (póstero-dorsal): aquélla está aún cerrada por la lámina o por el tapón urogenital; y ésta por la *anal*, de un modo análogo a lo que se observa en el embrión de cerdo (fig. 142, C, ma).

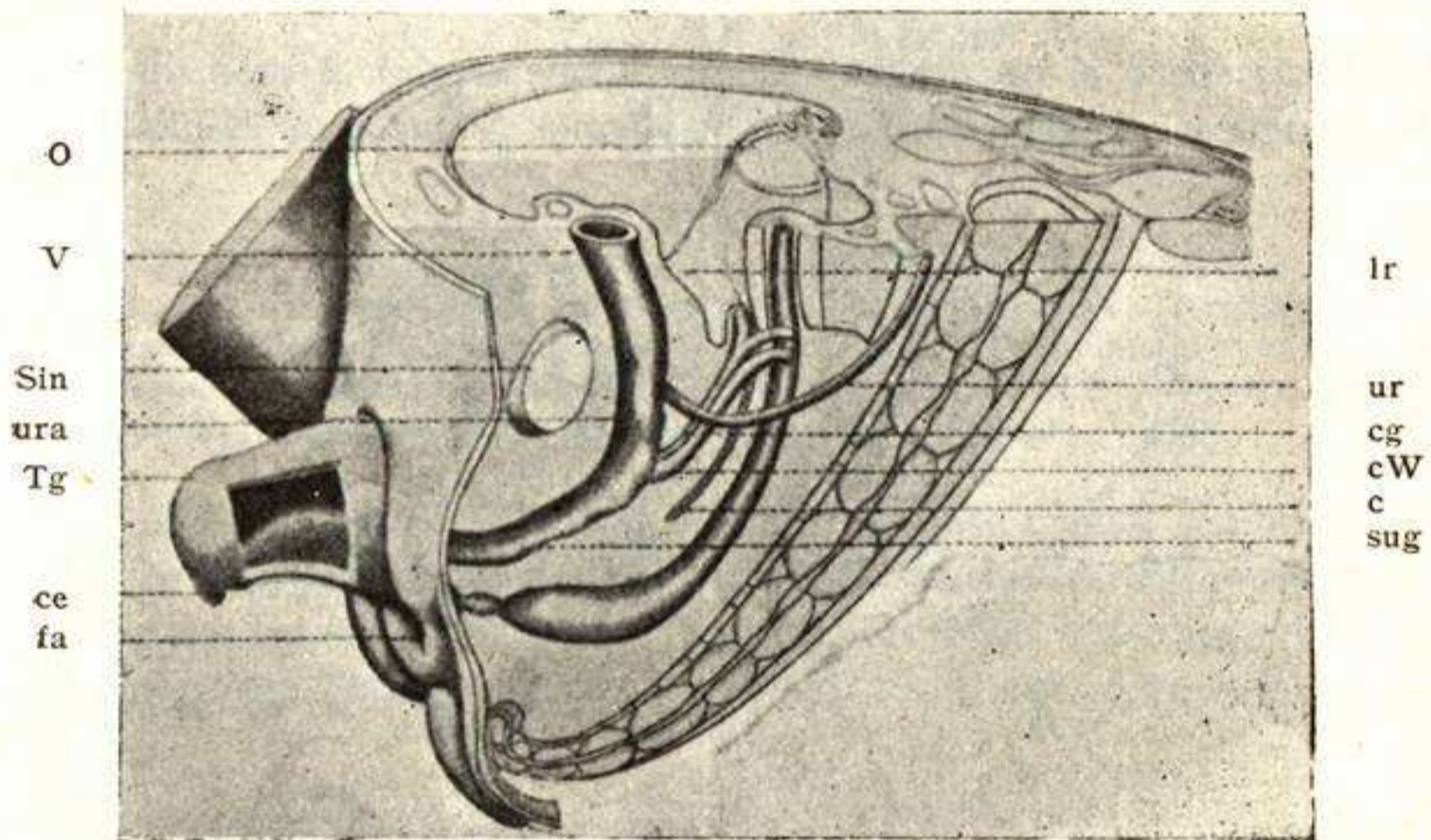


Fig. 143. Modelo (vista plástica) de la región cloacal de un embrión humano de 29 mm. de longitud vértico-coxígea. O, ovario; V, vejiga urinaria; Sin, sinfisis; ura, uretra; Tg, tubérculo genital; ce, cuernecito epitelial del mismo; fa, foseta anal; lr, ligamento redondo; ur, uréter; cg, cordón genital; cW, canal de Wolff; c, celoma; sug, seno urogenital. (Según Keibel. Tratado de Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

Con esto se nos ha convertido la cavidad cloacal en dos: una dorsal, que recibe el intestino o que es la continuación de éste hasta el ano; otra ventral, a la que ha tocado en la división la desembocadura de los canales de Wolff, los de Müller y los uréteres y que en adelante llamaremos *seno urogenital* (fig. 143, sug). Más tarde se abrirá éste al exterior por la resolución de las células de la lámina urogenital, que es la porción correspondiente de la membrana cloacal.

98. Seno urogenital. — El seno urogenital que en el estado de cloaca o monotrémico venía representado por la porción ántero-ventral (fig. 140, 4; fig. 142, B, su) de la cavidad común, se va modificando cada vez más con la aparición de la lámina divisoria de

la cavidad cloacal en dos. Estudiemos con alguna mayor detención esta parte. Como se ve en el esquema de Allen Thomson (fig. 144), la cavidad urogenital presenta una dilatación superior (fig. 144, v) que será la vejiga urinaria definitiva, la cual se continúa hacia arriba con el uraco (5), residuo de la alantoides y que, dicho sea de paso, constituirá, en unión del conjuntivo que le acompaña, definitivamente el ligamento vésico-umbilical medio. En esta dilatación tan notable desembocan ahora los uréteres, mientras que los canales de Wolff, convertidos ya en conductos deferentes, desembocan mucho más abajo (figu-

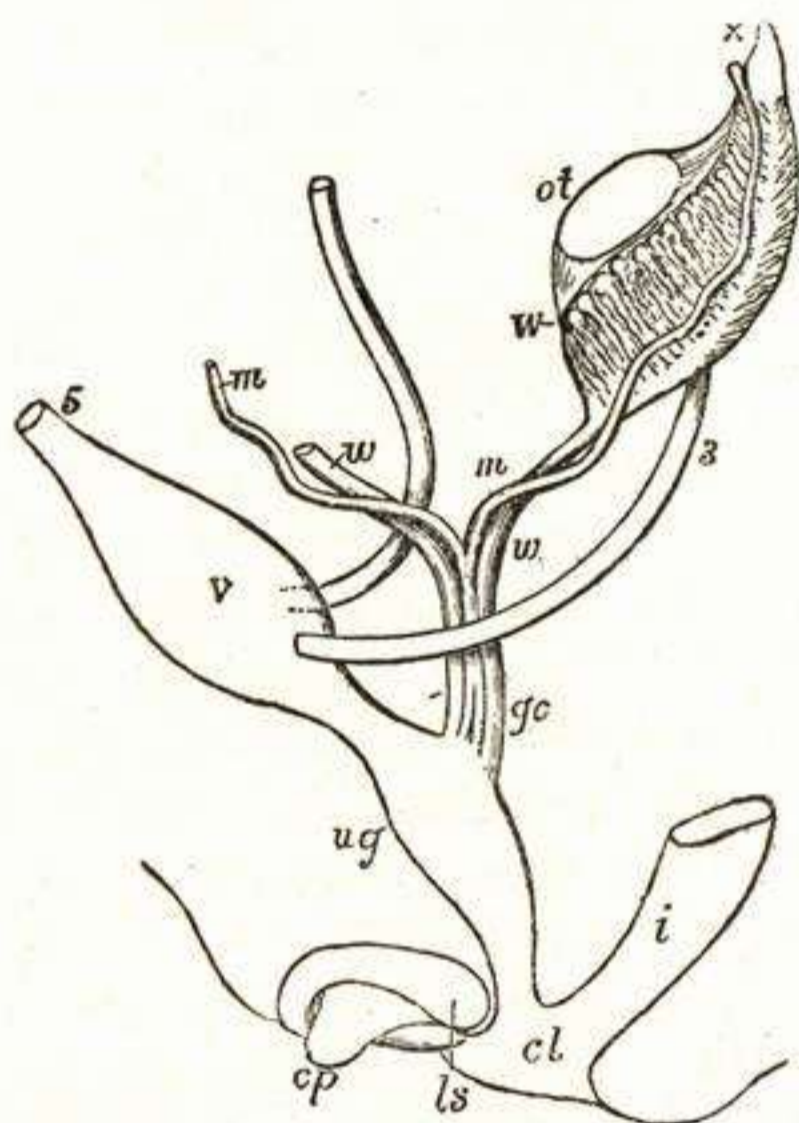


Fig. 144. Esquema de Allen Thomson para explicar el sistema uro-genital de los mamíferos en estadio joven de formación. — ot, ovario o testículo; W, mesonefros izquierdo o cuerpo de Wolff; w, canal de Wolff; m, canal de Müller; gc, cordón genital que comprende el paquete formado por los conductos o canales de Wolff y de Müller; i, intestino (recto); cl, cloaca; ls, rodete genital; cp, tubérculo genital que se convertirá en pene o clitoris; 3, uréter; ug, seno uro-genital; 5, uraco; v, vejiga de la orina; x, ligamento diafragmático. (Del libro: Die Elemente etc., de O. Hertwig).

ra 144, w), y en unión de los canales de Müller (fig. 144, m), con los que componen el *cordón genital* que estudiamos anteriormente (n. 84); siendo así que, según vimos (n. 82), al principio el uréter y canal de Wolff desembocan juntos en el seno urogenital, ya que, como está dicho, el uréter representa un vástago del canal de Wolff. Primeramente, el desembocar por separado los dos conductos se explica, o por haber sido absorbida la parte de tubo común, según la explicación dada más arriba (n. 82), o por la formación de un tabique que dividiese en dos el tubo común, como veremos más adelante sucede en la formación de la arteria pulmonar y de la aorta: esto último nos

parece menos probable. El haberse luégo distanciado tanto el uno del otro, no ofrece particular dificultad; pues podemos suponer, como la cosa más racional y más conforme con los principios embriológicos, que la porción de pared que separaba, al principio, la desembocadura de los dos conductos, ha crecido mucho, llevando consigo los uréteres hacia la gran dilatación de la vejiga urinaria y dejando más abajo los conductos deferentes que integran el paquete del cordón genital a una con los canales de Müller.

99. Vejiga urinaria. — Acabamos de decir que la gran dilatación, en que se continúa hacia arriba el seno urogenital (fig. 144, v), será la *vejiga urinaria*. Se puede preguntar cuál es su origen, si es entodérmico o mesodérmico; y caso de ser entodérmico, si proviene de la alantoides o más bien quizá de la cloaca. Es fácil que en los libros elementales de Embriología se dé como cosa corriente que su origen es alantoideo: y aunque en el hombre la alantoides parece *rudimentaria* y se reduce a un cordón epitelial, todavía podemos imaginarnos que posee siempre una cavidad virtual o latente y que más tarde se hace ésta manifiesta en la región próxima a la cloaca y, dilatándose cada vez más, venga a ser la vejiga urinaria. Esta parece ser la idea del mismo O. Hertwig en su libro: *Die Elemente der Entwicklungslehre*.

El origen de esta concepción se debe sin duda a v. Miahlkovics (1885), de donde habrá pasado a la literatura. Nosotros creemos que no sólo no está esto probado, sino que existen razones que lo hacen improbable *a priori*. Es el caso que existe vejiga urinaria en anamnióticos (peces y anfibios), siendo así que no se puede hablar en ellos de alantoides. Por otro lado, se dan muchos *amnióticos* sin esta vejiga (varios reptiles y todas las aves). Además, la gran separación que existe entre la desembocadura de los uréteres y de los conductos deferentes, según vimos en el párrafo anterior, parece decirnos que al menos esta parte es de origen mesodérmico y no entodérmico o *alantoideo*. Finalmente, como expone Felix en el *Handbuch der Entwicklungslehre* de O. Hertwig, recientes investigaciones han demostrado que la vejiga en cuestión se deriva, cuando menos en gran parte, de la cloaca, y ayuda a integrarla la dilatación de los canales de Wolff en su desembocadura: esta última sería su parte mesodérmica. Si la alantoides se interesa también en su formación es, sin duda, en pequeña escala, constituyendo quizás su punta. Esto por lo que toca al hombre.

100. Tubérculo genital. — En la conformación de los órganos urogenitales externos tiene una importancia extraordinaria el *tubérculo genital*, mencionado más arriba (n. 96). Este tubérculo (fig. 144, tg) se inicia en el extremo anterior de la lámina del tapón

urogenital, donde el tejido conjuntivo embrional pulula y produce exteriormente un saliente que crece a manera de muñón (tubérculo), recubierto superior y anteriormente por el ectodermo ordinario y arrastrando inferiormente el tejido epitelial de la lámina cloacal (fig. 142, B, C, tg). El extremo del tubérculo se hincha, formando un cuerpo redondeado que prefigura el *glante* del miembro genital (pene

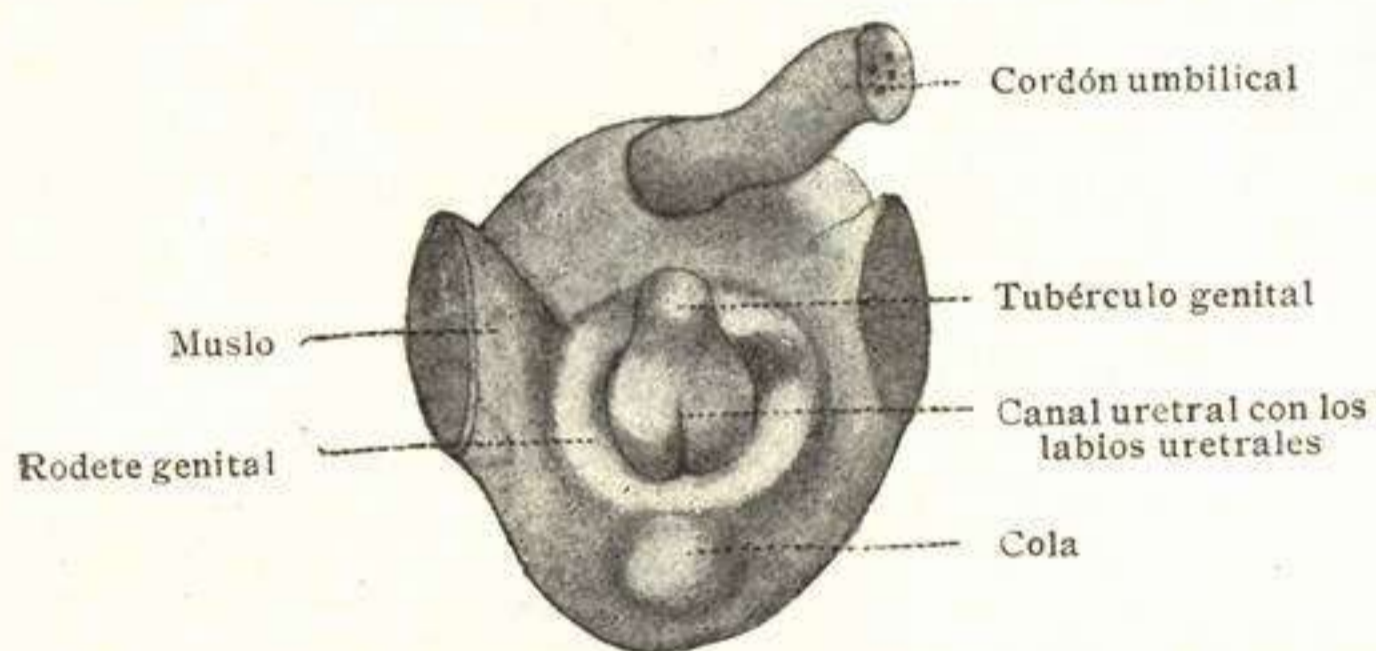


Fig. 145. Extremidad pelviana de un embrión humano de 23 mm. de longitud. (De Kollmann [1898] en el Tratado de Bühler en el Handbuch de O Hertwig).

o clítoris), separado de lo restante por un surco (fig. 145). Desde el estadio de 8 mm. en que apenas tiene apariencia, llega a alcanzar 1-2 mm. de longitud, cuando el embrión es de 25 mm., acusándose cada vez más la forma del miembro genital. En la cara inferior de éste y en el espesor de la lámina urogenital, que en su crecimiento le ha acompañado, se forma un surco longitudinal (fig. 145) que le re-

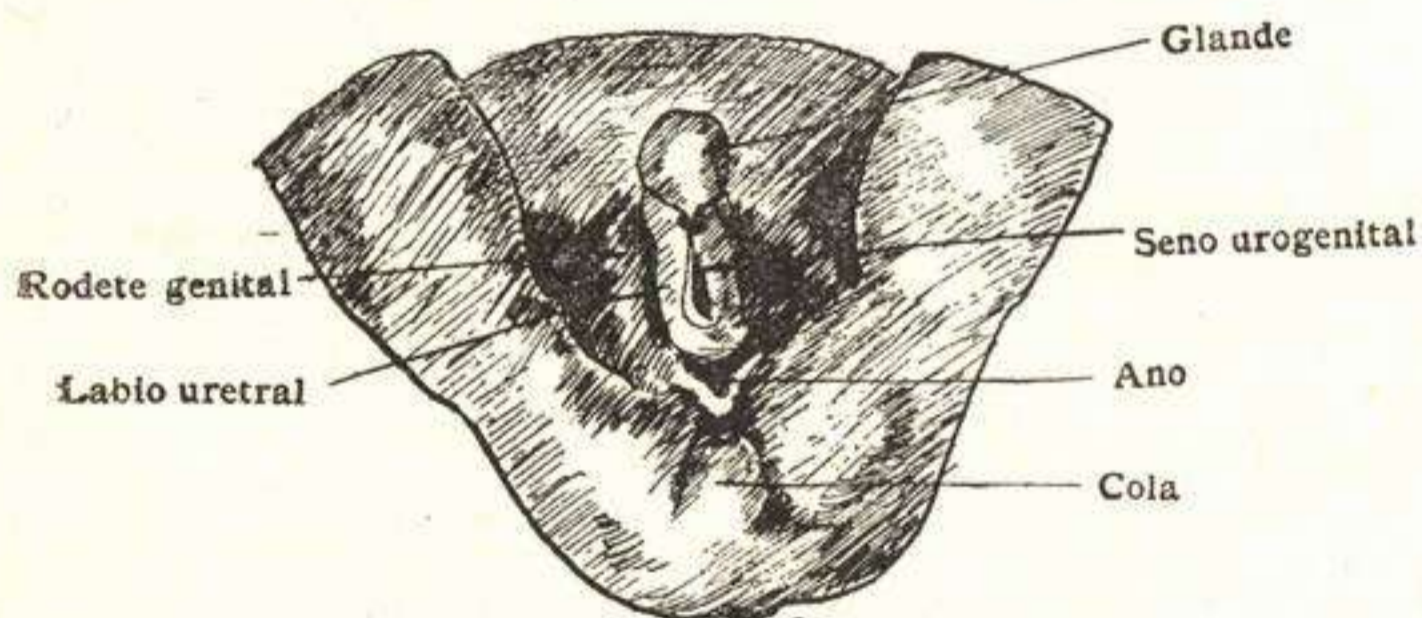


Fig. 146. Extremidad pelviana de un embrión humano de 29 mm. Abertura urogenital. (Según Keibel. Tomada de Kollmann por Bühler en el Handbuch etc. de O. Hertwig. Copia de L. Roca).

corre desde la base y aun desde la hendidura urogenital: es el *canal urogenital*. El surco no llega perfectamente hasta el extremo del glande; antes aquí, la lámina epitelial (continuación de la urogenital) hace, como se ve en un estadio más avanzado, saliente o cresta en la línea media de dicho glande. Este saliente que aparece al tercer mes, es el *muro epitelial* del glande con su cuerno (figs. 146 y 147).

A una con el tubérculo genital se forma en la base de éste, comenzando por la cara superior, un grueso repliegue o rodete, debido también a la excrecencia del mesénquima; repliegue o rodete que tiende como a abrazar a guisa de collar la base del tubérculo genital (fig. 144, ls): este es el repliegue o rodete *genital cutáneo* o *externo*. Los bordes del rodete se encuentran y juntan en la cara inferior de la base del tubérculo y su confluencia da origen a un saliente que ayuda a separar exteriormente la depresión anal de la urogenital (fig. 146): esta separación se inicia por el repliegue perineal de Kölliker (fig. 142, rp). En este estadio, la abertura anal que al principio se ofrecía como una hendidura transversal (ano de reptil) toma la forma de V, abierta hacia delante: la urogenital es una hendidura longitudinal o sagital axial (figs. 146 y 147).

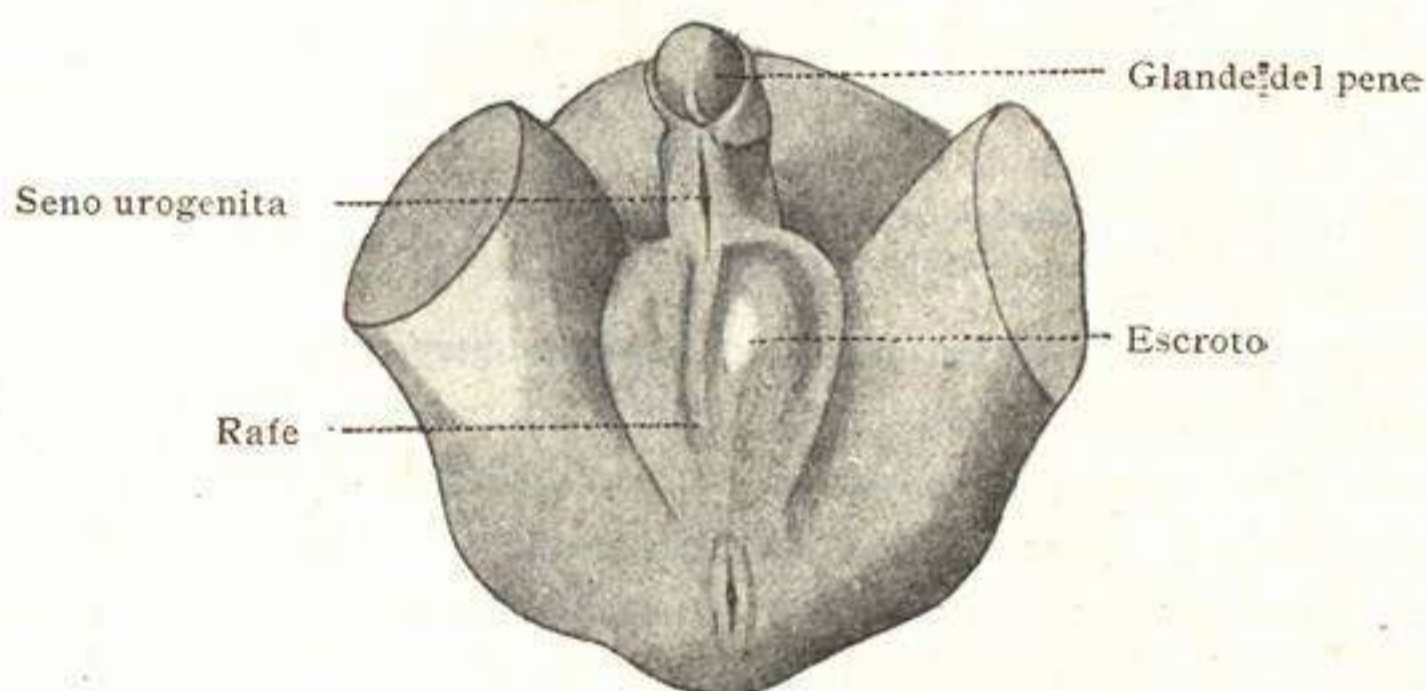


Fig. 147. Órganos genitales externos de un embrión humano masculino de 4 1/2 cm. de longitud. El repliegue o capuchón que envuelve el glande es el prepucio. (De Kollmann. Tratado de Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

101. Diferenciación ulterior en el macho. — La diferenciación externa del sexo se verifica durante el tercer mes. En el sexo masculino el tubérculo se alarga relativamente mucho y rectifica, constituyendo el miembro viril, terminando por el glande. Los dos ramales del rodete genital, fusionándose en la cara inferior y reforzando notablemente el tabique perineal que separa la porción urogenital de la anal, se hinchan a uno y otro lado de la base del miembro viril e insinúan las bolsas testiculares (fig. 147): en la línea media aparece el *rafe* o sutura períneo-escrotal (fig. 147). Por lo que toca al mismo miembro viril, fuera del mayor crecimiento indicado, se convierte en uretra del modo siguiente. La hendidura urogenital que se abría en la base, separada de la abertura anal por el saliente perineal, se cierra juntándose en medio sus bordes o labios. El cierre es progresivo y desde la base se propaga por el canal urogenital del tubérculo: el cual, aproximando también sus bordes, los fusiona y se cierra paulatinamente, transformándose en un conducto, conducto de la uretra. La línea de

sutura es el rafe uretral, continuación del períneo-escrotal (fig. 148). El cierre del conducto no es más que hasta la base del glande; dado que sólo hasta allí se había formado el canal urogenital. El conducto,

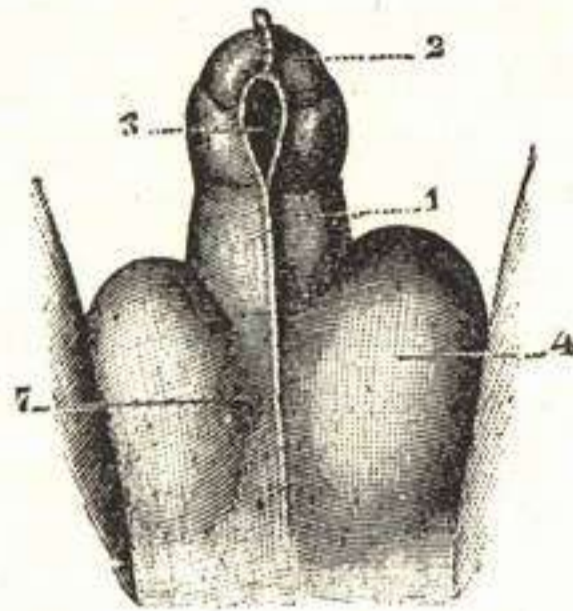


Fig. 148. Órganos genitales de un embrión humano de 8-11 cm. — 1, penis; 2, glande con su muro epitelial (el repliegue que se insinúa en la base del glande, es el prepucio); 3, canal urogenital; 4, bolsas; 7, rafe perineo-escrotal. (Según Tourneux. De su Précis d' Embryologie humaine).

pues, queda en este estadio abierto al exterior por un orificio más o menos elíptico en la base del glande. Pero bien pronto sufre una modificación que le lleva al estado definitivo. Porque por una parte el

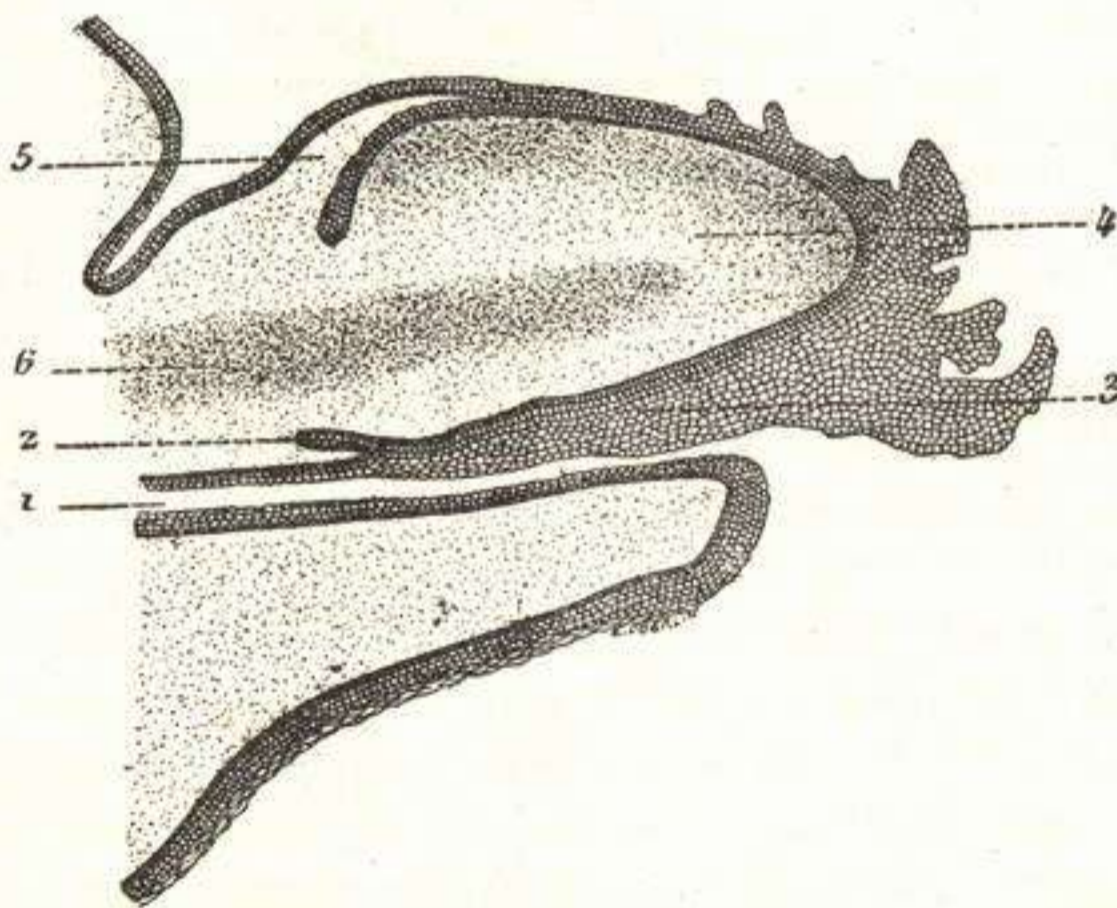


Fig. 149. Corte longitudinal del pene de un embrión humano de 8 a 12 cm. 1, canal urogenital; 2, yema epitelial introduciéndose en el mesénquima para originar el seno de Guérin; 3, lámina urogenital con su muro terminal; 4, glande; 5, prepucio separada del cuerpo del glande por el repliegue epitelial invaginado; 6, cuerpo cavernoso. (Según Tourneux. De su Précis d' Embryologie humaine).

muro epitelial del glande también se excava, originando un surco que es la continuación, en la región balánica o del glande, del canal urogenital; sólo el extremo mismo de éste queda sin surco. El surco se

convierte pronto asimismo en conducto; pero esto en relación con la formación del prepucio. En efecto; hacia el fin del tercer mes, se origina un repliegue en la base del glande (figs. 147 y 148), cuyo origen es éste. Ante todo, a la excrecencia del mesénquima que constituye la principal masa del repliegue, precede una invaginación del epitelio del glande hacia el interior de la base o corona de éste (fig. 149). Este epitelio invaginado, común al glande y al prepucio, se llama epitelio bálano-prepucial (Tourneux) o glande prepucial (Retterer). El repliegue prepucial queda interrumpido en la cara inferior por el canal urogenital. Pero bien pronto y a medida que crece el dicho repliegue, se van cerrando los bordes del canal y, por consiguiente, los del prepucio en que aquéllos se reflejan. Estos bordes, pues, se aproximan y juntan en la línea media y fusionan sus tejidos (fig. 150). La lá-

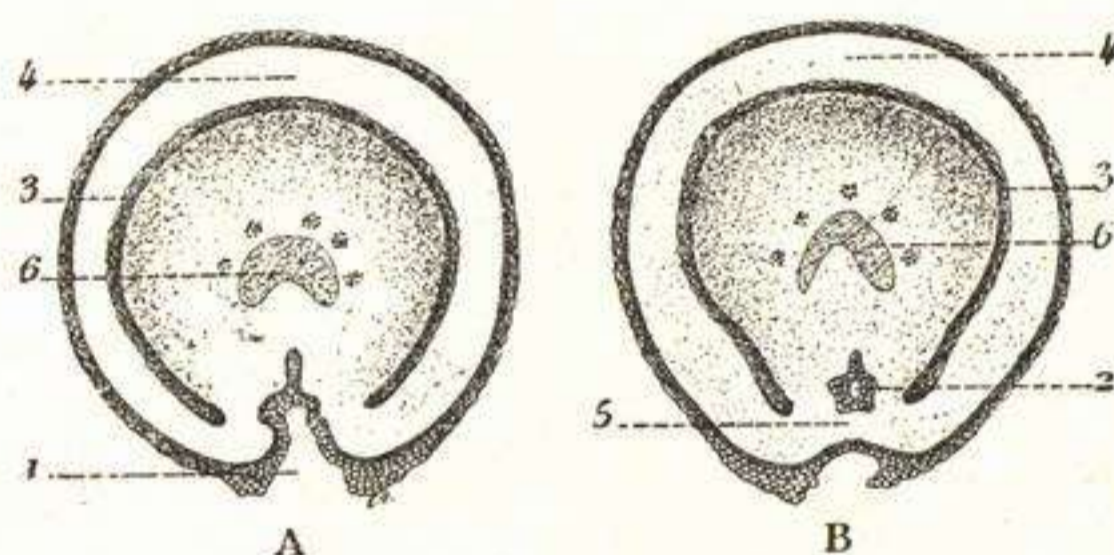


Fig. 150. Dos cortes transversales del pene pasando por la base del glande, de un embrión humano de 8-11 cm. A, más hacia delante de la región balánica que B, de manera que el canal urogenital no está aún cerrado en A; en B, sí.—1, canal urogenital; 2, canal uretral (resultado del cierre del canal urogenital) en la región balánica; 3, epitelio balano prepucial; 4, prepucio; 5, freno prepucial; 6, cuerpo cavernoso. (Segun Tourneux. De su Précis d'Embriologie humaine).

mina de tejido resultante de la unión de los dos labios prepuciales debajo del conducto o canal uretral, constituyen el freno del prepucio (fig. 150, 5). En la mitad del cuarto mes, el canal urogenital de la región del glande acelera el cierre de sus bordes inferiores, aun antes de llegar allí el repliegue prepucial. De donde resulta que la cuarta parte anterior del glande, cierre inferiormente la canal urogenital independientemente del prepucio, y éste, a partir de este punto, crece libremente también en la cara inferior, formándose su porción libre o anular, y cubre finalmente todo el glande. En el quinto mes se desarrollan en el prepucio fibras musculares lisas.

Hemos explicado el origen del canal de la uretra en el macho por la reunión y fusión de los bordes o labios del surco que recorre el tubérculo genital. Sin embargo, no parece ser esta la opinión de todos. En la mayoría de mamíferos Fleischmann y Schwarztrauber han demostrado, según expresión de Tourneux (1), que en el macho la lá-

(1) F. Tourneux: Précis d'Embriologie humaine p. 303 (1909).

mina urogenital no se surca, sino que constituye un cordón sólido, que más tarde se excava para originar el canal uretral.

102. Cuerpos eréctiles. — Para completar el estudio embriológico del miembro viril, resta que digamos dos palabras sobre sus *cuerpos eréctiles* que le hacen apto para la copulación, y a que debe él especialmente el nombre de pene. Estos cuerpos son dos: el *cuerpo esponjoso* de la uretra y del glande, dicho así por su constitución histológica con gran número de huecos o lagunas, y los *cuerpos cavernosos* del pene. El primero envuelve el canal uretral y anatómicamente parece formar también en la parte anterior, doblándose hacia arriba, el cuerpo del glande. Los cuerpos cavernosos son dos cuerpos histológicos llenos de lagunas muy semejantes al anterior que, par-

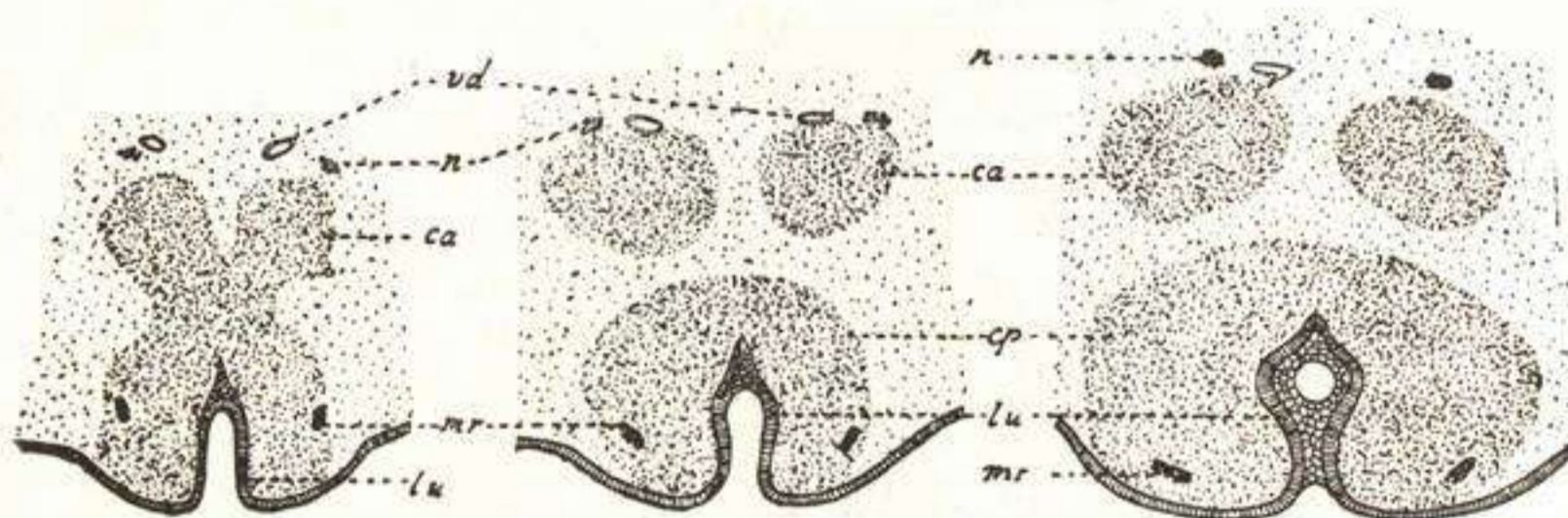


Fig. 151. Tres cortes a distinta altura del *phallus* o pene de un embrión de cerdo de 30 mm. de longitud. Esbozo fibroso de los cuerpos cavernosos.—ca, cuerpo cavernoso del pene (respectivamente del clitoris); cp, cuerpo esponjoso de la uretra (respectivamente del bulbo del vestíbulo); lu, lámina uretral; mr, músculo retractor; n, nervio; vd, vasos sanguíneos (Según Retterer 1839. Del Handbuch de O. Hertwig).

tiendo de los pubis, corren paralelos y simétricos hasta el glande, constituyendo la masa dorsal del pene. Todos estos cuerpos eréctiles traen origen del mesénquima del tubérculo genital y de su vecindad (fig. 151, ca, cp). La modificación que sufre para ello dicho tejido es que toma la forma fibrosa, dando margen a una vascularización particular con lagunas que, al llenarse de sangre, se hinchan notablemente y dan la rigidez propia del miembro viril en su estado de erección. El glande posee del mismo modo tejido eréctil; pero en realidad parece ser cuerpo distinto del cuerpo esponjoso de la uretra y de los cuerpos cavernosos. Añadamos que estos dos cuerpos últimos, pares y simétricos, como está dicho, se hallan separados por un tabique fibroso medio, donde se desarrolla tejido óseo en varios animales (marsupiales, roedores, fieras y simios, etc.). En la rata encontramos tejido cartilagíneo.

103. Glándulas accesorias. — Muchas son las glándulas que se forman, o en el mismo trayecto de la uretra o en su vecindad.

Las más notables son la próstata, las glándulas de Cowper, las de Littre y la vesícula seminal, si se debe considerar esta última como glandular. No son numerosos los trabajos embriológicos sobre estas formaciones y por lo mismo muchos de sus puntos no se pueden considerar como definitivos.

a) Cuanto a la próstata, se inicia su formación en el tercer mes mediante la invaginación de tiras epiteliales sólidas del seno urogenital en la región que se llama después *uretra prostática*, brotando en el interior del mesénquima. Las tiras o los cordones epiteliales pluriestratificados se ahuecan después de la vida fetal. El origen, pues, de esta glándula sería, según esto, entodérmico, ya que el seno urogenital se deriva de la cloaca lo más probablemente.

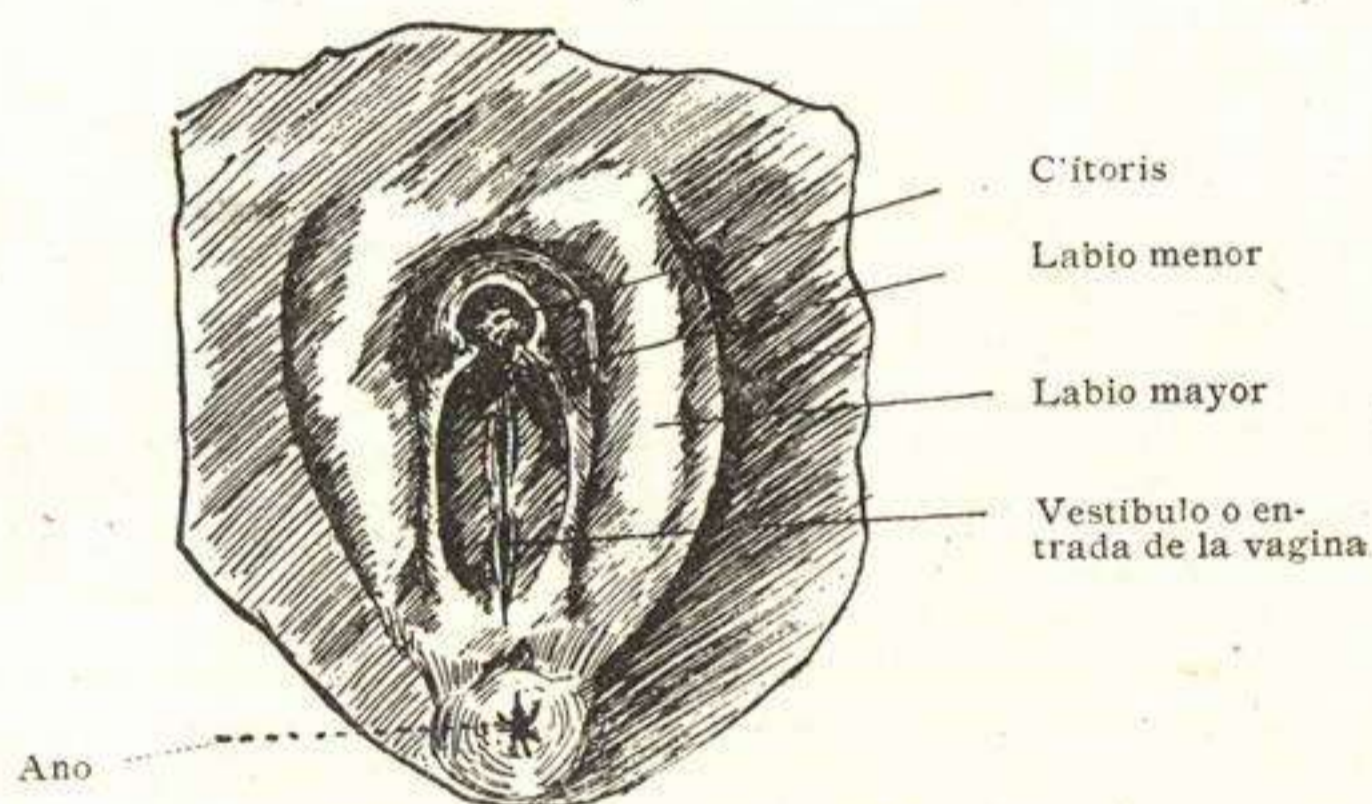


Fig. 152. Órganos genitales externos de un embrión humano femenino de 15 cm. de longitud. (Tomada de Kollmann por Bühler en el Handbuch etc. de O. Hertwig. Copia de L. Roca).

b) Las glándulas de Cowper parece tener análogo origen. Pero no olvidemos que Keibel en *Echidna*, deriva estas glándulas del ectodermo, esto es, de la cloaca secundaria.

c) Las glándulas de Littre comienzan por brotes epiteliales sólidos a mitad del cuarto mes, hundiéndose en el tejido esponjoso subyacente, cuya superficie externa alcanzan al fin del cuarto mes y reciben su luz. Sobre las vesículas seminales son escasísimos los datos embriológicos que poseemos. Kölliker describe el primer esbozo de estas vesículas en un embrión de toro de 7 cm. como brotes laterales de los conductos deferentes dentro del cordón genital. Acerca de estadios ulteriores faltan datos. Y puesto caso que estas formaciones vesiculares ofrecen gran variedad en la serie animal, sería de desear que se emprendiesen trabajos de investigación acerca de ellas.

Añadamos, para completar el cuadro, que el seno de Guérin de la uretra se debe a una evaginación sólida de la lámina epitelial uro-

genital en la pared superior del surco o conducto que la recorre (fig. 149, 2): luego se excava, y recibe gran número de glándulas que se han formado por el estilo de las anteriores al sexto mes.

104. Diferenciación de órganos genitales externos femeninos. — Dijimos superiormente (n. 100) que hasta el tercer mes no se notan diferencias marcadas en los órganos genitales externos de los embriones. Pero, a partir de este tiempo y durante el tercer y cuarto mes, marcha rápidamente cada sexo a su dife-

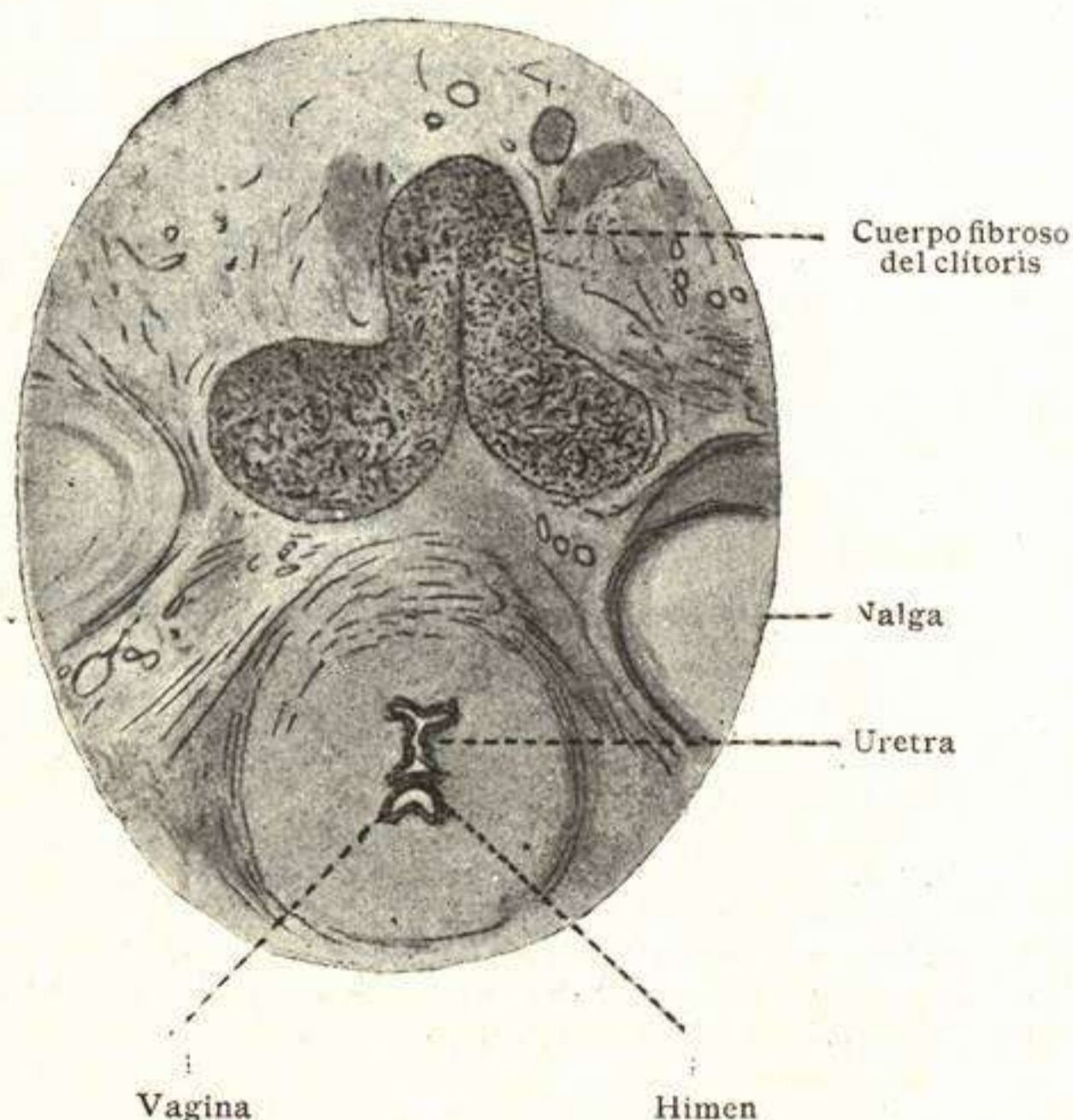


Fig. 153. Corte transversal pasando por el clítoris de un embrión humano femenino de 4 meses. (Según el Dr. H. Meyer-Ruegg Tratado de Bühler en el Handbuch de O. Hertwig).

renciación, aun en lo exterior. En la hembra el tubérculo genital que, según sabemos, se forma en ambos sexos, crece mucho menos y se inclina hacia abajo. El órgano recibe aquí el nombre de clítoris. En su extremidad diferencia también un glande, cuyo cuerpo se deslinda exteriormente de lo restante del tubérculo merced a un surco, que corresponde a la corona del glande masculino. El canal o surco urogenital no se cierra como en el macho. Sus bordes, creciendo libremente, se transformarán en los labios menores (ninfas) (fig. 152) y la cavidad que cogen en medio (seno urogenital) se convierte en el vestíbulo de la vagina. El surco urogenital al principio no llega más

que hasta la base del glande, continuándose en él con el *muro epitelial balánico* que remata en la cresta o cuerno, que en sus primeros estadios presenta también el glande. Pero más adelante, y al tiempo que se forma la especie de prepucio que aquí llaman *capuchón clitoral*, el surco urogenital invade también la parte inferior del glande. El capuchón clitoral, cuyo origen es análogo a lo descrito en el macho, no envuelve por abajo el miembro en cuestión (fig. 152): razón por la cual el surco del glande se continúa hacia abajo con el resto del seno urogenital o vestíbulo de la vagina.

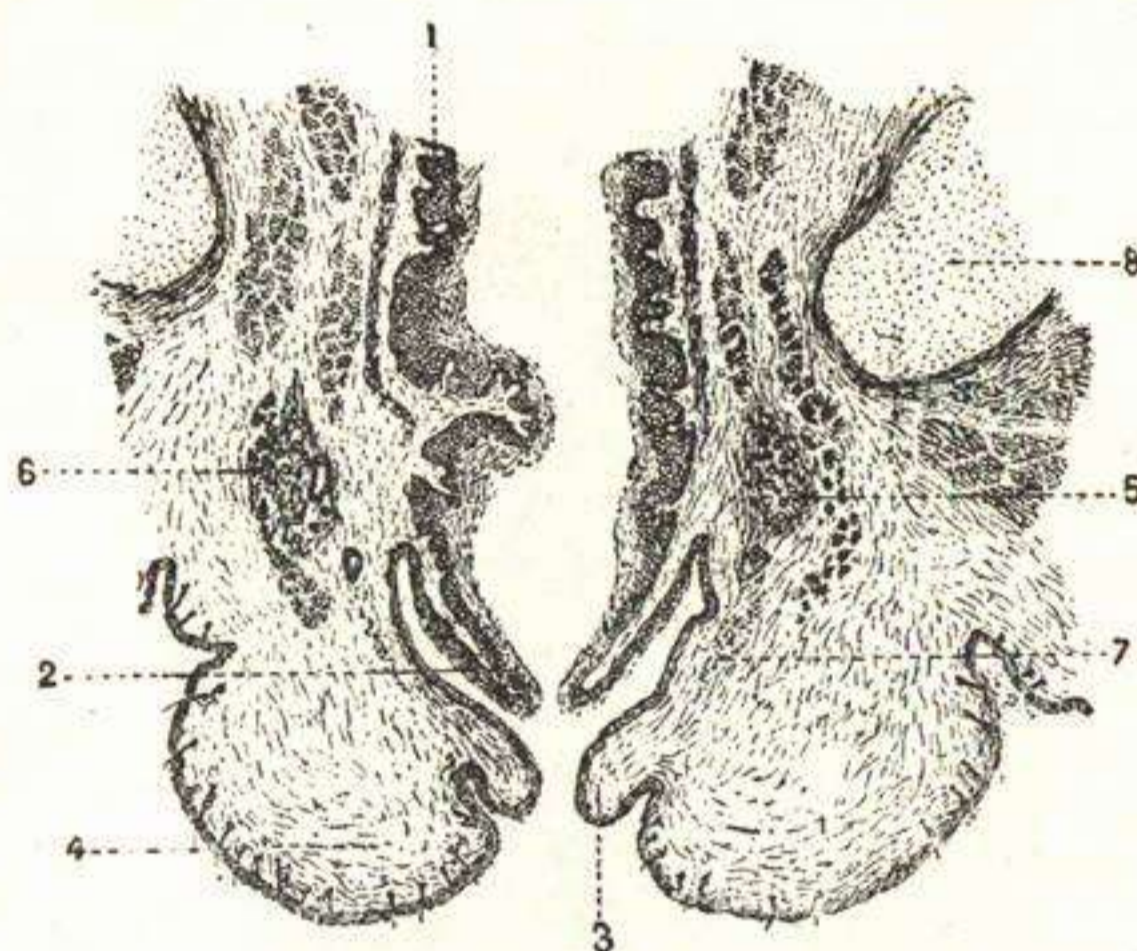


Fig. 154. Corte transversal de los órganos genitales externos de un embrión humano femenino de 20-31 cm. A: 4,5.

1, pared de la vagina; 2, himen; 3, labios menores; 4, labios mayores; 5, glándula vulvo-vaginal; 6, constrictor estriado de la vulva (bulbo-cavernoso); 7, constrictor liso; 8, rama descendente del pubis. (Según Tournex, De su Précis d'Embryologie humaine).

No en todos los mamíferos, con todo, permanece abierto el surco urogenital, sino que en algunos animales se cierra para originar el canal uretral que recorre el clítoris de la hembra como en los machos recorre el pene. Tal sucede en el *macaco* y en los *loris* (lemúridos o monos perezosos, según Issaurat, 1888) y pequeños roedores, v. g., rata blanca (Kempe, 1903), como hemos tenido ocasión de ver; conejito de Indias (Retterer, 1903).

Cuanto a la estructura histológica del clítoris, nos contentaremos con hacer notar que se forman igualmente aquí, como en el pene del macho, dos cuerpos cavernosos simétricos (fig. 153) con su tejido eréctil. El glande, no obstante, conserva *toda la vida* la estructura fibro-vascular que tiene el glande masculino en el embrión de séptimo mes, o lo que es lo mismo, no adquiere nunca tejido eréctil.

Si los bordes libres del surco urogenital originan los labios menores, el rodete genital que luégo circuye todo el campo urogenital a manera de collar (fig. 152), da origen a los labios mayores.

El origen del himen es aún objeto de controversia. Kölliker (1879) y Klein (1891) afirman su origen vaginal. Según ellos, los márgenes libres de la extremidad de los canales de Müller, al abrirse en el surco urogenital, se convertirían luégo en el himen. Otros, en cambio, creen que se deriva del seno urogenital, como Dohrn (1875), Winckler (1886), Fehling (1893), o de la vagina, después de abierta ésta; o de entrambas regiones, de la vagina y del seno urogenital. El epitelio que lo recubre exteriormente, no nos saca de dudas; porque por ambas caras (fig. 154, 2) es pluriestratificado y pavimentoso. En la cara interna se continúa con el de la vagina: circunstancia que pudo ingerir en el ánimo de algunos investigadores la idea de estar el himen compuesto de dos hojas.

105. Glándulas accesorias femeninas. — En los órganos urogenitales de la hembra se forman también, como en los del macho, muchas glándulas. En la uretra del embrión del cuarto mes, se originan glándulas, siquiera en modestas proporciones, que corresponden a la próstata del macho, bajo la forma de brotes sólidos que se hunden en el tejido subepitelial. Los brotes suelen excavarse como en el macho, después de la vida fetal.

Las glándulas de Bertholini, que en la hembra son, sin duda, las homólogas de las de Cowper en el macho, se deben, según Vitalis Müller, a un hundimiento par del seno urogenital en embriones de 4-8 cm. de longitud, medidos desde la coronilla a la región coccígea: de aquí su desembocadura en el vestíbulo. Más tarde se ramifican en el seno del tejido, en que se desarrollan, tomando la forma de glándulas tubulosas (1).

Las glándulas vulvo-uretrales y vulvo-vaginales, se inician al principio del tercer mes por brotes sólidos, que se introducen en el tejido subyacente y se ramifican durante el cuarto mes, recibiendo al fin de él su luz (2).

Las glándulas sebáceas de los labios menores son, como las del pezoncillo y de los labios bucales, todas sin bulbo pilífero, y tardías en su aparición. Su primer esbozo tiene lugar al cuarto mes. Son más abundantes en la región media que en sus extremos y más en la cara interna que en la externa. Los brotes epiteliales que las originan, son sólidos, hundiéndose en el tejido conjuntivo del órgano.

(1) Conf. Bühler en el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig. Bd. III, Teil I.

(2) Conf. F. Tourneux: Précis d'Embriologie Humaine. p. 331 (1909).

XIV. Defectos de conformación en los órganos urogenitales externos

106. Indicación general. — En el sistema urogenital, como en los demás sistemas, pueden ocurrir durante la época embrionaria desvíos en la marcha normal de las formaciones; desvíos que, insignificantes en un principio, se pronuncian cada vez más, a medida que crecen y se desarrollan los gérmenes, acabando por producir defectos congénitos de conformación, tales, que afean o vician notablemente el organismo: bien así como en las líneas férreas un pequeño cambio de dirección en el punto del guarda-agujas, produce más adelante tal desvío que los trenes marchan en distintas y aun en contrarias direcciones. En nuestra materia son notables, entre otros, los defectos que producen el llamado *pseudo-hermafroditismo* y la *epi-* e *hipospadia*.

107. Pseudo-hermafroditismo. — El *pseudo-hermafroditismo* no es más que una mala conformación de los órganos genitales externos; de suerte que sea difícil decir si se trata de un macho o de una hembra. Puede ocurrir tanto en uno como en otro sexo, como es fácil comprender *a priori*, dado el modo de originarse y desarrollarse el sistema que nos ocupa, tan igual al principio, según vimos, en ambos sexos. En efecto; si por causas que no sería fácil precisar, se combina en el embrión o feto masculino, una retención de los testículos en la cavidad abdominal, defecto que más arriba (n. 88) hemos consignado con el nombre de *criptorquismo*, con un imperfecto cierre del surco urogenital (n. 99); el aspecto de los órganos urogenitales externos recordará involuntariamente el de los órganos de la hembra y hasta podrán confundirse los sexos. Por otra parte, puede el embrión de una hembra sufrir cambios anormales: el ovario puede introducirse, como dijimos superiormente (n. 92), en el *diverticulum Nuckii* y aposentarse en los labios mayores: con lo cual afectarán éstos la forma de bolsas testiculares. Y si a esta circunstancia se junta un crecimiento excesivo del tubérculo genital, de modo que el clítoris resulte de un tamaño respetable, cosa que no es tan rara, nos encontraremos de nuevo en el caso de dudar, si tenemos a la vista más bien un macho que una hembra. En uno y otro caso, hablamos de *pseudo-hermafroditismo*; por cuanto sólo exteriormente es o parece común el sexo. Estos son relativamente bastante frecuentes, como se ve por la lectura de casuísticas clínicas.

Como queda indicado, es esto efecto de agentes patológicos, cuya

acción produce desvíos, tanto más profundos cuanto que encuentran el sujeto (*embrión*) en su período plástico o de formación. Razón por la cual nunca se recomendará bastante el cuidado que han de tener las madres, siempre, pero particularmente durante el embarazo, de evitar toda causa que pudiera perturbar la marcha normal de sus frutos: y como medio general, el vivir muy ordenadamente física y moralmente.

Cuando se trata de hermafroditismo verdadero, esto es, del caso en que realmente existen en el feto u organismo glándulas genitales de ambos sexos, entendemos que estas glándulas pueden determinar o favorecer, como órganos *endocrinos*, el hermafroditismo externo: entonces sería éste evidentemente expresión del hermafroditismo interno, y no se podría llamar *pseudo-hermafroditismo*.

108. Hipo- y epispadia: penisquisis: fimosis. —

Estos defectos se refieren principalmente a la parte urinaria. La *hipospadia* consiste en que el canal de la uretra se abre al exterior por debajo del miembro viril (fig. 155); y la *epispadia* por encima de él. Ambos defectos se explican perfectamente desde el punto de vista embriológico. Efectivamente; imaginémonos por un momento que el surco o la canal que recorre la cara inferior del tubérculo genital, no se cierra en la base de éste: en este caso resultará en la base y cara inferior del pene un orificio, por donde saldrá la orina. Algo más difícil es la explicación de la *epispadia*, pero no insuperable. Tengamos presente para ello, que la cloaca llega al principio casi hasta el ombligo (fig. 139, 1; fig. 142, A, cl) y, por consiguiente, también hasta allí llega la membrana cloacal. Además, el tubérculo genital es efecto de la excrecencia del mesénquima, interpuesto entre la membrana cloacal de la región ántero-ventral y el ombligo (fig. 142, B, C, tg). Si, pues, la pared del conducto urogenital se perfora, cuando es aun delgada, por encima de la región que corresponde a la excrecencia mesenquimatosa, resultará un orificio en la parte dorsal o superior del tubérculo genital, primero, y del pene o clítoris, después: caso manifiesto de *epispadia*.

Más aún; podrá suceder que la excrecencia que acondiciona la formación del tubérculo genital se divida sagitalmente en dos mitades laterales, dejando una hendidura en medio: el tubérculo genital será doble. Al continuar por sí cada mitad su desarrollo y crecimiento, originará por su parte su pene o clítoris y tendremos un pene o clítoris bífido, anomalía parecida a la de la columna vertebral, conocida con el nombre de *espina bífida*. Esta anomalía del pene o clítoris se llama *penisquisis* o *clitorisquisis*. Finalmente, la adherencia epitelial del prepucio, combinada con la estrechez de la lámina o cara interna (con más frecuencia que la externa) del mismo prepucio, produce la *fimosis*.

109. Otros defectos. — Otros defectos congénitos pueden ocurrir en esta región perineal y urogenital, como consecuencia de perturbaciones ontogénicas como la *atresia* del ano o del seno urogenital congénita, que se explica por la persistencia de la membrana cloacal y el entrecruzamiento de tejido mesenquimatoso. A cualquiera se le hará asimismo muy comprensible la fístula uro-rectal (comunicación del recto con el seno urogenital: pues si la lámina de tejido que por su crecimiento caudal divide en dos compartimientos la cloaca, en la región rectal y en el seno uro-genital, no se efectúa; per-

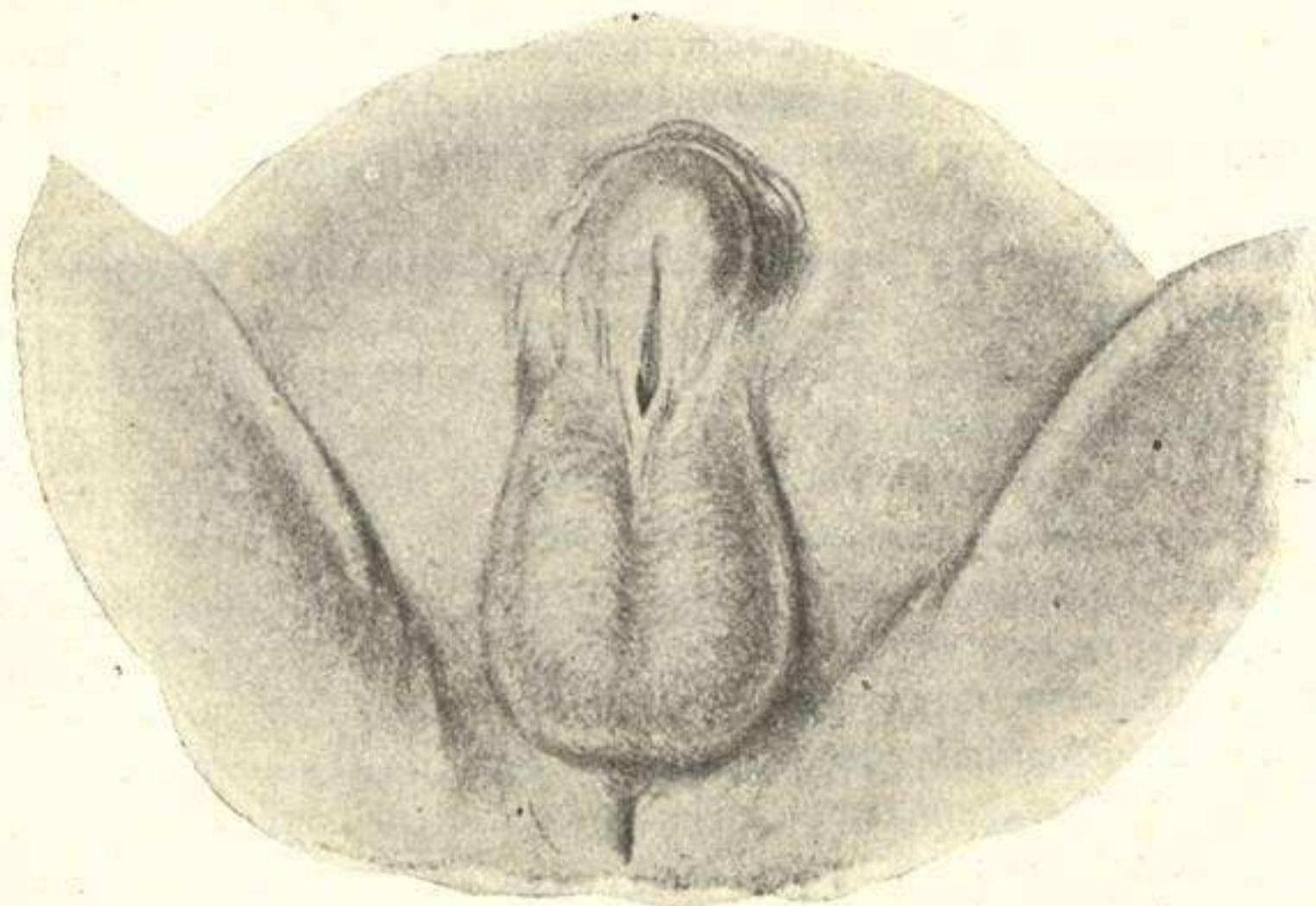


Fig. 155. Hipsodadía en un niño de año y medio. Cara ventral del pene muy corto (2 cm.) con un glande muy grande. (Del Atlas de Hecker y Trumpp sobre enfermedades de la infancia, traducido por E. García del Real).

sistirá la comunicación primitiva entre las dos regiones; y si el cierre primitivo fué imperfecto, existirá la tendencia de algún punto flaco a abrirse de nuevo. Y una circunstancia análoga explicaría en la mujer la *uretra-vaginal*, esto es, la comunicación entre la vagina y la uretra; si, v. g., dejase de formarse el tabique de tejido que se interpone entre un conducto y otro, quedando las cosas en su estado primitivo.

Como conclusión de todo lo dicho en este artículo y de lo mucho que se podría añadir, podemos sacar la importancia de los conocimientos embriológicos, sobre todo para los médicos.

XV. Cápsula suprarrenal

110. Recuerdo anatómico - histo - citológico. — Para mejor entender la ontogénesis de la *cápsula* suprarrenal que

hemos de estudiar en este artículo y cuya importancia, bajo el concepto de órgano de secreción interna, es muy grande; será de suma utilidad traer primero a la memoria su disposición anatómico-histocitológica que posee en el adulto. El sistema de la cápsula o del cuerpo suprarrenal dista mucho de gozar, en la serie de vertebrados, de aquella unidad que encontramos en otros órganos. En el hombre, en los mamíferos y, en general, en todos los amnióticos se ofrece bajo la forma de un solo cuerpo, simétrico con el del otro lado, sito sobre el riñón o en sus inmediaciones: circunstancia que no ha de prejuzgar alguna relación de causalidad entre el sistema excretor o renal y el del cuerpo que nos ocupa: la relación, como veremos, es meramente topográfica, y entre el riñón y la cápsula suprarrenal existe siempre una buena porción de conjuntivo que deshace la unidad que a primera vista se pudiera suponer entre los dos sistemas.

Fijándonos en el hombre, si se practica un corte perpendicular a la superficie de la cápsula suprarrenal, se descubrirán, prescindiendo de la envoltura conjuntiva externa que le forma una túnica como la albúginea del riñón y del testículo, dos sustancias *específicas*: una *cortical* y otra *medular* (fig. 156), envuelta ésta, más o menos completamente por aquélla. La substancia cortical se presenta en tiras de células, cuya disposición difiere bastante en las distintas zonas de profundidad. Porque en la región periférica las tiras o cadenas se apelotonan en glomérulos (*zona glomerular*); en la media toman la forma de haces radiales o la de columnas (*zona fascicular*) y, finalmente, en la interna y limítrofe con la substancia medular, las tiras se disponen en red (*zona reticular*). Lo mismo se observa en los demás mamíferos en *general*, como lo hemos podido comprobar en las ratas. Y decimos en general, porque no faltan en la literatura datos divergentes. Así los doctores M. Ribas Mateos, C. Calleja y R. Folch (1904) han hallado que la substancia cortical es uniforme en la ternera, y sólo con zonas glomerular y reticulada en el carnero.

El carácter citológico distintivo de los elementos de la substancia cortical, es la presencia en ellos de granulaciones adiposas (lipoides?), brillantes y algo birrefringentes que se tiñen fuertemente por el ácido ósmico, sudán III, y escarlata R: son, además, muy ávidas de las sales de hierro, propiedad que se llama *siderofilia*. Si el material se trata por reactivos disolventes de las grasas (xilol, cloroformo, aceites esenciales, etc.), desaparecen naturalmente las mencionadas granulaciones: el protoplasma aparece entonces vacuolizado. Las células poseen de ordinario un solo núcleo, rara vez dos; y el núcleo, uno o dos nucléolos.

La substancia medular está compuesta de tiras o apelonamientos de células de paredes delicadas y casi sin límites con ancha vascularización venosa. Las células poseen un metaplasma (inclusiones) que se tiñe por colorantes propios del núcleo, v. g., la hematoxilina y

safranina; pero sobre todo ha llamado de antiguo la atención su propiedad de teñirse de amarillo o amarillo-pardo por las sales de cromo y aun por el mismo ácido crómico. Esta propiedad, descubierta por J. Henle en 1865, hizo que Stilling (1890) llamase a las células que la poseen, *cromófilas*, y Kohn (1898) *cromafines*; pero quizás con más exactitud se pueden llamar, como hace Poll, *feócromas*. A las granulaciones feócromas se asocian otras de pigmento, de grasa, etc.

Esta disposición de la substancia cortical y medular, en la forma indicada, es propia sólo del hombre y de los mamíferos. En aves las

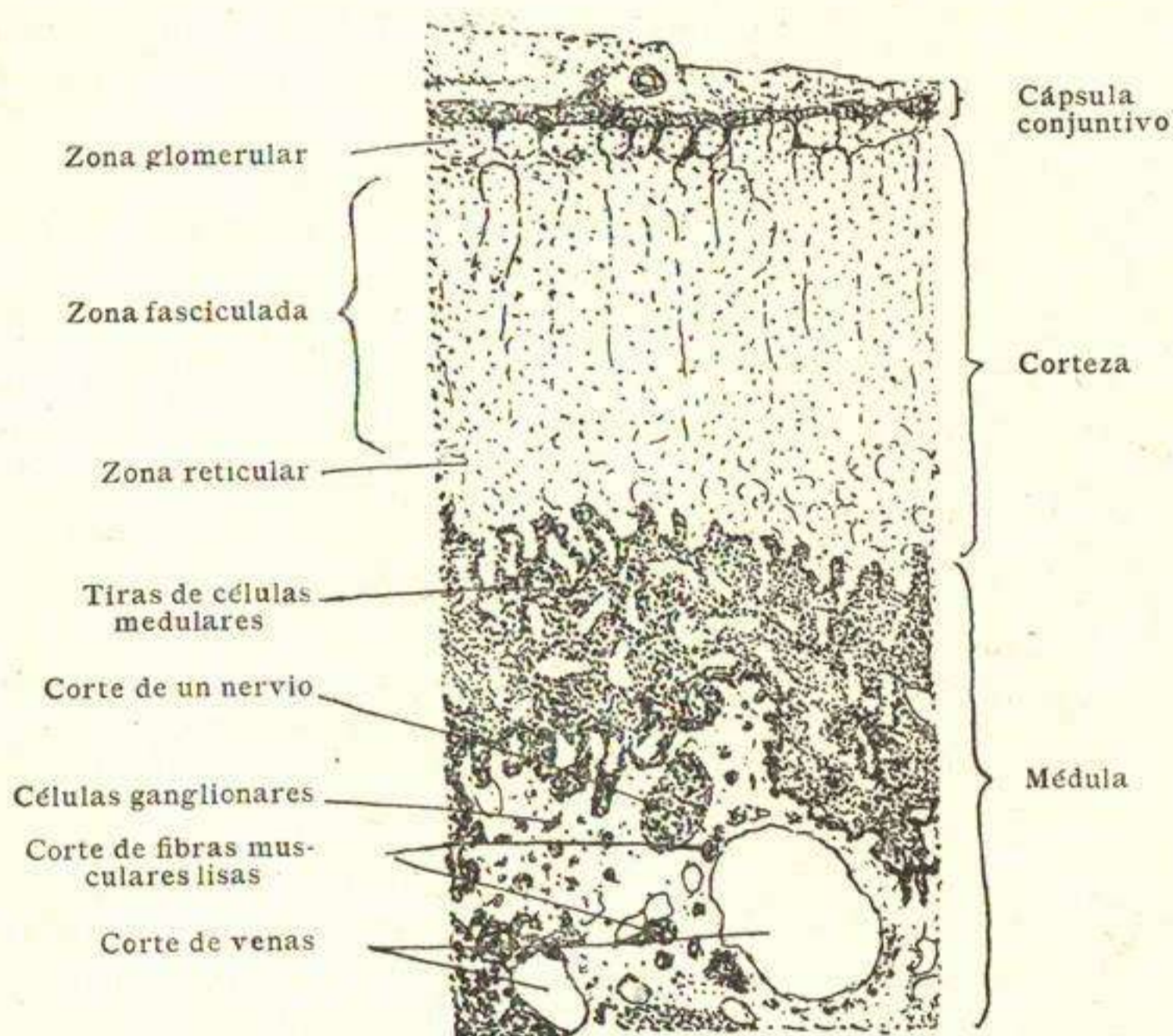


Fig. 156. Porción de un corte de la cápsula suprarrenal del hombre. A: 47. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Copia de L. Roca).

dos substancias se mezclan en el sentido de formar como dos redes: red de cordones principales (substancia cortical) y red de cordones intermedios (substancia medular); de suerte que las mallas de la substancia cortical se llenen de substancia medular.

En reptiles la substancia medular o células feócromas, es menos abundante. Además, en cocodrilos y tortugas, la distribución es parecida a la de las aves; en lagartos y culebras, la substancia medular se halla acumulada de preferencia sobre el dorso de la cortical y sólo alguna que otra tira se introduce dentro de ésta.

En los anfibios se halla el punto de partida de los dos sistemas

divergentes: uno que diverge hacia los amnióticos o vertebrados superiores; y otro hacia los inferiores. En anuros (*rana, sapo*, etc.), la cápsula suprarrenal conserva su unidad y se muestra en forma de placa o tira más o menos ramificada e irregular en la región ventral y pelviana del riñón: en urodelos (*salamandra, tritón*, etc.), por el contrario, la cápsula suprarrenal ha perdido su unidad: se ofrece fragmentada en tiras e islotes en la parte ventral media (lado interno) del riñón en toda su longitud, que se extienden superiormente hasta el origen de la arteria subclavia y de la reunión de las raíces de la aorta. En los mismos anfibios se halla el grupo de los *gimnofiones*, cuya cápsula suprarrenal participa de la disposición de los dos grupos precedentes: porque su porción anterior o craneal, sita en el margen interno del riñón, forma un solo cuerpo como en los *anuros*; al paso que su porción caudal, colocada en la cara ventral del riñón, se fragmenta en varios cuerpecitos, como lo hace en los *urodelos*. Cuanto a la distribución de las dos sustancias, sólo haremos notar que las tiras de células están constituidas principalmente por células corticales, esto es, lipoidales; pero en los bordes o extremidades de estas tiras se tropieza con células cromófilas.

Finalmente, y para completar el cuadro de los datos sobre la cápsula suprarrenal, en vertebrados inferiores (*peces y ciclóstomos*), cada sustancia de las dos que la componen en los vertebrados superiores, va por su camino y cuenta, formando sistema aparte. De aquí que Balfour, estudiando en los *selacios* estos dos sistemas y reconociendo su diversidad y aislamiento, propusiese distinta nomenclatura para significar, en estos peces, las dos sustancias distintas, llamando órgano *interrenal* a cierto cuerpo, *impar* en *escuálidos* y *par* (con frecuencia) en *ráidos*, colocados entre los dos riñones. Sus células contienen granulaciones grasientas o lipoidales; circunstancia que ha hecho homologuizar este cuerpo con la sustancia *cortical* de la cápsula suprarrenal de los mamíferos. En cambio, al sistema de cuerpecitos con células feócromas, que en *escuálidos* guardan disposición metamérica e irregular en *ráidos*, dió el nombre de *suprarrenal*, a causa del sitio que ocupan sobre el riñón.

Notemos, a propósito de la nomenclatura, que los nombres de sustancias, *cortical* y *medular*, y los de órgano, *interrenal* y *suprarrenal*, son de suyo puramente topográficos; pero el uso ha sancionado que se tomen también como histológicos; de condición, que donde quiera que se encuentre alguna formación con células lipoidíferas o de la índole estudiada en la sustancia cortical de la cápsula suprarrenal, se llama sencillamente *sustancia cortical* o *cuerpo interrenal*; y lo mismo sucede con el otro sistema feócromo que se consignará con el nombre de sustancia *medular* o de órgano *suprarrenal*, aunque se halle muy distanciado de los riñones.

Con el órgano interrenal (*sustancia cortical*) se han querido ho-

mologuizar los *cuerpecitos de Stannius*, hallados (1839) en teleósteos, aunque sus células carecen, en varios peces y probablemente en todos los teleósteos, de granulaciones lipoidales, al menos de granulaciones lipoidales que se tiñan por los reactivos, arriba mencionados. Son esos cuerpecitos del tamaño de la cabeza de alfiler o de una lentejuela, y se les encuentra, ora en la cara dorsal de los riñones, ora en la ventral, ora, finalmente, dentro de su misma masa; su corte manifiesta estar constituidos por un conjunto de tubos o vesículas epiteliales sin luz,

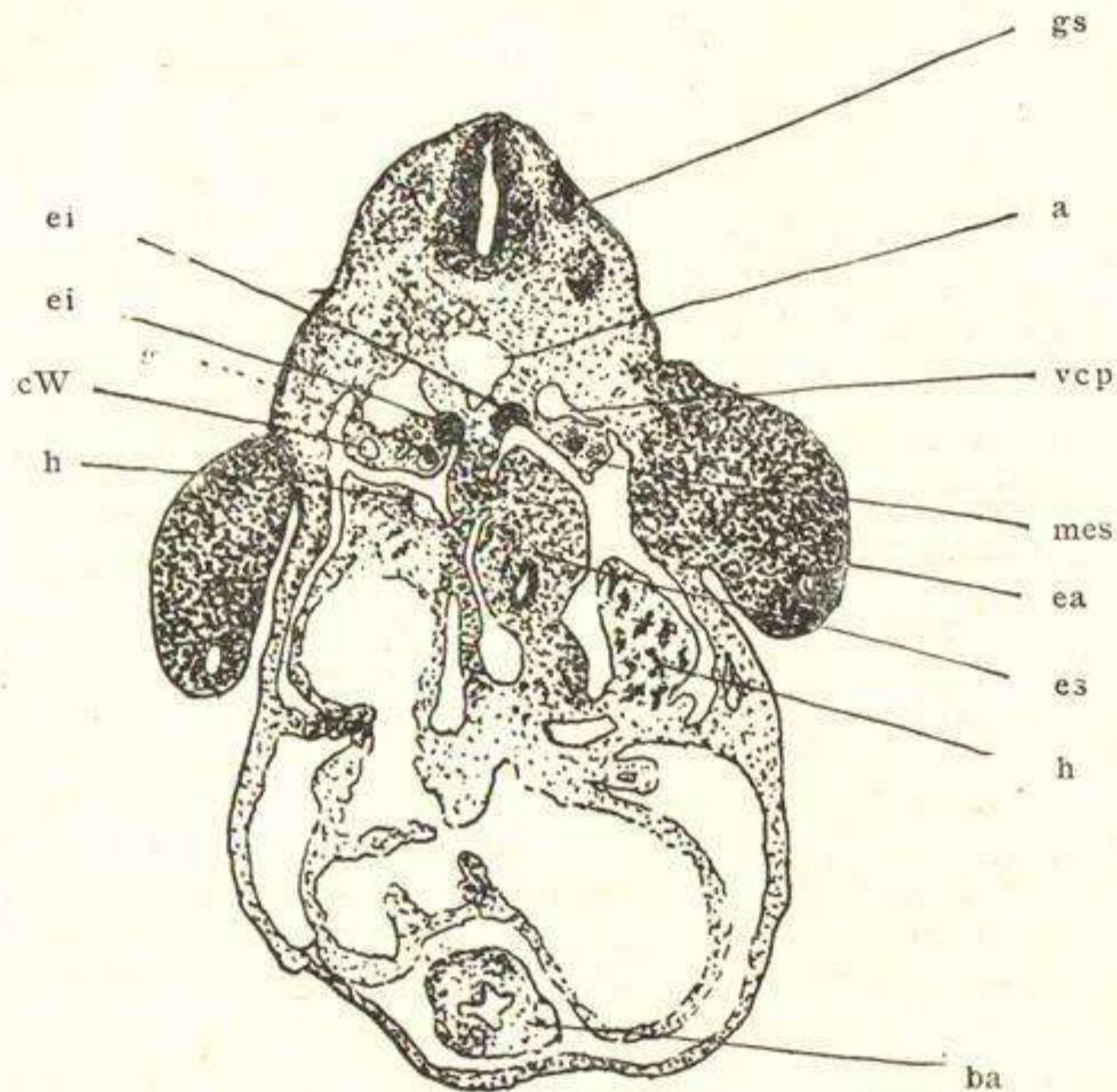


Fig. 167. Corte transversal de un embrión humano de 25 días (6 mm. de longitud). Según Soulié.—a, aorta; ei, yema interrenal junto a la raíz del mesenterio, entre la aorta y el mesonefros; cW, canal de Wolff; g, glomérulo; mes, mesonefros; vcp, vena cardinal posterior; ea, extremidad anterior; es, estómago; h, hígado; ba, bulbo aórtico; gs, ganglio espinal. (Del tratado de Poll en el Handbuch de O. Hertwig. Copia de L. Roca).

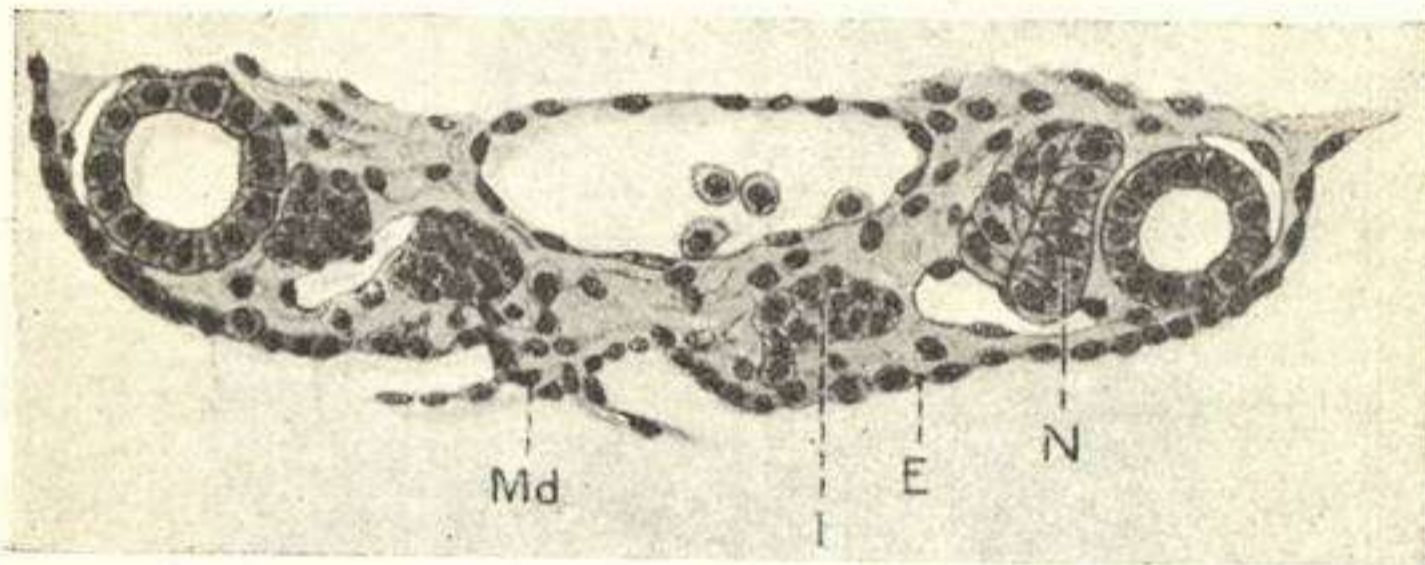
separadas por conjuntivo, proveniente de la cápsula que los envuelve. Cuanto al sistema suprarrenal, Giacomini (1902-1905) ha dado con cuerpecitos feócromos junto a las paredes de las venas cardinales.

En ganóideos, Stannius halló los cuerpecitos de su nombre, diseminados en la misma masa del riñón: su contenido celular se tiñe fuertemente por el ácido ósmico. Por otro lado, descubrió Giacomini (1904) en ellos el sistema feócromo en las paredes de las venas cardinales y revehentes del riñón.

III. Origen de la sustancia cortical. — De los datos expuestos se colige que tres son los problemas que ha de

resolver el embriólogo: 1.º, hallar el origen de la *substancia cortical*; 2.º, hallar el origen de la *medular*; y 3.º, hallar el modo de la unión de las dos substancias, para constituir el órgano definitivo que en el hombre llamamos *cápsula suprarrenal*.

Quizás en ningún punto embriológico se hallará tanta diversidad de opiniones como en el que nos ocupa; de suerte que Poll (1) se vió obligado a establecer una verdadera clasificación de ellas y se comprende: pues la unidad que guardan las dos substancias en el órgano definitivo hace pensar desde luego también en la unidad de origen, en un origen común: esta es la opinión *homogenética*. No creo que tenga actualmente ningún partidario. Es, pues, ahora común la *heterogenética*, esto es, la que señala a cada substancia su origen peculiar.



1

Fig. 158. Porción de un corte transversal de un embrión de *Hypogeophis rostratus* (anfibio del grupo de las cecilias).—E, epitelio celómico; I, yema interrenal; N, nefróstomo mesonefrítico; Md, mesenterio dorsal. (Según Brauer. Del *Traité d'Embryologie des vertébrés* de A. Brachet).

Cuanto al origen de la substancia cortical (interrenal) o también del sistema lipoidal, unos la derivan del tejido conjuntivo (mesénquima); otros del pronefros o mesonefros; y otros, finalmente, del epitelio celómico. Esta opinión, representada por Poll en su gran tratado dentro de la obra citada, es la predominante y la que tiene más visos de verdad, según las investigaciones más modernas: y ésta es también la que se defiende en la reciente tesis para el doctorado de nuestro discípulo, el Dr. F. de P. Forcada (1920).

Según esta última opinión, pues, el lugar de origen es el epitelio celómico en la región entre el mesenterio y el mesonefros o la glándula genital (fig. 157, ei), a la altura de la arteria celiaca en mamíferos. Allí es donde brota el epitelio para dar origen a varias yemas: las cuales abandonan luego el epitelio y se introducen en el mesénquima, creciendo entre el mesonefros y la arteria aorta (fig. 158, I; véase también la figura 52). En vertebrados inferiores son muchas

(1) Conf. *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere*. Bd. III, T. I. 1906.

las yemas, y aparecen metaméricamente, extendiéndose desde el pronefros hasta la cloaca, como se desprende de los hechos anatómicos, antes descritos: en los mamíferos y en el hombre, pocas, y se fusionan más tarde todas ellas en un solo cuerpo que viene a caer al lado interno del tercio superior del cuerpo de Wolff.

El primer esbozo de yemas es difícil sorprenderlo: razón por la cual, lo que algunos han señalado como origen de dichas yemas, no sería, según Poll, sino un estadio más avanzado: sobre todo, que las yemas no se forman todas a un tiempo: de donde resulta que lo que

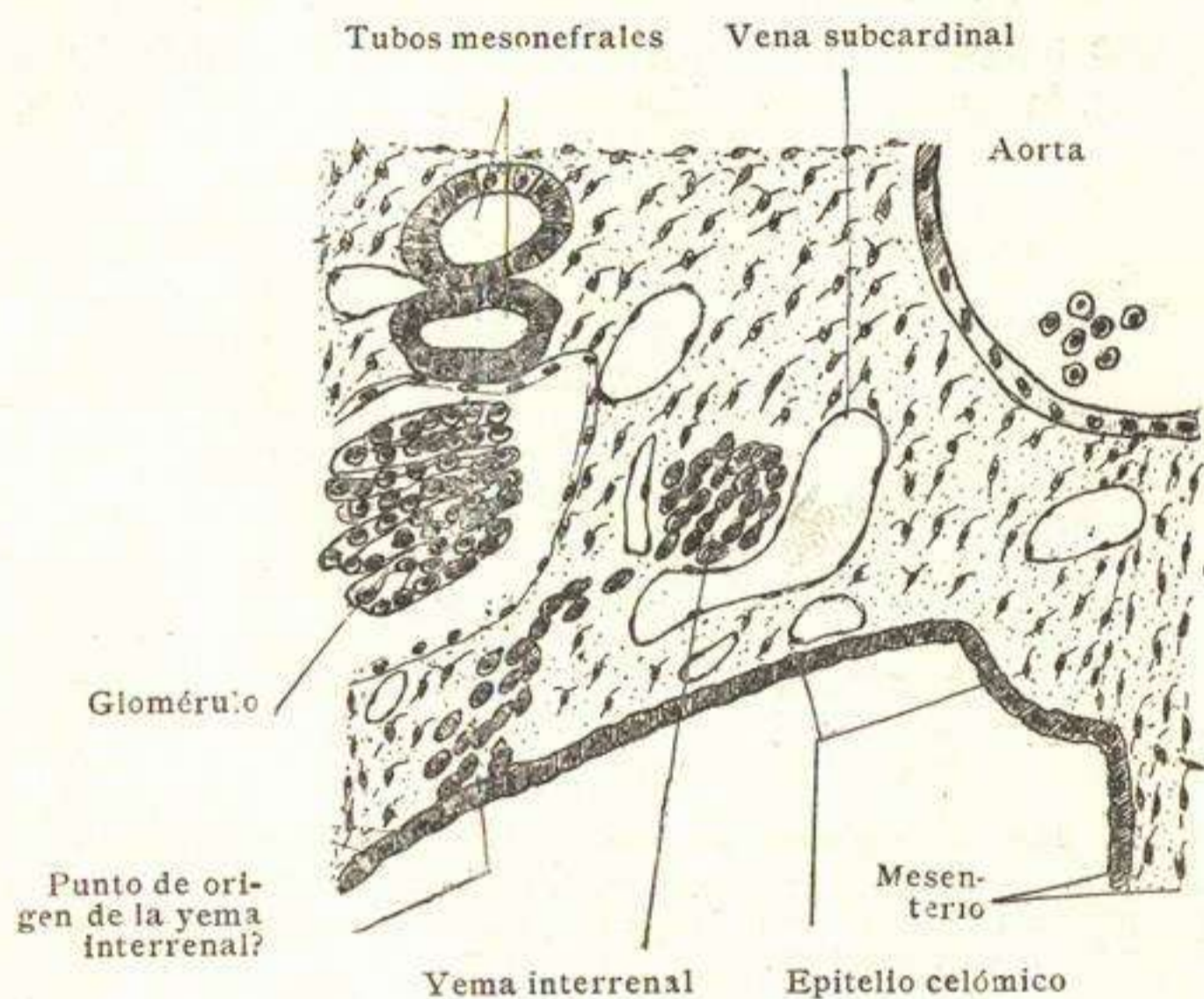


Fig. 159 Porción de un corte transversal de un embrión de conejo de 13 días. (Original).

se conceptúa como primera aparición, será por ventura una yema atrasada.

Para adquirir alguna orientación acerca del tiempo de la primera aparición de las yemas *interrenales*, ayudarán los datos siguientes. En la especie humana, según datos de Soulié (1903) y de Poll, aparecerían, cuando el embrión tiene de 5-6 mm. o 23-25 días (1); en el conejo, del 10 al 14 día (fig. 159); Costa (1917) lo ha hallado en el embrión de 4-5 mm. de *Miniopterus Schreibersii* (murciélago), y en el embrión de gato de 6 mm. (1916).

112. Desarrollo de la sustancia cortical. — El cuerpo de la sustancia cortical va creciendo y desarrollándose hasta

(1) Tratándose del hombre no hay ningún embriólogo capaz de dar con exactitud la edad del embrión: porque nadie puede saber el tiempo de la fecundación, propiamente tal.

diferenciar sus zonas histológicas y sus formaciones citológicas específicas (lipoides). Según A. Costa (1916), en el embrión de gato de 20 mm. las células periféricas del cuerpo en cuestión serían relativamente pequeñas, menos ávidas de la eosina y hematoxilina, con protoplasma denso y abundante condrioma. Hacia dentro del cuerpo, células mayores, más vacuolizadas y siderófilas, esto es, ávidas de la hematoxilina férrica (después de fijación en el líquido de Regaud): lo cual arguye la presencia de adipoides (lipoides). En el embrión de 36 mm. la siderofilia es muy grande y suficiente para distinguir, aun

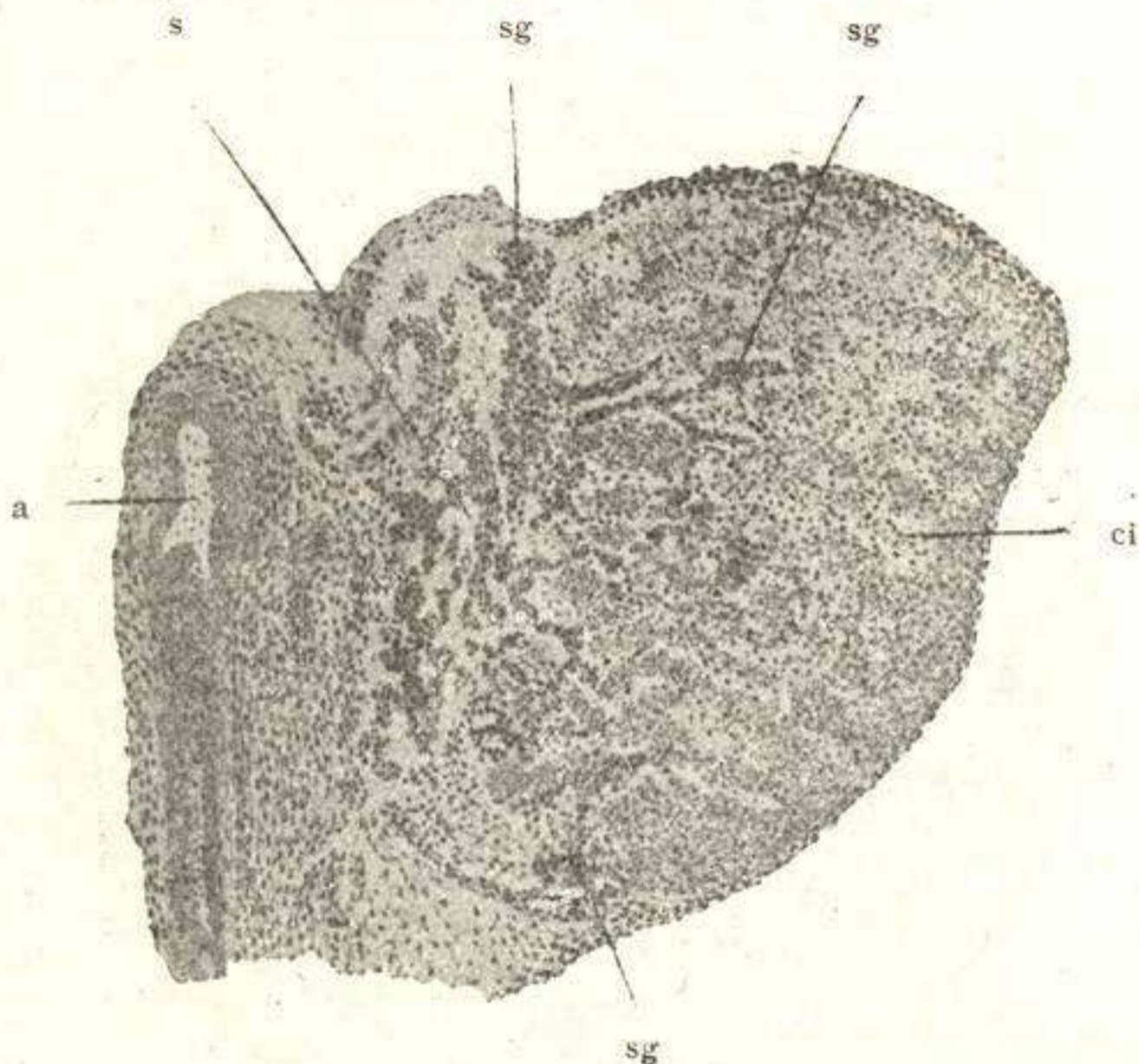


Fig. 160. Corte de la cápsula suprarrenal de un embrión humano de 17 mm. de longitud. — sg, simpatogonios; s, simpático, ci, cuerpo interrenal; a aorta. (Según Wiesel. Del tratado de Poll en el Handbuch de O. Hertwig).

con pequeño aumento, esta substancia cortical de la medular. En el embrión de 90 a 135 mm. se van pronunciando los caracteres del adulto.

113. Origen y desarrollo de la substancia medular (suprarrenal - feócrroma). — Los investigadores modernos están de acuerdo, en que la substancia medular de la cápsula suprarrenal trae su origen del gran simpático; y la misma presencia, en ella, de células ganglionares puede ser una prueba de ello. Pero el mejor argumento es el estudio embriológico o de su origen.

Según todas las probabilidades, los ganglios simpáticos del cordón limítrofe (esto es, de las dos cadenas del gran simpático) contienen, al menos los destinados a suministrar material para integrar la cáp-

sula que nos ocupa, dos clases de elementos que Poll llama *simpatoblastos* y *feocromoblastos*: aquéllos originarían células nerviosas ganglionares; éstos, las células feóchromas, que se pueden llamar también *paraganglionares*, como se puede llamar *paraganglio* a todo el conjunto o parte del ganglio que integra la cápsula suprarrenal.

El cuerpo paraganglionar va poco a poco aproximándose y poniéndose en contacto con el cuerpo interrenal y juntamente diferenciando sus elementos; y por lo mismo separándose del tipo de las

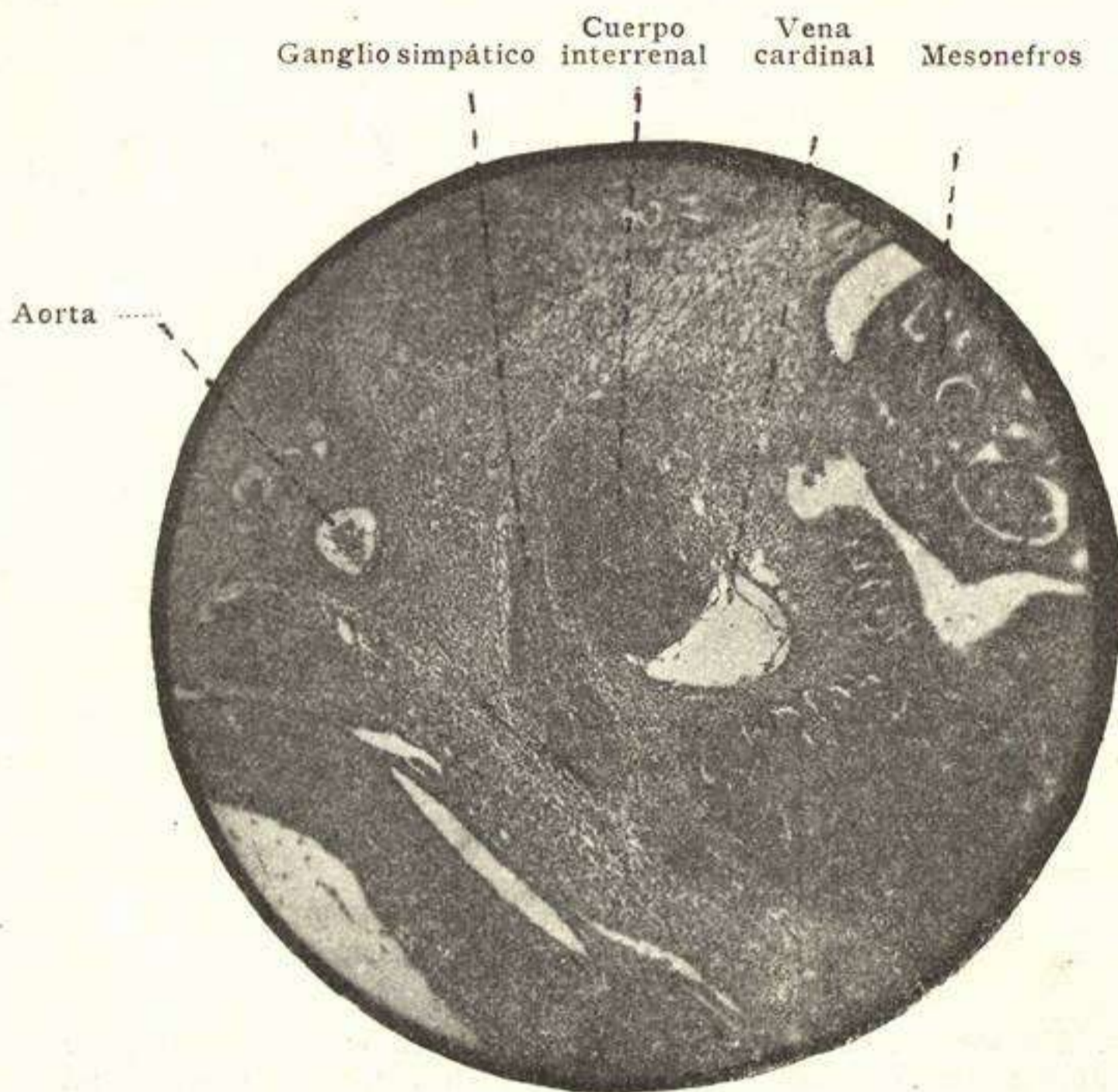


Fig. 161. Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días. (Fotografía del Laboratorio biológico de Sarriá).

células ganglionares, con las que tendrían un origen y tipo inicial común en el estado de *simpatogonios*, como llama Poll.

En el embrión humano de 17 mm. las dos substancias se ponen en contacto (fig. 160); y en estadios más avanzados, se introduce la paraganglionar o suprarrenal en el interior de la masa cortical o interrenal. No muy desemejante es el estadio hallado por nosotros en el embrión de conejo de 15 días (fig. 161).

Según datos de Costa, en el embrión de 20 mm. del gato, existen masas o islotes de elementos celulares, alguna vez acompañados de nervios, situados a la cara interna de la substancia cortical, a la altura del tronco celiaco y de la arteria mesentérica superior. Las masas

pasan por delante de la aorta y contienen dos clases de células: *ganglionares* unas, que son, en este estadio, pequeñas, con protoplasma denso y núcleo pequeño, redondo y rico en cromatina; *paraganglionares* otras, de límites menos definidos, protoplasma claro, núcleo ovalado y pobre en cromatina.

En el embrión de 36 mm. aparece la reacción de Henle, esto es, la cromafinidad en los elementos paraganglionares o de substancia medular; y en el de 73 mm. es ya imposible confundir los elementos paraganglionares de la substancia medular con los ganglionares, por razón de la cromafinidad de aquéllos, bien definida.

114. Unión de las dos substancias. — Según se acaba de decir, en el embrión humano de 17 mm. y en el conejo de quince días, las dos substancias se ponen en contacto (fig. 161); y en estadios más avanzados se introduce la medular dentro de la cortical. En el embrión de 12 mm. del gato, según Costa, el paraganglio se halla en contacto con la cortical y en los siguientes estadios irá penetrando: en el de 16 mm. aparece un esbozo de envoltura conjuntiva que se hace más notable en el de 18 mm.; en el de 28 mm. la zona glomerulosa de la substancia cortical está bien marcada; en el de 37 mm. aparece el esbozo de la fasciculada; en el de 80 y 90 mm. la constitución de la cápsula suprarrenal va asemejándose a la del adulto, aunque no están todavía bien separadas las dos substancias; y en el de 135 mm. (feto a término) sólo quedan algunos islotes de substancia cortical en la medular.

Constituída esencialmente la cápsula suprarrenal, forma un cuerpo relativamente muy grande; de modo que en el embrión humano de ocho semanas, aparece cubriendo y ocultando completamente el riñón definitivo (fig. 115, cs). Más tarde cambian las cosas; y su crecimiento le va mucho en zaga al del riñón. Como consecuencia de esto y del desplazamiento que con el desarrollo y crecimiento del embrión experimentan muchos órganos de la cavidad abdominal, viene definitivamente a ocupar el sitio, en que se le encuentra en el organismo adulto, que es sobre el riñón, esto es, en la región craneal de este órgano, separado de él por tejido conjuntivo y grasa. Este tejido puede adquirir mayor o menor desarrollo y distanciar más o menos estas dos formaciones, fáciles de distinguir por su forma y color: pues mientras el riñón es vinoso obscuro y en forma de habichuela; la cápsula suprarrenal es de forma más irregular, de mucho menor tamaño y de color gris. En la rata la hemos encontrado alguna vez en forma de lentejuela y en la región indicada; pero muy separada del riñón.

Acerca del tiempo en que comienza a funcionar, como glándula de secreción, aunque no se encontrarán muchos datos en la literatura, por la dificultad de resolver en la vida embrional puntos fisioló-

gicos mediante la experimentación; nos inclinamos, sin embargo, a la opinión de Costa, en el trabajo citado sobre el embrión del gato. Costa cree que la cápsula suprarrenal entra en función, a partir de la mitad de la gestación. Esto será así, si realmente, a partir de este tiempo (embrión de gato de 36 mm.), existe, según él, la cromafinidad de las células, contra Soulié, que no admite la reacción de Henle como cierta sino en el embrión de gato de 60 mm.

115. Cuerpos accesorios. — De la constitución de la cápsula suprarrenal, compuesta por dos sistemas, el *lipoidal* (subs-

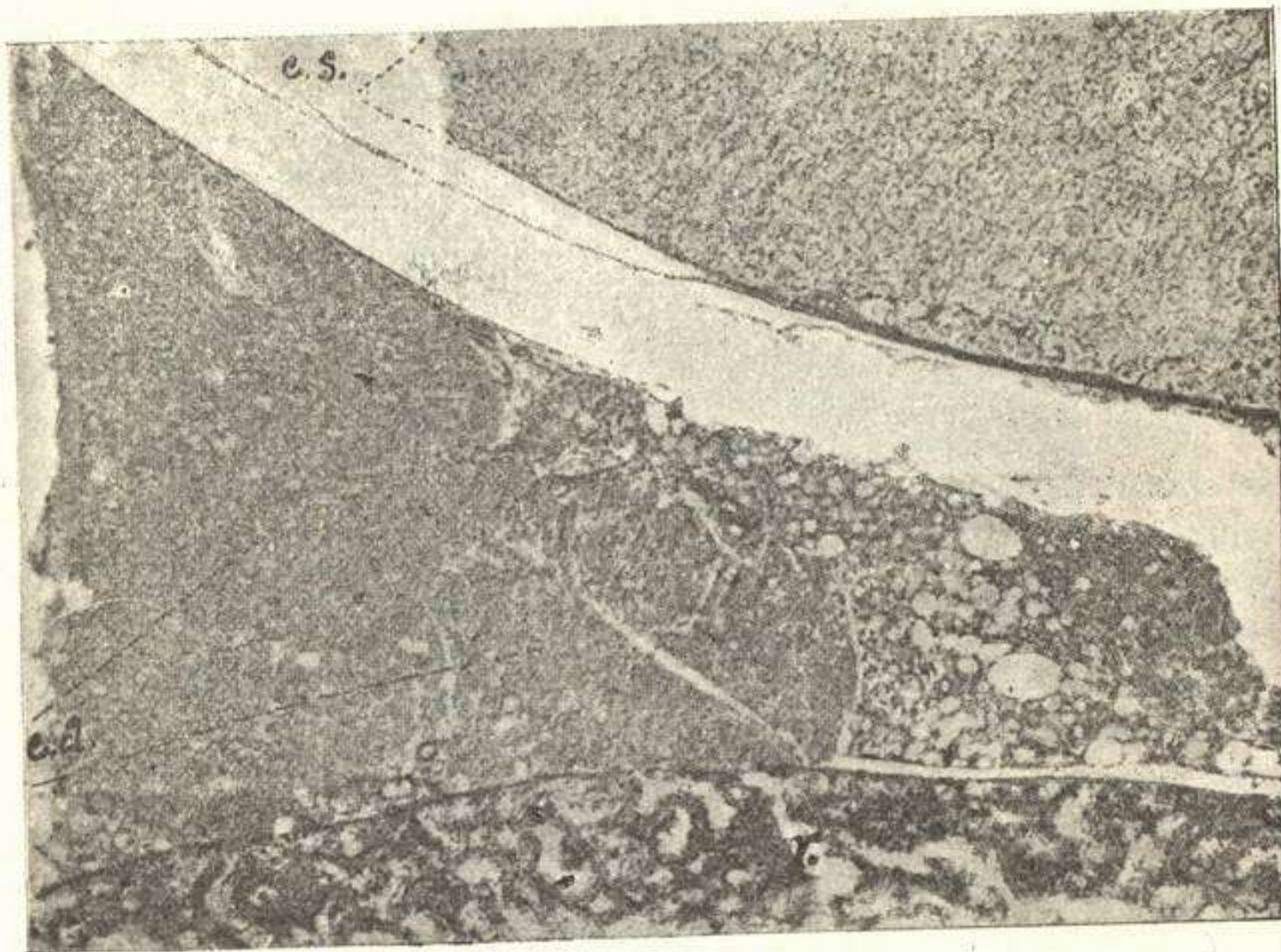


Fig. 162 Corte que coje parte del riñón y parte de la cápsula suprarrenal de la rata blanca con un cuerpo interrenal accesorio.—cs, cápsula suprarrenal; ca, cuerpo interrenal accesorio; r, riñón. (De la tesis del doctorado del Dr. Forcada).

tancia cortical, órgano interrenal), y el *feócrono* (substancia medular, órgano suprarrenal, paraganglio, parasimpático) y, sobre todo, de su carácter digenético, esto es, del modo de originarse esos dos sistemas, por distinto camino, uniéndose después para constituir un solo cuerpo; se deduce la posibilidad de las anomalías de los llamados *cuerpos accesorios*.

Porque es fácil comprender, tratándose, v. g., de los mamíferos, que, si el sistema de la substancia cortical se origina por separado y bajo la forma de varias yemas que luego se fusionan en un solo cuerpo, pueda alguna de las yemas desviarse de su curso normal y no entrar en la formación del cuerpo único, antes constituir cuerpo

aparte; en cuyo caso tendríamos evidentemente un cuerpo *accesorio* del sistema lipoidal o de la substancia cortical.

Como, por otra parte, también el sistema feócrono o de la substancia medular tiene su peculiar origen, partiendo de otros puntos y uniéndose los grupos paraganglionares para suministrar la parte medular de la cápsula suprarrenal; también aquí se podrán desviar gérmenes para formar aparte cuerpos feócromos que no integren la cápsula suprarrenal. Tendremos entonces cuerpos accesorios del sistema feócrono.

Existe una tercera posibilidad y es la de que el cuerpo resultante de la fusión de los dos sistemas y definitivamente constituido, llamado *cápsula suprarrenal*, se fragmenta, desprendiéndose alguna que otra porción de él, v. g., por alguna compresión mecánica del tejido

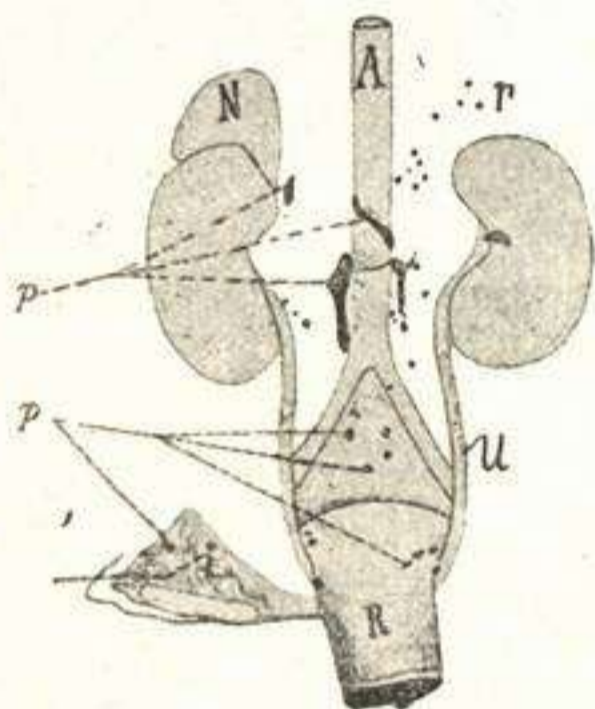


Fig. 163. Cuerpos feócromos accesorios junto a la división de la aorta descendente, encontrados en una niña de 45 días.— p, cuerpos feócromos; A, aorta; N, cápsula suprarrenal; U, Uréter; R, recto; L, ligamento lato. (Según Kolin. Tratado de Poll en el Handbuch de O. Hertwig).

conjuntivo que forma la envoltura externa y se irradia en el interior. En este caso tendríamos cuerpos accesorios de toda la cápsula suprarrenal. Bajando ahora de la posibilidad a los hechos, se requiere cierta discreción para aceptar como tales los casos que se cuentan: porque, o deficiencias de método, o la insuficiencia de material, o menos felices interpretaciones, pueden ser causa de confundir unas cosas con otras.

Cuerpos accesorios del sistema interrenal no son raros, y en la tesis del Dr. Forcada, más arriba citada, se menciona uno, hallado en la rata blanca adulta entre el riñón y la cápsula suprarrenal misma (fig. 162, ca), sitio donde de ordinario suelen encontrarse esos cuerpos accesorios del sistema interrenal, que son los que con más frecuencia se llaman así.

Más frecuentes y numerosos son los cuerpos accesorios del sistema suprarrenal o feócrono, hallándose emplazados a las veces a

gran distancia de la cápsula, ya en sentido caudal, ya en sentido cefálico, como que la glándula carotídea, en el fondo, se puede considerar como perteneciente al sistema. Durante la vida embrional suelen ser muy numerosos, máxime en la región lumbar, y señaladamente en la división de la aorta en las dos ilíacas (fig. 163). Más tarde desaparecen, al menos en gran parte. Tampoco dejan de existir casos de cuerpos accesorios en el tercer sentido o de cápsulas suprarrenales secundarias.

Los cuerpos accesorios en general no carecen de interés desde el punto de vista patológico y clínico. Porque, como observa Poll, cuando por alguna causa se perturba o extingue la función de alguna parte del sistema, pueden las otras suplir su función: pues es harto sabido el principio de correlación en el organismo vivo, en virtud del cual órganos de un mismo sistema pueden asumir, cuando es necesario, la función de otros. La enfermedad de Addison la atribuyó Wiesel (1903) a la falta de función del tejido feócromo (1). Además, tratándose del sistema feócromo, los tumores o neoplasias, que a las veces produce la substancia medular de la cápsula suprarrenal, se pueden equiparar a los que produce la glándula carotídea y otros cuerpos feócromos aislados.

(1) Conf. el tratado de Poll en el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere de O. Hertwig, Bd. III, Teil I, p. 551.

CAPÍTULO III

LOS ÓRGANOS DERIVADOS DEL ECTODERMO

I. Generalidades

116. Significación del ectodermo. — Al hablar, en la primera parte, de las hojas blastodérmicas, hicimos notar que, cuando el huevo en evolución se hallaba en estado de gástrula, poseía ya dos hojas epiteliales, una externa o ectodermo, y otra interna o entodermo: teníamos entonces un organismo, según His, con diversos órganos: porque la capa externa, al lado de la función protectora, funcionaba también como órgano sensitivo, esto es, representaba la sensibilidad del organismo; al paso que la interna se debía considerar como órgano digestivo.

Esta concepción está tanto más justificada cuanto que en invertebrados y en *Amphioxus* la gástrula se mueve en las aguas como una larva, poseyendo, al efecto, en su ectodermo órganos sin duda sensibles y de locomoción; mientras que en la interna recibe las sustancias del mundo externo, para digerirlas y nutrirse con ellas y crecer de un modo análogo a lo que sucede en los celenterados, v. g., en un pólipo, cuya organización se reduce a una especie de saco con doble pared: una externa o ectodermo, asiento de la sensibilidad, y otra interna o entodermo que representa el aparato digestivo.

En vertebrados superiores, si no es fácil probar esta función sensitiva del ectodermo en estadios evolutivos tan iniciales, por lo menos es fácil demostrar que del ectodermo se deriva el sistema nervioso, aparato que sirve a la sensibilidad con su parte específica de los órganos sensitivos. Además, el mismo ectodermo origina la epidermis con la multitud de órganos protectores de la piel (pelos, escamas, plumas, cuernos), y las glándulas lactíferas, sudoríparas y sebáceas. Con esto queda justificada la denominación de hoja *cutáneo-sensitiva* que se da al ectodermo, siquiera sea en orden a su finalidad o futuro destino.

117. División general de este capítulo. — Queda indicada en el párrafo precedente la materia de este capítulo. Para exponerla debidamente, con orden y claridad, estudiaremos, primero,

el sistema nervioso, dividiéndolo en tres partes: *centros nerviosos*, *nervios* y los *sentidos* que de un modo mucho más particular, merecen llamarse *órganos periféricos*. Porque, aunque los nervios no son en el fondo sino expansiones de células ganglionares y, por consiguiente, integran las neuronas, que son las últimas unidades del sistema nervioso, todavía ha prevalecido el uso, tanto en Histología como en Embriología, de tratarlos aparte, máxime que no estando aún bien contestes los autores sobre su origen o formación. Cuanto a los sentidos, está fuera de toda duda que su parte específica es de carácter nervioso y de origen ectodérmico, como veremos. Después del sistema nervioso en sus tres manifestaciones de centros nerviosos, nervios y sentidos, veremos la ontogénesis de la piel y sus órganos, glándulosos y esqueléticos.

II. La médula espinal

118. Primeros estadios. — El centro nervioso céfalo-raquídeo es primitivamente un *tubo*, desde el punto de vista tanto embriológico como zoológico. Así, v. g., en *Amphioxus* (pez lanceta): lo cual no quiere decir que no podamos distinguir en el tubo nervioso de este vertebrado inferior, en su estado adulto, una región cefálica perfectamente diferenciada (fig. 164) de lo restante del tubo. De manera que la denominación de *acranios*, con que se designa el grupo de estos organismos no es más que relativa. Ahora bien; la médula espinal es, en todos los vertebrados, la parte de este sistema central que mejor conserva la forma del tubo primitivo.

Para formarnos cargo del origen y primeros estadios evolutivos de la médula espinal, nos hemos de trasladar, como siempre, a la época de las hojas blastodérmicas. En el ectodermo pudimos distinguir, a medida que se cerraba el *blastóporo* (véase la 1.^a Parte, c. IV, especialmente el n. 53), de delante atrás, una región muy engrosada (fig. 165, A, pm) de otra delgada (fig. 165, A, e): aquélla es el suelo-madre del sistema nervioso; ésta, la llamada capa córnea, sin duda porque no dará origen más que a la epidermis con sus órganos adyacentes. La región engrosada, tratándose de vertebrados, corresponde siempre al dorso del cuerpo embrional: circunstancia que puede aprovechar como punto de referencia el embriólogo, en el estudio de cortes mal orientados.

La línea media de esta región engrosada corresponde a la sutura de los bordes del blastóporo, al cerrarse sucesiva y paulatinamente de delante atrás. Esta región bien pronto se aplana, constituyendo una lámina longitudinal sobre el dorso del huevo, que llamaremos *lámina* o *placa nerviosa* (fig. 165, B y C, pm). En otro estadio, la *lámina nerviosa* se nos convierte en *canal nervioso*, llevándose los

bordes merced a una dobladura del ectodermo (fig. 165, B y C, e), naturalmente abierta hacia arriba en este estadio (fig. 165, CH, pm). Finalmente, continuando su crecimiento e inclinándose hacia el centro, viene la dobladura a juntarse y a cerrarse en medio y sobre la canal: con lo que ésta pasa a ser un verdadero tubo (fig. 165, D, n); tubo que al principio conserva su unión con la hoja externa de la dobladura ectodérmica, hasta que, por fin, también se desprende de ésta, para quedar hundido debajo de ella. La hoja externa de la dobladura se transforma en capa córnea y cubre, después de soldar sus

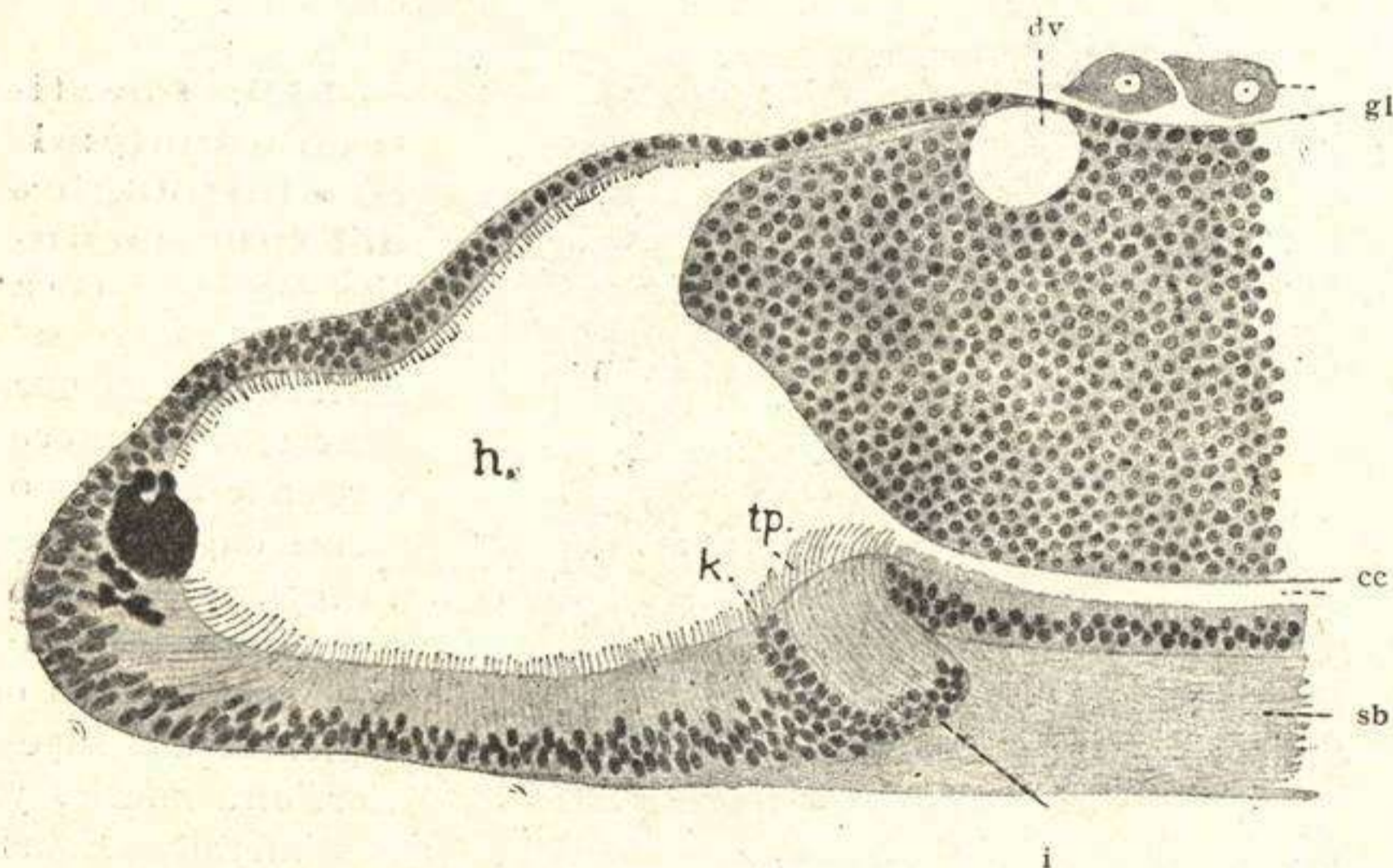


Fig. 164. Corte sagital medio del encéfalo de *Amphioxus* de 6 mm.— h, cavidad cerebral; k, abertura (al menos virtual) del infundíbulo; i, infundíbulo; tp, tubérculo posterior; gl, lámina ganglionar; cc, canal central; dv, dilatación vesiculosa en el dorso del canal central; sb, sustancia blanca. (Según Kupffer. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

bordes, el tubo nervioso y se continúa con lo restante del cuerpo que no ha intervenido en la formación del sistema nervioso.

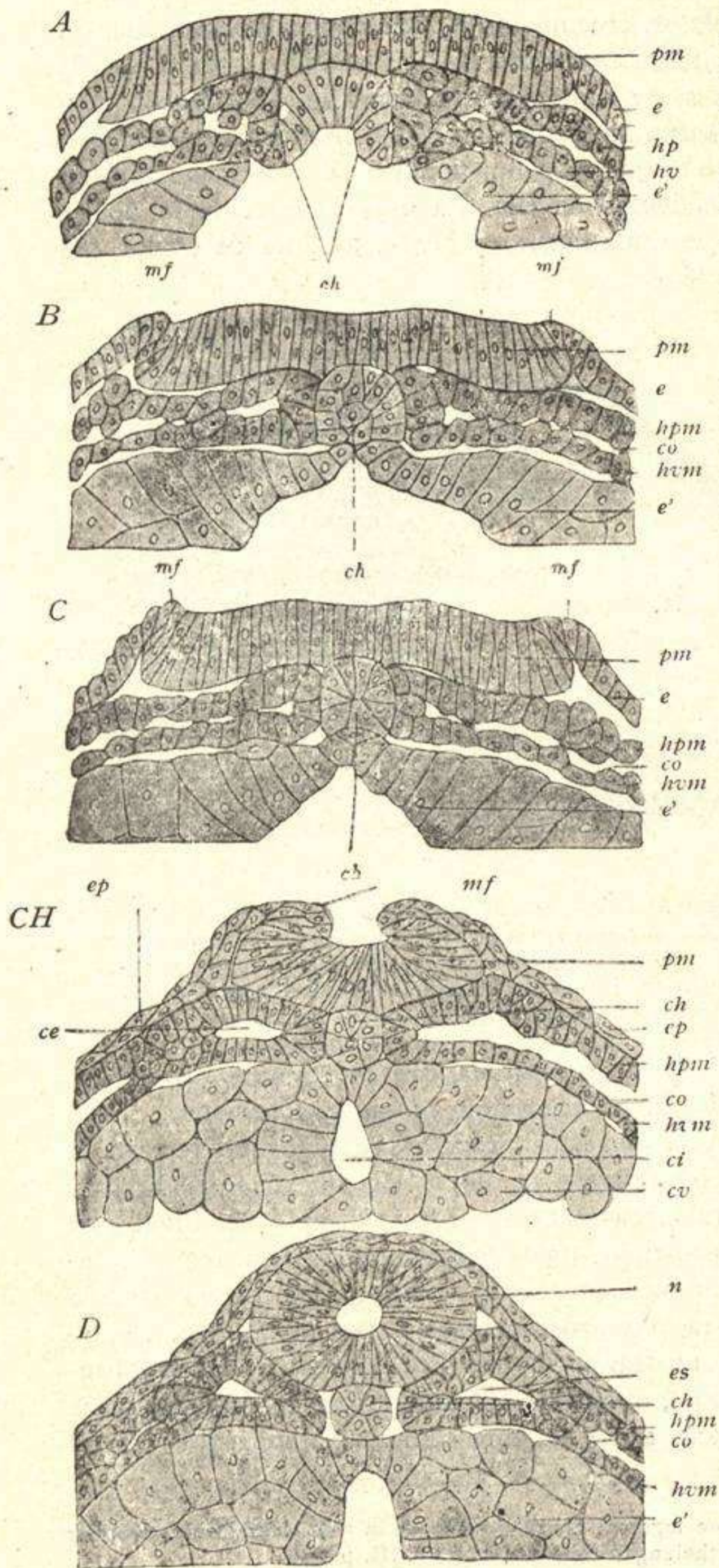
Tenemos, pues, al fin de estos procesos un tubo que recorre la región dorsal media del embrión o, mejor, del huevo en desarrollo, debajo de la capa córnea que viene a ser la *epidermis* primitiva. Este tubo nervioso, en un principio, queda por delante o por la región cefálica que luego estudiaremos, abierto al exterior mediante el llamado neuróporo, que se cierra más tarde, incluso en *Amphioxus*, según Kupffer (1); dato menos conforme con lo que dice Tourneux (*Précis d'Embriologie*, p. 338 [1909]), quedando substituído por la lámina o placa terminal de His. Hacia atrás se abre también, al principio, en el

(1) En *Amphioxus* tiene lugar el cierre después de la vida larval (Conf. Kupffer en el Handbuch der Entwicklungslehre etc. Bd. II. T. III. p. 5).

tubo digestivo (fig. 166, ne) mediante el canal neurentérico (n. 59 y

64 de la 1.^a Parte).

Después desaparece este canal y con él la comunicación con el tubo digestivo, quedando el tubo nervioso completamente aislado del mundo externo.



119. Constitución anatómico-histológica del tubo medular.

— Si se practica un corte transversal del tubo medular, una vez cerrado, aparece éste en forma más o menos elíptica (figura 167), presentando a nuestra consideración cuatro caras o regiones: una superior, otra inferior y dos laterales. Estas representan dos gruesas láminas con células cilíndricas,

Fig. 165. Cinco cortes transversales del huevo de tritón en diferentes estadios evolutivos, cogiendo sólo la parte dorsal. — pm, placa o lámina medular (nerviosa); e, ectodermo; e', entodermo; ep, epidermis primitiva o capa córnea (epiblasto de Brachet); hpm, hoja parietal del mesodermo; hvm, hoja visceral del mismo; ci, cavidad intestinal; cv, células vitelinas; co, celoma o cavidad somática; ch, cuerda dorsal; mf, dobladura medular; cs, cavidad del segmento primitivo; n, tubo nervioso. (Según O. Hertwig. De su Handbuch, etc).

constituyendo un epitelio pluriestratificado: son las dos *láminas o placas laterales*. Las otras dos regiones, la superior y la inferior, son relativamente delgadas y resultan de dos suturas: la inferior, de la sutura de los bordes del *blastóporo*, que, como poco ha dijimos (n. 117), cae en la línea media de la placa nerviosa primitiva: la superior, de la sutura de los bordes de la *canal nervioso*. Estas dos

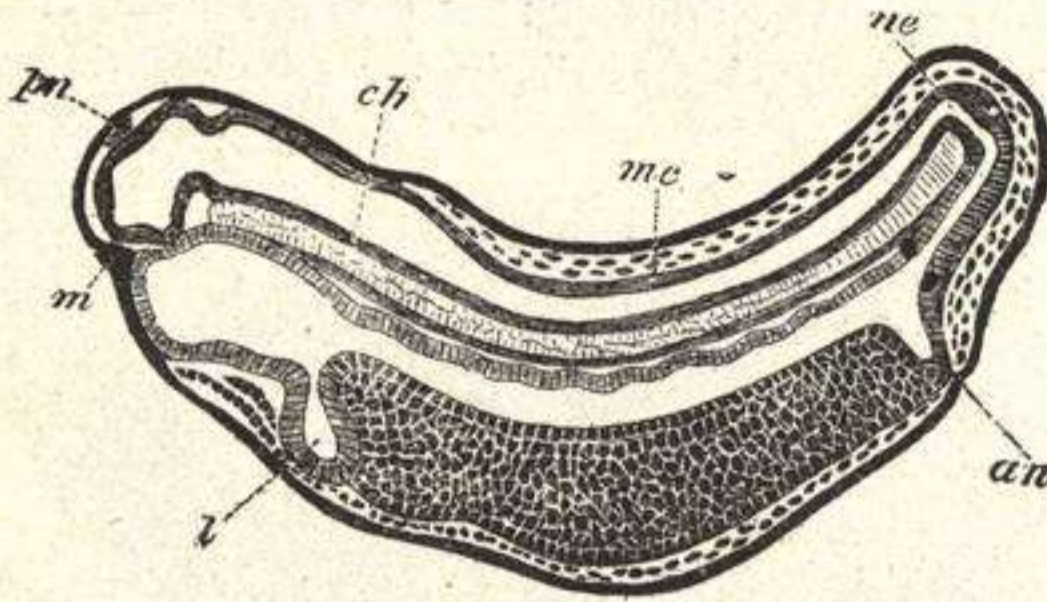


Fig. 166. Corte longitudinal sagital medio de un embrión, ya *Bombinator* (anfibio).—m, boca; an, ano; pn, glándula pineal muy alargada, (coronario); ch, cuerda dorsal; mc, canal medular; ne, canal neurentérico; esto es, comunicación del canal nervioso con el intestinal; l, esbozo del hígado. El conducto o tubo que se extiende desde el ano al canal neurentérico, es el llamado *intestino caudal o postanal*. (Según Goette. Del Handbuch etcétera, de O. Hertwig).

regiones delgadas, corresponderán a las comisuras anterior y posterior de la médula definitiva. His llama a la superior *placa o lámina tectriz*; y *placa o lámina solar*, a la inferior.

En cada una de las dos gruesas *placas laterales* puede distinguirse un surco longitudinal medio (fig. 167, sl): que la divide en dos porciones: una lateral superior y otra lateral inferior a la primera dió His el nombre de *placa alar* y a la otra el de *placa basal*. También estas dos láminas son precursoras de disposiciones que definitivamente presentará la médula, prefigurando la alar la porción *sensitiva*; y la basal, la *motora*.

En lo sucesivo se comportarán estas regiones de modo que la placa o lámina *solar* y la *tectriz* no crecerán, ni desarrollarán células ganglionares o nerviosas y sólo integrarán el epitelio interno del canal, conocido con el nombre de *epéndimo*: al paso que las laterales aumentarán notablemente en grosor por incesante multiplicación de sus elementos, para constituir la gran masa nerviosa. La región de estas láminas, donde se notan durante este tiempo numerosas células en cariocinesis, es la interna, como veremos sucede también en el

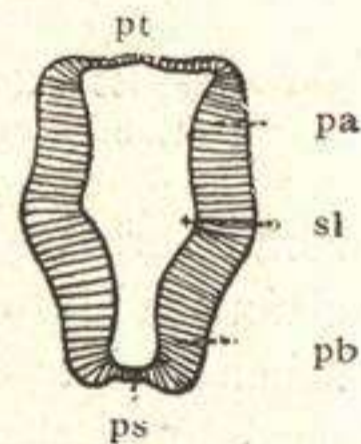


Fig. 167. Esquema de Froriep para explicar las distintas regiones de His.—ps, lámina solar; pt, lámina tectriz; pb, lámina o placa basal; pa, lámina o placa alar; sl, surco limitante (de las dos últimas laminas o placas). (Die Elemente de O. Hertwig).

encéfalo: circunstancia muy digna de ser notada; pues ella nos dice que el suelo fértil para la producción de nuevos elementos, es aquí distinto del de la epidermis, a pesar de que uno y otro órgano se derivan del ectodermo. En la epidermis la capa fértil es la interna, homóloga, no a la capa interna del tubo nervioso, sino a la externa.

Cuanto a los elementos histológicos de las láminas del tubo medular, advertiremos que los de las láminas solar y tectriz conservan, por de pronto, el carácter epitelial; los de las láminas laterales (alar y basal) son diversos. Podemos distinguir en ellos durante este pe-

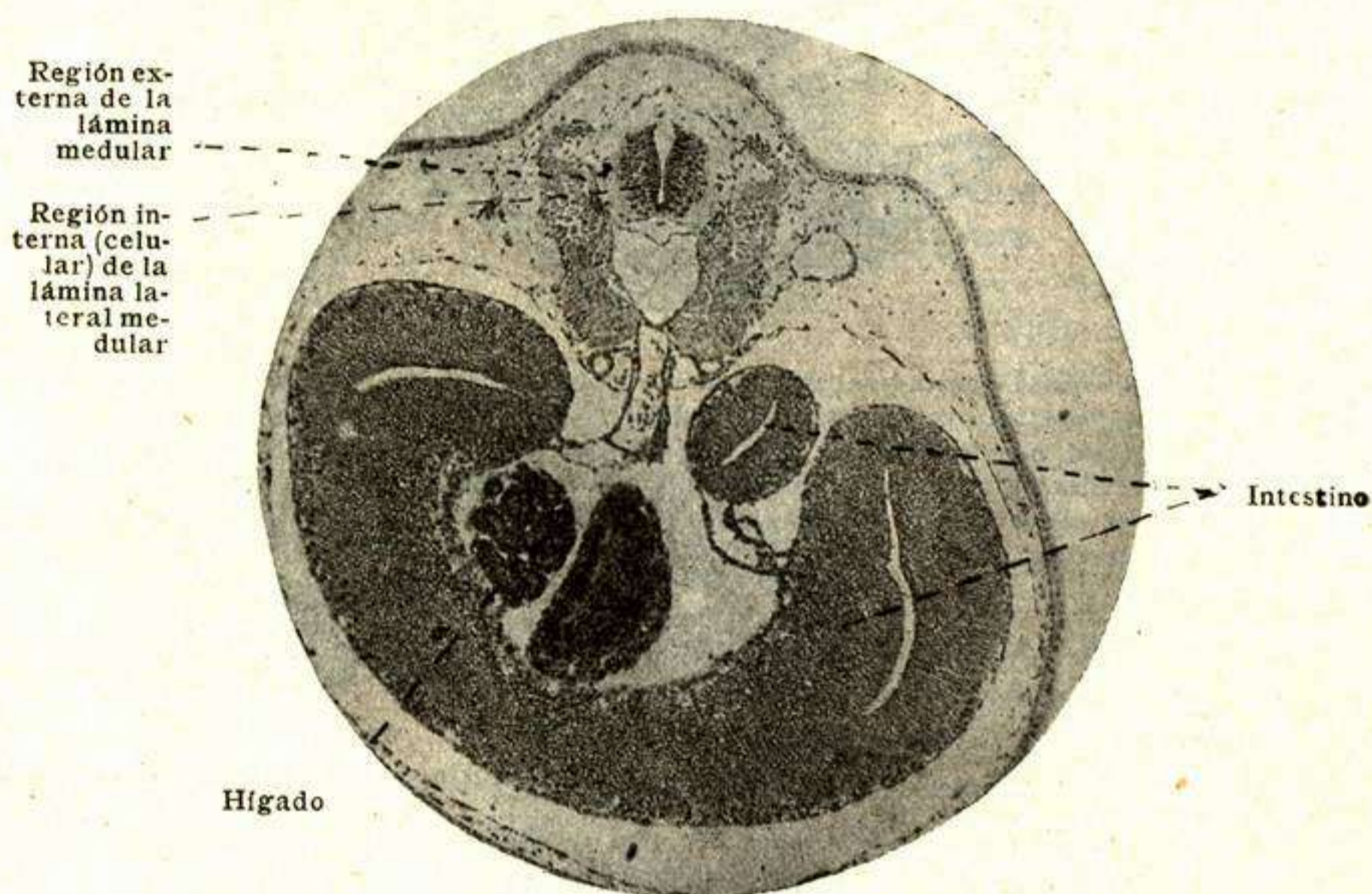


Fig. 168. Corte transversal de una larva de *Rana esculenta*. (Micro-fotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

ríodo formativo tres categorías de elementos: unos son células que están proliferando y los llamaremos elementos *indiferentes*; pues no sabemos interinamente su suerte futura: otros son células que han perdido ya el carácter primitivo de indiferencia y se disponen a constituir las células endimales y las de *neuroglia* del tubo medular: a estos llama His *espongioblastos*. Otros, finalmente, toman cada vez más pronunciadamente el carácter propio y peculiar de células nerviosas con sus apéndices o fibras, y son los que His bautiza con el nombre de *neuroblastos*.

Bien pronto se distinguen en las láminas laterales una porción interna muy celular y por lo mismo obscura que parece un empedrado de núcleos (fig. 168), y otra externa, clara, constituida por fibras. Esta parte clara principalmente resulta de la reunión de *axones* de

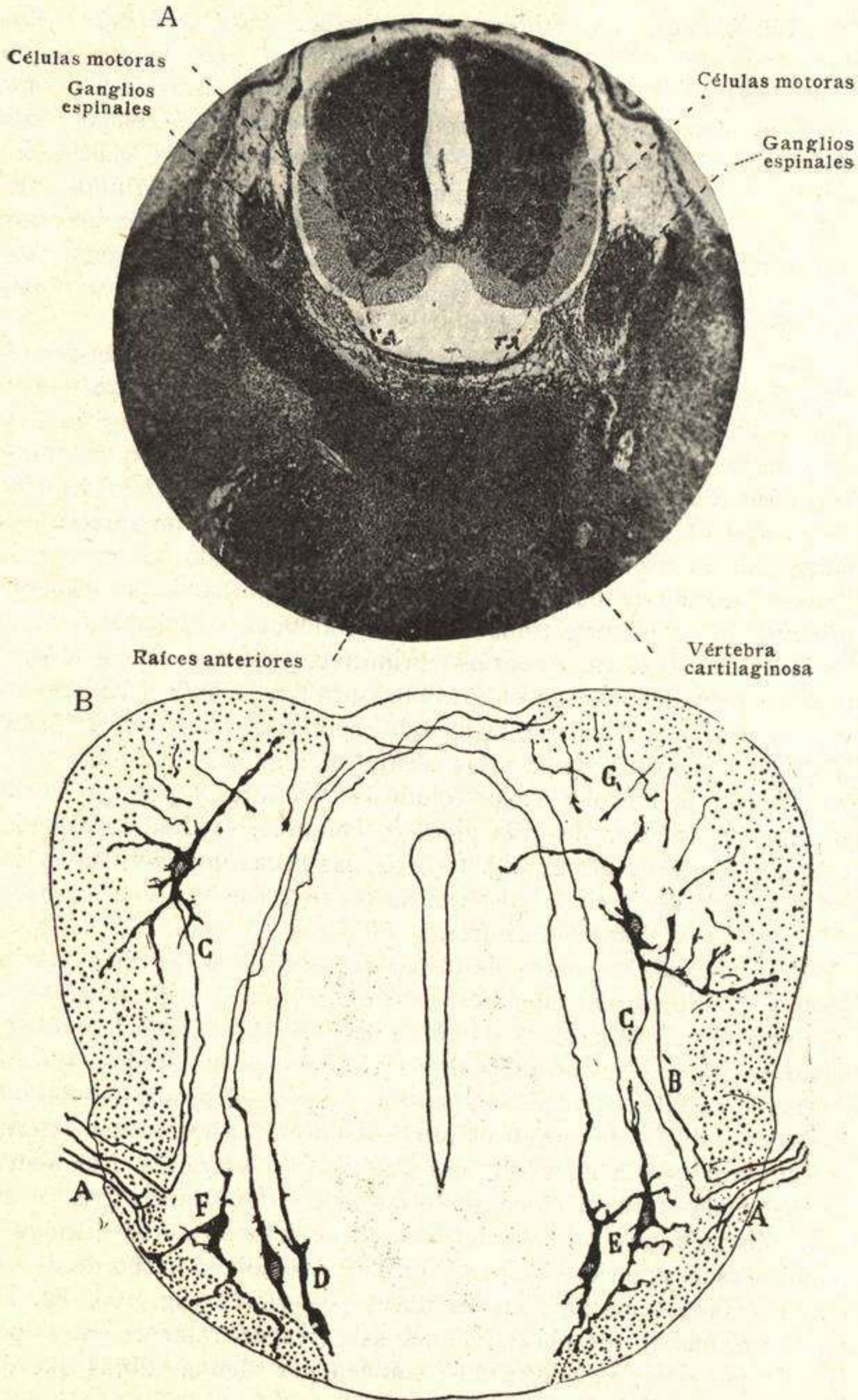


Fig. 169. A. Corte transversal de la médula espinal de un embrión de conejo de 15 días. ra, ra, raíces anteriores. (Micro-fotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).—B. Células de la médula espinal del embrión de pollo del quinto día de incubación. A, raíces posteriores; B, C, axones motores de las raíces posteriores. (Según Cajal. De su obra: Textura del sistema nervioso de los vertebrados. Tomo I.).

los neuroblastos, convertidos en células nerviosas (*neuronas*). Las fibras carecen al principio de vaina de mielina; pero la van adquiriendo luégo: de aquí su color blanco. La masa de fibras forma como un grueso manto que exteriormente envuelve la masa celular. Esta constituye la *substancias gris* o ganglionar; aquélla, la blanca. La sustancia blanca permite distinguir tres regiones en cada mitad medular, en que se ha transformado cada placa lateral, una anterior, otra media y otra posterior que, consideradas longitudinalmente, son los tres cordones de sustancia blanca que distingue la Anatomía descriptiva.

Las placas laterales aumentan mucho en grosor y extienden su masa también ventral y dorsalmente, envolviendo y dejando en el fondo la placa *solar* y *tectriz*. Esto, unido al nulo o insignificante crecimiento de estas dos últimas placas, hace que en el corte transversal de la médula aparezca ésta compuesta como por dos semidis-cos, que son las dos placas laterales, dejando entre sí un surco o una hendidura anterior y otra posterior, en cuyo fondo se encuentran respectivamente la placa solar y la tectriz, limitando un pequeño orificio, que en el corte transversal del conducto medular es resíduo de la cavidad del tubo nervioso primitivo. Las dos placas, solar y tectriz, amén de integrar el epéndimo prestan la base a las comisuras, anterior y posterior de la médula espinal; al paso que las placas laterales irán diferenciando las distintas regiones que estudia la Anatomía y la Histología: las columnas anteriores y posteriores. En la columna anterior de cada placa o semidisco, se desarrollarán las células nerviosas *motoras* (fig. 169) con las fibras que constituyen las astas anteriores; y en la posterior la porción sensitiva con los haces de fibras de las astas posteriores.

Según Cajal, los neuro-blastos de las células de las raíces medulares son al principio bipolares, esto es, poseen dos prolongaciones o expansiones, una externa e interna otra. En el embrión de pollo ya al tercer día se encuentran neuroblastos que han emigrado a la capa del manto. Allí se atrofia la expansión interna, al propio tiempo que aparecen indicios de apéndices protoplásmicos. La expansión externa se convertirá en la fibra nerviosa que integra las raíces. Los somas de sus células forman en conjunto las astas de sustancia gris. Y así como distinguimos raíces anteriores y posteriores, así se distinguen también astas anteriores y posteriores. Es notable el hecho de existir también axones motores en las raíces posteriores (fig. 169, B). En efecto; el manajo de fibras (A) que sale (respectivamente entra) por la raíz posterior, está integrado también por algunas fibras que dimanarían de las células motoras.

120. Crecimiento de toda la médula. — La médula, substancialmente constituída, representa un grueso cordón nervioso

que ocupa al principio (cuarto mes) todo el estuche medular, formado por la serie de vértebras espinales, ya diferenciadas en esta época, bien que cartilagíneas, desde la primera vértebra cervical hasta el coxis. En su extremidad inferior, la médula no desarrolla substancia ganglionar o nerviosa: su constitución se reduce a un tubo revestido interiormente por epitelio vibrátil. Esta porción de médula recibe en Anatomía el nombre de *cono medular* (*conus medullaris*). Tal es la disposición anatómica del centro nervioso que estudiamos, en el cuarto mes, hablando del embrión humano.

Pero a partir de esta época, el diverso crecimiento de los órganos modifican no poco esta disposición. Porque las vértebras y el estuche que éstas forman, crecen mucho más que el tubo medular. Y como quiera que éste constituye un cuerpo continuo con la masa encefálica, que viene a ser, según veremos, una amplia dilatación anterior del tubo nervioso primitivo; fijo aquél, por esta causa, arriba en el orificio occipital y primera vértebra cervical, no puede menos de dejar en la parte inferior del estuche vertebral un trayecto sin ocupar. Como, por otro lado, la médula está fija también por abajo en el coxis, bien que esa fijeza no llega ni con mucho a la de la región superior o cefálica, se estira o continúa el cono medular en forma de hilo, llamado *filamento terminal* (*filamentum terminale*), por cuyo medio conserva aún su unión o adherencia con el coxis.

La consecuencia de todo esto es que, si el cono medular se hallaba al cuarto mes en contacto con el coxis, al sexto se le encuentra en el comenzamiento del canal del sacro; al nivel de la tercera vértebra lumbar al tiempo del nacimiento y algunos años después al del margen inferior de la primera vértebra lumbar, que es el sitio en que lo describe la Anatomía en el adulto: de aquí hasta el coxis se continúa con el mencionado filamento terminal, cuya porción anterior conserva carácter de tubo con epitelio vibrátil; al paso que su último tramo o recorrido viene representado por un cordón o ligamento conjuntivo.

Otra consecuencia del desigual crecimiento de la médula respecto de su estuche, es que los nervios espinales que, como veremos, se forman muy pronto, toman al salir de la médula distinta dirección, según sea su altura, para hallar el correspondiente orificio intervertebral e ir a los órganos. Porque, mientras la médula ocupa todo el estuche medular, los nervios que salen de ella, tienen un curso horizontal y regular hacia el orificio intervertebral. Esta disposición ha de cambiar por fuerza, cuando el estuche se alarga, no alargándose la médula, o no alargándose en las mismas proporciones: porque entonces, si bien los primeros nervios, que son los cervicales, pueden ir a encontrar el mencionado orificio, conservando su curso más o menos horizontal; no así los demás, porque los orificios de su salida se hallan en planos cada vez más bajos; de manera que a partir de la primera vértebra lumbar, donde se encuentra el *conus medullaris*, bajan los

nervios rectos hacia abajo, hasta encontrar sus respectivos orificios intervertebrales para su salida. En este punto, pues, tenemos un manojo de nervios que se van distribuyendo más abajo: manojo que en Anatomía descriptiva se llama *cola de caballo* (*cauda equina*).

Terminemos haciendo notar que la médula espinal no es igualmente gruesa en toda su extensión, sino que ofrece dos hinchazones, acondicionadas por un aumento de substancia nérvica: una a la altura en que salen de ella los nervios que han de inervar las extremidades superiores; y otra más abajo y corresponde a la salida de los nervios que van a distribuirse por las extremidades inferiores: la superior se llama *hinchazón cervical* (*intumescentia cervicalis*), y la inferior, *hinchazón lumbar* (*intumescentia lumbaris*).

De los ganglios espinales trataremos más adelante (n. 148).

Las envolturas conjuntivas de la médula espinal, esto es, la *piamadre*, o capa que está en su inmediato contacto para ofrecerle una protección más delicada y nutrirla, y la *dura-madre*, que le presta una defensa mecánica muy eficaz, son de origen mesenquimatoso, lo mismo que las de la masa encefálica con las que se continúan, y veremos sus formaciones homólogas en los órganos sensoriales.

III. El encéfalo en general

121. Primeros estadios. — Queda ya indicado que el encéfalo se debe a una grande y complicada dilatación del tubo nervioso primitivo en su extremidad anterior. El mayor o menor desarrollo y la mayor o menor complicación de la dilatación, señala la mayor o menor altura del organismo en la escala de los vertebrados. En *Amphioxus* es escasa; la extremidad anterior del sistema nervioso que estudiamos, conserva mejor que en ningún otro vertebrado el aspecto del tubo primitivo (fig. 164). Así y todo, no deja de formarse aquí una dilatación o vesícula muy marcada que distingue perfectamente la región cefálica de lo restante del tubo, y origina en ella órganos *peculiares* que nos ocuparán en los demás vertebrados: por lo cual tenemos por escusado describirlos aquí.

Fijándonos, para nuestro estudio, en un esquema general, la dilatación o vesícula encefálica del tubo nervioso comienza a esbozarse aún antes de cerrarse del todo éste; y bien pronto también permite distinguir en sí tres regiones, limitadas por suaves surcos transversales; de suerte que se puede hablar de tres vesículas: una anterior o *prosencefalo*, otra media o *mesencefalo*, y otra posterior o *rombencefalo* (fig. 170). El canal de ésta se estrecha cada vez más, para continuarse con el tubo medular. Las tres vesículas tienen interiormente una cavidad o canal común. Para ilustrar éste y el siguiente estadio,

ayudan no poco los clásicos esquemas de Kupffer (figs. 170 y 171), que por ser tan claros, no hay razón para substituirlos por otros.

122. Primeras complicaciones. — Este estado de simplicidad se complica bien pronto, gracias al principio del desigual crecimiento como causa eficiente, pero siempre en prosecución de un fin que es la constitución del órgano o aparato más admirable que existe en nosotros: el *encéfalo*. Las tres vesículas primitivas muy luego se convierten en cinco, por dividirse en dos la primera o el *prosencefalo* y la última o *rombencefalo*. El primer paso para ello es, en el prosencefalo, la evaginación de sus paredes laterales, insinuando los dos ojos, bajo la forma de vesículas oculares (fig. 171, vo). Estas

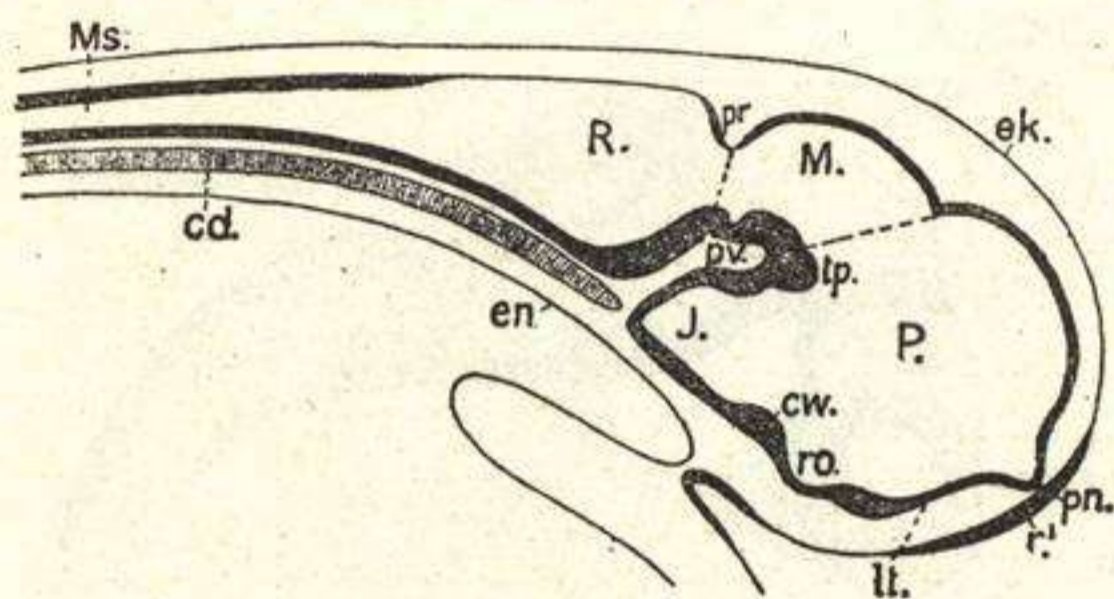


Fig. 170. Esquema de Kupffer para explicar las tres vesículas del encéfalo de los vertebrados no acranios.—P, prosencefalo; M, mesencefalo; R, rombencefalo; pn, proceso neuropórico; lt, lámina terminal; ro, receso óptico; cw, quiasma óptico; J, infundíbulo; tp, tubérculo posterior; pv, pliegue (dobladura) encefálico ventral; pr, pliegue rombo-mesencefálico; Ms, médula espinal; cd, cuerda dorsal; r, placa impar olfatoria. (Del Tratado de Kupffer en el Handbuch de O. Hertwig).

evaginaciones crecen lateralmente hacia fuera: su extremidad es realmente vesiculosa; la parte que la une al prosencefalo, en cambio, se adelgaza en forma de pedúnculo, al menos aparentemente, por estrangularse la evaginación en su base. El surco de la estrangulación se inicia en la parte superior, y se continúa hacia abajo y por los lados, dejando intacta la porción inferior. De aquí resulta que los pedúnculos de las vesículas oculares, arranquen de la base del prosencefalo. No seguiremos ahora la ulterior evolución de las vesículas oculares, dejando esto para su debido lugar; pero era preciso tocar su origen, para mejor entender la disposición de partes del centro nervioso, cuya evolución describimos.

A las evaginaciones oculares, sigue la formación de un surco *transversal* del procencefalo; el cual, comenzando en la parte súpero-posterior, se propaga ántero-inferiormente; de suerte que la vesícula del prosencefalo queda exteriormente dividida en otras dos: una ante-

rior, al principio muy pequeña, llamada *telencéfalo* (figs. 171, tc; 172, T), y otra posterior, llamada *diencéfalo*, que quiere decir cerebro intermedio (figs. 171, di; 172, D). En la división ha tocado el pedúnculo de las vesículas oculares, futuro *nervio óptico*, al segmento posterior o diencéfalo. De la base, pues, del diencéfalo, arrancan los pedúnculos dichos: razón por la cual el *diencéfalo* se conoce también con el nombre de *talamencéfalo*, porque originará los tálamos ópticos.

También la tercera vesícula primitiva o *rombencéfalo* diferencia pronto dos regiones: porque su pared superior se adelgaza notablemente (figs. 171, fr; 172, Ml), señalando el techo del cuarto ventrículo. La delgadez del techo ocurrirá también en el diencéfalo (*talamencéfalo*): en unos y otros puntos es esto una predisposición para formar

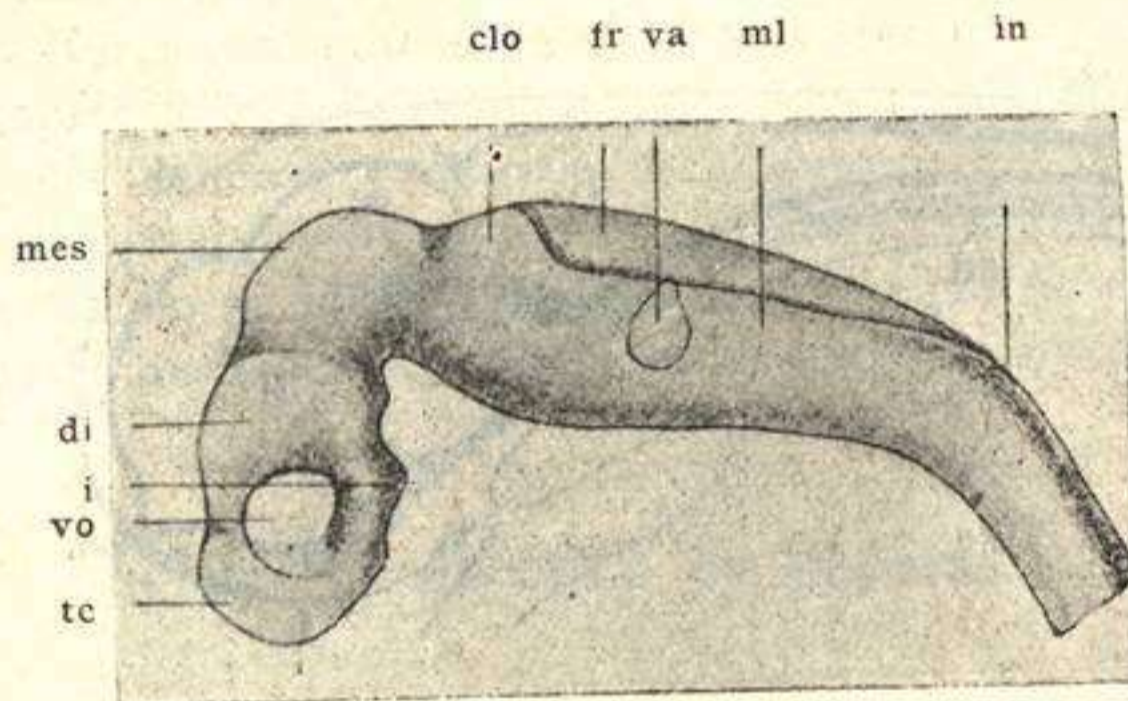


Fig. 171. Encéfalo de un embrión humano de la tercera semana. Construcción de perfil según His.—tc, telencéfalo, esbozo del cerebro; vo, vesícula ocular; i, infundíbulo; di, esbozo del diencéfalo (*talamencéfalo*); mes, mesencéfalo que en este estadio forma el dorso de la inflexión mesencefálica y la parte más culminante del encéfalo; clo, rudimento del cerebelo; fr, fosa romboidal (cuarto ventrículo); va, vesícula auditiva; ml, médula oblongada; in, inflexión de la nuca. (Die Elemente de O. Hertwig).

el *plexo coroideo* correspondiente, esto es, el posterior y el anterior; al paso que los laterales serán debidos a una invaginación que sufrirá la pared interna de los hemisferios primitivos hacia dentro de los ventrículos laterales. No toda la pared superior, con todo, del rombencéfalo se adelgaza del modo dicho, sino que una porción de ella, la inmediata al surco que limita el *mesencéfalo* del *rombencéfalo* (figuras 171, clo; 172, c), se engruesa, contrastando no poco con la posterior. Esta parte anterior engrosada se destina a la formación del *cerebelo*. Así, pues, podemos distinguir ahora en el rombencéfalo dos regiones: una anterior corta, esbozo del cerebelo, distinguible por el mayor grosor de su pared, que llamaremos *metencéfalo*; y otra posterior, mucho más extensa y bien señalada por la delgadez de su pared superior; esta última es la que se continúa con la médula espinal, recibiendo el nombre de *mielencéfalo*.

En resumen, tenemos ahora en el encéfalo las regiones siguientes: *telencéfalo*, *diencéfalo* (ambas derivadas del prosencéfalo o vesícula anterior primitiva); *mesencéfalo*, *metencéfalo* y *mielencéfalo* (producto estas dos últimas de la transformación del *rombencéfalo* o vesícula posterior primitiva).

Otro fenómeno notable ocurre en la formación del encéfalo durante la tercera y cuarta semana, y son las inflexiones o curvaturas del tubo nervioso. Son tres que llamaremos inflexión *mesencefálica* (fig. 171, mes), *inflexión del puente* (Kölliker) (fig. 173, ip), e *inflexión*

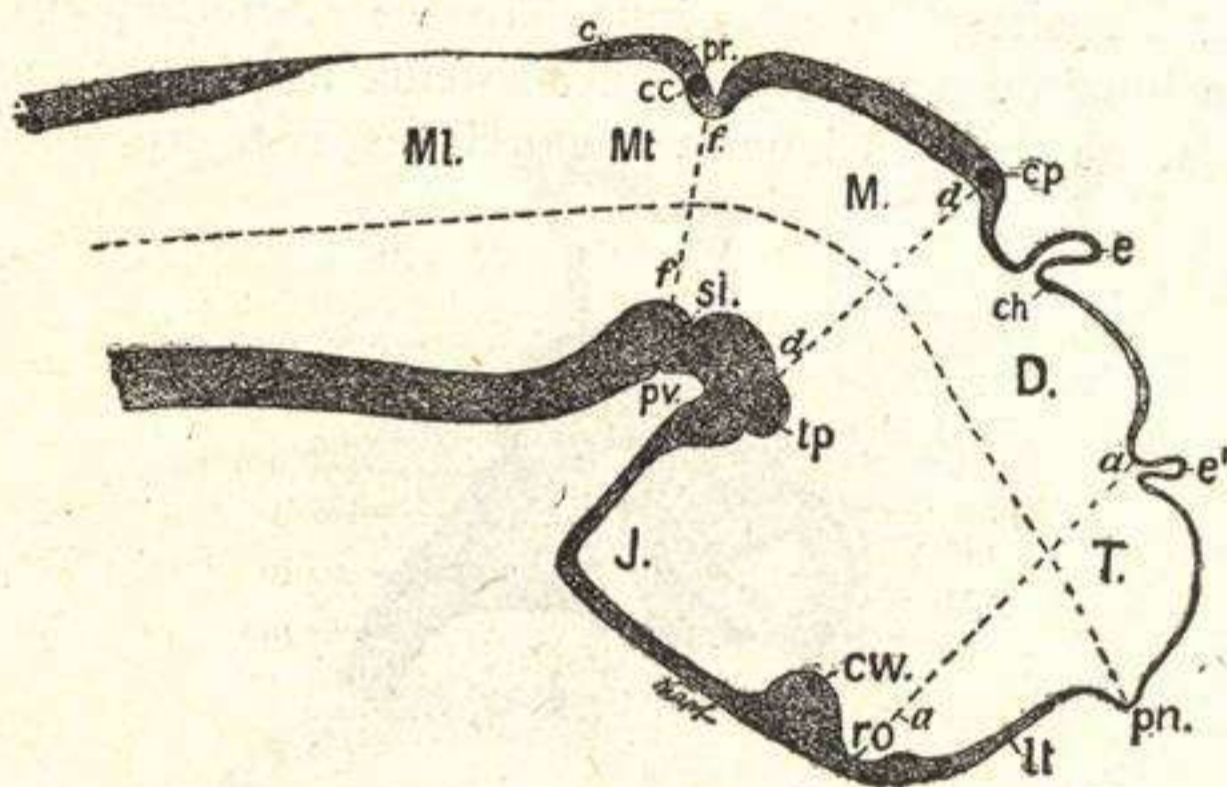


Fig. 172. Esquema de Kupffer para explicar la división del encéfalo en cinco vesículas, representando un estadio más avanzado que el de la figura 170.—T, telencéfalo (futuro cerebro); D, diencéfalo (futuros tálamos ópticos); M, mesencéfalo (futuros cuerpos cuadrigéminos); Mt, metencéfalo (futuro cerebelo); Mi, mielencéfalo (futura médula oblongada); p, proceso neuropórico; lt, lámina terminal; aa, línea (ideal) divisoria entre el telencéfalo y el diencéfalo; ro, receso óptico; CW, quiasma óptico; J, infundíbulo; tp, tubérculo posterior; dd, línea divisoria entre el diencéfalo y mesencéfalo; pv, pliegue (dobladura) encefálica ventral; si, surco intraencefálica posterior; ff', línea divisoria entre el mesencéfalo y el metencéfalo; c, esbozo del cerebelo; cc, comisura cerebelar; pr, pliegue rombo-mesencefálica; cp, comisura posterior; ch, comisura habenuar; e, epífisis (coronario, glándula pineal); e', paráfisis. (Tratado Kupffer en el Handbuch de O. Hertwig).

xión de la nuca (fig. 171, in). En efecto; la parte anterior del tubo nervioso y que corresponde a la vesícula anterior primitiva (telencéfalo y diencéfalo), se inclina y encorva hacia abajo (fig. 172), formando con el mesencéfalo un ángulo, primero obtuso, luego recto y más tarde agudo, como si su punta quisiese ir a ocultarse debajo de la cuerda dorsal, que llega hasta el límite anterior del mesencéfalo. De manera que en virtud de esta inflexión anterior, la parte culminante del sistema nervioso está representada, en este estadio, por el *mesencéfalo*; el cual aparece constituyendo como un tubérculo muy saliente hacia arriba (fig. 173, mes), máxime en los embriones de pollo. La curvatura cóncava de la inflexión mesencefálica mira, por consiguiente, hacia abajo. La siguiente inflexión, muy poco pronun-

ciada en la figura de His que representa un estadio de la tercera semana del embrión humano, pero muy notable en la de v. Mihalkovics (fig. 173, ip), que nos pone delante un estadio evolutivo más avanzado del embrión de conejo (embrión de 16 mm.), es la del *puente*. La parte convexa está destinada a formar principalmente el puente de Varolio con sus fibras transversales o cruzadas. La concavidad mira en esta inflexión hacia arriba. La tercera inflexión es la de la *nuca* (fig. 171, in). Esta última es mucho menos pronunciada y su concavidad mira como la de la primera, hacia abajo. Esta inflexión señala el límite entre el mielencéfalo y la médula espinal.

La causa eficiente de estas inflexiones es el crecimiento extraordinario en longitud de esta parte del sistema nervioso en un recinto limitado que no crece en iguales proporciones. Este crecimiento es tal

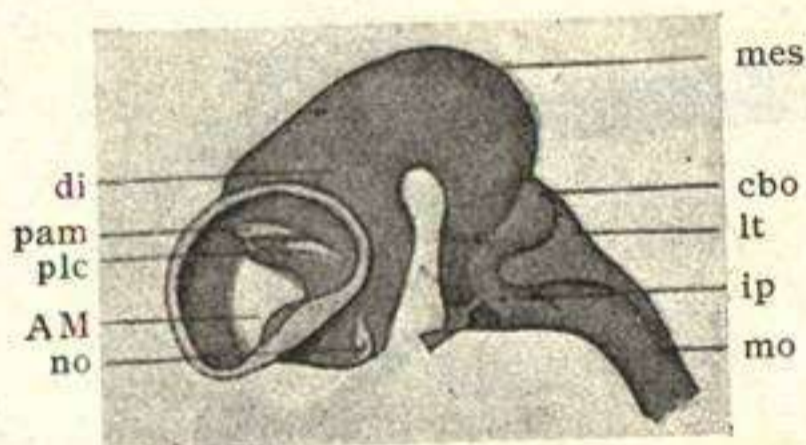


Fig. 173. Encéfalo de un embrión de conejo de 16 mm., visto por el lado izquierdo. La pared del manto cerebral está reseca.—no, nervio óptico; AM, agujero de Monró; plc, pliegue (dobladura) del plexo coroideo; pam, pliegue de ammon; di, diencéfalo; mes, mesencéfalo (inflexión mesencefálica); cbo, cerebelo; lt, lámina tectriz del cuarto ventrículo; ip, inflexión del puente; mo, médula oblongada. (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

que, comparado con el de la médula espinal y según mediciones de His, mientras la médula espinal aumenta una sexta parte de su longitud, el encéfalo primitivo dobla la suya. Lo que pretende la Naturaleza con ese extraordinario crecimiento de esta parte del sistema nervioso es producir gran aumento de superficie para recibir mayor número de elementos específicos o mayor cantidad de substancia ganglionar, cual compete al centro nervioso que ha de presidir todos los demás centros y órganos de la economía. Y que este sea el objeto de esas inflexiones y dobladuras, precursoras de otras casi sin cuento que tocaremos más adelante, lo persuade el estudio comparativo de estos fenómenos en la serie de vertebrados. Porque, cuanto más bajo está el organismo en esta serie, menos notables son las inflexiones. En *Amphioxus* (fig. 164), en peces (fig. 174) y anfibios (fig. 175), las curvaturas son insignificantes, y notables en amnióticos y muy grandes en el hombre, rey de la creación y cuyas facultades psíquicas, a cuyo servicio está especialmente consagrado este centro primario, llega a su máximo de perfección.

123. Indicación sobre el origen de los ventrículos. — De la cavidad del tubo cefálico primitivo se derivan naturalmente los senos o ventrículos cerebrales. La cavidad de la vesícula

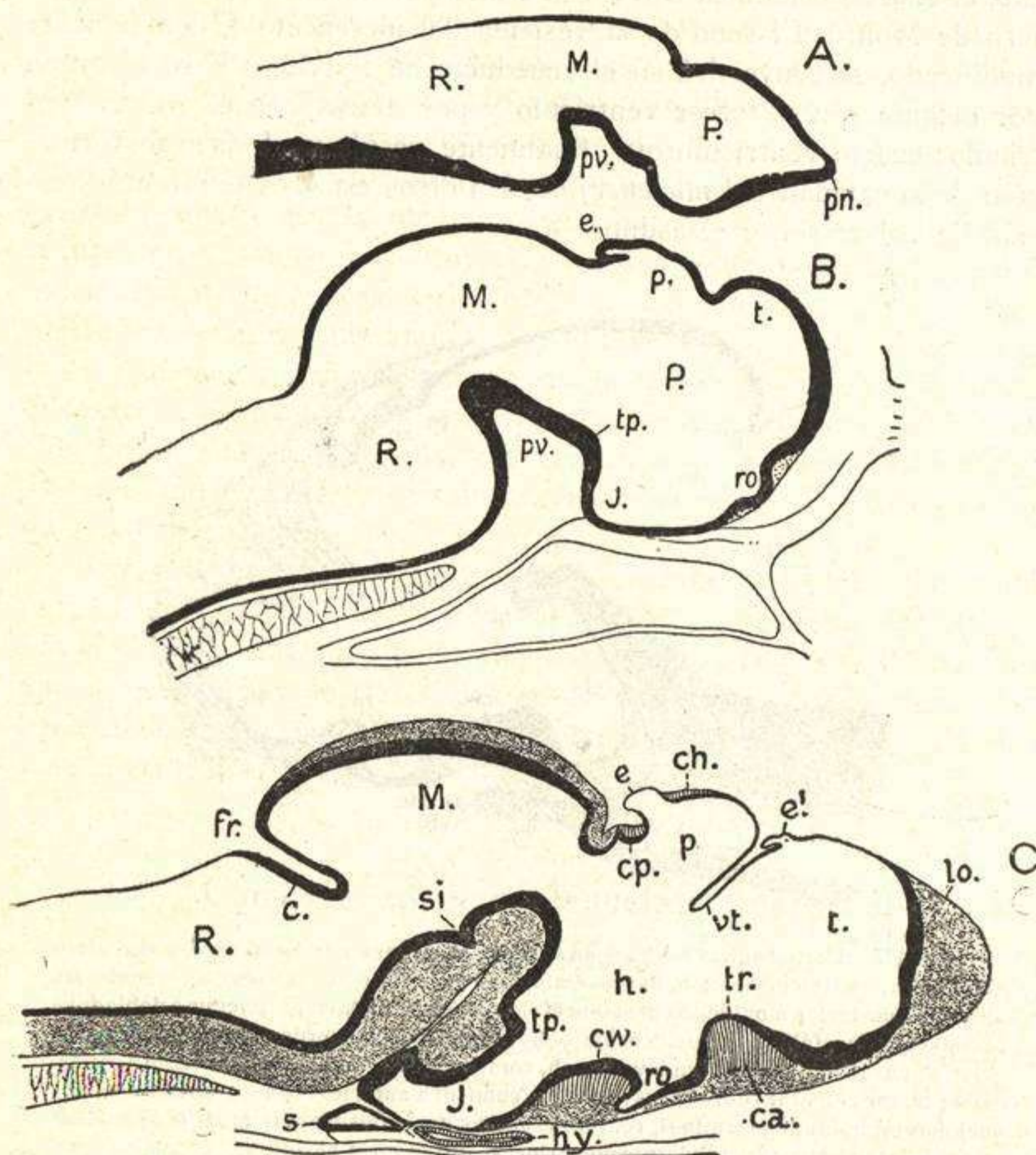


Fig. 174. Cortes sagitales medios de la cabeza de un embrión de *Amia calva*. — A, de una larva ántes de salir del huevo; B, al salir del huevo; C, de una larva de 4 semanas. P, prosencéfalo; M, mesencéfalo; R, rombencéfalo; t, telencéfalo; p, parencéfalo (equivale a la región superior del diencéfalo); c, lámina del cerebelo; e, epífisis; J, infundíbulo; tr, torus (obturador) transverso; ro, receso óptico; cw, quiasma óptico; fr, fisura rombo-mesencefálica; lo, lóbulo olfatorio; e', paráfisis; vt, velo transverso (esto es, una especial invaginación de la pared superior del diencéfalo, junto a la paráfisis que es una evaginación de la misma pared y en el mismo sitio); ch, comisura habenuar; cp, comisura posterior; h, región hipencefálica (inferior) del diencéfalo; s, sáculo del infundíbulo; si, seno intracefálico posterior. (Según B. Dean. Tratado de Kuffer en el Handbuch de O. Hertwig).

telencefálica, por un proceso que estudiaremos luégo, se divide en dos, que serán los ventrículos laterales, comunicándose por un conducto transversal que será el *agujero de Monró* (fig. 173, aM). Los

senos alforforios, pasajeros en el hombre y algunos animales y persistentes en otros, son también divertículos de la vesícula telencefálica. La cavidad del diencéfalo originará el tercer ventrículo, muy estrecho, el cual se comunica con los laterales por delante a favor del agujero de Monró. El seno de la vesícula del mesencéfalo, debidamente modificado, se convertirá en el acueducto de Sylvio, que se continúa por delante con el tercer ventrículo y por detrás con el cuarto ventrículo: cuarto ventrículo que, finalmente, resultará de la transformación de la cavidad del *mielencéfalo*. En otros estadios tendremos ocasión de volver sobre el asunto.

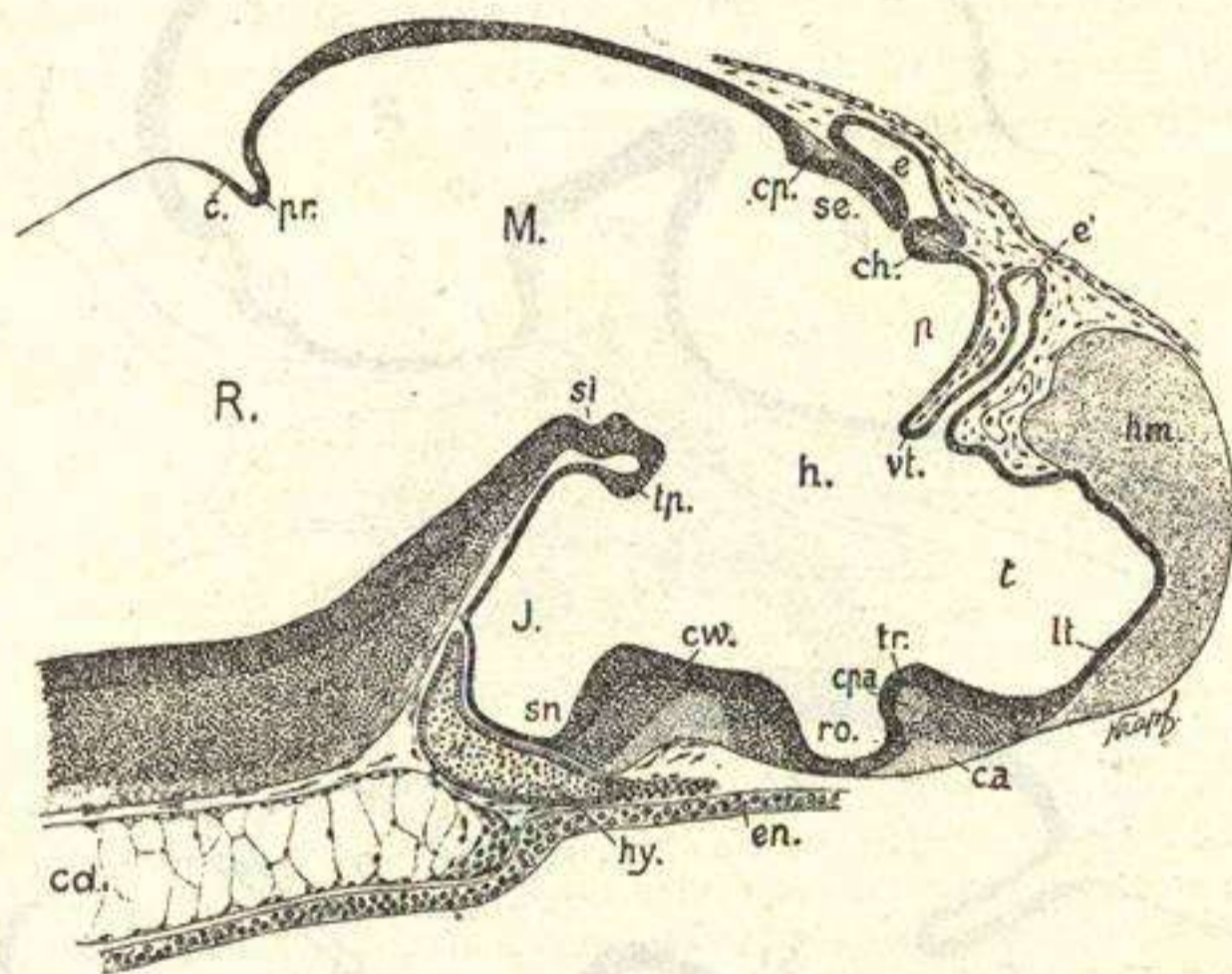


Fig. 175. Corte sagital medio de la cabeza de una larva de *Salamandra maculosa* de 13 mm.—t, telencéfalo; p, parencéfalo; h, hipocéfalo; e, epifisis; se, sinocéfalo (porción posterior modificada del diencéfalo); M, mesencéfalo; pr, pliegue o dobladura rombo-mesencefálica; R, rombocéfalo; hy, hipófisis; cd, cuerda dorsal; hm, hemisferio; e', paráfisis; vt, velo transversal; ch, comisura habenularis; cp, comisura posterior; tr, torus (obturador) transversal; ca, comisura anterior; cpa, comisura anterior del manto; lt, lámina terminal; ro, receso óptico; cw, quiasma óptico; sn, seno post-óptico; J, infundíbulo; tp, tubérculo posterior; si, surco intra-encefálico; c, lámina cerebelar; en, entodermo. (Según Kupffer. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

124. Primeros pasos de diferenciación histológica. — Al terminar estas indicaciones generales sobre los primeros estadios evolutivos del encéfalo, digamos una palabra acerca de su diferenciación histológica. Atento que el tubo nervioso de la región cefálica se continúa hacia atrás con el de la médula espinal, se podía esperar en aquélla una distribución de substancias, al diferenciarse histológicamente, muy semejante a la de ésta. Sin embargo, no es así: porque no se trata aquí de procesos meramente mecánicos, sino altamente teleológicos, marchando cada parte a su futuro destino. Partes hay en el tubo nervioso cefálico que toda la vida conservan su

carácter epitelial: así, el techo del cuarto ventrículo y el epéndimo. En lo restante se modifican las paredes, para engendrar la substancia nerviosa; y aunque al principio ofrecen aquéllas próximamente la misma disposición que la médula, por cuanto la región interna de las paredes es la que abunda en células, más o menos fusiformes, con abundantes cariocinesis en el margen interior del tubo, como hallábamos en la médula (n. 118); con todo, más tarde sufre la distribución de la substancia nerviosa cambios muy notables, que justifican la diversa constitución anatómico-histológica de la médula y del encéfalo adulto. En la médula, según vimos, la substancia gris se refugia en el centro, constituyendo las dos columnas de dicha substancia, la anterior y la posterior de cada lado, envueltas por un manto periférico de substancia blanca, constituida por fibras: en el encéfalo, la substancia gris ocupa de preferencia la región periférica, y la blanca el centro. En una cosa, sin embargo, conserva el encéfalo la disposición histológica de la médula, y es que en el grosor de sus paredes se forman también núcleos de substancia gris, rodeados por todas partes de substancia blanca.

Esta distribución de substancias que, como queda indicado, sería muy difícil de explicar mecánicamente, se nos alcanza en seguida desde el punto de vista embriológico; pues basta para ello que los apéndices o fibras de las células se desarrollen no hacia fuera, sino hacia dentro: con lo cual la parte celular queda en la región periférica y en el centro la blanca.

IV. Cambios en el mielencéfalo, metencéfalo y mesencéfalo

125. Orientación. — Como queda indicado anteriormente, el *crecimiento desigual* que experimentará el encéfalo en sus distintas partes, va a transformar de tal manera su aspecto primitivo, que *a priori* nadie sería capaz de presagiarlo. Porque la insignificante vesícula telencefálica tomará tal crecimiento y predominio sobre las demás partes, que las recubrirá todas por encima y por los lados a modo de manto, dejándolas ver sólo por abajo: de manera que éstas vienen a formar como el tronco o pie sobre que descansa la enorme expansión de aquella vesícula, transformada en los hemisferios cerebrales. El mesencéfalo, que en estadios anteriores habíamos encontrado, constituyendo la parte culminante del encéfalo, desaparecerá del exterior, menos por abajo, reducido a una insignificante parte del sistema, hundido y oculto debajo por aquel grueso manto cerebral y en parte también por el *cerebelo*, que es otra porción del encéfalo primitivo que experimenta luégo mayor desarrollo, después del cerebro.

Y estas dos partes, cerebro y cerebelo, son también las únicas que se distinguirán por tener toda su región periférica o cortical constituida por substancia gris; al paso que las demás partes se invertirán de preferencia en la formación de gruesos cordones de fibras: bien que en todas existen, al menos en su interior, acúmulos de substancia gris que llamamos núcleos o cuerpos ganglionares.

Al estudiar las últimas modificaciones que va experimentando este gran centro nervioso, para proceder más pedagógicamente, comenza-

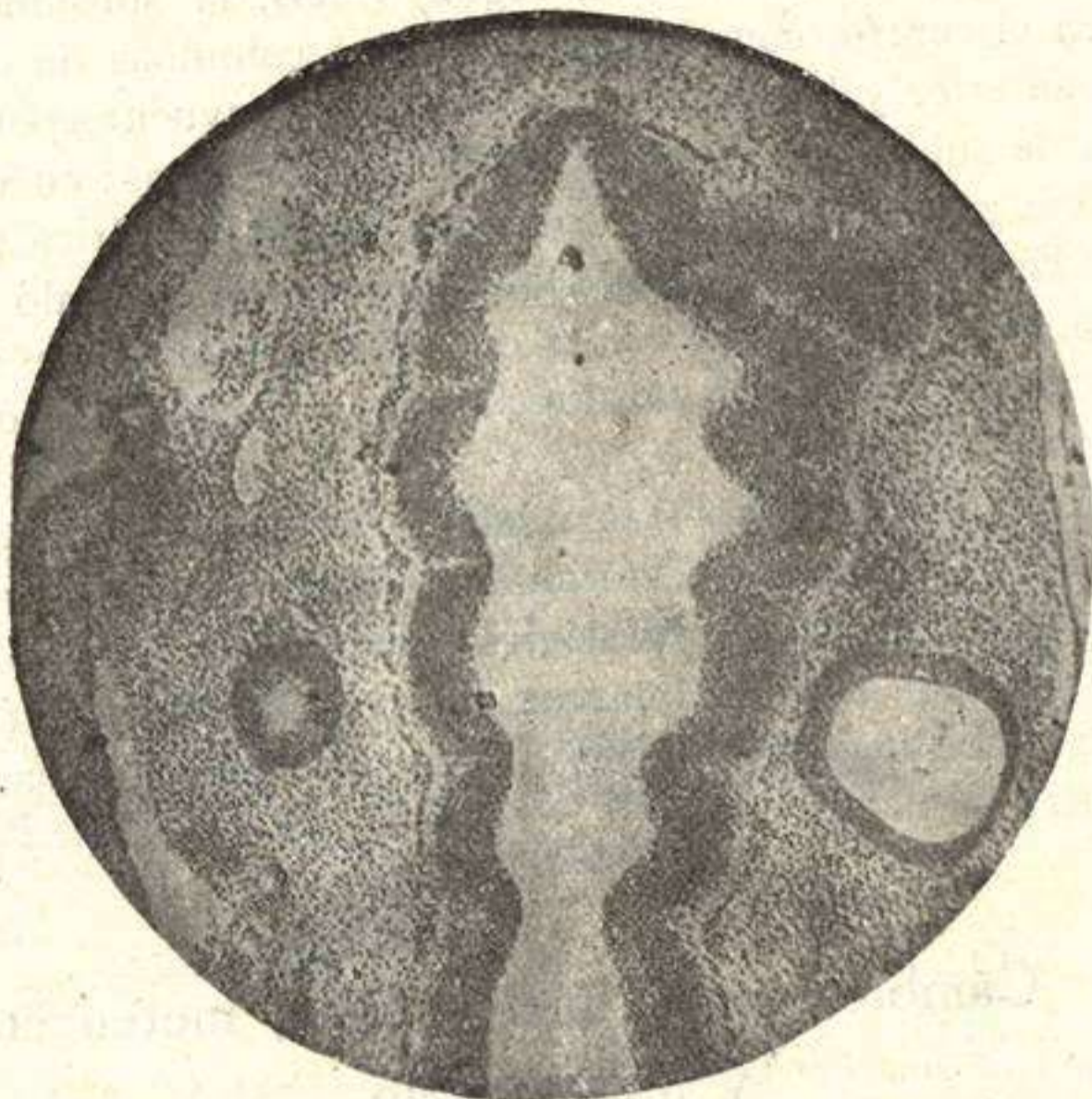


Fig. 176. Corte frontal de un embrión de conejo de 10 días, en que aparecen muy claros los neurómeros de Orr en las paredes laterales del tubo nervioso. Las dos vesículas que se ven por fuera del tubo nervioso, son las auditivas. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

remos por lo más sencillo, que es la médula oblongada, y que corresponde al *mielencéfalo*: es, además, la parte que continúa la médula espinal, ya vista.

126. Médula oblongada: neurómeros.—Recordemos que el mielencéfalo se distingue pronto por la presencia de la pared superior muy delgada (figs. 170; 171, fr; 172; 173, lt), sin originar substancia nérvica. Esta pared superior, adelgazándose cada vez más y reduciéndose a una sola capa de células epiteliales cúbicas, se adhiere íntimamente a la pía-madre, esto es, a la capa de mesénquima, más rica en vasos sanguíneos, que envuelve inmediatamente a todo el sistema nervioso céfalo-raquídeo; y se convierte paula-

tinamente en las laterales, cuya parte superior no desarrolla más que fibras o substancia blanca y recibe en Anatomía el nombre de *tenia*, por la forma de banda que toma. En el estadio, en que consideramos momentáneamente el miencéfalo, se presentan interiormente y en las paredes laterales una serie de senos arqueados (fig. 176), que Orr ha llamado *neurómeros*. Cada neurómero está separado del anterior y del siguiente por una cresta. En la parte externa de estas paredes laterales encuentran dichos senos su expresión en la presencia de lomos; así como surcos externos corresponden a las crestas internas que separan un neurómero de otro. Además, la línea ideal que une la cresta interna con el surco externo, se distingue por su claridad (fig. 176) respecto del tejido adyacente. La mayor claridad nace de que en estas líneas se han separado y rechazado a los lados los núcleos celulares.

Se ha dicho que estos senos aparecían en las paredes laterales: el fondo y techo carecen de ellos. La imagen microscópica de la presencia de senos también en la pared inferior, que nos ha parecido encontrar en el embrión de conejo, creemos que se explica por una menos afortunada dirección del corte, y también por que los senos no desaparecen sino insensiblemente, al convertirse la pared lateral en la del fondo. La aparición de *neurómeros* es del segundo al tercer día en el embrión de pollo; a los 9-10 días, en el del conejo; y de la tercera a la cuarta semana, en el embrión del hombre.

En todo caso y prescindiendo de los neurómeros, las paredes laterales y la inferior del miencéfalo contrastan extraordinariamente con la pared superior; se hacen muy gruesas y desarrollan abundantemente substancia nérvea con núcleos ganglionares o de substancia gris en su interior y substancia blanca exteriormente, de manera que se pueden distinguir a cada lado tres haces longitudinales de esta última substancia, que vienen a corresponder a los tres que hemos visto más arriba en la médula espinal (n. 119). Con esto queda prácticamente demostrado que la médula oblongada es el tránsito anatómico-histológico de aquélla al cerebro.

La pared superior delgadísima, como está dicho, y unida a la pia-madre, se convertirá en el *plexo coroideo inferior*. El conjuntivo o mesénquima, en efecto, que en inmediato contacto con dicha pared es riquísimo en vasos sanguíneos, comienza a crecer hacia el interior del tubo (cuarto ventrículo), llevando por delante el delgado epitelio a que está reducida la pared y forma dos series de vellosidades ramificadas (fig. 177). Este es el llamado *plexo coroideo inferior* o *posterior*. Si uno separa la pia-madre de esta región, sigue naturalmente con ella y se rompe el epitelio del techo del cuarto ventrículo unido a la pia-madre y queda abierta una hendidura que lleva a la cavidad de dicho ventrículo: esta es la *hendidura posterior* del encéfalo.

127. Cerebelo.— El origen del cerebelo es el siguiente. El mielencéfalo (fig. 172, M1) representa la mayor parte de la vesícula posterior de la tres primitivas, o sea, del rombencéfalo. La parte anterior de ésta que espesa su techo (c), es el metencéfalo (Mt). El tubo nervioso, cuya cavidad bastante ancha en la región de los neurómeros y que, como queda explicado, origina la mayor parte del cuarto ventrículo, comienza a estrecharse hacia arriba, como exige la forma romboidal de dicho ventrículo que por esta causa se le conoce asimismo con el nombre de *fosa romboidal* (fig. 171, fr). Las

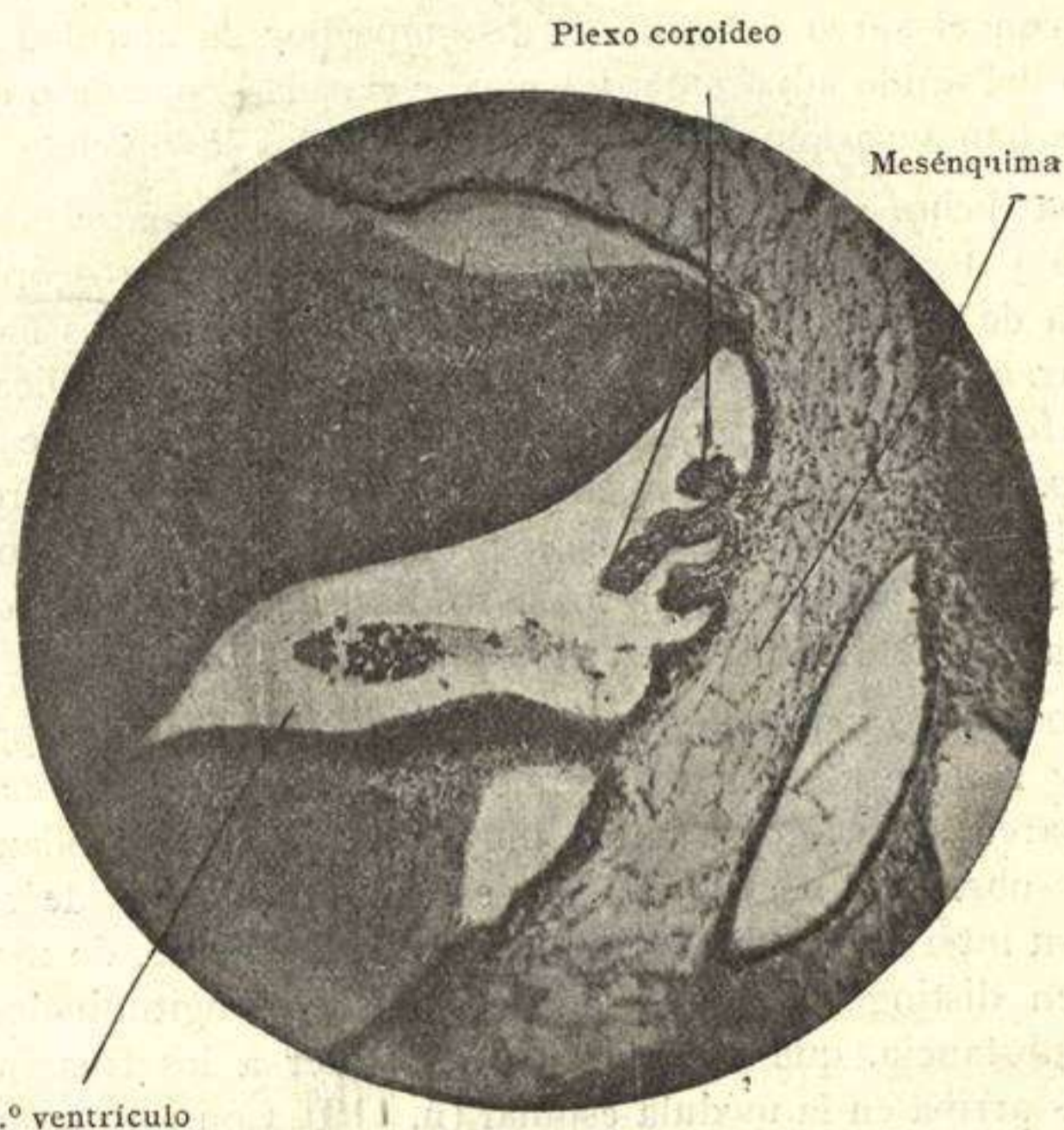


Fig. 177. Corte sagital de un embrión de conejo de 15 días. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

paredes laterales particularmente de esta región adquieren luego un desarrollo muy grande; desarrollo que comprime el techo y el suelo del tubo nervioso. La cavidad que queda en medio, integra el cuarto ventrículo, formando su porción anterior. La parte inferior del metencéfalo se transforma en el puente de Varolio, desarrollando el entrecruzamiento de fibras; la superior y las laterales son las encargadas de originar la masa principal del cerebelo, con la sustancia gris periférica, como sucede también en el cerebro, según veremos. Lo primero que se forma, es el *vermis*, que ocupa la parte dorsal, la cual muy pronto (tercer mes) presenta cuatro surcos transversales (fig. 178, clo), efecto de la impresión de la pia-madre; su

crecimiento es tal que por detrás viene a cubrir la parte anterior de la lámina del techo del cuarto ventrículo; lámina que es la continuación reflejada del cerebelo, y desarrolla poca substancia nérvica; su color blanco indica estar constituida por substancia fibrosa. En Anatomía recibe el nombre de *velo medular posterior*. Por el estilo, el vermis recubre por delante la lámina blanca del techo del *acueducto de Sylvio*, constituyendo el *velo medular anterior*. Más tarde son las partes laterales las que experimentan un extraordinario desarrollo, hinchándose notablemente y constituyendo los hemisferios cerebelosos. Tanto estos como el vermis desarrollan la substancia gris en la periferia, amén de varios núcleos en medio de la substancia blanca; y para que la superficie de formación de esta substancia sea mayor, en

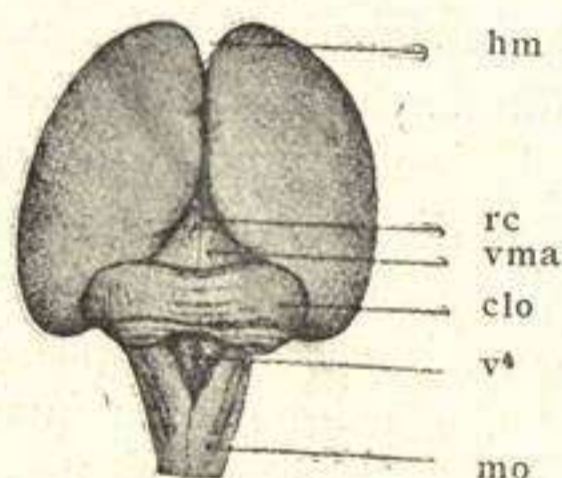


Fig. 178. Encéfalo de un embrión humano de la segunda mitad del tercer mes, visto por detrás.—hm, hendidura del manto, dividiendo el telencéfalo en dos hemisferios; rc, región de los tubérculos cuadrigéminos; vma, velo medular anterior; clo, cerebelo; v⁴, cuarto ventrículo; mo, médula oblongada. Tamaño natural. (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

el reducido espacio, en que se desarrolla el órgano, tiene lugar la formación de surcos, replegándose la superficie hacia el interior. Los surcos son horizontales y paralelos: por lo cual exteriormente se presenta el cerebelo como compuesto de láminas juxtapuestas. Cada surco se ramifica hacia dentro, formando surcos secundarios y terciarios, de manera que, si uno hace un corte perpendicular a las láminas, verá que la substancia gris se introduce en la substancia blanca, afectando arborizaciones, a que se ha dado el nombre de *árbol de la vida*.

128. Mesencéfalo — El mesencéfalo, que en estadios anteriores ocupaba la cumbre de la masa encefálica, invadido después y recubierto por el cerebro y cerebelo se va hundiendo hasta formar la base del encéfalo. Su crecimiento es muy inferior al de otras partes y representa, al fin, una insignificante porción del encéfalo. Sus paredes se engruesan de un modo bastante uniforme. La parte inferior y las dos láminas basales (n. 118) de His se convierten en los pedúnculos cerebrales y producen, además, la *substancia perforada posterior*; el techo y las láminas alares (n. 118) de His originan los

tubérculos cuadrigéminos (núcleos de sustancia gris). Al tercer mes aparece un surco longitudinal, y al quinto mes otro transversal que dividen la región superior en cuatro campitos amamelonados, que son los *tubérculos cuadrigéminos*. En el centro del mesencéfalo se halla el conducto del tubo nervioso primitivo, que ahora recibe en esta región el nombre de *acueducto de Sylvio*; y se continúa por delante con el tercer ventrículo que pronto estudiaremos, y con el cuarto ventrículo por detrás.

No es posible en una obra tan elemental como la nuestra bajar a muchos pormenores acerca de la histogénesis de la complicadísima estructura de los centros nerviosos. Nos contentaremos con hacer alguna que otra indicación, así para que el discípulo no quede del todo en ayunas de los procesos neurohistogénicos, como para hacer mérito de los trabajos de Cajal y su escuela, ya que tanto han contribuido a esclarecer la intrincada textura nerviosa.

En el cerebelo adulto se distinguen varias capas histológicas: una superficial gris, conocida con el nombre de *molecular* (*plexiforme* de Cajal); la de las *células de Purkinje* o ganglionares, y la *granular*, llamada también *tostada*, a causa de su color. No está esclarecida en todos sus detalles la génesis de estas capas, pero hay datos muy interesantes que conviene consignar. En mamíferos (*Echidna*, marsupiales, perro, gato, conejo, hombre) es donde el proceso está mejor estudiado, merced a las investigaciones de muchos neurólogos, entre los que merecen citarse aquí Ramón y Cajal (Santiago y Pedro), Calleja y Terrazas. En estados embrionarios se distinguen dos capas granulares, una externa y otra interna. La capa externa poco a poco y a medida que adelanta la evolución va desapareciendo: inmediatamente después del nacimiento aún se encuentran vestigios de ella; más tarde ya no, y en su lugar parece formarse la capa *molecular* (*plexiforme* de Cajal); la capa granular interna, por el contrario, se pronuncia cada vez más. ¿De dónde, se pregunta, proceden sus elementos? En esta capa granular interna se encuentran, en el organismo adulto, dos clases de neuronas: las llamadas células *enanas* y las grandes células estrelladas, conocidas con el nombre de *células de Golgi*. Ahora bien; según Cajal, las células *enanas* serían células de la granular (embrionaria) externa que habrían emigrado hacia las partes profundas (fig. 178 bis). Monopolares en un principio (fig. 178 bis, c), bipolares después (fig. 178 bis, d) y mientras forman parte aún de la granular externa, su cuerpo fusiforme guardaría una posición paralela a la superficie del cerebelo y al cuerpo general de los surcos; más tarde, se modificaría esta posición, a causa de originarse un apéndice vertical (fig. 178 bis, e, f) y hundirse, en la dirección de este apéndice, el soma de la célula: los dos polos primitivos, estirándose la célula verticalmente, vendrían a caer en la cara periférica, y emergerían de la extremidad de un vástago celular, cuya bifurcación

constituirían, a la altura de la capa *molecular* o *plexiforme* (fig. 178 bis, C). Las *células de Golgi* de la misma capa granular, por el contrario, sostiene Cajal, divergiendo en esto de Popoff y Athias, que no son células emigradas de la granular externa, sino originadas *in situ* por los neuroblastos.

Las células de Purkinje que constituyen la capa media o ganglionar, aparecen también en la vida embrional. Según Th. Ziehen, se distingue ya su presencia, inicial al menos, en el embrión del cerdo de 76 mm. de longitud nuco-coxígea. Pero su diferenciación en el her-

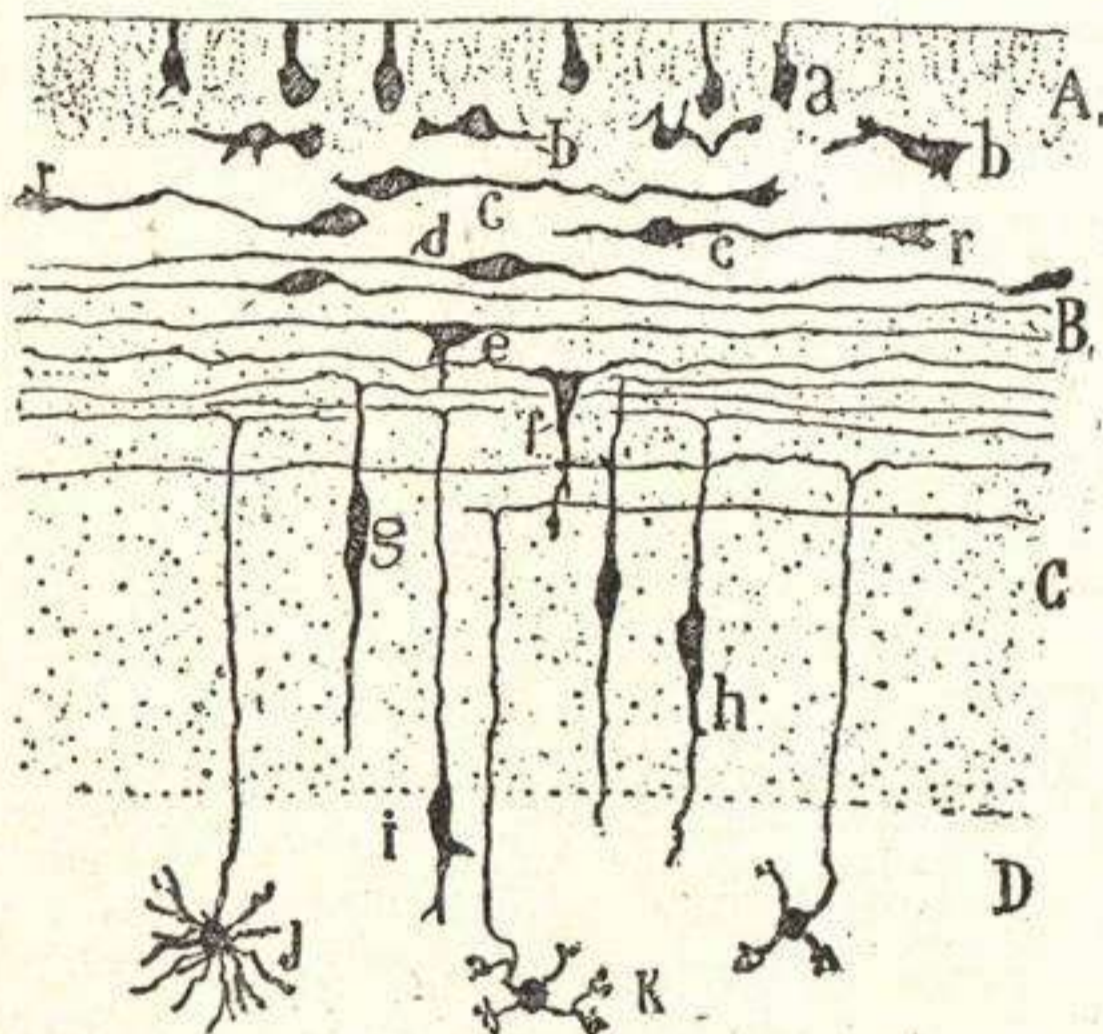


Fig. 178 bis. Esquema que nos presenta todas las fases de forma y posición recorridas por los granos. — A, capa de las células indiferentes; B, capa de los granos en estado de bipolaridad horizontal; C, capa plexiforme; D, capa de los granos; b, comienzo de deformación de los granos; c, fase monopolar; d, fase bipolar; e, f, iniciación de la dentrita descendente; h, g, estadio de bipolaridad vertical; i, j, granos embrionarios; k, grano perfecto. (Según Cajal. De su obra: *Textura del sistema nervioso de los vertebrados*. Tomo II.).

moso ramaje de sus dos gruesos troncos dendríticos (fig. 178, ter) tiene lugar después del nacimiento. Apuntemos que la hermosa arborización se expande en un plano perpendicular a los surcos y llega hasta la superficie del cerebelo; la formación del cilindro-eje precede a la formación dendrítica; y ofrece al principio numerosas colaterales (perro, gato, conejo, hombre) que más tarde, esto es, en las primeras semanas después del nacimiento, desaparecen.

Cuanto a la capa superficial gris (molecular, plexiforme), es notable la génesis de las *células de cesta*, conocidas asimismo con el nombre de *células estrelladas, gruesas y profundas*, de la capa plexiforme (Cajal); porque también ellas, según Cajal y Calleja, traerían

su origen de la capa granular externa embrionaria, emigrando por caminos curvos (según Calleja) hacia lo profundo, es decir, hacia la capa ganglionar, aunque no la atraviesan, sino que, llegadas a la región inferior de la capa plexiforme, se estacionan: su cilindro-eje se desarrolla en sentido horizontal, paralelo a la superficie del cerebelo; de trecho en trecho echa colaterales hacia arriba, pero sobre todo hacia abajo, que luego se ramifican envolviendo a manera de cesta el bulbo de las células de Purkinje. Las demás neuronas de la capa plexiforme son sin duda o residuos de la capa granular externa embri-

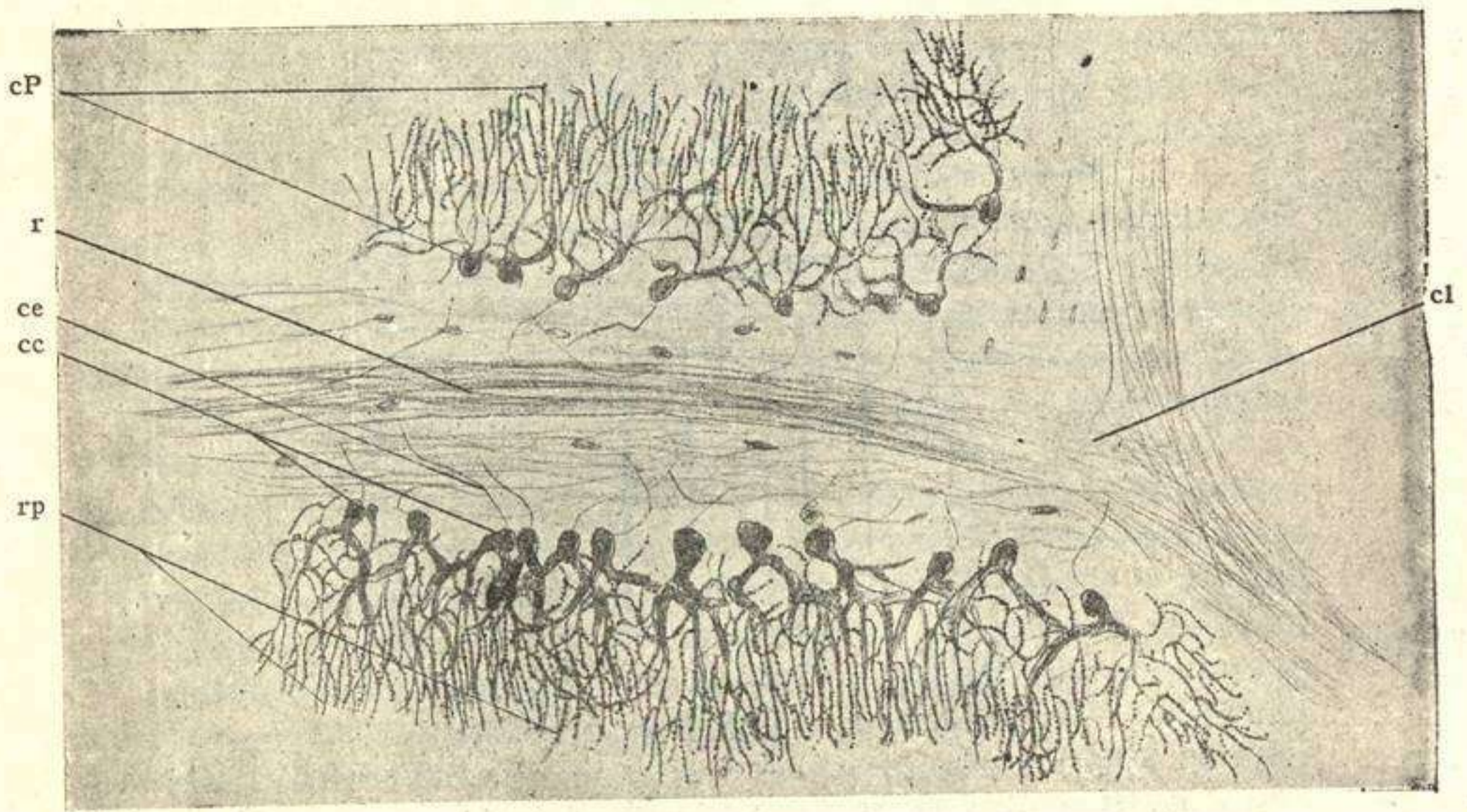


Fig. 178 ter. — Corte del cerebelo del gato. (De él se han dibujado especialmente las células de Purkinje).—cP, células de Purkinje; cc, cuerpo celular o bulbo; rp, ramificaciones protoplásmicas o dendríticas; ce, cilindro-eje o axón; r, río de fibras, formado por cilindros-ejes; cl, confluencia de fibras de dos lobulillos. (Original).

naria, o proceden de neuroblastos que habrían ascendido de la pared interna del tubo nervioso primitivo.

Finalmente, indiquemos que existen en estadios embrionarios o evolutivos las fibras *musguiformes* de la capa granular y las *trepadoras* que envuelven, primero, el bulbo y gruesos troncos dendríticos de las células de Purkinje, de un modo análogo a la hiedra que se encarama por los troncos de los árboles.

Estas últimas, según Cajal, en varios mamíferos (perro, gato) abrazan al tiempo del nacimiento el cuerpo (bulbo) de las células de Purkinje, subiendo luego (cuarto día) por la dendrita principal; del 20 al 30 día ascenderían a las ramificaciones dendríticas de orden superior. Pero es de notar, que mientras van invadiendo partes supe-

riores, abandonan el cuerpo o bulbo de la célula, dejándolo libre para que lo abrace la cesta de las células de este nombre. Según Athias, en el gatito de 14 días estaría ya libre el bulbo y la principal dendrita de la célula de Purkinje (1). Quedan todavía muchos puntos por esclarecer respecto de estas fibras y las musguiformes. Stöhr las considera como estadios evolutivos de fibras meduladas (2).

V. Cambios en el diencéfalo

129. Idea general. — El *diencéfalo* o cerebro intermedio representa la parte posterior de las dos en que se ha dividido la vesícula del prosencéfalo. De ella habían surgido, aun antes de la división, las evaginaciones de las vesículas oculares. El diencéfalo no se distingue por algún extraordinario crecimiento ni por el desarrollo de gran cantidad de substancia nérvica: en el organismo adulto no representa más que una pequeña porción de la gran masa encefálica, como dijimos también del mesencéfalo. Pero es notable esta región por la multitud y variedad de formaciones que allí se originan y que merecen les dediquemos especial atención. No trataremos ahora de las vesículas oculares, ya que en la ontogénesis del aparato del sentido de la vista han de ser más tarde objeto de nuestra consideración y estudio.

130. Plexo coroideo anterior o superior: tenias de los tálamos ópticos. — La pared superior del diencéfalo experimenta cambios que recuerdan los de la pared superior del mielencéfalo o del techo del cuarto ventrículo. En efecto; la pared que nos ocupa, se mantiene delgada y epitelial y se adhiere íntimamente al tejido conjuntivo, riquísimo en vasos de la pía-madre. Esta se invagina y penetra en el interior del conducto o seno nervioso, llevando por delante el revestimiento epitelial indicado (fig. 179); y, brotando hacia dentro, produce multitud de vellosidades, ricas en vasos, que constituyen el *plexo coroideo superior* o *anterior*, como el techo del cuarto ventrículo ha formado el *plexo coroideo posterior* o *inferior*. Y así como este último se convierte paulatinamente en el techo de las paredes laterales, mediante una tira o banda de substancia blanca que llamamos *tenia*; así aquí (en el diencéfalo), el plexo coroideo se convierte también en las paredes laterales, mediante otra tira o banda

(1) Conf. Th. Ziehen, Histogenese von Hirn und Rückenmark. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. T. III. (1906).

(2) Conf. Ph. Stöhr: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. p. 182, (1906).

de sustancia blanca que llamamos *tenia del tálamo óptico*. Ya se deja entender que, siendo el plexo coroideo el órgano de nutrición, será su principal carácter la riqueza de vasos y capilares sanguíneos. La adherencia y unión entre las dos capas, epitelial y conjuntiva, es tal que, si uno quiere separar la pía-madre, sigue también la capa epitelial, y se forma una grieta, la *gran grieta cerebral*, por donde se penetra en los senos o ventrículos que ha dejado el tubo primitivo.

131. Tálamo óptico.—Las paredes laterales del diencéfalo son las partes de esta región que más se desarrollan, constituyendo dos

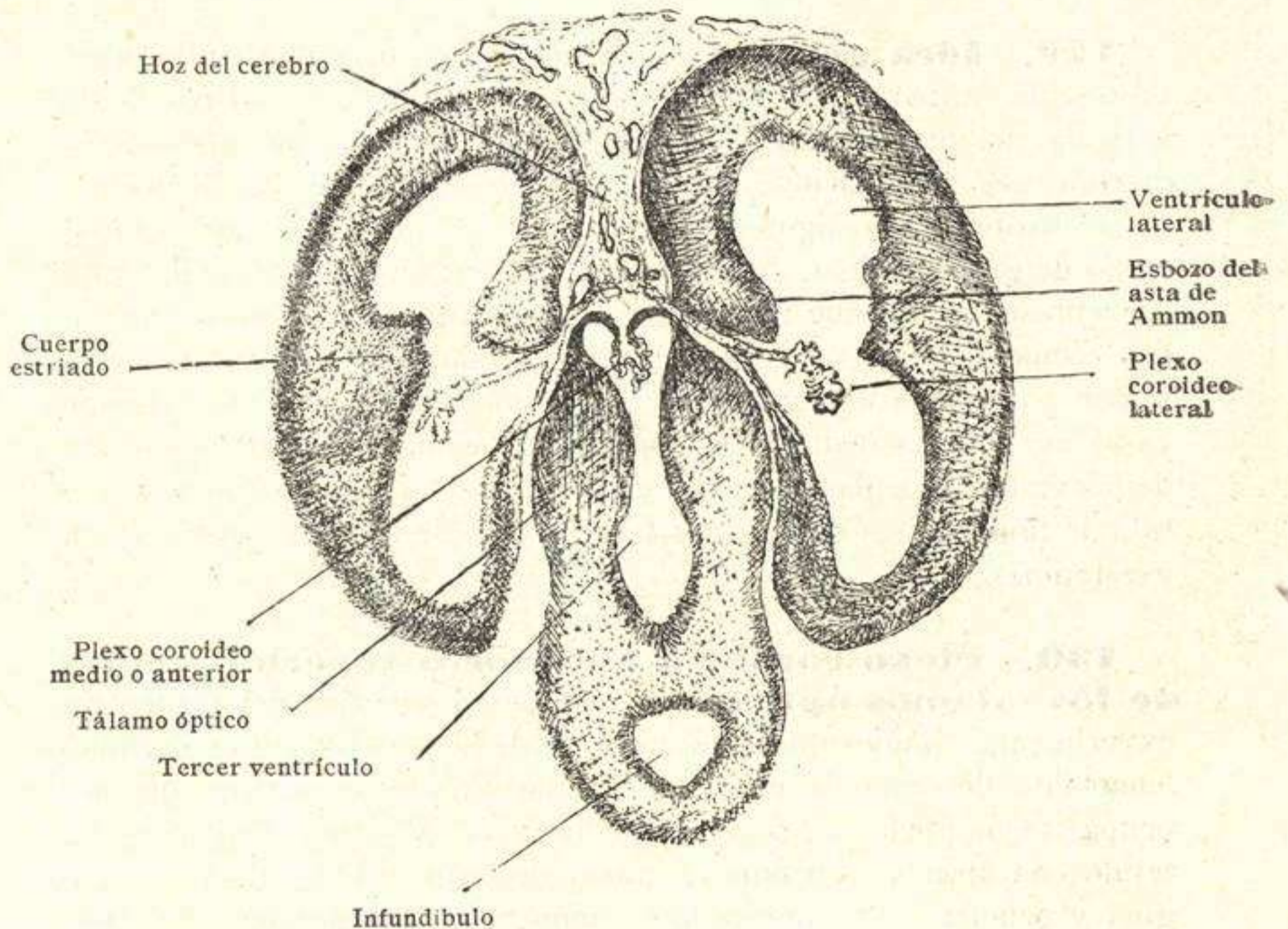


Fig. 179. Corte frontal-transversal del encéfalo, correspondiente a un embrión de conejo de unos 17 días. (Original. Ejecución del P. J. Amozurruria S. J.).

gruesas placas o cuerpos que limitan, a uno y otro lado, la cavidad del tubo primitivo. Los dos cuerpos son los *tálamos ópticos* (figs. 179; 180, to) y en su espesor se originan varios núcleos ganglionares o de sustancia gris. El espacio medio que queda entre los dos tálamos ópticos, es el *tercer ventrículo*. Se ofrece como una hendidura o un hiato vertical medio (fig. 179); y se continúa por delante con los ventrículos laterales mediante el agujero de Monró (fig. 180, FM), y por detrás con el acueducto de Sylvio. Por arriba queda limitado por el techo transformado en su mayor parte, como acabamos de ver, en el *plexo coroideo anterior* (fig. 179). Por abajo y atrás se hunde, y estrecha a

manera de embudo: de aquí el nombre de *infundíbulo*, que se da a esta parte o bolsa de la pared inferior del diencéfalo que describiremos más adelante (fig. 179).

132. Epífisis, glándula pineal o coronario. — En la parte posterior del techo del diencéfalo tiene lugar la formación de un cuerpo, más o menos enigmático, llamado *epífisis*, *glándula pineal* o *coronario*. Su presencia es general en todos los vertebrados a excepción de *Amphioxus*. Su origen es, por demás, sencillo, y se debe a una

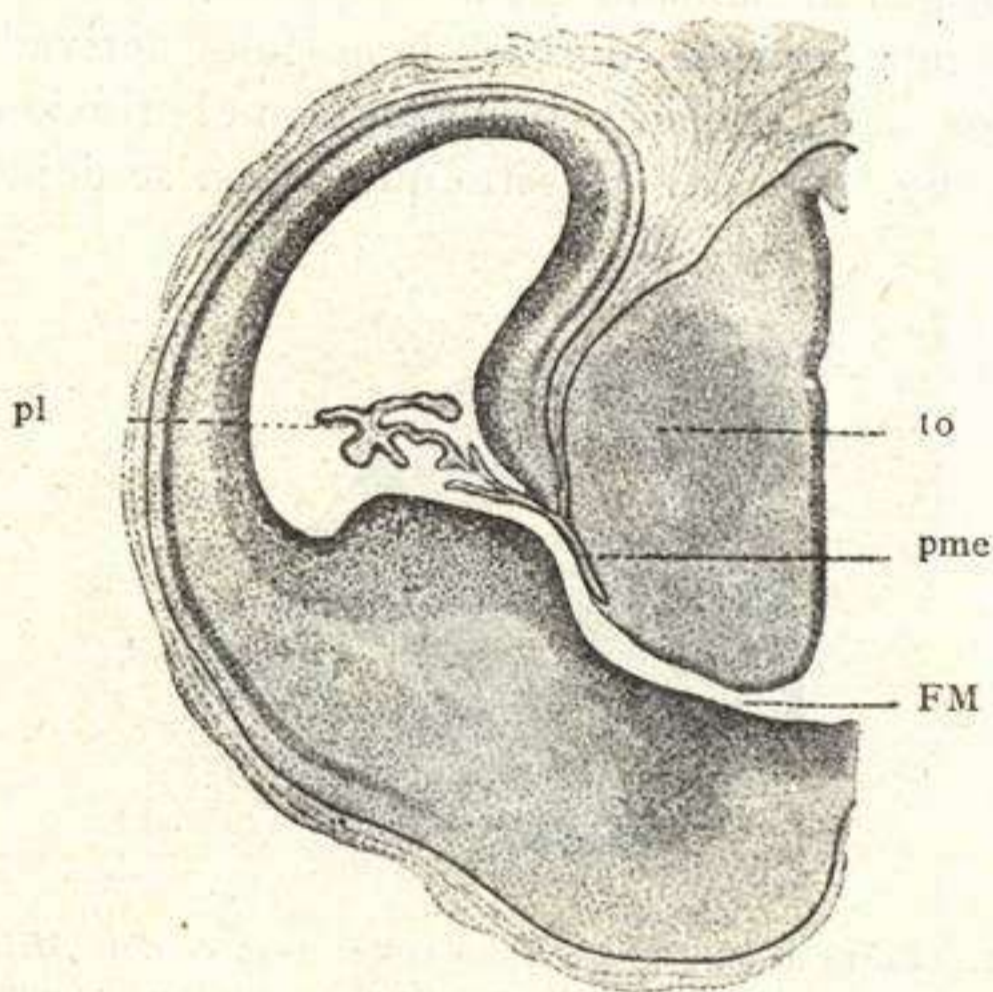


Fig. 180 Mitad de un corte frontal del encéfalo de un embrión de gato de 30 mm. de longitud —to, tálamo óptico, que por su cara media o interna limita el tercer ventrículo; pme, pared mediana del hemisferio, región inferior de la misma, evaginándose en el plexo coroideo lateral (pl); FM, agujero de Monró; pl, plexo coroideo lateral. Si el corte fuese entero o si se añade con la imaginación a esta mitad la otra mitad simétrica, se vería en el medio un hiato vertical que es el tercer ventrículo, cuyo techo delgado forma el plexo coroideo anterior o superior. (Según Hochstetter. Tratado de Ziehen en el Handbuch de O. Hertwig).

evaginación de la pared superior del tubo nervioso primitivo en esta región (figs. 172, 174 y 175, e). Al principio, se dirige hacia delante, después hacia atrás. No en todos los animales adquiere el mismo desarrollo ni toma la misma forma. Fijándonos primero en las aves, la evaginación comienza luego a originar yemas o brotes que, estrangulándose y separándose de su tronco de origen, se transforman en folículos, aislados unos de otros por una pequeña cantidad de conjuntivo, de un modo análogo a lo que vimos sucedía en la formación del *cuerpo tiroides*. La pared del folículo (fig. 181) es recia, y está constituida por epitelio pluriestratificado: las células periféricas son más cortas; las centrales, cilíndricas y provistas de pestañas, dejando un hueco.

No es muy desemejante la formación y constitución definitiva del coronario, en los mamíferos y en el hombre, en el que aparece durante el segundo mes. La única diferencia consiste en que la cavidad de los folículos se llena de células redondeadas, semejantes a los linfocitos. En el adulto se encuentran en el interior de los folículos concreciones que llaman *arena del cerebro* (*acervus cerebri*).

En la serie animal ofrece la *epífisis* formas variadas. En peces y anfibios suele representar dobladuras de la evaginación del techo del diencéfalo; en reptiles es donde reviste mayor variedad y complicación, dando origen al llamado *órgano parietal*. Existe, efectivamente, en los reptiles una vesícula sobre el diencéfalo, derivada, al menos en algunos de ellos, de la epífisis y emplazada en el orificio que tienen aquí los parietales (fig. 182, pa). El sitio que ocupa se deja entrever exte-

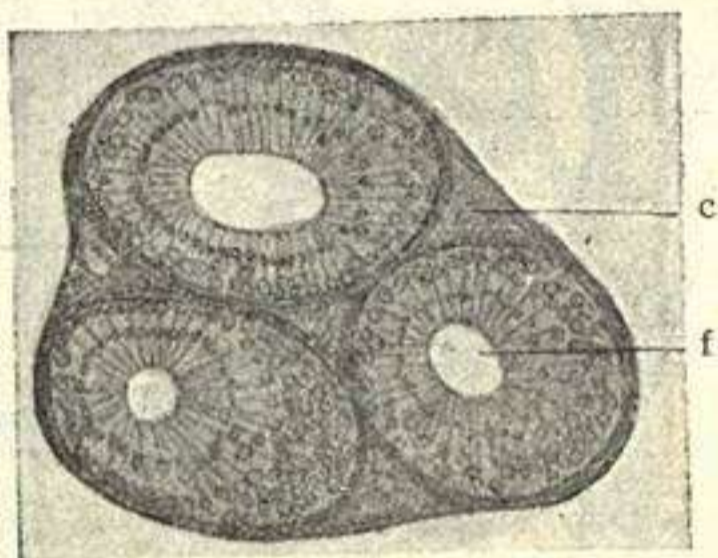


Fig. 181. Corte de la glándula pineal del pavo común (*Meleagris gallopavo*). — f, folículos de la glándula pineal; c, conjuntivo que une los diversos folículos: A: 180. Nótese la disposición de las paredes. (Según Mihalkovics, Die Elemente de O. Hertwig).

riormente, por razón de que no sólo el hueso está perforado, sino que las escamas cutáneas son en este punto transparentes (fig. 182, st). Todo esto hace que la formación recuerde la de algún ojo, o por lo menos, de algún órgano fotoléptico, esto es, relacionado con la percepción de la luz. La semejanza con un ojo parece convertirse en realidad en varios reptiles (*Hatteria*, *Monitor*, *cecilias* y *lagartos*); pues en ellos la formación de referencia afecta tener todo lo substancial de un ojo simple (*estema*) de un artrópodo (fig. 183). Allí aparece, en efecto, una vesícula con su pared anterior transformada en cristalino (fig. 183, c): las células de esta cara se han alargado, como en el cristalino de nuestro ojo, según veremos, a manera de fibras sembradas de núcleos. La pared posterior se presenta compuesta de varias capas de células: la capa interna es de células pigmentarias, entre las cuales existen otras que recuerdan los bastoncitos de las células de nuestra retina. En todo caso, toda la formación se continúa hacia abajo con un cordón de carácter, al parecer, más conjuntivo que otra cosa.

Aquí se devanarán los sesos los embriólogos transformistas para interpretar el hecho y sobre todo para homologuizarlo con otros y ponerlo de acuerdo con su teoría. A nosotros que no reconocemos más que leyes fijas y constantes para cada grupo de organismos, leyes fijas y constantes que, en el dominio de la Embriología, queremos llamar *trayectorias embriológicas*, nos tiene muy sin cuidado lo de la descendencia y homologuización; y sólo nos preocupamos de buscar su significación fisiológica o biológica en el terreno de los hechos.

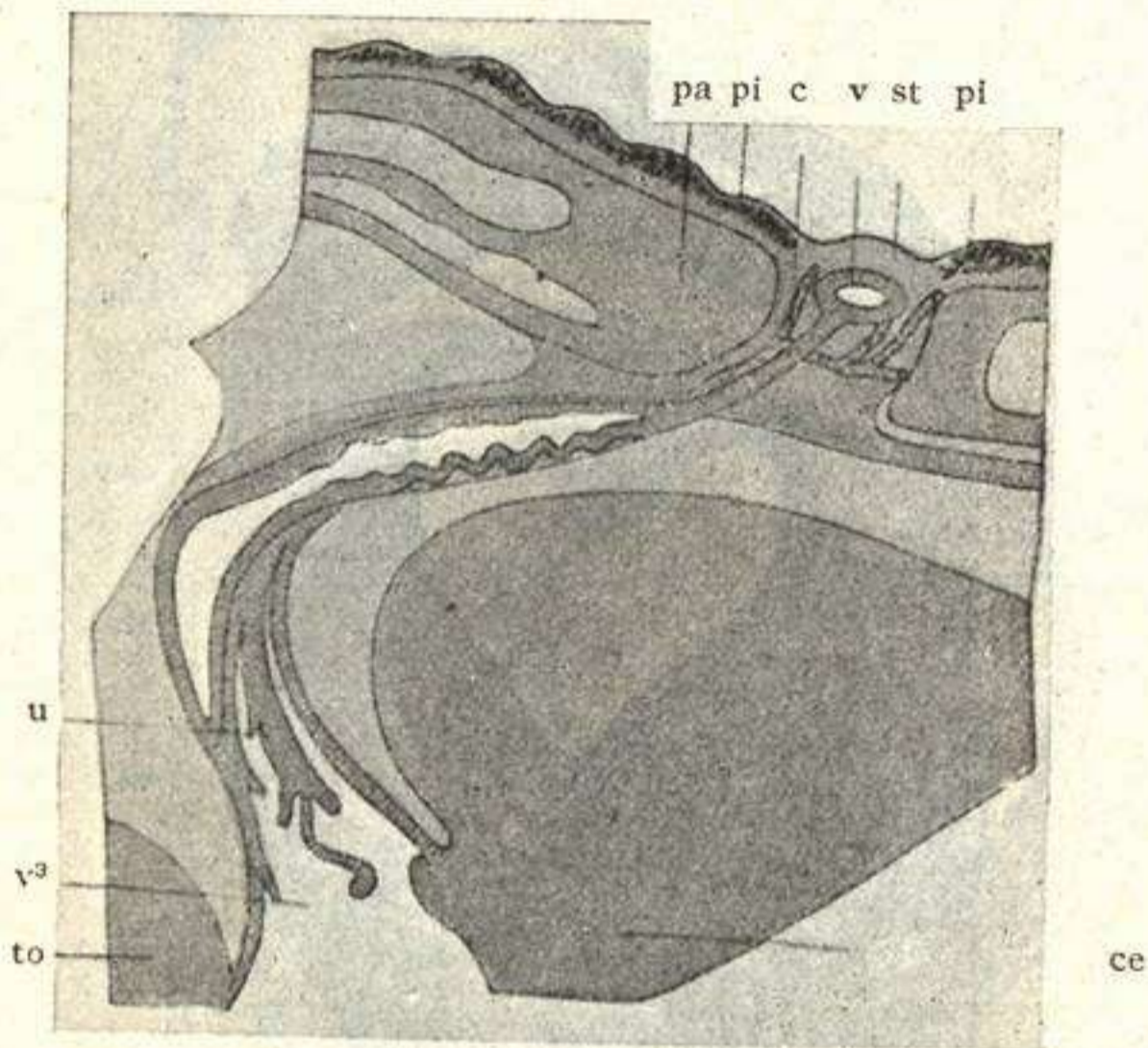


Fig. 132. Corte longitudinal esquemático del encéfalo del camaleón (*Chamaeleo vulgaris*), interesando la glándula pineal: la cual se ofrece aquí dividida en tres porciones: una terminal y vesicular; otra, en forma de cordón; y otra, finalmente, utriculosa. — pa, hueso parietal, interrumpido en el corte por el agujero parietal; pi, pigmento de la piel; c, porción de la glándula en forma de cordón; v, porción vesiculiforme de la misma; st, sitio transparente de la piel; ce, cerebro; to, tálamo óptico; v³, tercer ventrículo, el cual se continúa hacia arriba en la porción utriculosa (u) de la glándula pineal. (Según Baldwin Spencer. Die Elemente de O. Hertwig).

Sentimos no haber hecho ningún experimento respecto del particular, pero echamos a volar la idea de si por ventura el órgano parietal de los reptiles puede ser considerado como el órgano fotoléptico, encargado especialmente de percibir la luz o el calor, que los despierte de su letargo hiemal. En este caso, creemos que sería órgano específico de este grupo de amnióticos, que son los únicos de sangre fría que se aletargan por el frío.

133. Paráfisis. — Si es notable, la parte postero-superior del diencéfalo por razón de la epífisis que allí se origina y de las for-

maciones que de ella se derivan, no deja de llamar la atención en muchos vertebrados la parte antero-superior a causa de otras formaciones llamadas paráfisis (figs. 172, 174 y 175, é).

Su existencia, con todo, no es tan universal, como la de la epíffisis. No existe desde luego en *Amphioxus*. ni en peces teleóteos: en algunos ciclóstomos sí; en otros parece que no. Tampoco la encontramos descrita en embriones de mamíferos ni del hombre: aunque dice Tourneux (1) que His y Francotte (1894) la hallaron en el em-

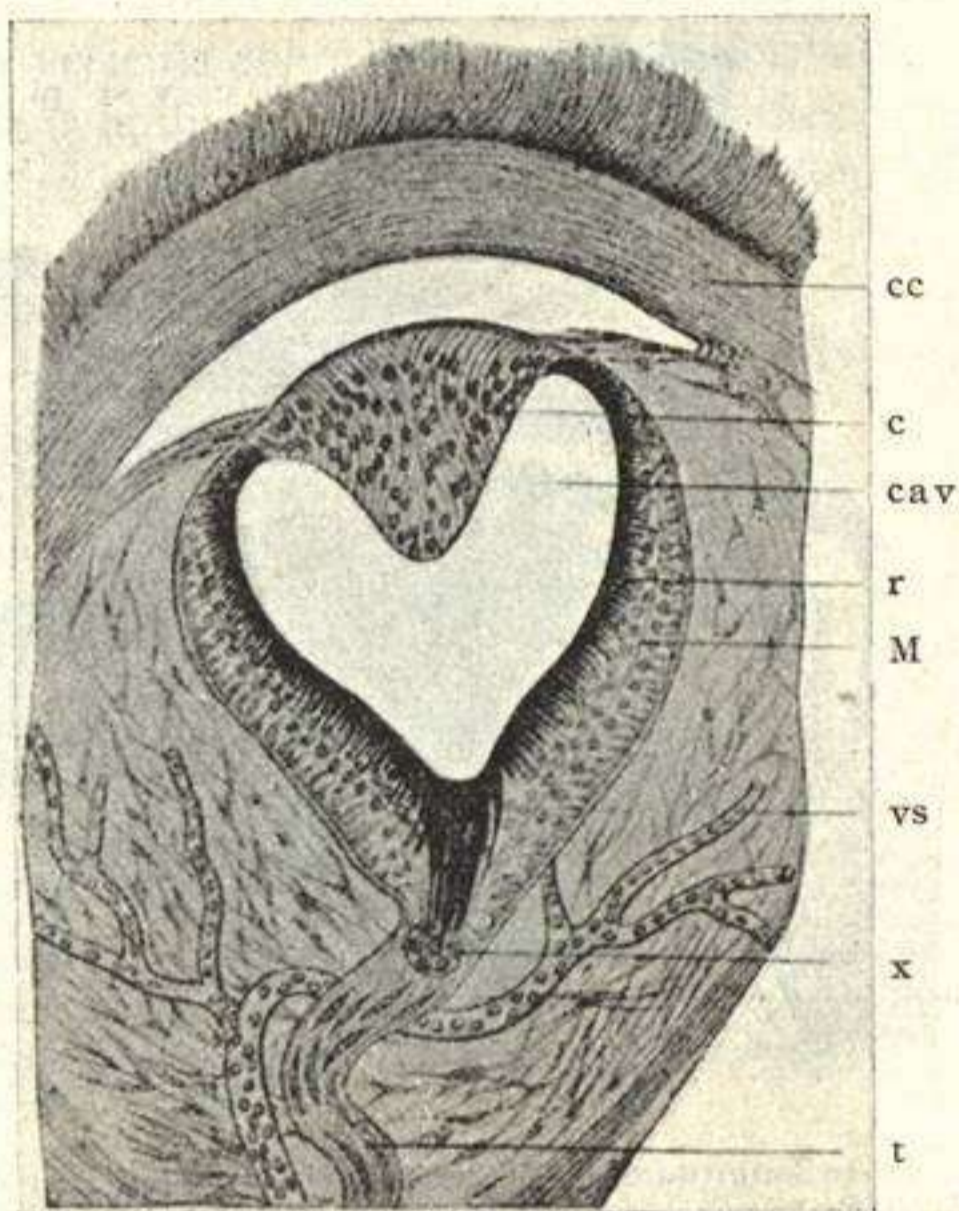


Fig. 183 Corte longitudinal de la cápsula conjuntiva con el ojo pineal de *Hatteria Punctata*.—cc, cápsula conjuntiva; c, cristalino; cav, cavidad ocular llena de líquido; r, parte retiniforme de la vesícula ocular; M, capa molecular de la retina; vs, vasos sanguíneos; x, células en el pedículo del ojo pineal; t, tira parecida al nervio óptico. Escaso aumento. (Según Baldwin Spencer. Die Elemente de O. Hertwig).

brión humano bajo la forma de una yema epitelial. Nos reservamos el juicio sobre la rectitud de su interpretación. En anfibios, reptiles y aves es formación constante.

La forma, en que se presenta, se reduce asimismo a una evaginación o dobladura, a veces ramificada (algunos reptiles), de la pared superior que limita el telencéfalo y diencéfalo. No sería fácil acertar con su fin o función. La delgadez de la pared que se dobla y de la misma dobladura y su contacto con la pía-madre ingieren, cuando menos,

(1) Conf. F. Tourneux: Précis d'Embryologie Humaine 362 (1907).

la sospecha, de que sirva por ventura a la nutrición, como el plexo coroideo, supliendo quizás en parte a ésta.

134. Hipófisis. — La pared inferior del diencéfalo es delgada, generalmente hablando, y se evagina hacia abajo y atrás, dando origen a una cavidad en forma de embudo, que por esta causa se ha

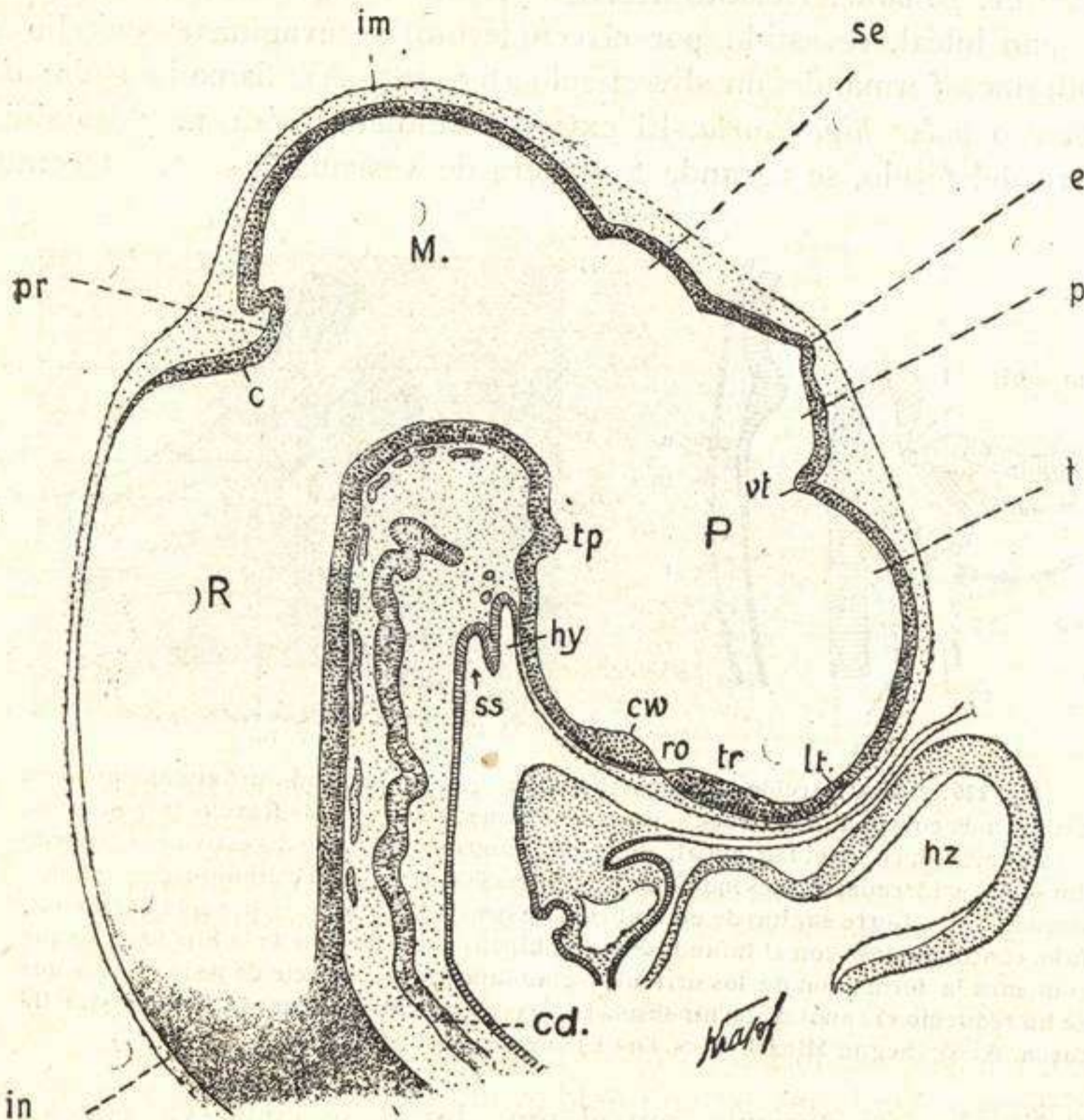


Fig. 184. Corte sagital medio de un embrión de pollo de 72 horas de incubación. — P, prosencefalo; M, mesencefalo; R, rombencefalo; t, telencefalo; p, parte parencefálica del diencéfalo; se, parte sinencefálica del diencéfalo; tp, tubérculo posterior; pr, pliegue (dobladura) rombo-mesencefálica; c, lámina cerebelar; cd, cuerda dorsal; im, inflexión mesencefálica; in, inflexión de la nuca; hz, corazón; lt, lámina terminal; tr, torus (obturador) transverso; ro, receso óptico; cw, quiasma óptico; vt, velo transverso; e, epítikum; hy, hipófisis; ss, bolsa de Seessel. (Según v. Kupffer. Del Embryologisches Praktikum de A. Oppel, que lo toma a su vez del Handbuch de O. Hertwig).

llamado *infundíbulo* (figs. 170, 172 y 174, J). La evaginación se dirige hacia abajo y atrás, yendo como al encuentro de la formación ectodérmica que a continuación describimos: ambas integran la hipófisis. El infundíbulo representa en algunos vertebrados inferiores un lóbulo del encéfalo, conteniendo células ganglionares: en los vertebrados superiores, no.

La formación ectodérmica que acabamos de apuntar, es la que constituirá definitivamente el lóbulo anterior de la hipófisis. El primer paso para su formación lo encontramos al tiempo, en que se perfora la lámina ecto-entodérmica que cierra el seno bucal o la parte anterior del tubo digestivo. Perforada la lámina, quedan alrededor de la abertura algunos restos conocidos con el nombre de *velo primitivo del paladar*. Delante de ellos y, por consiguiente, en la región del seno bucal, revestido por el ectodermo, se evagina el epitelio o ectodermo, formando un divertículo (fig. 185, A), llamado *Bolsa de Rathke* o *bolsa hipofisaria*. El extremo de dicha bolsa, muy hundido dentro del tejido, se agranda a manera de vesícula o saco. La comu-

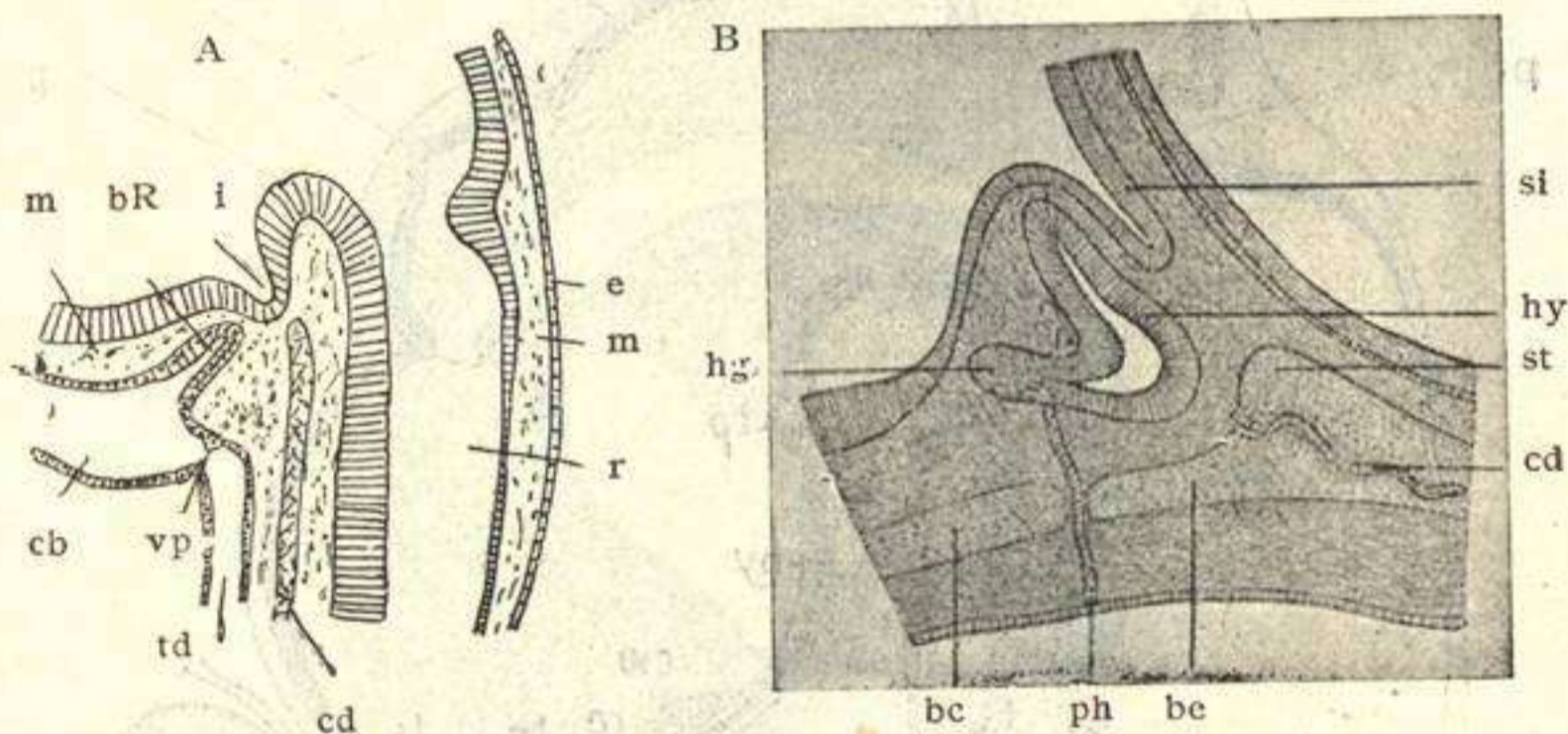


Fig. 185. A. — Porción de un corte sagital que corresponde próximamente a un embrión de conejo de 10-12 días. — m, mesénquima; bR, bolsa de Rathke (hipofisaria); i, infundíbulo; cb, cavidad bucal; vp, velo primitivo; tb, tubo digestivo; cd, cuerda dorsal; e, epidermis; m, mesénquima; r, rombencéfalo. (Original: dibujo algo esquematizado). B. — Corte sagital de un embrión de conejo de 20 mm. — si, suelo del diencéfalo, continuándose con el infundíbulo; hy, hipófisis; hg, región de la hipófisis, en que comienza la formación de los utrículos glandulares; ph, especie de pedúnculo a que se ha reducido el canal de la hipófisis; bc, base craneal; cd, cuerda dorsal; st, silla turca. A: 55. (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

nicación de esta vesícula con el seno bucal se conserva por algún tiempo bajo la forma de un cordón epitelial, especie de un pedúnculo de la vesícula (fig. 185, B, ph). Después desaparece generalmente en vertebrados superiores; en muchos inferiores (v. g., seláceos) se conserva en forma de canal que comunica con la boca.

El modo de perderse la comunicación con el lugar de origen es este: cuando se forma el esqueleto cartilagíneo del cráneo (fig. 185, B, bc) los cartílagos de la base del cráneo cortan el saco hipofisario, separándolo de su pedúnculo; aquélla queda por encima del cartílago; el pedúnculo por debajo, entrando luego en degeneración y terminando por desaparecer del todo. En casos anormales se ha encontrado en el mismo hombre un canal en el esfenoideas, que llegaba desde la cavidad de la *silla turca* a la base del cráneo, recibiendo una prolongación de la *hipófisis* (Suchannek).

El saco de la hipófisis sufre más tarde modificaciones de monta. Ante todo, crece hacia él la extremidad del infundíbulo; el cual obliga, al parecer, a invaginar la pared inmediata del saco hipofisario contra la opuesta. En el hombre hacia la segunda mitad del segundo mes (His) comienza el saco primitivo a brotar por su cuenta y a dar origen a nuevos saquitos o utrículos que se estrangulan y separan unos de otros, mediante la interposición de conjuntivo (fig. 186, hy') De un modo parecido a lo que sucede con la formación de los folículos del cuerpo tiroides, salvo que en éste los folículos son redondos, y en nuestro caso más bien utrículos.

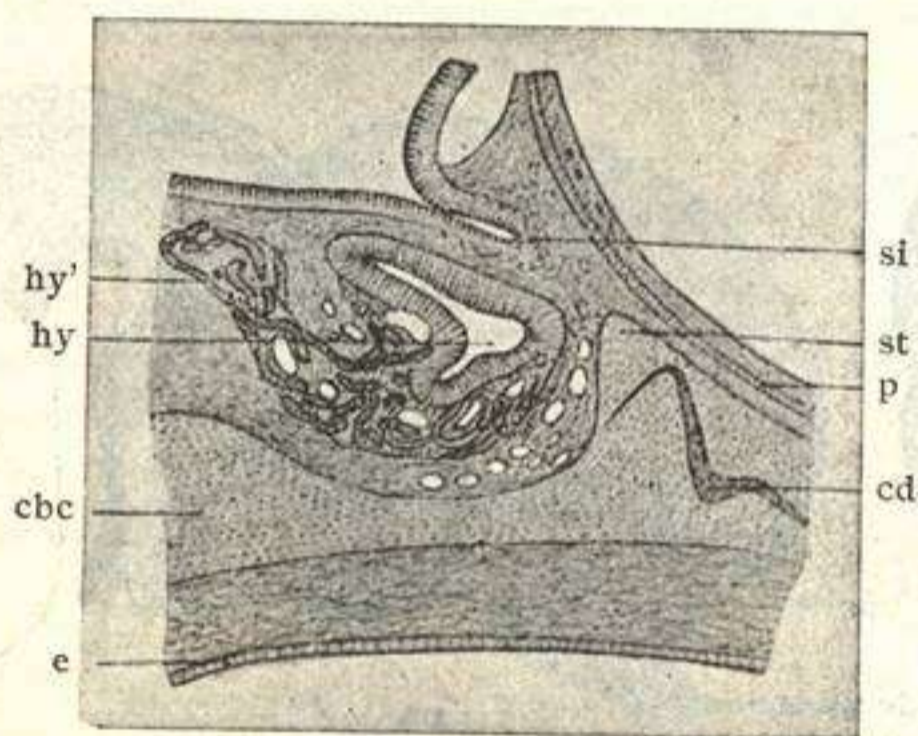


Fig. 186. Corte sagital de la hipófisis de un embrión de conejo de 30 mm. si, suelo del diencéfalo con el infundíbulo; hy, utrículo primitivo de la hipófisis; hy', utrículos derivados del primitivo; st, silla turca; p, pared del tubo nervioso; cd, cuerda dorsal; e, epitelio de la cavidad bucal; cbc, cartílago de la base del cráneo. A: 40. (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

Por lo dicho, se comprende el estado definitivo de la hipófisis en dos lóbulos: uno anterior y posterior otro; aquél de origen directamente ectodémico; éste, nervioso, bien que en vertebrados superiores su estructura histológica no es nerviosa: sus células son fusiformes, unas al lado de otras, que guardan, según dice O. Hertwig, gran semejanza con las del sarcoma.

Notemos, por fin, que la hipófisis se aloja en el esqueleto dentro de la fosa de la silla turca.

VI. Transformación del telencéfalo

135. Primeros cambios.—El estudio comparativo demuestra que en la serie de vertebrados el desarrollo del diencéfalo y del telencéfalo está en razón inversa: el telencéfalo, insignificante en peces y anfibios respecto del diencéfalo, va adquiriendo cada vez

mayor preponderancia en reptiles y aves, llegando a un predominio completo en mamíferos y señaladamente en los primates. Esto parece indicarnos que esta parte del encéfalo es la que está especialmente relacionada con el desarrollo de las facultades psíquicas. Bajo este último concepto el telencéfalo exige no tanto aumento de masa cuanto de superficie, así externa como interna. El aumento de superficie lo obtiene admirablemente la Naturaleza mediante la formación de surcos o dobladuras. Los surcos pueden ser de dos clases: *totales* o *parciales (superficiales)*. Llámense surcos *totales* aquellos, cuyo seno, cavidad o fosa que originan en la superficie externa, tiene su correspondencia y expresión en la del tubo nervioso: de manera que lo que

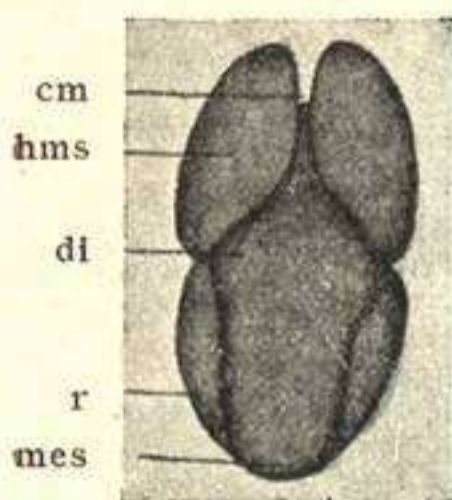


Fig. 137. Encéfalo de un embrión humano de 7 semanas, visto por la coronilla. — cm, cisura media, en cuyo fondo se ve la lámina terminal del telencéfalo; hms, hemisferio izquierdo; di, diencéfalo; mes, mesencéfalo; r, metencéfalo y mielencéfalo (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

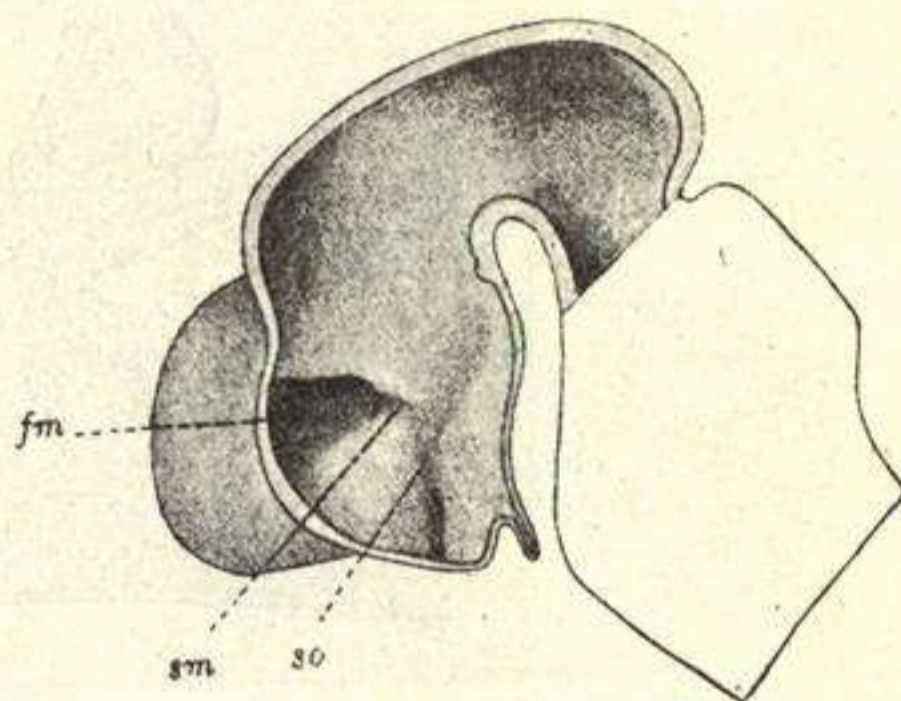


Fig. 138. Cara interna de un modelo del encéfalo de erizo de tierra, cortado sagitalmente por el medio. — fm, agujero de Monró, limitado anteriormente por la lámina terminal del telencéfalo, hundida por la cisura media y estrechando con ello la comunicación entre los dos hemisferios, constituida por el agujero de Monró; sm, surco interno de Monró; so, surco (interno) óptico. A: 15. (Según Groenberg. Tratado de Th. Ziehen en el Handbuch de O. Hertwig).

exteriormente es una depresión, es una eminencia en la cavidad interna o ventricular, tendiendo a reducir ésta. Estos surcos suelen llamarse comunmente *cisuras*. Los superficiales son los que no tienen correspondencia en el interior, como las numerosas anfractuosidades de la corteza cerebral.

Dicho esto en términos generales, estudiemos ahora más en particular los cambios y transformaciones que sufre el telencéfalo primario a causa de los surcos *totales*.

136. Cisura media. — El primer surco total o la primera cisura es el surco sagital medio, que divide la vesícula telencefálica en los dos hemisferios cerebrales. Después de la aparición del surco transversal que dividió el prosencéfalo en el diencéfalo y telencéfalo

(fig. 171), se forma en éste otro sagital, tendiendo a dividirles en dos mitades laterales que son los primeros esbozos de los hemisferios (fig. 187, cm). El surco afecta no sólo la parte superior de la vesícula, sino también la anterior; de manera que la parte primitiva anterior, donde se hallaba el neuróporo, en los primeros estadios evolutivos del sistema, se hunde hacia dentro y atrás, viniendo a constituir la *lámina terminal*, esto es, la pared anterior del orificio de Monró (fig. 188, fm). El tubo del telencéfalo se hunde, pues, en su línea media. El resultado final es que la vesícula del telencéfalo, quedando unida por la base, se divide antero-superiormente en dos cuerpos, convexos por la cara externa y planos por su cara media. Estos dos cuerpos son los dos hemisferios cerebrales. Cada hemisferio conserva su cavidad, deri-

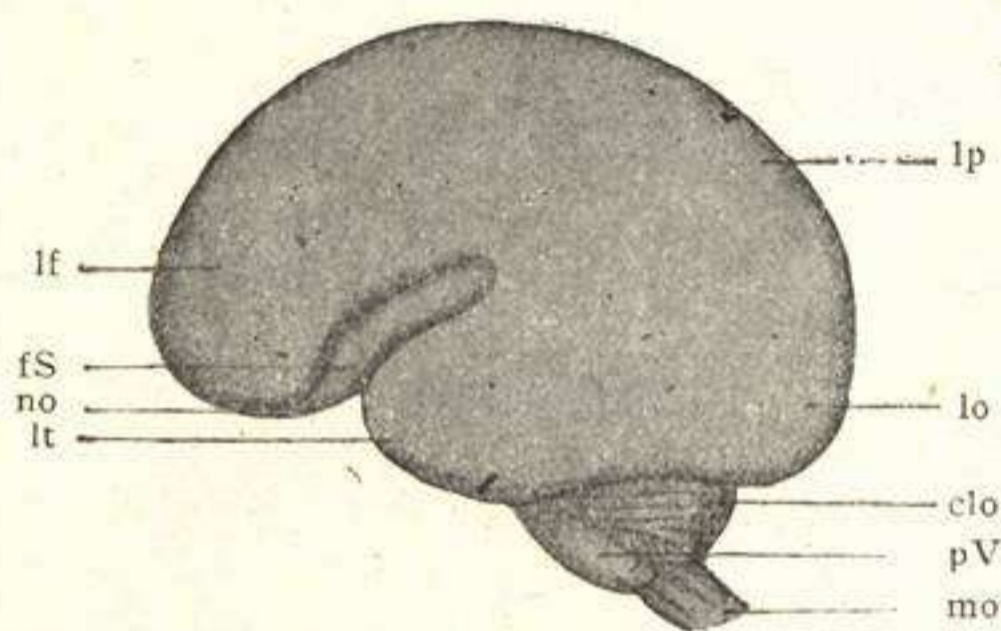


Fig. 189. Vista lateral del encéfalo de un embrión humano de la primera mitad del quinto mes. Tamaño natural.—lf, lóbulo frontal; ip, lóbulo parietal; lo, lóbulo occipital; lt, lóbulo temporal del cerebro; fS, fosa de Sylvio; no, nervio (bulbo) olfatorio; clo, cerebelo; pV, puente de Varolio; mo, médula oblongada. (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

vada de la cavidad de la vesícula telencefálica. La cavidad de cada hemisferio se llama *ventrículo lateral*: en la parte anterior se comunican los dos ventrículos laterales por la cavidad inter-ventricular, conocida con el nombre de *agujero de Monró* (fig. 188, fm).

El surco se llena de conjuntivo y forma la *hoz del cerebro* (*Falx cerebri*): y puede que la lámina conjuntiva en crecimiento haya producido o ayudado a producir mecánicamente el surco total medio. Nosotros, con todo, teniendo presente la índole de los fenómenos vitales y, sobre todo, la de los embriológicos, nos inclinamos a creer que el principal factor es aquí también el desigual crecimiento autoctónico del tubo nervioso que marcha, de igual modo que los demás órganos embrionarios, como a la ejecución de un plan preestablecido que es la obtención de la forma y disposición típica que ha de tener el sistema nervioso.

137. Otras cisuras. — A la cisura sagital media sigue en importancia la *cisura* o *fosa de Sylvio* (*fossa Sylvii*). Se origina ésta en la cara convexa de cada hemisferio y en su borde inferior

(fig. 189, fS); y consiste al principio en una depresión o aplanamiento de la pared; luégo se hunde y profundiza esta depresión, doblando la pared hacia el interior de la cavidad del ventrículo lateral y haciendo prominencia en él (fig. 190, cs). La prominencia definitiva no es debida sólo a la mera dobladura, sino que, además, la pared se engruesa, originando en su espesor el cuerpo estriado, donde se desarrollan varios núcleos ganglionares: *nucleus caudatus*, *nucleus lentiformis* y el *claustrum*. Con esto queda naturalmente estrechada y reducida la cavidad del ventrículo lateral. Y como quiera que el cuerpo estriado que lo estrecha, cae en la base del cerebro y es la continuación anterior de los *tálamos ópticos*, se le considera como parte integrante de la base o del tronco del cerebro, constituyendo el *lóbulo*

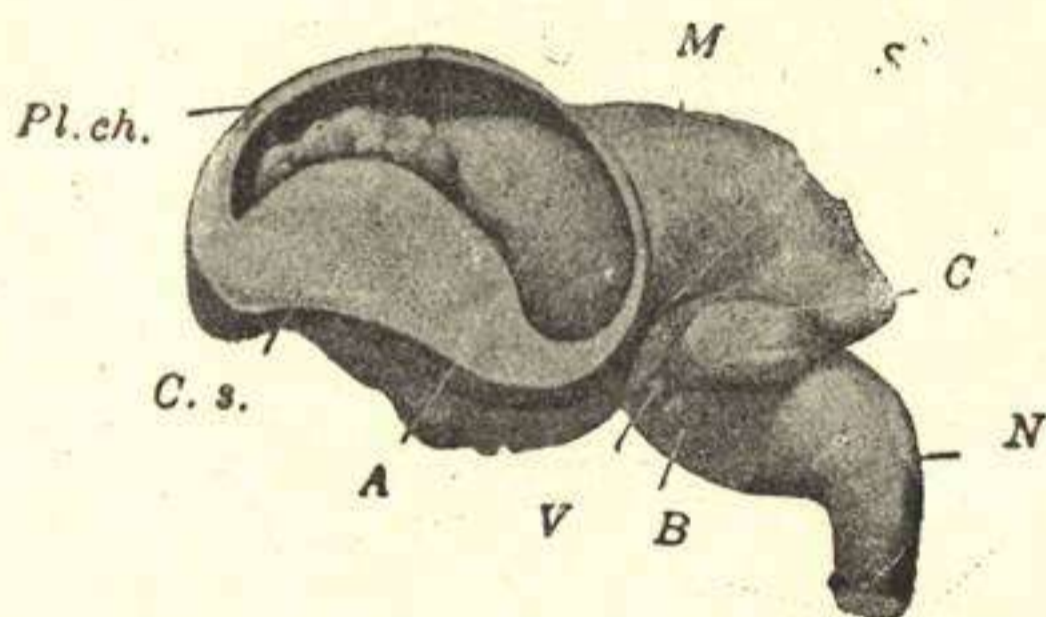


Fig. 190. Encéfalo de un embrión de conejo de unos dos centímetros. — El hemisferio izquierdo abierto por un corte sagital. El seno inferior es parte de la fosa de Sylvio: la pared invaginada se ha engrosado notabilísimamente para originar el cuerpo estriado que llena en gran parte el ventrículo lateral. — A, rodete producido por la cisura de Ammon; B, inflexión del puente; C, cerebelo; C.s, cuerpo estriado; M, mesencéfalo; N, inflexión de la nuca; Pl.ch, plexo coroideo (cae debajo de la línea que lo indica); S, inflexión mesencefálica o del vértice; V, nervio trigémino, (Según Gurwitsch. De su Atlas, Manual de Embriología, traducido por Pou y Orfila).

basal; y lo restante de la pared de los hemisferios que todo lo envuelven, superior, lateral, y aun en parte, inferiormente, se llama *manto*.

Al principio se ve, aun exteriormente, esa parte basal o, mejor, pared interna de la dobladura, producida por el surco profundo de la fosa de Sylvio (fig. 189, fS). Más tarde no; porque los bordes crecen y la cubren exteriormente. Así y todo, más tarde recibe surcos parciales (anfractuosidades) como toda la superficie del cerebro, constituyendo la llamada *isla de Reil* (*insula Reilii*). El manto se extiende alrededor de la isla como también alrededor del punto central. Este manto presenta al principio y por efecto del surco total un escotadura semilunar con la sinuosidad dirigida hacia abajo (fig. 189): lo cual ha hecho que a esta parte del manto se le llamase *lóbulo circular*. En estadios más avanzados, la parte posterior del lóbulo circular crece hacia abajo y adelante, originando el lóbulo temporal del cerebro definitivo. Con la aparición de la fosa de Sylvio se puede establecer la

división de cada hemisferio en los cuatro lóbulos que distingue la anatomía, a saber: lóbulo *frontal* (fig. 189, lf), que abarca desde la parte anterior del hemisferio hasta el surco de la fosa o cisura de Sylvio; lóbulo *temporal* (fig. 189, lt), representado por el cuerno posterior de la media luna que forma el manto, a causa de la fosa de Sylvio; lóbulo *occipital* (fig. 189, lo), que se extiende desde el lóbulo anterior hasta la extremidad posterior del hemisferio; y, finalmente, lóbulo *parietal* (fig. 189, lp), que es la parte superior del hemisferio, en que se unen los tres lóbulos anteriores.

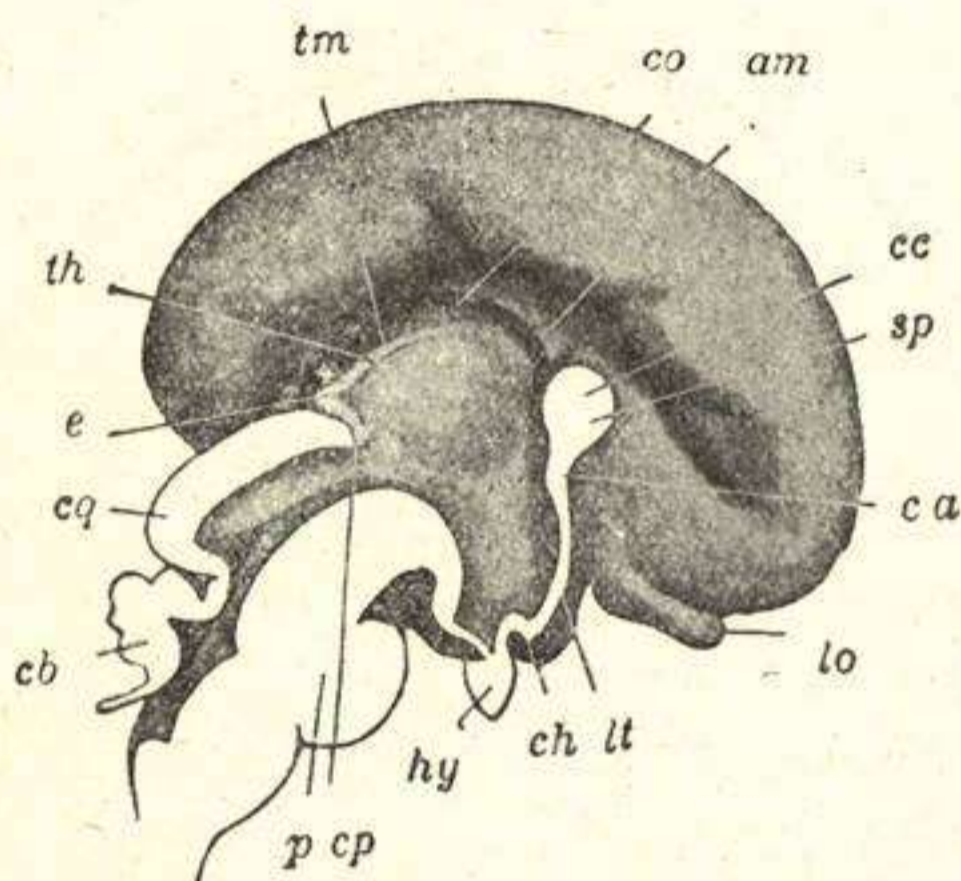


Fig. 191. Cara interna de la mitad del encéfalo de un embrión humano de cuatro meses, cortado sagitalmente por medio. — ca, comisura anterior; cb, cerebelo; cc, esbozo del cuerpo calloso; ch, quiasma óptico; cq, tubérculos cuadrigéminos; e, epifisis; hy, hipófisis; co, cisura coroidea; lo, lóbulo olfatorio; lt, lámina terminal; tm, tenia media; th, tálamo óptico; p, puente de Varolio (protuberancia anular); am, arco marginal; sp, tabique (septum) pelúcido; cp, comisura posterior. (Según Marchand. Del Atlas-Manual de Embriología de Gurwitsch, traducido por Pou y Orfila).

Cuanto a las profundas modificaciones que ha experimentado la cavidad ventricular por efecto de la cisura o fosa de Sylvio, haremos notar, ante todo, que la prominencia de la pared doblada en el interior del ventrículo, hace que la cavidad ventricular desde luego tome también una forma arqueada o semilunar como exteriormente la escotadura del manto. Después y a medida que crece el manto por los lados y hacia atrás, cambia más o menos la forma: se dilata algo el ventrículo en sus extremos: delante constituye la prolongación anterior del ventrículo lateral; atrás y abajo, la prolongación temporal, a la que estrechará luego el asta de Ammon o el pie del hipocampo; además, el mismo ventrículo se evagina hacia atrás y adentro, dando origen a la prolongación posterior del ventrículo, a la que estrechará a su vez el *espolón de Morán*. El espacio, donde confluyen los tres cuernos, es la *celda media*.

De lo dicho se puede sacar que los hemisferios van creciendo a medida que son asiento de las modificaciones externas e internas, producidas por los surcos totales. En el tercer mes cubren los hemisferios la parte posterior de los *tálamos ópticos*; en el quinto, comienzan a extenderse sobre los *tubérculos cuadrigéminos*, a los que cubren perfectamente al sexto mes. De aquí se extienden luégo sobre el cerebelo.

138. Cisura coroidea. — Las restantes cisuras tienen lugar en la cara interna o plana de los hemisferios. Son las siguientes:

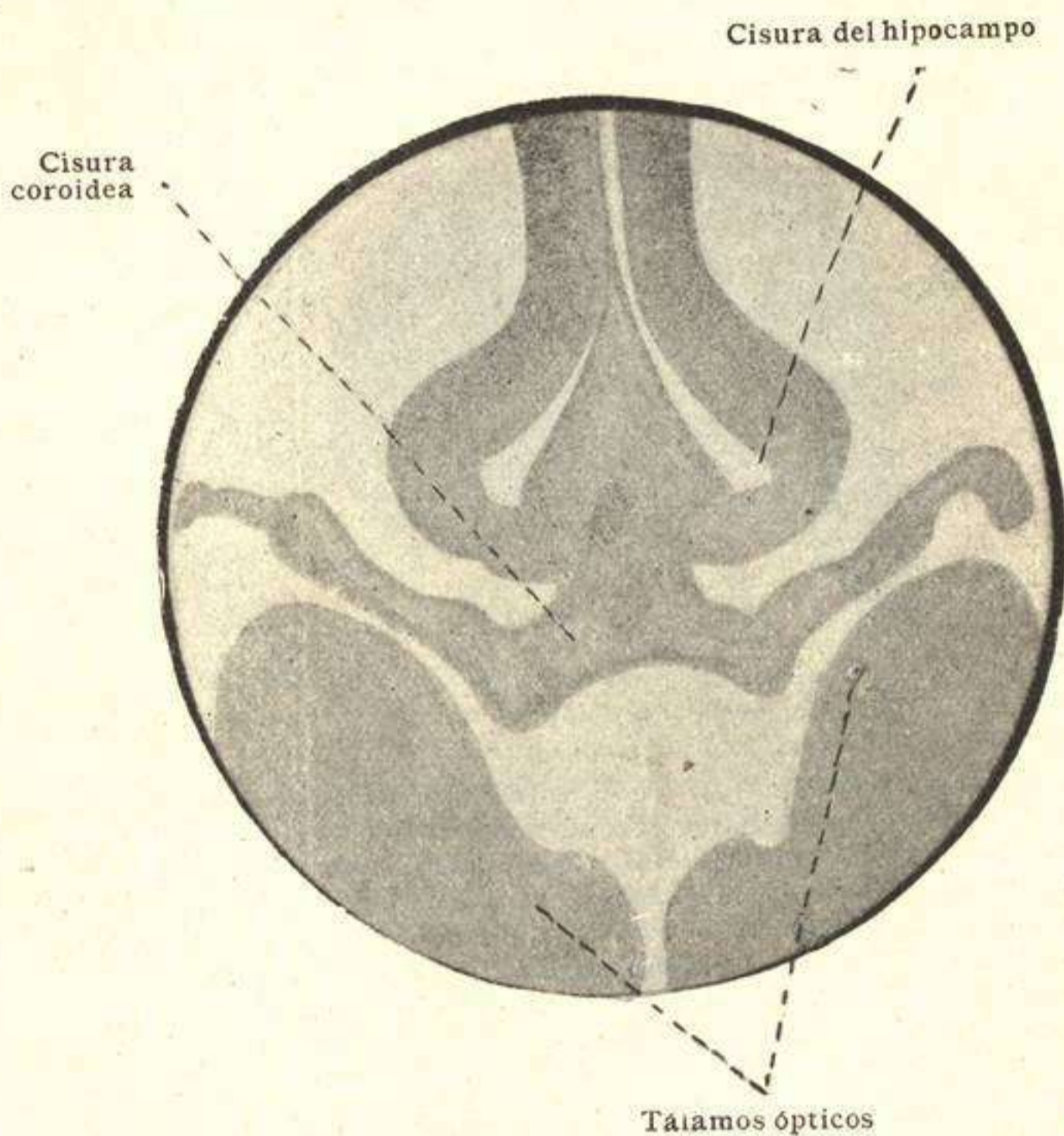


Fig. 192. Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días, cortando más o menos perpendicularmente las cisuras coroidea, y del arco marginal o del hipocampo (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

cisura coroidea (*fissura chorioidea*); *cisura del hipocampo* o del *cuerno de Ammon* (*fissura hippocampi*); *cisura calcarina* (*fissura calcarina*); y, finalmente, la *cisura parieto-occipital*.

Por lo que toca a la primera, así como por la cisura o fosa de Sylvio, se ha invaginado la pared externa y convexa, reduciendo la cavidad ventricular, así se invagina prematuramente (quinta semana en el embrión humano, según His) la pared interna y plana, formando una especie de hendidura arqueada, más o menos paralela a la eminencia interna, producida por la fosa de Sylvio (figs. 173, plc; 190, Pl, ch; 191, co). La porción de pared que se invagina, es delgada como la

del techo del tercer y cuarto ventrículo. La invaginación comienza junto al agujero de Monró (fig. 192) y corre hacia atrás, quedando después oculta por la bóveda de los tres pilares. El surco que se forma, se llena luego de mesénquima riquísimo en vasos y capilares sanguíneos, el cual brota hacia dentro del respectivo ventrículo formando numerosas vellosidades (fig. 190, pl). Las vellosidades llevan por delante el epitelio delgado e invaginado, constituyendo en conjunto el *plexo coroideo* lateral que en el cerebro adulto llena parte de la celda media y de la prolongación temporal. Este plexo coroideo comienza también junto al agujero de Monró, donde se ha iniciado la cisura coroidea: y como quiera que allí comienza asimismo el plexo coroideo anterior, que, según se explicó, representa el techo del tercer ventrículo, delgado y convertido en dicho plexo, resulta que, si uno levanta en el cerebro formado la bóveda de los tres pilares, pone al descubierto tres plexos coroideos que, partiendo de un mismo punto (parte anterior del diencéfalo) divergen hacia atrás, uno *central* (plexo coroidea anterior) y dos *laterales*, que son los que ahora nos ocupan. Y así como si uno quiere separar la pia-madre del techo del tercer ventrículo sigue con ella el epitelio adherido, y se origina la gran *hendidura cerebral anterior* que lleva al seno del tercer ventrículo; así, si uno quiere hacer lo mismo respecto de la cisura coroidea, sigue también con ella el epitelio y se forma la *hendidura lateral*, por donde se entra en el ventrículo lateral.

139. Cisura del hipocampo. — En la misma pared media de cada hemisferio, algo por encima de la cisura coroidea que acabamos de explicar, y paralela a la misma, se origina otra invaginación, llamada del *hipocampo* o del *cuerno de Ammon* (fig. 190, A; fig. 192).

La pared de esta segunda evaginación no es delgada, y está destinada a originar la bóveda de los tres pilares y el *asta de Ammon* o *pie del hipocampo*. En efecto; la parte de pared que en cada hemisferio separa la cisura que nos ocupa, de la cisura anterior o coroidea, se junta con la correspondiente del otro lado; y, soldándose en medio por encima del diencéfalo, origina un toldo sobre el techo de éste que es el *fórnix* o la bóveda del cerebro: toldo que, comenzando por encima del agujero de Monró con el llamado pilar anterior (son dos pedúnculos muy juntos) forma una lámina triangular, que se convierte o refleja hacia atrás en el cuerpo calloso. La dobladura misma de la pared que constituye la cisura propiamente dicha, se engruesa y crece hacia dentro de la prolongación ventricular del lóbulo temporal, formando el cuerpo, llamado *pie del hipocampo*, por otro nombre el *asta de Ammon*. La cisura del asta de Ammon se llama también *cisura del arco marginal*, por razón de que limita un rodete arqueado de la cara interna del hemisferio, que juega importante papel en la formación del sistema de comisuras, de que hablaremos después (fig. 191, am).

140. Cisura calcarina. — Indicamos más arriba (n. 137) que la prolongación occipital del ventrículo lateral era efecto de una evaginación de la cavidad primitiva: y ahora podemos añadir que todo el lóbulo occipital del hemisferio se debe considerar como una evaginación hacia atrás del lóbulo *anular* primitivo. Ahora bien; en la cara interna de aquél (cara interna del hemisferio), se forma el surco o la cisura calcarina, que es una especie de ramificación de la cisura del hipocampo. La eminencia que la cisura calcarina produce dentro del ventrículo y lo estrecha, cae naturalmente en la prolongación occipital de dicho ventrículo, y se la llama en Anatomía *espolón de Morán* (*calcar avis*).

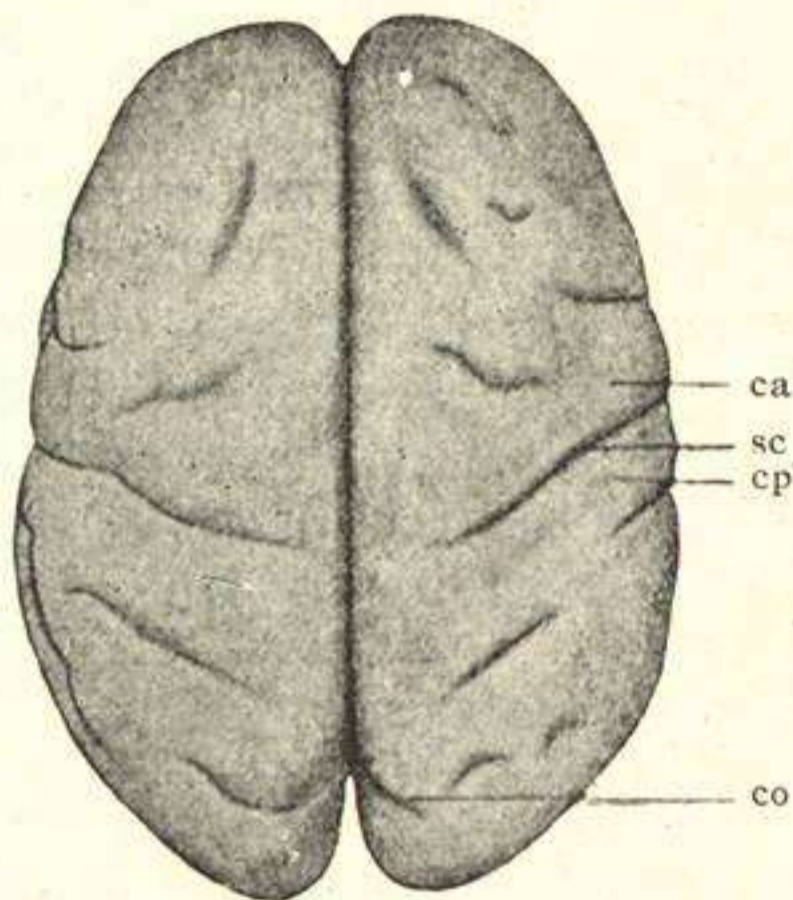


Fig. 193. Encéfalo de un feto humano del principio de 8.º mes.—sc, surco central medio; ca, circunvolución central anterior; cp, circunvolución central posterior; co, cisura occipital (parieto-occipital), que se inicia en la cisura del arco marginal o del hipocampo, y, por lo mismo en la cara interna del hemisferio. Tamaño $\frac{3}{4}$ del natural. (Según Mihalkovics. Die Elemente de O. Hertwig).

141. Cisura parieto-occipital. — Es la menos importante de las cisuras; y sólo debe ser contada entre los surcos *totales* durante la vida embrionaria; porque la eminencia que produce al principio dentro del ventrículo lateral, desaparece después, merced a que la pared del hemisferio crece mucho en grosor e iguala de nuevo la pared interna. El sitio de esta cisura es también la cara interna del hemisferio en el límite entre el lóbulo parietal y occipital. El surco comienza asimismo en la cisura del hipocampo (fig. 193, co), y sube verticalmente como si quisiese marcar el límite entre los dos mencionados lóbulos cerebrales.

142. Surcos parciales. — Además de las cisuras que acabamos de estudiar, accidentan la superficie de los hemisferios cere-

brales de vertebrados superiores (mamíferos) y, sobre todo, de los más próximos al hombre, multitud de surcos en direcciones, al parecer, irregulares: son los surcos *parciales*, sin ninguna correspondencia en el interior de las cavidades cerebrales. Los surcos son más o menos profundos, separados unos de otros por lomitos tortuosos. Los surcos se llaman también *anfractuosidades*; y los lomitos, *circunvoluciones*. Hay surcos primarios, secundarios y terciarios por razón de su profundidad. Según Pansch, los surcos son tanto más profundos cuanto más precoces en su aparición. Así podemos decir que los primarios (más profundos) son los primeros en formarse, luego los secundarios y, finalmente, los terciarios. El primero de todos en aparecer es el surco central medio (fig. 193, sc), al principio del sexto mes. En el noveno mes están formados ya todos los surcos primarios o principales: de manera que un cerebro de este tiempo da una imagen típica de los surcos y circunvoluciones (Mihalkovics).

No tiene especial interés embriológico el perseguir aquí la formación particular de cada surco. Basta saber que su formación se debe a un rápido crecimiento de la sustancia gris con sus células ganglionares en superficie: lo cual la obliga a doblarse. Dentro de la dobladura se desarrolla poca sustancia blanca. El fin que pretende la Naturaleza por este medio, es aumentar la superficie de la capa gris periférica, donde colocan los fisiólogos modernos el órgano de la conciencia.

VII. Comisuras

143. Idea general. — Merece párrafo aparte la cuestión de las comisuras del encéfalo, entendiéndose por tales los puntos, por donde pasan de un lado a otro las fibras que ponen en comunicación las dos partes simétricas. A juzgar por su magnitud, hay comisuras muy importantes y las hay también de menor cuantía.

El modo de originarse las comisuras es de dos maneras, o por modificación de las paredes del tubo nervioso primitivo, o por soldadura de las paredes de ambos lados, al aproximarse y ponerse en contacto. Es fácil comprender que, siendo el sistema nervioso primitivamente un tubo, aunque después se modifique éste y adquiera simetría dorso-ventral, queda tanto en la pared superior, como en la inferior del tubo primitivo, un excelente medio o puente preformado para comunicar los lados simétricos, enviándose mutuamente fibras nerviosas. Así lo vimos ya en la médula espinal. Por otra parte, tratándose de procesos embriológicos o formativos, si dos órganos primitivamente separados se ponen más tarde en contacto, fácilmente se unen y sueldan, comunicándose y fusionándose sus tejidos similares.



144. Comisuras por el primer modo. — Varias son las comisuras que deben su origen al primer modo de formarse, esto es, a la modificación de la pared del tubo primitivo. Así, por ejemplo, los ojos se derivan, como en parte hemos visto y veremos luego más de asiento, del diencéfalo por evaginación de sus paredes inferolaterales. La porción del tubo evaginado que se mantiene unido a la base del diencéfalo, tendrá preformado, en la pared inferior de éste, un excelente medio para el cruce de fibras del *quiasma óptico*, que representa una verdadera comisura. Y lo mismo se diga de la comisura postóptica de algunos vertebrados.

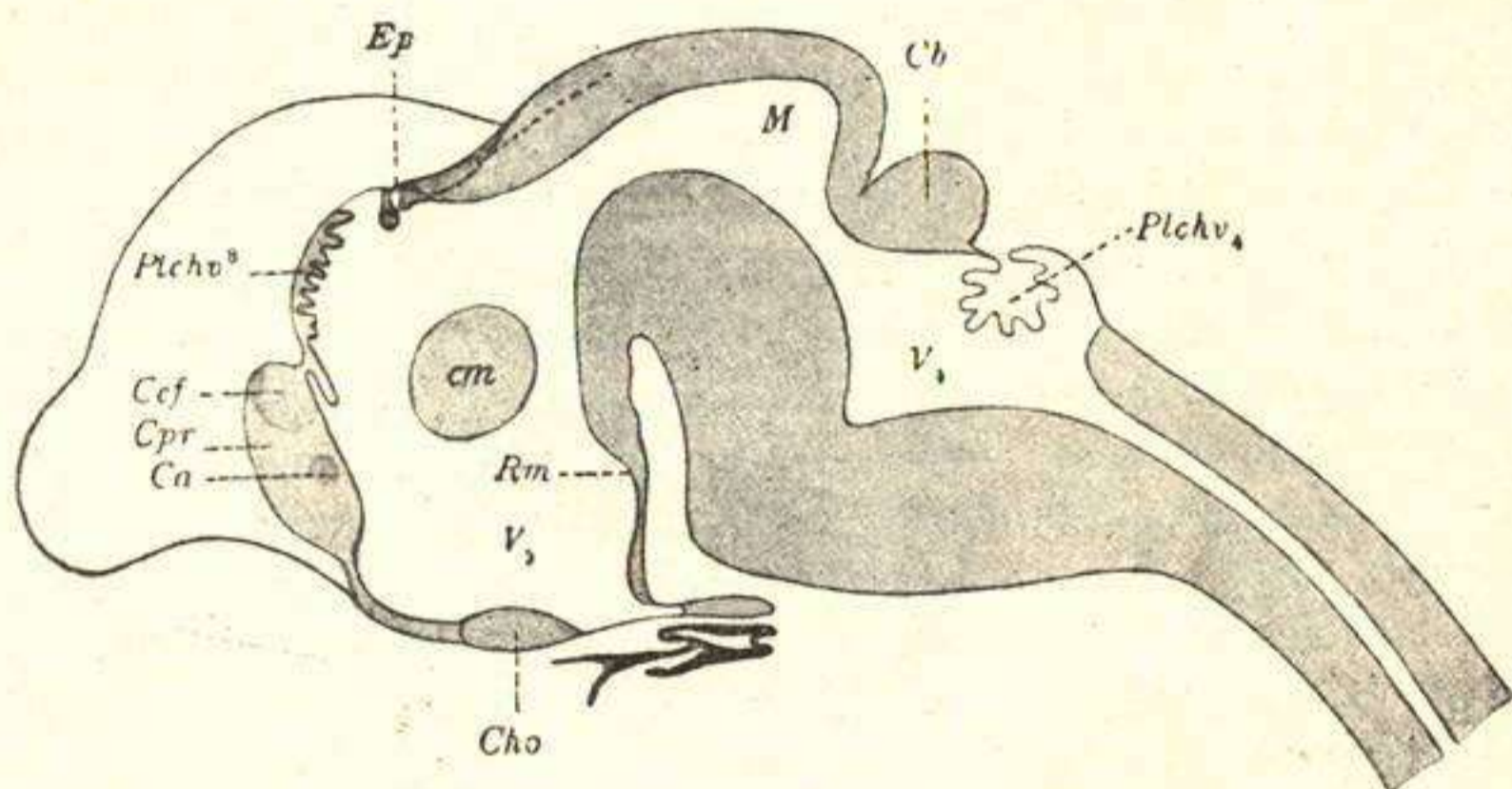


Fig. 194. Corte sagital medio del encéfalo de un erizo de tierra. A: 10.—Ca, comisura anterior; Cb, cerebelo; Ccf, esbozo común del cuerpo caloso y de la comisura del hipocampo; Cpr, concrecencia primitiva; Cho, quiasma óptico; cm, comisura media; Ep, epifisis; M, mesencéfalo; Plechv³, plexo coroideo del tercer ventrículo; Plechv⁴, plexo coroideo del cuarto ventrículo; Rm, receso mamilar; V³, tercer ventrículo; V⁴, cuarto ventrículo. (Según Groenberg. Tratado de Th. Ziehen en Handbuch de O. Hertwig).

Por el estilo, nos explicamos embriológicamente la comisura anterior del cerebro. En efecto; más arriba hicimos notar que la pared anterior de la vesícula del procencéfalo, después de cerrado el neuróporo y de la formación del surco medio que divide la vesícula en dos hemisferios, constituye la *lámina terminal* o *de cierre* (n. 136) y ofrece también un excelente puente para la transmisión de fibras de un hemisferio al otro. Y aquí es, efectivamente, o un poco más arriba o más abajo (figs. 174 y 175, ca; 194, Ca; 195, b), donde aparece la comisura anterior del cerebro. Casi formando cuerpo con ésta existe, al menos en muchos vertebrados, la comisura anterior del manto, que en los mamíferos parece corresponder a la llamada *concrecencia primitiva* (fig. 194, Cpr).

No tiene, sin duda, otro origen la comisura *posterior del manto* de los reptiles, la comisura *habenular* (figs. 172, 174, 175, ch), la co-

misura *posterior* (figs. 172, 174, 175, cp), y no menos la *cerebelar* (fig. 172, cc), sólo que en lugar de provenir de la pared inferior o anterior del tubo primitivo, lo hacen de la superior.

145. Comisuras por el segundo modo. — La formación de comisuras por contacto y soldaduras es, sin duda, la más importante, y a este proceso deben su existencia, a lo que parece (la cuestión no está tan libre de dificultades), las grandes comisuras del *fórnix* o *bóveda de los tres pilares* y del *cuerpo calloso*; también, aunque de menor cuerpo, la *comisura media* que une los tálamos ópticos (fig. 194, cm). El origen de esta última es el siguiente. Las paredes internas del diencéfalo distan mucho de ser lisas, antes están accidentadas por eminencias o tubérculos, más o menos pronunciados y



Fig. 195. Corte sagital medio de un embrión de gato de 3,8 cm. de longitud. — a, esbozo del cuerpo calloso; c, lámina terminal; b, comisura anterior. (Según Martín. Tratado de Th. Ziehen en el Handbuch de O. Hertwig).

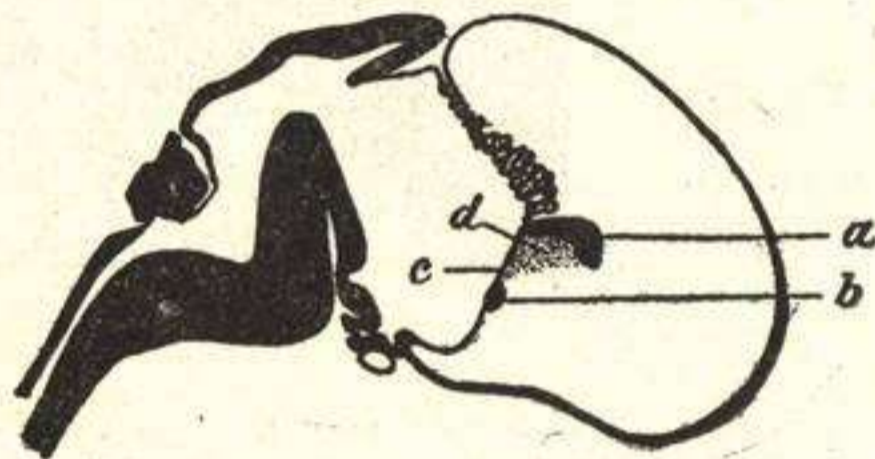


Fig. 196. Corte sagital medio de un embrión de gato de 6 cm. de longitud. — a, esbozo del cuerpo calloso; b, comisura anterior; c, lámina terminal; d, distrito correspondiente al tabique transparente (*Septum pellucidum*). (Según Martín. Tratado de Th. Ziehen en el Handbuch de O. Hertwig).

separados por surcos irregulares (véase la figura 188), que sirven a los embriólogos de puntos de referencia para distinguir diversas regiones. Uno de estos tubérculos cae bastante en medio de la pared; y como las formaciones son simétricas, vienen por el crecimiento a tocarse en medio el tubérculo de un lado con el del otro y a soldarse, constituyendo la *comisura media*.

Pero las dos comisuras de mayor momento son, como queda indicado, el *fórnix* y el *cuerpo calloso*. He aquí cómo se explica su origen. Las paredes medias (internas) de los hemisferios, por delante del agujero de Monró, se sueldan en un espacio determinado (fig. 195, a), que luego ofrece, en el corte, forma más o menos triangular (fig. 196, a); en el centro del triángulo no se engruesan las paredes ni se sueldan, sino que permanecen aisladas, sumamente delgadas y transparentes para formar el tabique transparente (*septum pellucidum*) (figs. 196 y 197, d), dejando en medio una cavidad vertical, llamada ventrículo del tabique transparente que no tiene ni relación genética ni comunicación con los

ventrículos o las cavidades del tubo nervioso. La pared o el lado anterior del triángulo originaría la rodilla del *cuerpo calloso* (fig. 197, a^2); el superior, la masa principal de dicho cuerpo, reflejándose en la parte posterior, mediante su rodete y transformándose en el *fórnix* o la *bóveda de los tres pilares*, que resulta del crecimiento del lado posterior del triángulo primitivo (fig. 197).

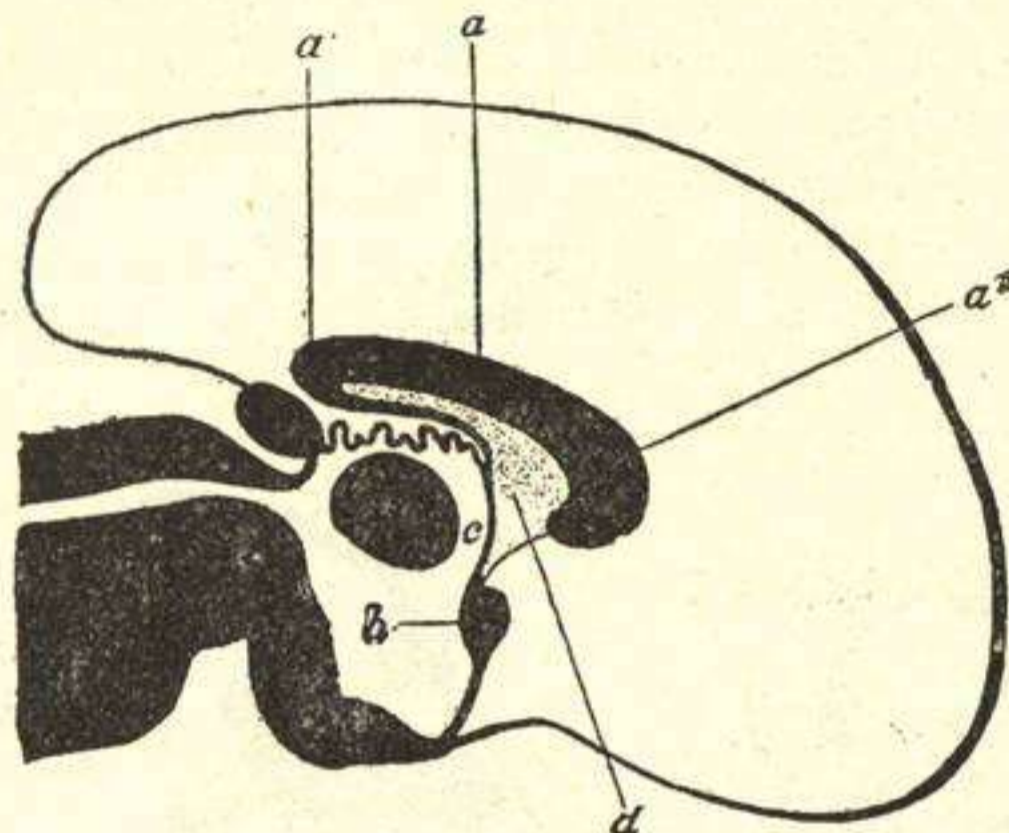


Fig. 197. Corte sagital medio del encéfalo de un embrión de gato de 9 cm. a, parte principal del cuerpo calloso; a^1 , rodete del mismo; a^2 , rodilla del mismo con su pico; b, comisura anterior; c, lámina terminal; d, tabique transparente (*septum pellucidum*). (Según Martín. Tratado de Th. Ziehen en el Handbuch de O. Hertwig).

La soldadura de las paredes se verifica entre la cisura coroidea y la del cuerpo de Ammon: aquélla, pues, queda debajo del fórnix; ésta, encima del cuerpo calloso, constituyendo su borde superior la circunvolución del cuerpo calloso que cae en la parte superior y anterior de éste; al paso que hacia abajo (ya que la cisura es arqueada) se continúa con la circunvolución del hipocampo.

VIII. Rinencéfalo

146. Concepto y descripción. — Para terminar lo que nos habíamos propuesto decir acerca del gran centro nervioso céfalo-raquídeo, del que, como veremos, se derivan probablemente así los nervios periféricos como los llamados ganglios simpáticos; ganglios simpáticos que se consideran también como centros; diremos dos palabras sobre los *bulbos olfatorios*, que pasan por el primer par de nervios craneales; mas en realidad de verdad, cada bulbo olfatorio no es sino una parte o lóbulo de los hemisferios cerebrales, a que por

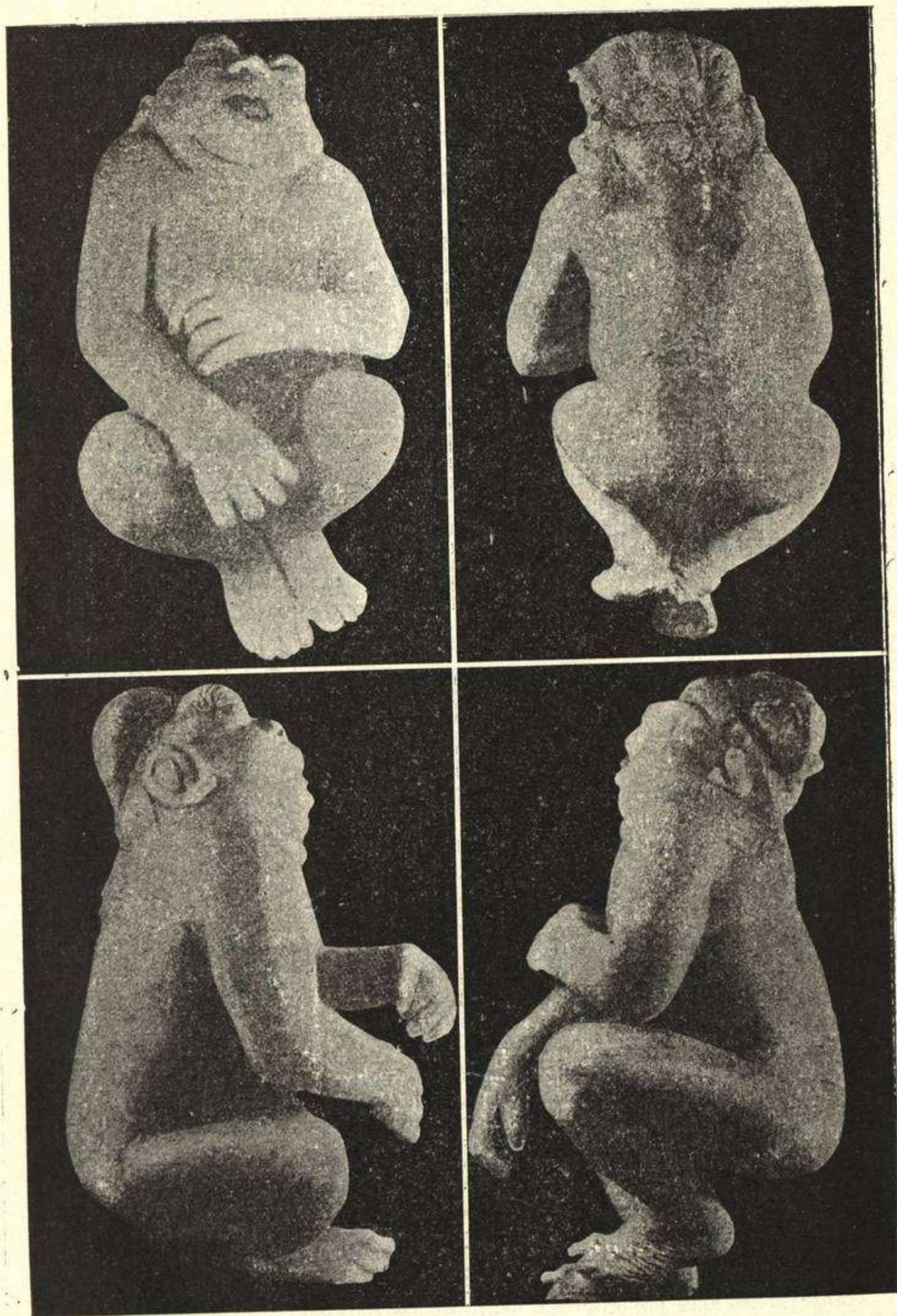


Fig. 199 bis. Cuatro vistas de un feto con anencefalia: 1, cara anterior; 2, cara posterior; 3, cara lateral derecha; 4, cara lateral izquierda. (De un trabajo científico del Dr. F. Carreras Verdaguer).

quiere menos desarrollo. En cambio, en otros vertebrados alcanza notable crecimiento, reteniendo en mayor o menor escala la cavidad interior (fig. 198). Entre los mamíferos se observa especialmente esto en todos aquellos, cuyo olfato está muy desarrollado, v. g., el caballo.

Sin duda que estará en relación con el desarrollo del mismo sentido del olfato la extraordinaria magnitud de los lóbulos olfatorios en selacios. Su corpulencia (fig. 199, Lol) es tal, que aventaja al diencéfalo y al mesencéfalo.

147. Anencefalia. — Muchas son las deformaciones que traen su origen de una perturbación en la marcha embriológica del sistema nervioso y señaladamente de la masa encefálica. La más principal es sin duda la llamada *anencefalia*, que significa carencia de encéfalo, que naturalmente podrá tener sus grados. Un caso muy notable de anencefalia es el estudiado por el Dr. D. Francisco de P. Carreras (fig. 199 bis). Como muestran las figuras, la región correspondiente al cráneo está abierta, ofreciendo un profundo surco sagital. Esto no puede obedecer más que a la falta de cierre del canal nervioso o primitivo; pero este defecto ha de influir por precisión en los demás órganos de la cabeza como en la formación del cráneo; y la abertura que se prolonga hacia atrás, interesa el raquis que puede quedar también abierto en mayor o menor extensión (*raquisquisis*).

IX. Nervios periféricos

148. Idea general. — Los centros nerviosos están destinados a presidir los fenómenos de irritabilidad en las distintas partes del organismo, con las cuales por lo mismo han de ponerse de algún modo en relación o comunicación. La comunicación la establecen los nervios que constituyen en general, en unión de los órganos terminales, el llamado sistema nervioso periférico. Por periferia entendemos aquí no precisamente la piel, sino todo órgano separado de los centros que haya de ser inervado, ora sea órgano de sensibilidad, ora de movimiento, tanto mecánico-fisiológico como fisiológico-químico, v. g., de secreción. En este artículo hemos de estudiar el origen de los nervios. De hecho, resultan éstos en el organismo adulto, de la reunión de fibras nerviosas y éstas son apéndices de células nerviosas, como ya dijimos (n. 117). De aquí parece fácil adivinar cuál será el origen de estas fibras; pues parece que no puede ser otro que los centros nerviosos, donde se hallan reunidas las células ganglionares. Sin embargo, la cuestión no carece de dificultades y hay opiniones en ello.

149. Diversas opiniones. — Ante todo, conviene acentuar lo difícil que es investigar el primer origen de las fibras nerviosas, aun ántes de poseer vaina mielínica: lo cual se le alcanzará a cualquiera que conozca cuánto cuesta poner en claro el modo de terminar las fibras y fibrillas nerviosas en los epitelios y aun en las

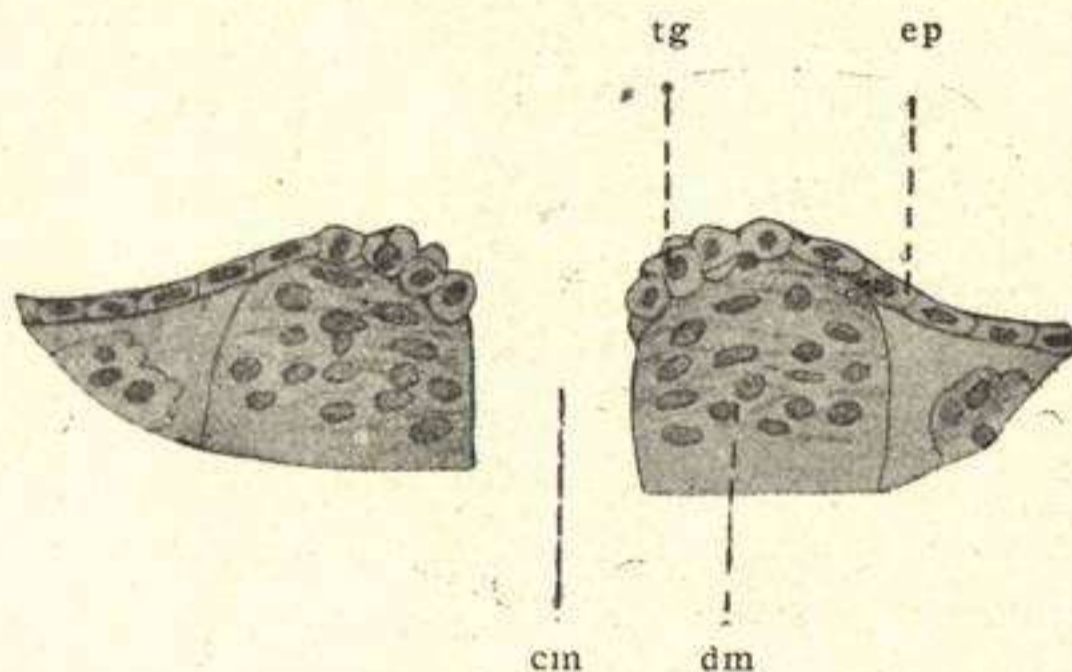


Fig. 200. Corte transversal del canal medular, abierto aún, de un embrión humano con 13 segmentos.—ep, epidermis; tg, tira ganglionar; dm, dobladura medular; cm, canal medular abierto. (Según Lenhossék. Tratado de L. Neumayer en el Handbuch de O. Hertwig).

fibras musculares lisas. Existen acerca de la cuestión propuesta dos opiniones principales: una que supone que el origen de fibras nerviosas está en los centros y de allí van creciendo hasta llegar al órgano periférico, con el que entran en relación funcional; otra, que cree que las fibras nerviosas deben su existencia a cadenas de células,

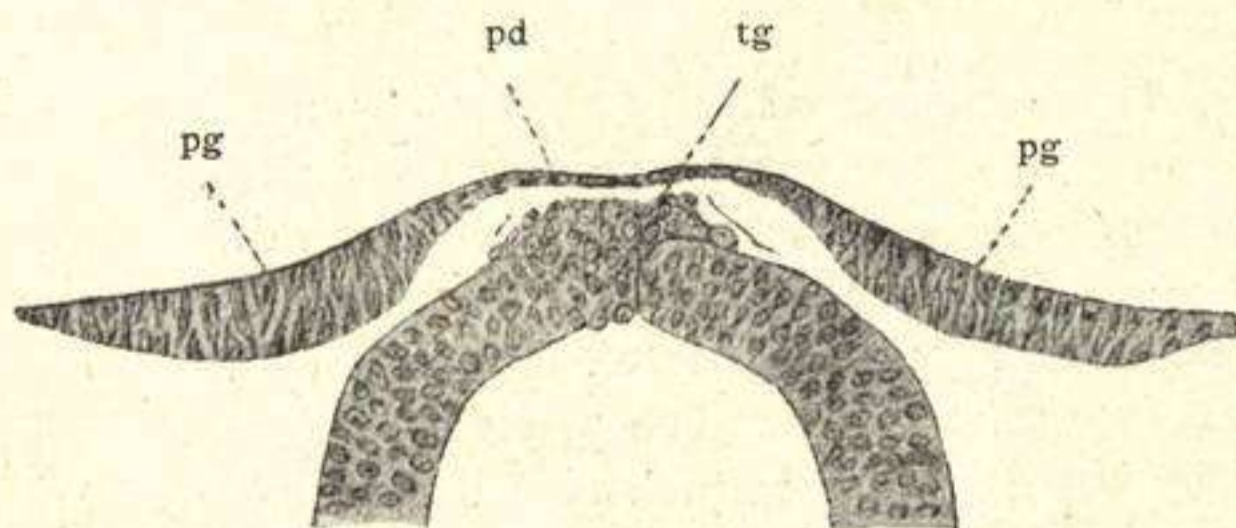


Fig. 201. Corte transversal de un embrión de pollo de 29 horas de incubación. El corte ha interesado la región del tercer segmento. tg, tira ganglionar; ms, médula espinal; pd, parte adelgazada del ectodermo; pg, parte engrosada del mismo. (Según Golowine. Die Elemente de O. Hertwig).

de origen ectodérmico también, interpuestas entre el centro y la periferia. La primera de estas opiniones parece ser la que tiene mayor probabilidad. Según ella, las células o núcleos que acompañan las fibras nerviosas y que constituyen la membrana de Schwann, serían advenedizas y no las originadoras de la fibra.

150. Origen de los ganglios espinales.— En lo que todos convienen es en señalar el primer origen de los ganglios espinales, y sus equivalentes en la cabeza, aunque otra vez haya diver-

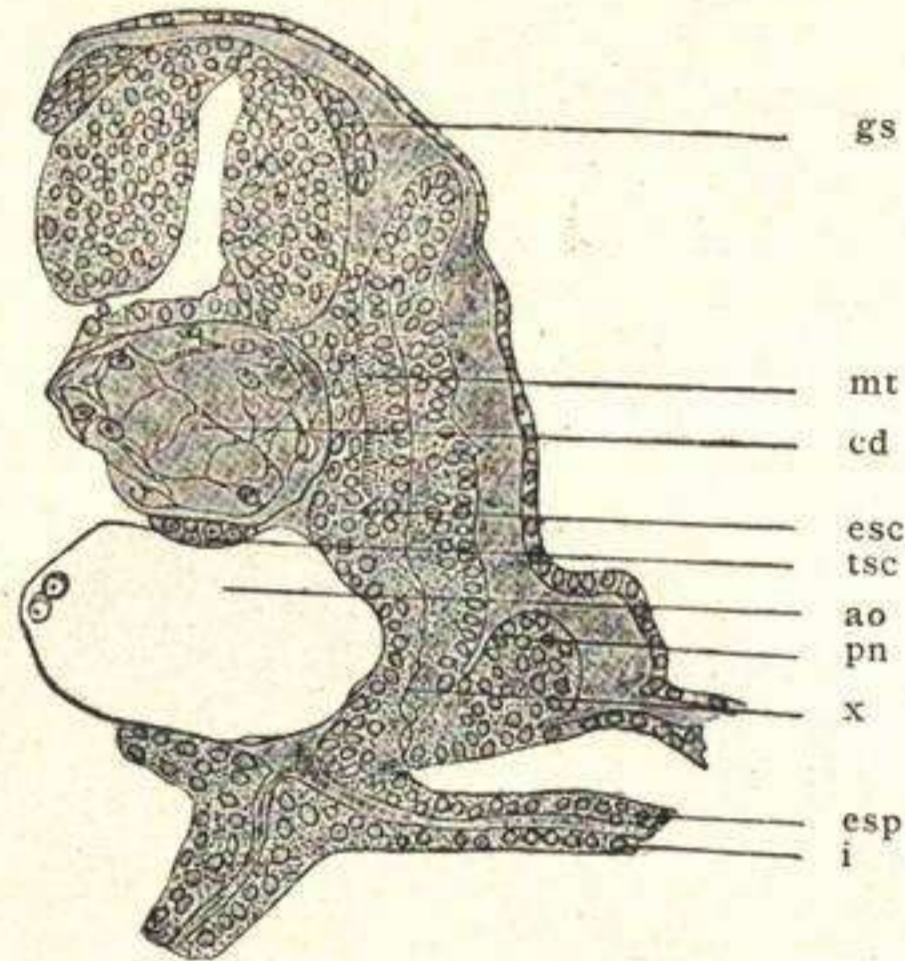


Fig. 202. Corte transversal de un embrión de *Pristiurus* (selacio). — gs, ganglio espinal; mt, miótomo; cd, cuerda dorsal; tsc, tira subcordal; ao, aorta; pn, pronefros; x, continuación del celoma bajo la forma de hendidura en el miótomo; sp, esplacnopleura (hoja visceral del mesodermo); i, epitelio intestinal. (Según Rabl. Del libro: Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere de Ziegler)

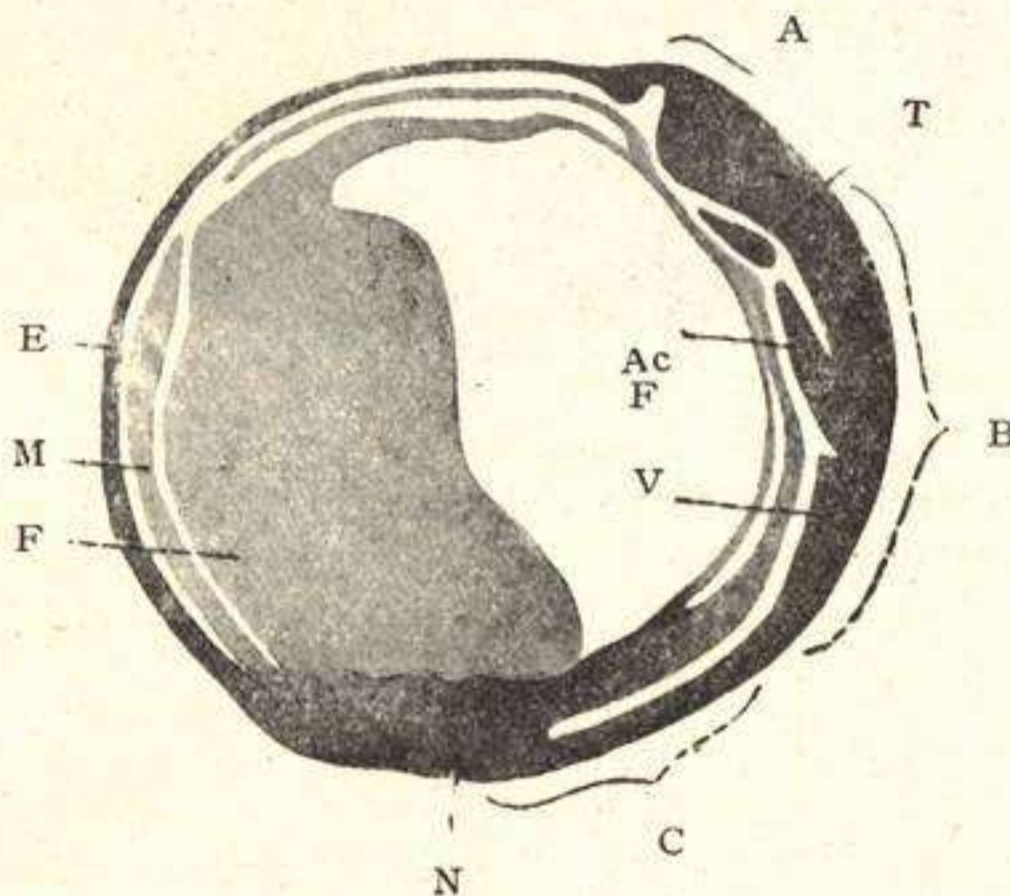


Fig. 202 bis. Corte sagital del huevo de rana. — A, zona arquenterica; B, zona deutenterica; C, zona notogénica; N, canal neurentérico; T, esbozo del ganglio del trigémino; Ac F, esbozo del acústico-facial; V, esbozo del vago; E, epiblasto; M, mesoblasto; H, hipoblastos. (Según Brachet. De su Traité d'Embryologie des vertébrés).

gencia en ulteriores estadios evolutivos. El origen de estos ganglios se halla en el mismo tubo nervioso, que tan largamente nos ha ocupado, en un estadio muy precoz. En efecto; en el embrión de pollo,

en el del hombre y sin duda de muchos otros mamíferos, se advierte en aquel estadio en que el sistema nervioso es aún un canal abierto, y en el punto de la dobladura, en que la placa nerviosa se convierte en la capa córnea o primera epidermis, un grupo de células (figura 200, tg), algo diversificadas por su forma redondeada. Este grupo de células a cada lado de la canal nerviosa en su primera aparición es matemático, es decir, segmentariamente. Más tarde, cuando se juntan los bordes de la dobladura y se desprende la parte nerviosa de la epidermis, confluyen los grupos de células de ambos lados y originan un cordón celular continuo, que en el corte transversal

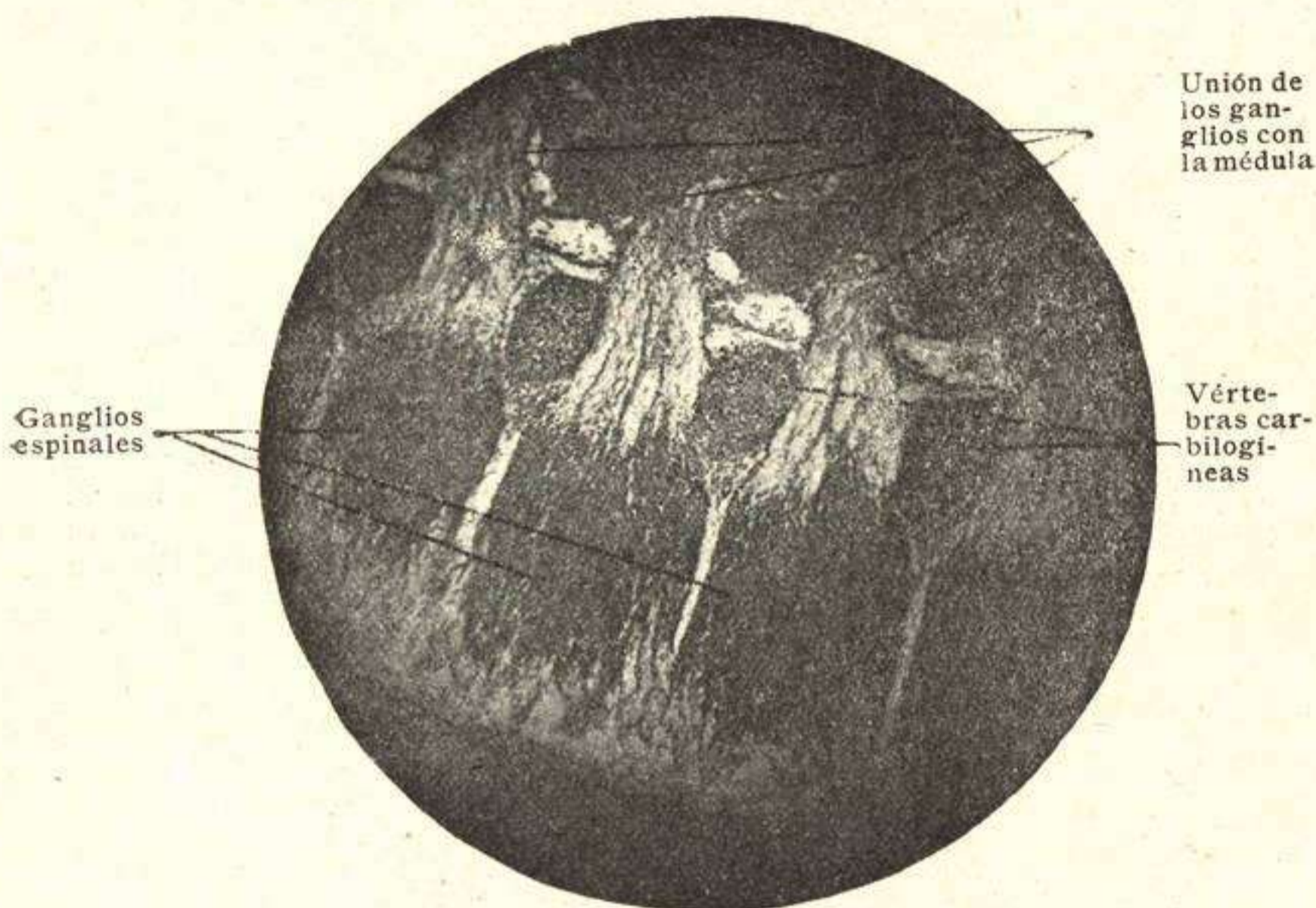


Fig. 203. Fragmento de un corte sagital de un embrión de conejo de 15 días, pasando por los ganglios espinales. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

(fig. 201, tg) afecta la forma de cuña. En otro ulterior estadio se deslizan por la cara externa del tubo nervioso, por entre éste y el segmento primitivo, tiras celulares compuestas de dos o tres capas de elementos (fig. 202, gs.). Estas tiras son otra vez segmentarias; porque el cordón continuo crece formando como yemas delante de los segmentos primitivos. El cuerpo en formación viene a emplazarse entre el segmento primitivo y el tubo nervioso, y constituye el ganglio espinal primitivo.

Los ganglios de la cabeza se forman por el estilo, salvo que su aparición es algo más precoz: lo cual estará en relación con el mayor tamaño o desarrollo que alcanzan allí estos ganglios.

Así Brachet dibuja un corte sagital del huevo de rana (fig. 202 bis), aun antes de estirarse para esbozar el cuerpo, en el que aparecen ya masas celulares en la pared nerviosa que interpreta por ganglios (fig. 202 bis, T, Ac, F, V).

Por lo que concierne a ulteriores estadios evolutivos, unos admiten que estas especies de yemas o ganglios primitivos se desprenden del todo del tubo nervioso o lugar de origen, durando un tiempo en esta forma. Así His, Sagemehl y Lenhossék: nuevamente volverían a unirse con el tubo mediante las raíces posteriores de la médula: éstas se formarían creciendo fibras nerviosas o de la médula hacia el ganglio, o del ganglio hacia la médula, o de entrambos modos. Otros investigadores creen que el ganglio nunca pierde su unión con la médula espinal, de donde trae su origen (fig. 203). Véase también la fig. 205.

X. Gran simpático

151. Orientación. — Además del centro nervioso céfalo-raquídeo, se suele considerar también como centro nervioso el sistema de *ganglios simpáticos*. Estos ganglios son pequeñas masas de sustancia gris, constituídas, consiguientemente, por células nerviosas o neuronales. De ellas parten asimismo nervios; de igual modo reciben derivaciones o ramificaciones nerviosas, provenientes del centro anterior. El sistema simpático forma, ante todo, una serie o cadena notable de nudos de sustancia ganglionar, colocados longitudinalmente a los dos lados de la columna vertebral, desde la región cervical a la sacral, unidos entre sí por nervios: esta cadena, así continua, afecta la forma de rosario y recibe el nombre de *cordón limítrofe* (fig. 204). De estos nudos parten nervios que van a otros ganglios generalmente más pequeños y distribuidos por todas las vísceras, de donde a su vez parten filetes para inervar mediata o inmediatamente los órganos de la vida vegetativa: las conexiones de este sistema dan origen a varios plexos (fig. 204).

Tocante al origen de los ganglios simpáticos, se multiplican las dificultades y se dista mucho de poder dar un juicio definitivo. La diversidad de opiniones, tanto aquí como en la cuestión del origen de los nervios periféricos, nace, a nuestro juicio, de la escasez y fragmentariedad del material examinado, dejando en medio grandes lagunas, muy difíciles de salvar con hipótesis. Para resolver estas cuestiones sería preciso poseer una serie de estadios completa de toda la evolución de estos ganglios que, a manera de película cinematográfica, nos pusiera delante todos los pasos que da el organismo en orden a su formación. Y lo mismo se ha de decir de cualquier otro órgano o sistema de órganos, objeto de análogas controversias. Pero,

esto supone la disposición de material y tiempo, que pocos podrán tener. Remak y Kölliker los derivaban del mesodermo, opinión que al presente está poco menos que abandonada.

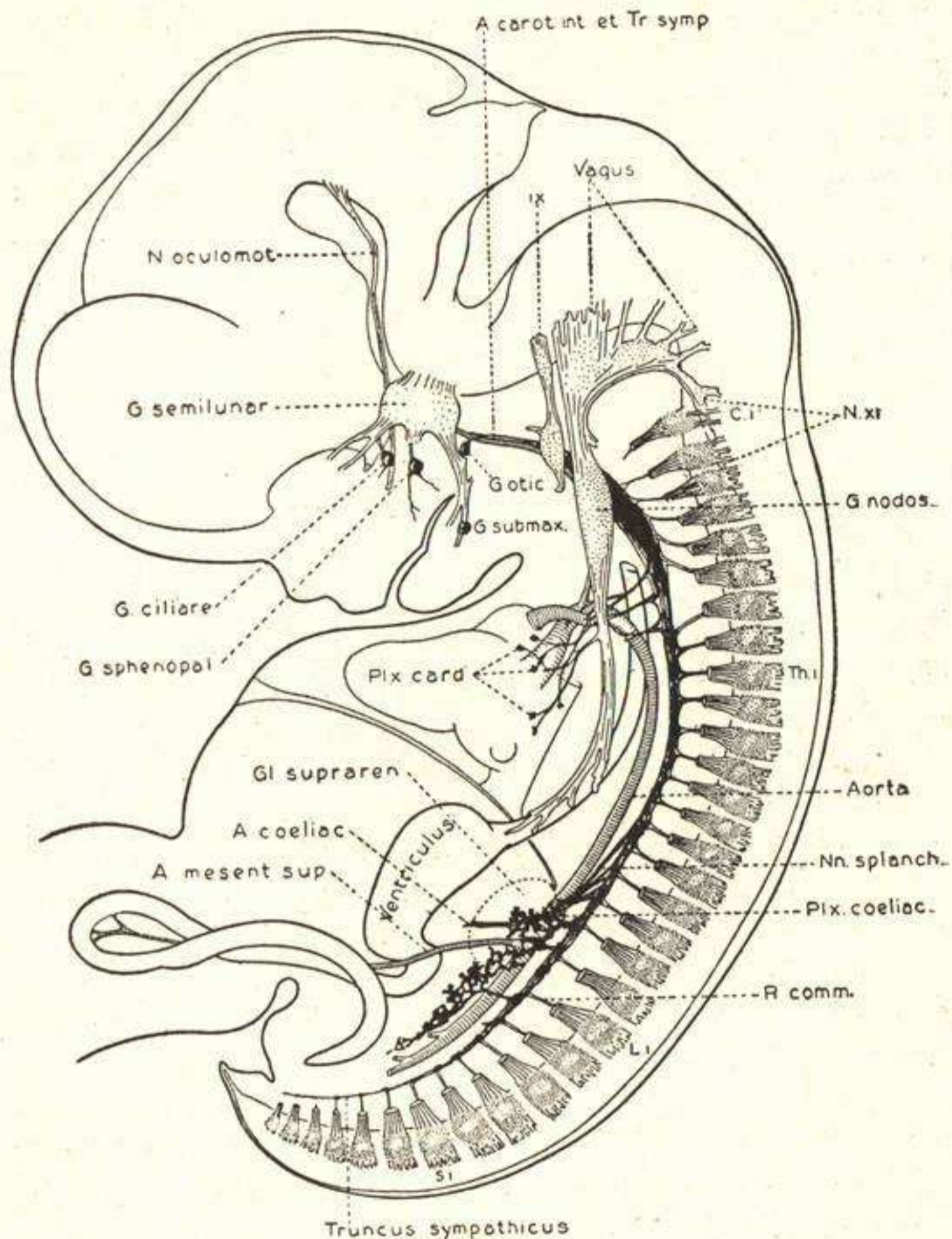


Fig. 204. Construcción de perfil de un embrión humano de 16 mm. de longitud y de cerca de 6 semanas. Para ver mejor el plexo celíaco y la cápsula suprarenal, se ha dibujado el estómago desplazado hacia delante y a la derecha. El cordón negro y sus derivaciones representan el sistema nervioso del gran simpático. C₁, primer ganglio espinal cervical; Th₁, primer ganglio (espinal) torácico; L₁, primer ganglio (espinal) lumbar; S₁, primer ganglio (espinal) sacral. — N. B. G, significa ganglio; Gl, glándula; A, arteria. A: 10. (Según Streeter: en Keibel y Mall. Del Embryologisches Praktikum de A. Oppel).

152. Origen de estos ganglios. — De momento lo más probable parece ser que se deriven de los ganglios espinales. Cada ganglio espinal, en efecto, crece ventralmente y desgaja un cuerpo que, colocado al lado de la vértebra primitiva, será definitivamente el

ganglio simpático o, por lo menos, como interpretan otros, del nervio espinal (quizás de su parte sensitiva) se originaría una ramificación medio ventral (fig. 205), que se llama *rama comunicante*, hacia cuya extremidad distal emigrarían células del ganglio espinal, para formar allí el ganglio simpático (fig. 205). La serie de ganglios resultantes están al principio sin unión entre sí: la unión se establece más tarde, de modo que el llamado *cordón limítrofe* es formación secundaria.

Esto por lo que toca a la serie principal de ganglios simpáticos. Cuanto a la casi infinita multitud de ganglios ventrales, cada vez más

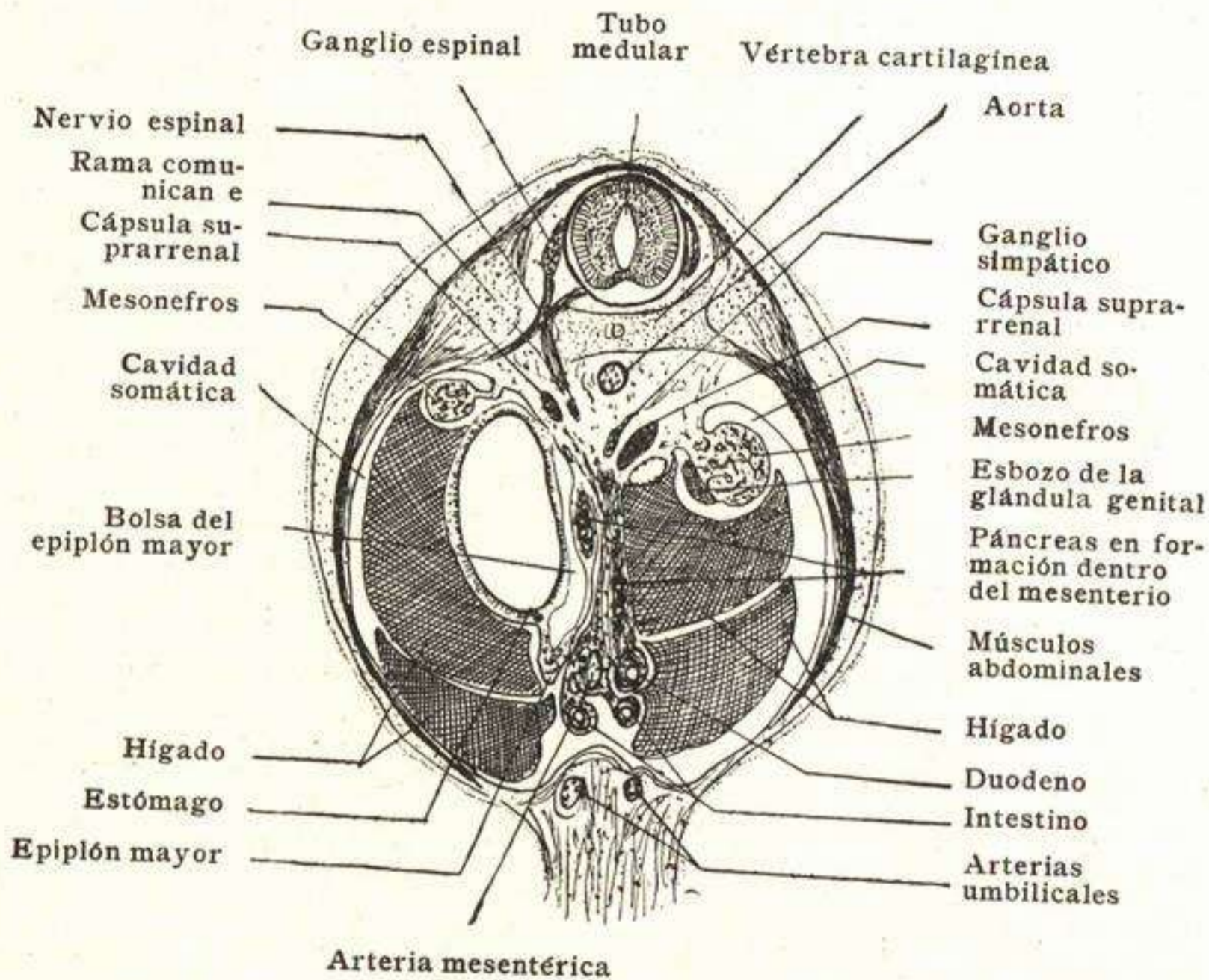


Fig. 205. Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días, pasando por el estómago. En él se ve claramente el desarrollo del páncreas dentro del mesenterio. El corte coge también algo del cordón umbilical. (Original).

pequeños, distribuidos por todas las paredes de las vísceras, con sus plexos (fig. 204), hemos de suponer un origen parecido, es decir, que los ganglios principales desgajarían cuerpos de segundo orden, éstos de tercer orden y así sucesivamente: bien así, quizás, como de la masa o nebulosa primitiva del sistema planetario se fueron separando masas cada vez menores.

Y así como los primeros ganglios simpáticos o los del cordón limítrofe sólo secundariamente se unen entre sí, mediante la formación de nervios; así podemos suponer secundaria también la unión de los ganglios de orden inferior, ya entre sí, ya con los del cordón limítrofe. Respecto del modo de originarse esas uniones, mediante

fibras y fibrillas nerviosas, tropezaremos de nuevo con la misma dificultad que hemos encontrado arriba, acerca de los nervios espinales y craneales: nos parece admisible en esta parte que el crecimiento centrífugo de las expansiones de las células que constituyen el cuerpo ganglionar, es el verdadero origen de los nervios del sistema simpático.

Y si es verdad lo que discurrimos acerca del origen de ganglios y nervios simpáticos, tendremos que el sistema simpático es también de origen ectodérmico.

Cuánto sería de desear que, pues queda tanto que hacer en Embriología para llenar tanta laguna, hubiese en nuestra patria jóvenes de bastantes bríos científicos, para emprender serias y muy profundas investigaciones que pondrían muy alta a nuestra nación en un dominio que hasta ahora parecía que no nos pertenecía.

XI. Formación del ojo

153. Foseta óptica. — Froriep (1) llama la atención sobre un punto que, aunque no había pasado del todo inadvertido a otros autores cuanto al hecho mismo, quizás no fué interpretado suficientemente con la significación e importancia que tiene; y es que la formación del ojo comienza sin duda mucho antes de lo que uno se figura al leer los libros de Embriología: pues, si se exceptúa alguno que otro, apenas se halla en ellos alguna indicación sobre el particular. Pero es un hecho que en embriones de varias clases de vertebrados (selacios, anfibios y mamíferos), aun antes que se cierre la placa o, mejor, la canal nerviosa en la región cefálica, donde su anchura es muy notable, se notan en la cara interna de cada lámina *alar* de His una depresión o foseta (fig. 206, fo) que corresponde a la evaginación ocular, una vez cerrado el tubo nervioso. Esto induce a creer que dicha foseta es el primer paso para la formación de la parte específicamente sensitiva del ojo.

Si la interpretación es acertada, tendremos una *foseta óptica* (*foveola optica*) a la manera que tenemos una *foseta olfatoria*, como más adelante expondremos, todas derivadas *directamente* del mismo ectodermo: lo cual da mayor unidad a la doctrina del origen *directo* ectodérmico de los sentidos.

154. Idea general de la ontogénesis del ojo. — Al estadio de la *foseta ocular* sigue el que insinuamos más arriba, al hablar de las vesículas primitivas del encéfalo (n. 122), donde nos vimos obligados a adelantar alguna idea sobre el origen de la vesícula.

(1) Conf. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. Teil II. p. 151 y sigs.

Allí dijimos que a cada lado del prosencéfalo y de su región ventral, tenía lugar una evaginación con destino a la formación de la parte específica del ojo. La evaginación, en forma de vesícula, aparece al segundo día de incubación del huevo de gallina, al noveno día después

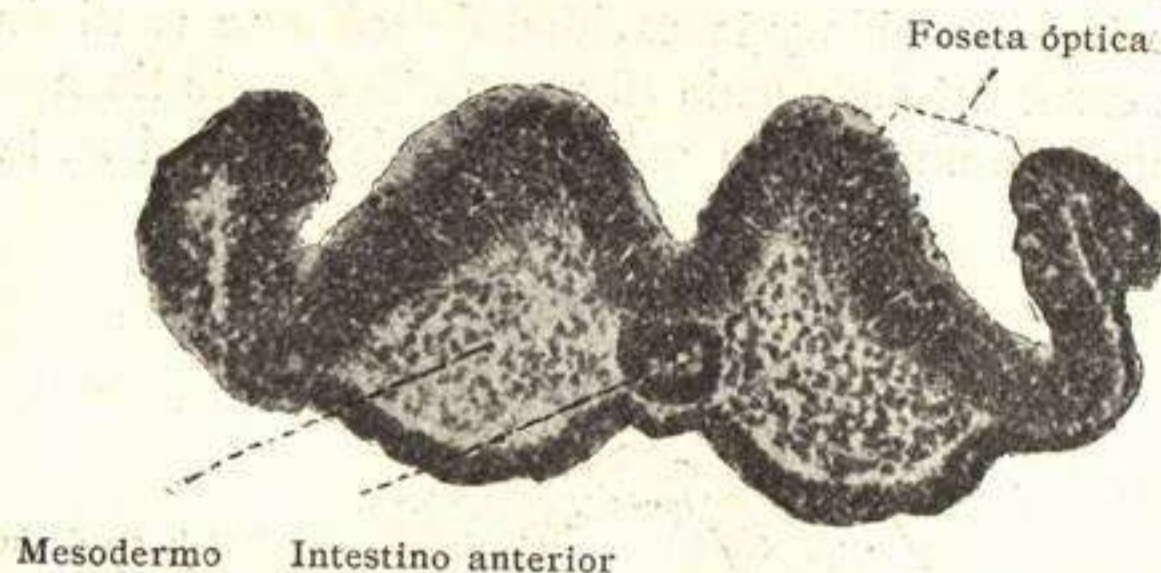


Fig. 206. Corte transversal de la parte anterior de la cabeza de un conejito de Indias, *Cavia cobaya*; de 3 mm. de longitud. fo, foseta óptica; en, intestino anterior; mes, mesodermo. (Preparación de Froriep. A: 100. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

de la fecundación en el del conejo y al principio de la cuarta semana en el del hombre (fig. 207); y crece lateralmente hacia el ectodermo o epidermis primitiva, de la cual la separa en los mamíferos una capa de conjuntivo. La extremidad distal es algo más ancha y vesiculosa y dará origen a la parte específica del globo del ojo, esto es, a la retina

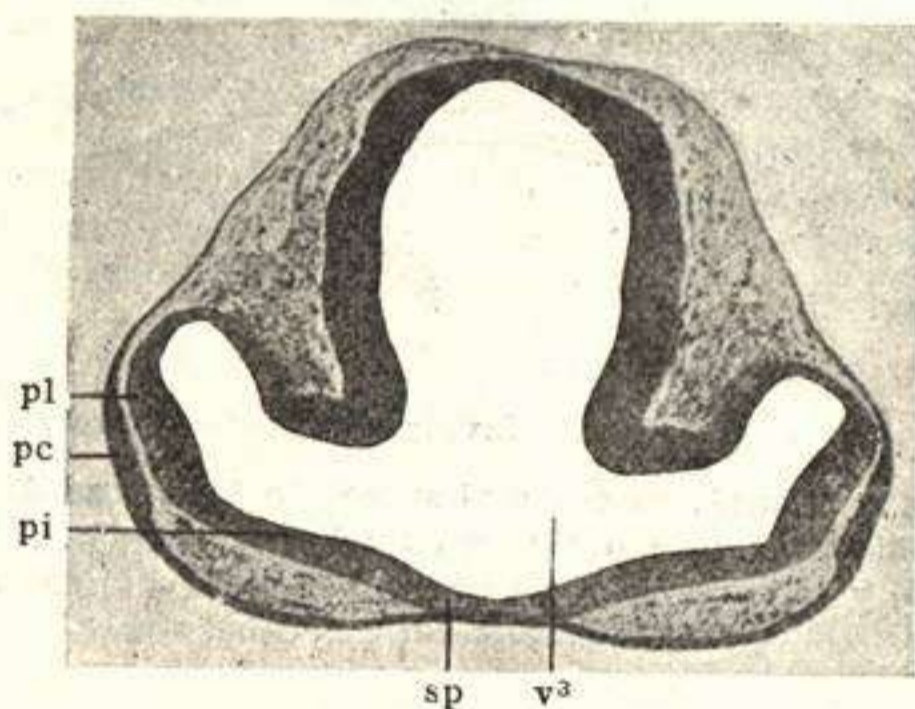


Fig. 207. Corte transversal de la parte anterior de la cabeza de un embrión humano del principio de la cuarta semana.—pl, pared lateral de la vesícula ocular; pc, placa que originará el cristalino; pi, pared inferior de la vesícula que se convertirá en el pedúnculo de dicha vesícula y más tarde en el nervio óptico; sp, suelo del prosencéfalo; v³, tercer ventrículo. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

con todas sus capas y a la capa pigmentaria; al paso que el tubo que la une a la base del cerebro, se convertirá en el nervio óptico. Para ello, la vesícula sufrirá en su cara externa una invaginación muy parecida a la de la blástula de *Amphioxus* o del erizo de mar, tomando en con-

junto la forma de un cáliz con doble pared (fig. 208). La invaginación invade también en mamíferos la parte inferior del tubo de unión con el cerebro y que constituye como el pedúnculo del cáliz. Así se origina en este pedúnculo un canal abierto hacia abajo, que desemboca en la cavidad del cáliz ocular: de manera que el borde de este cáliz queda en este punto interrumpido y la cavidad del cáliz se continúa por lo mismo con la canal del pedúnculo (fig. 209). Todo esto tiene su objeto particular, como veremos luégo más de propósito; aquí basta llamar

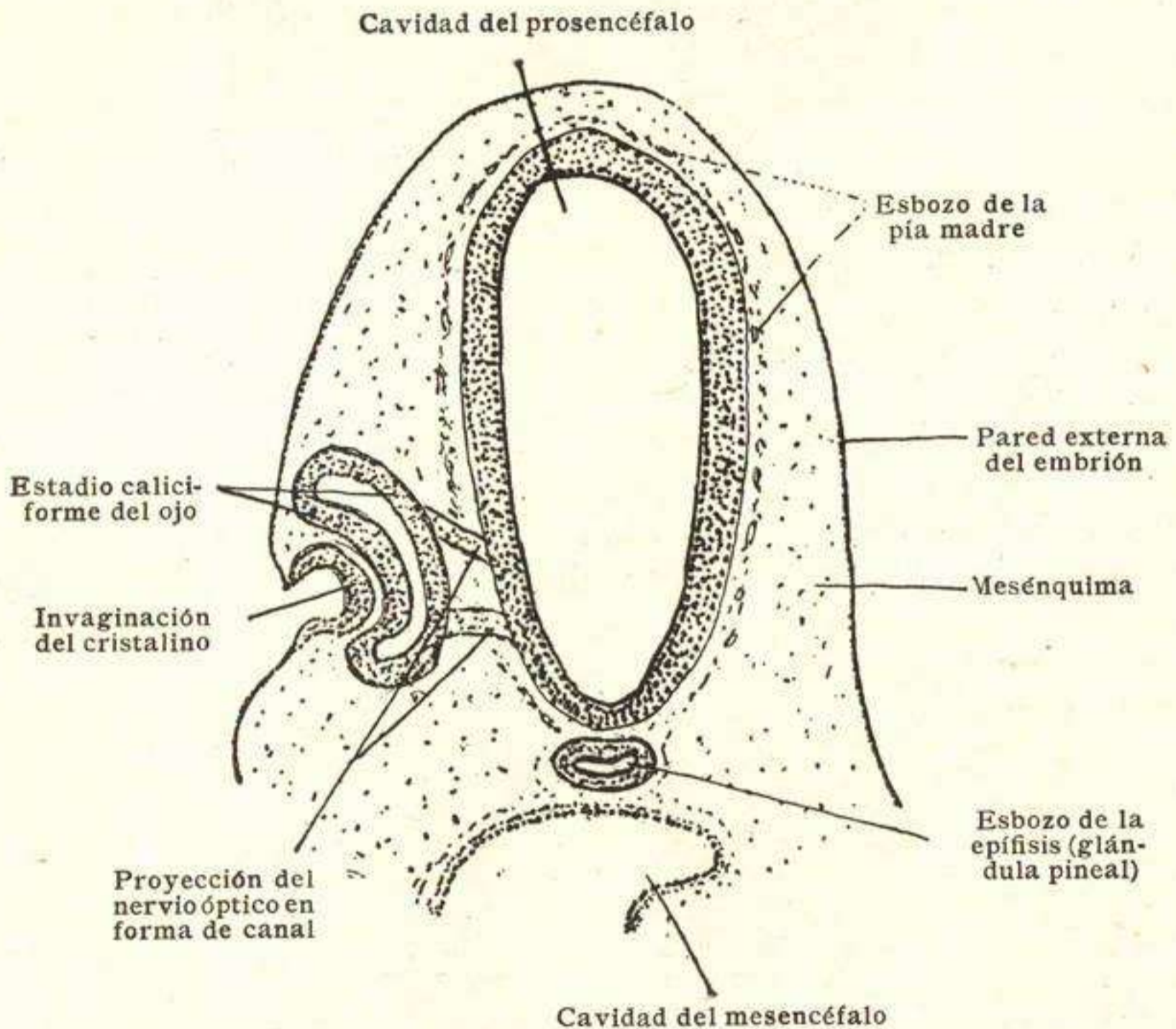


Fig. 208. Corte frontal, bastante al sesgo, de la cabeza de un embrión de conejo de 10 días, mostrando el estadio caliciforme de la vesícula ocular (con doble pared) y la invaginación ectodérmica para originar el cristalino. (Original).

la atención sobre la circunstancia de que por el canal del pedúnculo se proveerá de vasos sanguíneos la retina, puesto caso que en ella se aposentará la *arteria central de la retina*; y por allí también entrará en la cavidad del globo ocular mesénquima, destinado a formar el *humor vítreo*.

Al mismo tiempo de la invaginación de la vesícula ocular, hace su aparición el primer esbozo del cristalino. La epidermis primitiva que cae enfrente de la vesícula ocular, se espesa algo, se aplana (fig. 207, pc) y se invagina: el seno de la invaginación se introduce en la cavidad de

la invaginación de la vesícula ocular (figs. 208; 209, c), tanto, que a primera vista parece que ésta es efecto mecánico de aquélla. Sea como fuere, esta misma acción mecánica del cristalino estaría, en este caso, dirigida a un fin, al fin de la formación del ojo con la diversidad de partes y especial estructura que le caracteriza y que le impone el papel fisiológico que ha de desempeñar. Nosotros, con todo, en perfecta armonía con las ideas de Pérez Bufill (1905), no creemos que la invaginación de la vesícula obedezca precisamente a la acción mecánica del cristalino, sino que está producida por el desigual crecimiento de las partes; como quiera que la invaginación tiene lugar no sólo en la vesícula, sino también en el pedúnculo, que no está bajo el influjo mecánico de la formación del cristalino.

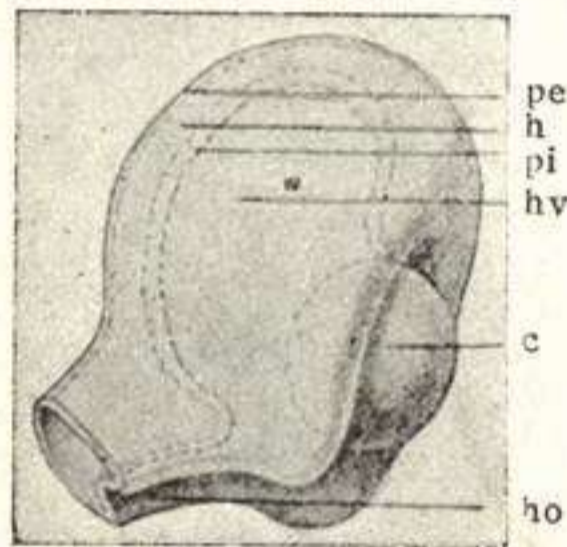


Fig. 209. Modelo plástico del estadio calciforme del ojo con el cristalino y humor vítreo.—pe, pared externa del cáliz ocular; pi, pared interna del mismo; h, hueco entre ambas paredes, que luego desaparecerá; ho, hendidura ocular o canal del esbozo del nervio óptico, y actual pedúnculo de la vesícula ocular hueco, ofreciendo en su cara inferior un canal abierto hacia abajo, por efecto de la invaginación de la pared externa de la vesícula, propagada hacia el pedúnculo; hv, humor vítreo; c, cristalino. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

Pero, volviendo a la formación de este último, la invaginación de la epidermis primitiva viene poco a poco a cerrar sus bordes, transformándose de igual modo en una vesícula (fig. 210), adherida, al principio, a la mencionada epidermis por un pedúnculo, a la manera que se origina el tubo nervioso; y así como éste al fin se desprende totalmente del ectodermo, así lo hace también la vesícula del cristalino, y se aísla de la epidermis.

Finalmente, para completar la idea general, añadamos que el mesénquima que rodea la vesícula ocular con su pedúnculo se diferenciará más tarde en dos capas conjuntivas, una externa, muy compacta y resistente, que corresponde a la dura-madre del sistema nervioso central, y otra interna, más delicada y muy rica en vasos sanguíneos, que hace las veces de pía-madre: la externa recibirá el nombre de *esclerótica* en la región del globo ocular, y la interna el de *coroides*.

155. El cristalino en particular. — Después de este resumen general de la organogénesis del ojo, hemos de bajar a algunos pormenores y, ante todo, diremos algo de la formación del cristalino. Conocemos ya, por el resumen anterior, su origen. Una vez desprendido de la epidermis primitiva, representa el cristalino una vesícula de paredes engrosadas por un epitelio pluriestratificado, conteniendo líquido en su interior. A su alrededor aparece una membrana (cápsula del cristalino), que lo limita bien del tejido adyacente. En un estadio más avanzado, las paredes sufren notables cambios: la pared anterior se adelgaza, modificando su epitelio, el cual se simplifica: sus células

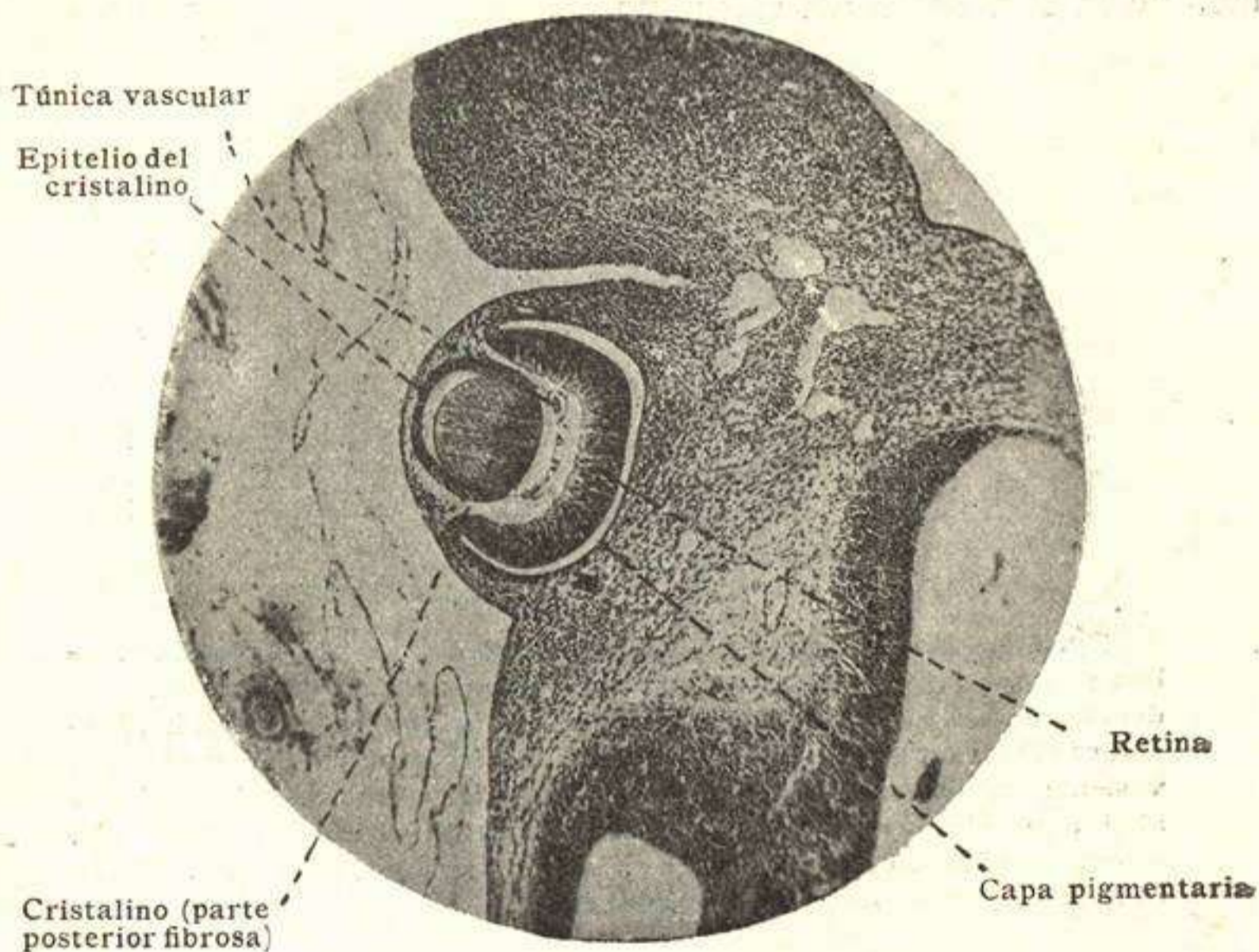


Fig. 210. Porción de un corte sagital de la cabeza de un embrión de conejo de 13 días, interesando el ojo. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

se hacen de prismáticas cúbicas, formando el llamado epitelio del cristalino, que persistirá en el estado adulto (fig. 210). La pared posterior, por el contrario, se engruesa más y más: sus células se alargan hacia delante perpendicularmente a la pared de origen y toman la forma de fibras (fig. 210): las cuales vienen, finalmente, a llenar y a hacer desaparecer toda la cavidad primitiva. Hacia el ecuador, las células-fibras se hacen cada vez más cortas, pasando insensiblemente a continuarse con las cúbicas del epitelio de la pared anterior, constituida, como está dicho, por el epitelio del cristalino. La transformación de células en fibras comienza por el centro de la pared posterior, como se ve en el embrión de conejo de 13 días.

El conjunto de fibras, que llena la cavidad primitiva, forma el llama-

mado núcleo del cristalino (fig. 211); sobre él van yuxtaponiéndose luego capas y más capas de fibras, parecidas a las túnicas (hojas) de una cebolla. El origen de las células que, convirtiéndose en fibras, van a integrar esas capas y a determinar por su yuxtaposición el crecimiento del cuerpo del cristalino, es el ecuador, o sea, la zona de tránsito entre la cara posterior y anterior, donde las células, de fibras pasan a elementos prismáticos y cúbicos: allí es donde los cortes microtómicos meridionales ofrecen siempre multitud de núcleos con células de longitud creciente. Las fibras que resultan del estiramiento de las células, se

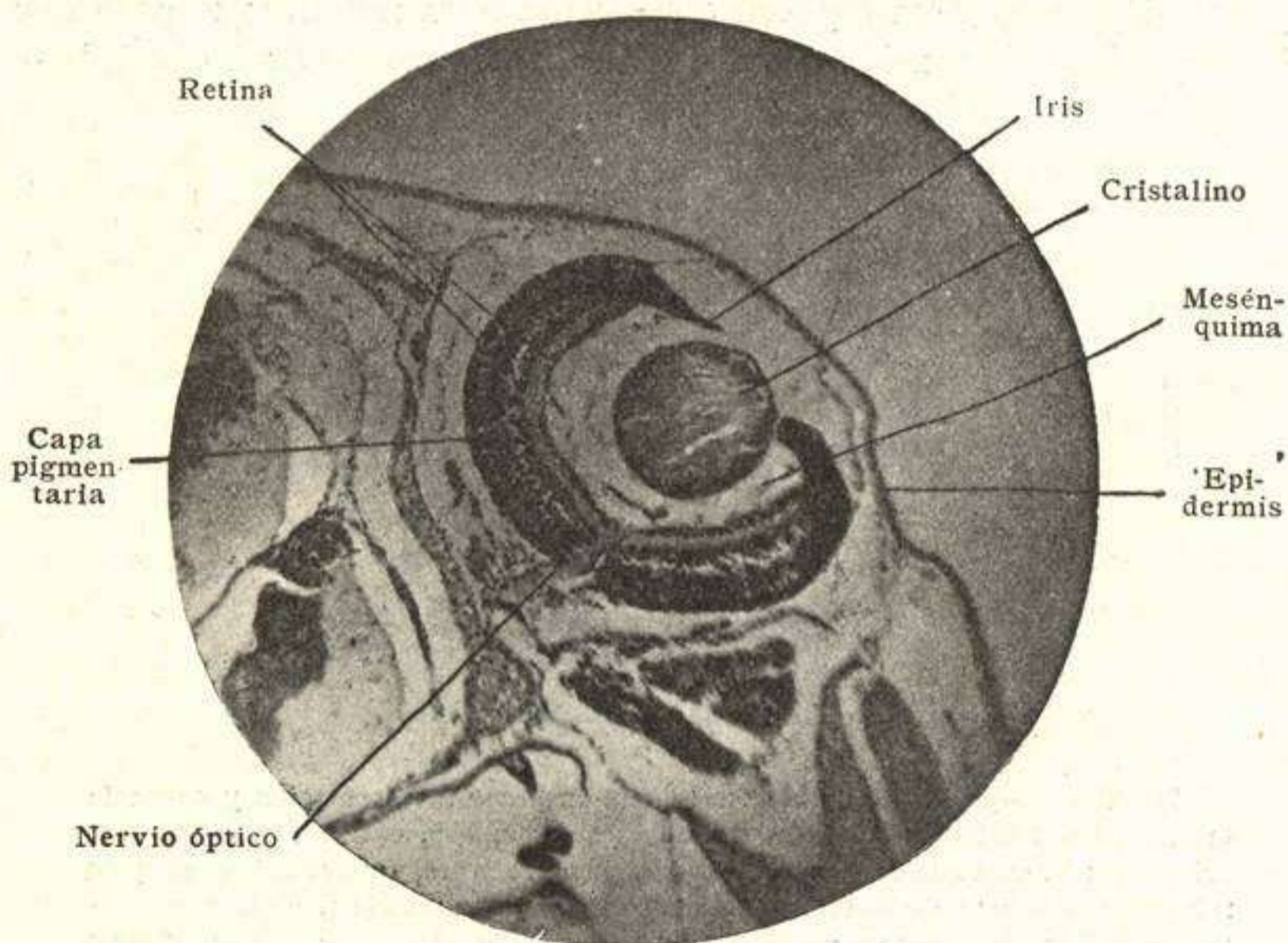


Fig. 211. Porción de un corte frontal de la cabeza de una larva de *Pelodytes punctatus* (especie de sapo) pasando por el ojo en formación. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

unen entre sí, sin duda, mediante algún cemento, y van de una cara a la otra del cristalino: la unión de sus extremos determina, tanto en una como en otra cara, líneas de sutura, dispuestas en estrella de tres radios: *estrellas del cristalino* (fig. 212). En la proyección de los tres radios anteriores sobre los posteriores y viceversa, no coinciden dichos radios, sino que los de una cara caen en medio del vacío de los de la otra (fig. 212). Notemos que esto es debido en parte a que cada fibra, si bien llega de una cara a la otra del cristalino, no se extiende, con todo, del centro de una estrella a la otra; sino que su terminación en una línea de sutura o rayo es tanto más profunda (hacia el centro de la estrella) cuanto más lejos del centro de la otra estrella cae el otro extremo (fig. 212). Esto durante la vida embrionaria o fetal: más tarde se

forman radios secundarios y, finalmente, complicándose la imagen con nueva formación de fibras, desaparece la forma estelar de las suturas.

El gran crecimiento del cristalino tiene lugar durante la vida embrionaria o fetal: después del nacimiento, si bien continúa creciendo, su crecimiento, no obstante, es relativamente poco. Según datos de Huschke, aducidos por O. Hertwig, en el recién nacido el cristalino pesa 123 mg.; y en el adulto, 190 mg. Por tanto, el aumento que experimenta desde el nacimiento al estado adulto es sólo de 67 mg., cosa verdaderamente insignificante en comparación de otros órganos.

De aquí se puede inferir la razón del por qué el cristalino del adulto apenas si posee alguna especial disposición para nutrirse; al paso que al tiempo de su formación no carece de aparato trófico (nutritivo). Este

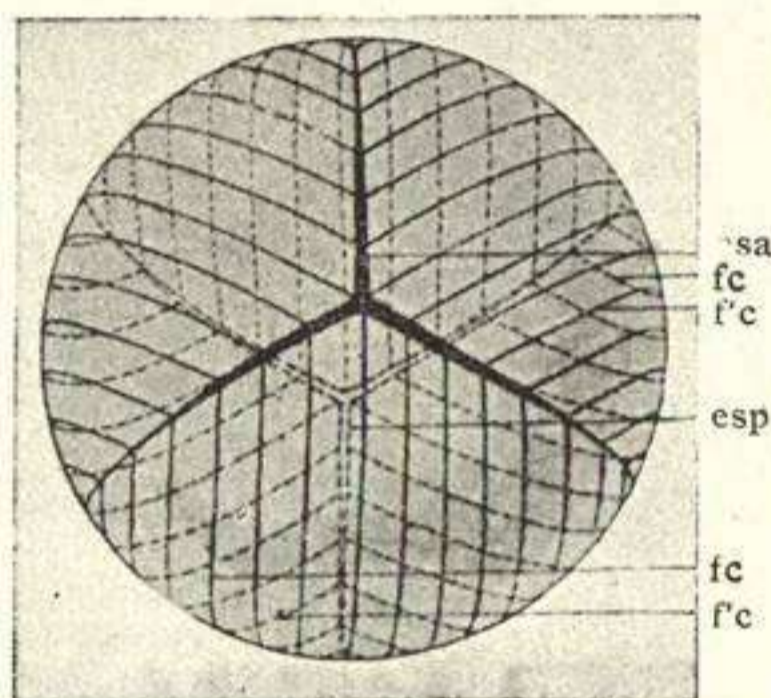


Fig. 212. Esquema de O. Hertwig para explicar la disposición y curso de las fibras del cristalino. — esa, estrella anterior; esp, estrella posterior del cristalino; fc, modo de correr las fibras en la cara anterior del cristalino y de terminar en la estrella anterior; f'c, curso de las mismas fibras en la cara posterior del cristalino y su modo de terminar en la estrella anterior. (Según Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

viene representado por la llamada *túnica vascular del cristalino* (*tunica vascularis lentis*). Consiste esta túnica en un tejido conjuntivo riquísimo en vasos sanguíneos (fig. 210), comparable a una verdadera coroides. Los vasos provienen de los del humor vítreo, razón por la cual los mayores de la túnica vascular se hallan en la pared posterior del cristalino; de aquí se propagan hacia los lados y hacia la cara anterior del cristalino, donde forman sus lazadas y en parte se anastomosan con los de la coroides del ojo. En el hombre comienza a formarse este aparato de nutrición durante el segundo mes, es decir, al poco tiempo después de la formación del cristalino, y alcanza el máximo de desarrollo hacia el séptimo mes: a partir de este tiempo, comienza a reducirse para desaparecer del todo; de modo que al tiempo del nacimiento ya no existe ordinariamente. Casos excepcionales no están excluidos: sobre todo, puede persistir la parte anterior de esta túnica,

esto es, la que llena u obstruye la pupila. Cuando esto sucede, tenemos el caso patológico, denominado *atresia pupillae congenita*.

156. Humor vítreo. — El humor vítreo que llena interiormente el globo del ojo, debe su origen principalmente al mesénquima embrional que va llenando el hueco o la cavidad de la invaginación de la vesícula ocular a medida que se forma. Pero el mesénquima puede entrar también dentro de la cavidad del ojo por la hendidura ocular, que es, como sabemos, la desembocadura del canal del pedúnculo ocular o futuro nervio óptico, ántes que se cierre (fig. 209, no). Esto no excluye el que contribuyan a formar asimismo el humor vítreo partes epiteliales como las de la pared interna del cáliz ocular, y la pared posterior del cristalino, según datos de más reciente investigación: los elementos de distinto origen de tal manera se mezclarían, según Froriep, que resultase una sola unidad histológica, la propia del humor vítreo que en la clasificación de tejidos conjuntivos se conoce con el nombre de tejido *hialino*.

Pero este tejido hialino es, en su origen, de consistencia mesenquimatososa o de conjuntivo embrional; y está muy bien provisto de vasos, procedentes de la arteria central de la retina, aposentada, según dijimos, en el canal del pedúnculo ocular y más tarde en el centro del nervio óptico. En el punto de entrada del nervio óptico en el ojo, la arteria central de la retina echa una rama que se distribuye por todo el tejido que nos ocupa. Esta rama es la *arteria hialoidea*, la cual se dirige hacia la cara posterior del cristalino y es la que aporta el mayor contingente de vasos que abastecen la túnica vascular del cristalino, que ya hemos estudiado. Todos estos vasos al fin de la vida intrauterina se atrofian, cuando lo hace la túnica vascular del cristalino, y el mesénquima pierde sus elementos celulares y se transforma en el humor vítreo. El tronco principal de la arteria se conserva bajo la forma rudimentaria con el nombre de *canal hialoideo*.

157. Córnea, esclerótica, coroides. — Todas estas formaciones traen origen del mesénquima que rodea el cáliz ocular y el cristalino. Entre la capa epitelial ectodérmica, de donde se ha formado y desprendido el cristalino, y el mismo cristalino se interpola luego mesénquima, al menos en mamíferos; en aves (fig. 213) sólo más tarde. En esta capa mesenquimatososa se puede distinguir, en un estadio más avanzado, dos zonas o regiones: una externa que es la inmediata al epitelio ectodérmico, y otra interna junto al cristalino; aquélla se modifica para constituir la córnea, limitada exteriormente por el mencionado epitelio que, pluriestratificándose, compondrá definitivamente el epitelio corneal. La zona o región interna del mesénquima se resolverá, originando una laguna que es el primer esbozo de la cámara anterior del ojo, donde se forma el humor acuoso: este puede

que, al menos al principio, provenga de la misma resolución del mesénquima que ha originado el humor vítreo. Con esto, posee la córnea también hacia dentro una cara libre, esto es, la que mira hacia la cámara anterior; y como toda superficie libre está recubierta por epitelio, también aquí se formará el suyo, a expensas del mismo mesénquima y será el endotelio de la córnea, separado del tejido propio de ésta por la membrana basal posterior, llamada de Descemet, como el epitelio pluriestratificado lo está por la membrana basal anterior, llamada de Bowman.

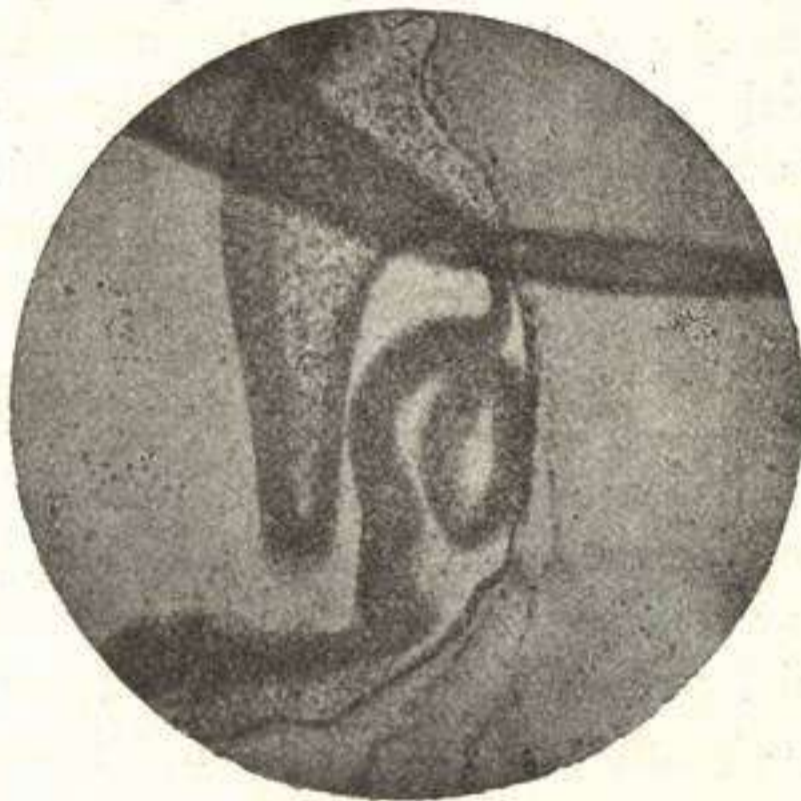


Fig. 213. Corte de la vesícula cristaliniánica de embrión de palomo de 50 horas de incubación. La corona o formación elipsoidal es el esbozo del cristalino unido directamente al epitelio, esto es, sin interpolación de una capa mesenquimatoso. (Microfotografía de la tesis doctoral de Pérez Buñil).

El restante tejido mesenquimatoso que rodea el conjunto del cristalino y el cáliz ocular, se modificará a su vez, dando origen a dos capas o zonas concéntricas: una interna y externa otra. Aquélla se distinguirá muy luégo por la gran riqueza vascular sanguínea y contribuirá a la formación de la túnica vascular del cristalino, fusionándose con el tejido que viene de la capa posterior de éste: y en lo restante del ojo, la túnica llamada *coroides*, de significación nutritiva como la pia-madre de los centros.

La coroides diferenciará hacia dentro y en inmediato contacto con la capa pigmentaria de la retina, la capa denominada *coriocapilar* por la numerosidad y pequeñez de sus vasos (capilares), cuyo fin es nutrir así la capa pigmentaria de la retina como la de los conos y bastoncitos, que no poseen vasos, como hacen las capas más profundas de la retina: hacia fuera, la *lámina vascular*, distinguible por sus grandes vasos. Más periféricamente se formará la llamada *lámina obscura (fusca)* y también *supracoroidea*, que constituye el límite entre la coroides y la esclerótica. La capa externa del mesénquima, por el contrario, es de significación más mecánica: constituida por haces fibrosos muy compactos y cruzados en trama muy apretada,

presta excelente protección al ojo como la dura-madre a los centros nerviosos. Esta es la llamada *esclerótica*, y se continúa hacia delante con la *córnea*. Es de notar que en la parte posterior del globo del ojo es fácil distinguir y separar la esclerótica y la coroides: en la cara anterior es muy difícil, por unirse fuertemente aquí todas las tunicas.

158. Modificaciones del cáliz ocular. — A un tiempo con las transformaciones del mesénquima que le rodea, sufre la doble pared del cáliz ocular notables cambios, para llegar a la estructura definitiva. Sabemos, por lo ántes dicho, que la pared de

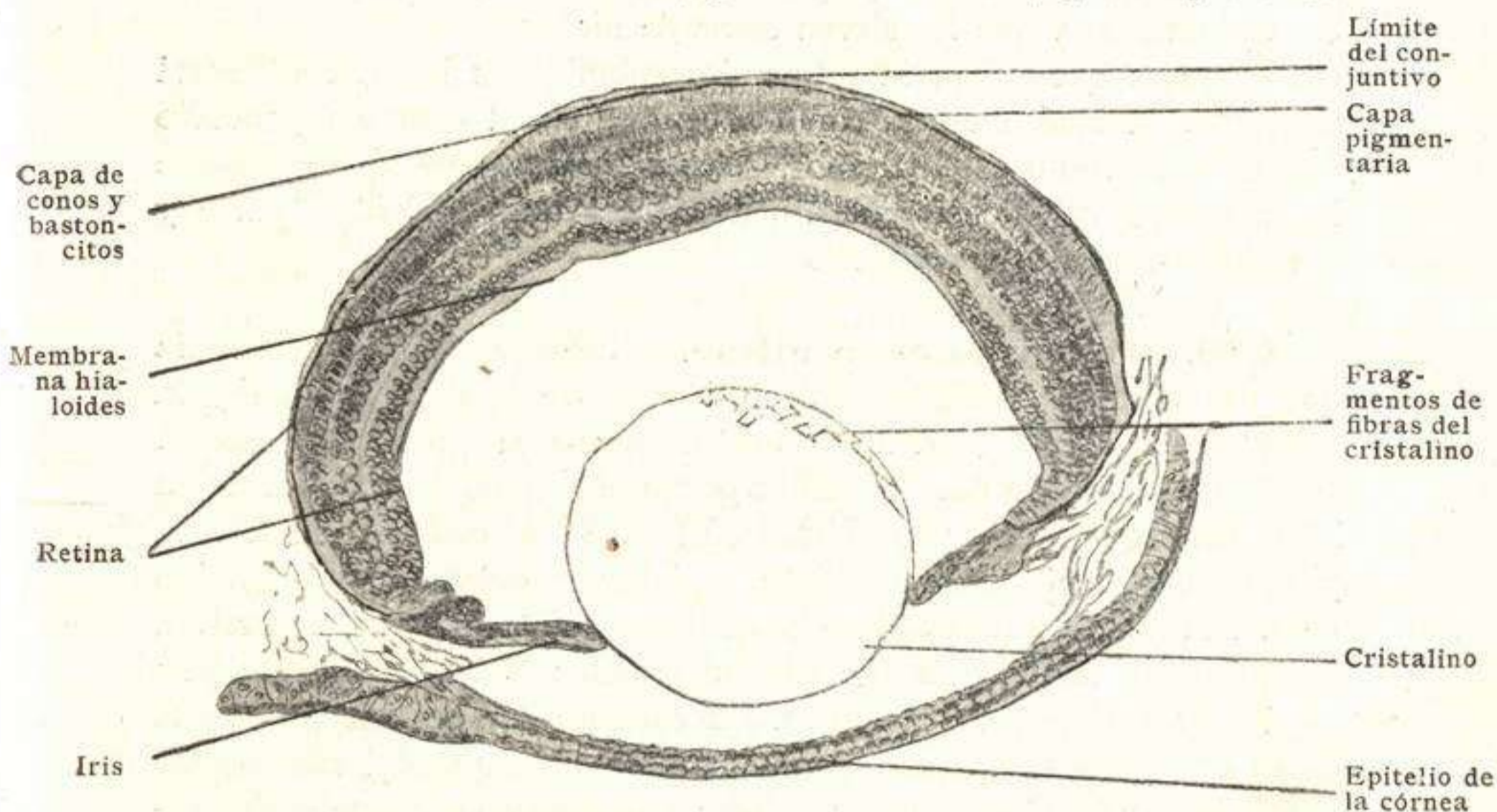


Fig. 214. Corte frontal del ojo de *Salamandra*. El corte deja entrever las capas principales de la retina. El cristalino no está representado más que por su cápsula y algunos fragmentos de sus fibras. (Original).

la vesícula ocular se nos ha hecho doble, merced a la invaginación de la cara lateral o externa. De las dos paredes que constituyen el cáliz ocular, la externa es la que sufre menos cambios: así y todo, se adelgaza; sus células se hacen cúbicas y desarrollan pigmento: será la *capa pigmentaria* de la retina. La interna, por el contrario, se engruesa notablemente por la multiplicación celular, a la manera que lo hacen las paredes del tubo nervioso en el cerebro: sus células se hacen fusiformes y se irán poco a poco modificando para constituir definitivamente la pared nerviosa, la cual diferenciará la multitud de capas, que con Max Schultze distinguen los histólogos en la retina.

La interesante capa de los llamados conos y bastoncitos (fig. 214) será la última en diferenciarse. Al principio, queda limitada esta gruesa capa interna del cáliz ocular contra la capa pigmentaria por una superficie lisa, debida a la presencia de la llamada *lámina limitan-*

te externa. Las células que están inmediatamente debajo de esta membrana, son las destinadas a producir los conos y bastoncitos. Más adelante aparece la lámina limitante sembrada de mameloncitos que no son sino los rudimentos del miembro interno coloreable en rojo por el carmín. Finalmente, estirándose el miembro interno, desarrolla en su extremidad distal el miembro externo, al que Max Schultze y W. Müller han comparado a una formación cuticular, a causa de su estructura laminar. El miembro externo de los bastoncitos en su estado y forma definitiva, es el único asiento de la púrpura. Los conos y bastoncitos se introducen, después de formados, en las células de la capa pigmentaria que les sirven como de nichos.

Los vasos que ceban la retina, los subministra la arteria central retiniana, la cual metida, como sabemos, en el centro del nervio óptico, que pronto estudiaremos, se expansiona ramificándose, parte hacia dentro del globo ocular, dando la arteria hialoidea, parte y principalmente en la retina.

159. Iris y cuerpo ciliar. — Hemos visto la diferencia que producen los fenómenos evolutivos entre la capa interna y la externa del cáliz ocular. Pero mayor quizás la producen entre el fondo del cáliz y su boca o borde: porque el fondo se transforma en la retina, según queda ya explicado. El borde, en cambio, se adelgaza y creciendo hacia delante, viene a doblarse delante del cristalino (figs. 211 y 214), formándole como una lámina o pantalla vertical, dejando sólo en el centro de ella un orificio: la lámina en cuestión es el *iris*; y el orificio, la *pupila*. La cara interna del iris posee dos capas epiteliales (fig. 215, 1, 2) que son las dos capas del cáliz ocular reflejadas hacia delante del cristalino: contra lo que sucede en lo restante del ojo, ambas capas desarrollan más tarde pigmento.

Las dos capas epiteliales del iris, cuyo origen acabamos de indicar, no constituyen todo el cuerpo o todos los tejidos de este órgano, sino sólo el epitelio pigmentado conocido con el nombre de *úvea*, que no falta sino a los animales *albinos*; integran el cuerpo del iris, además, una buena masa de tejido conjuntivo (fig. 215, 3), derivado del mesénquima, que forma la parte anterior de dicho cuerpo, y es rico en vasos, como que, al fin, es la continuación de las tónicas vasculares que ántes hemos descrito. Al aflujo de sangre a los vasos del iris se debe el color rojo de los ojos de *albinos*. Dentro de este tejido conjuntivo se desarrollan fibras musculares lisas, unas circulares y otras radiales que constituirán, aquéllas el esfínter de la pupila o el músculo constrictor de la pupila (*musculus constrictor pupillae*); y éstas, el músculo dilatador (*musculus dilatator pupillae*). Según datos recientes, estos dos músculos se derivarían de la hoja epitelial externa del cáliz ocular.

La parte del cáliz ocular, transformada en retina, no llega hasta

el iris, sino sólo hasta la región, donde la pared forma una línea en zigzag alrededor del cáliz, conocida con el nombre de *ora serrata*; entre la ora serrata y el iris se forman, a los nueve días en el embrión de pollo y al fin del segundo mes o principios del tercero en el del hombre, unos repliegues radiales de la misma pared, conocidos con el nombre de *procesos ciliares* (fig. 215, cc). Cada repliegue es una verdadera invaginación de la pared del cáliz ocular con sus dos capas epiteliales: la externa con pigmento, por ser continuación de la capa pigmentaria de la retina, y la interna sin pigmento. En medio de la dobladura se introduce una pequeña porción de mesénquima del general que envuelve el cáliz ocular.

Más tarde los repliegues ciliares se engruesan notablemente, gracias al aumento de conjuntivo rico en vasos sanguíneos, y se ponen en relación con la cápsula del cristalino, mediante las fibras de la *zona de Zinni* (*zonula Zinnii*).

Al músculo ciliar le atribuyen un origen mesenquimatoso las recientes investigaciones.

160. Colobomas.—Antes de abandonar el globo ocular, indiquemos el caso o los casos teratológicos, llamados *colobomas*. Recordemos para ello lo dicho más arriba, a saber, que la invaginación de la vesícula ocular primitiva que la transforma en cáliz ocular, afecta no sólo la pared externa (anterior), sino también el borde inferior del cáliz ocular (fig. 209, ho); de modo que aquí el borde presenta un defecto o una interrupción de continuidad: el hundimiento del borde forma la desembocadura del surco o del canal, abierto hacia abajo, producido, según vimos, por la invaginación del pedúnculo ocular, hueco al principio. Al defecto de borde llamamos *hendidura ocular*. Esta hendidura es fácil verla, cuando la capa externa del cáliz

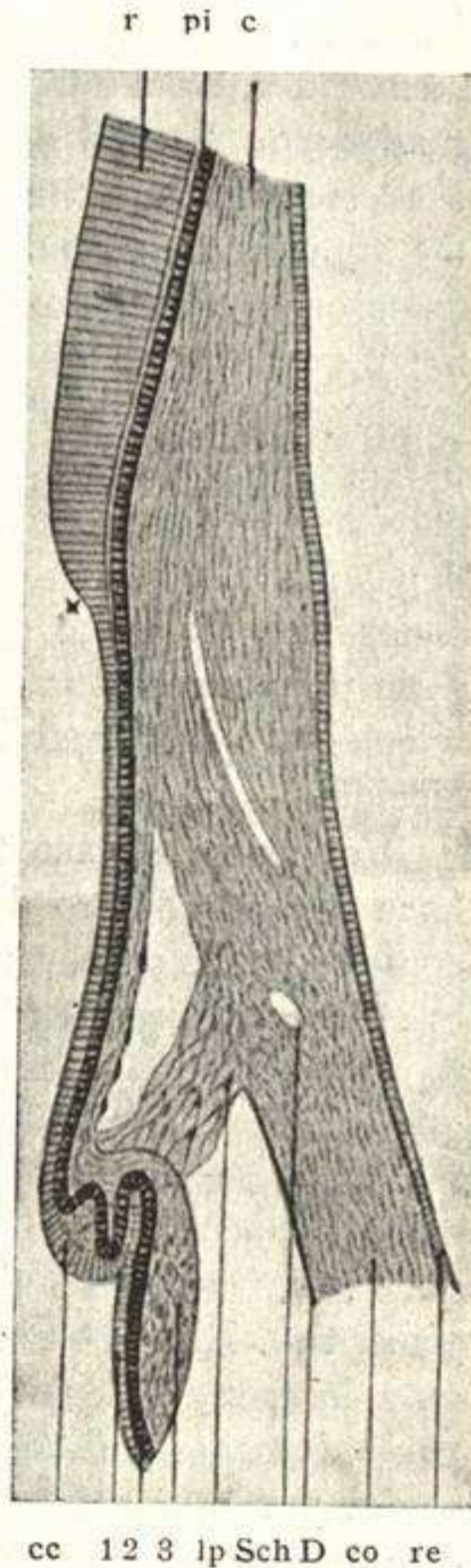


Fig. 215. Porción anterior de un corte del cáliz del ojo de un embrión del tordo (*Turdus musicus*).—r, retina; pi, capa pigmentaria (capa externa del cáliz ocular); c, conjuntivo que envuelve el cáliz ocular (coroides y esclerótica); x, *ora serrata*, que señala el límite entre la zona marginal (porción anterior) y el fondo del cáliz ocular; cc, cuerpo ciliar; 1, 2, 3, iris (1 y 2, capa interna y externa de la porción irídea de la retina; 3, conjuntivo del iris; lp, ligamento pectinado del iris; Sch, cana de Schlemm; D, membrana de Descemet; cor, córnea; re, epitelio de la córnea. (Según Kessler. Die Elemente de O. Hertwig).

ocular ha desarrollado ya pigmento. Porque como esta capa pigmentaria sufre, en la mencionada hendidura ocular, interrupción de continuidad, aparece allí una zona o, mejor, una estría longitudinal blanca, que va desde la entrada del nervio óptico, cuyo origen luégo estudiaremos, hasta el borde pupilar del iris.

Más tarde desaparece la estría blanca, porque también desaparece la hendidura ocular: los bordes de dicha hendidura se aproximan, se ponen en mutuo contacto y se sueldan. Con esto la capa externa pigmentaria viene a cubrir asimismo la pared del cáliz ocular, ya integrado; con lo cual desaparece la estría blanca. Esto es lo normal. Pero como el organismo u órgano en evolución está sujeto a accidentes y puede sufrir perturbaciones en su marcha ontogénica, sucede, en casos anormales, que no se cierran los bordes de la hendidura ocular y queda en el ojo adulto una zona longitudinal en este sitio sin retina y capa pigmentaria. Más aún; el defecto de formación de las paredes del cáliz ocular lleva consigo el defecto de formación de la coroides en esta zona: lo cual prueba, como observa O. Hertwig, la dependencia que tiene el conjuntivo, de las hojas epiteliales del ojo; y nosotros añadimos que las formaciones embriológicas no se deben a un puro mecanismo, sino que obedecen a una tendencia altamente teleológica: todo marcha como a la ejecución de un plan preestablecido.

Volviendo al caso teratológico, el defecto ocular que nos ocupa, hace que por dentro del ojo se vea por transparencia la esclerótica, como se puede observar mediante el oftalmoscopio. Este defecto, pues, es el que se conoce en la patología o teratología del ojo con el nombre de *coloboma*: *coloboma coroides* (*coloboma chorioideae*), si el defecto abarca sólo la extensión de la coroides; y *coloboma irideo* (*coloboma iridis*), si afecta también el iris.

161. Nervio óptico. — El pedúnculo ocular origina el nervio óptico. En el hombre y en los mamíferos ya sabemos que se invagina la pared inferior de este pedúnculo tubular, formando una especie de canal abierto hacia abajo que se continúa con la hendidura ocular por la que desemboca aquél en la cavidad del cáliz ocular. En éste se aposenta la arteria central de la retina, envuelta en mesénquima; arteria que en el adulto entra en el nervio por su lado externo, a causa de las curvaturas o inflexiones del encéfalo, ya estudiadas más arriba, que interesan también la vesícula ocular con su pedúnculo, según explica Pérez Buñill (1905). Notemos aquí la necesidad de la hendidura ocular, para que el pedúnculo y el nervio óptico, en que se convierte luégo aquél, esté en directa comunicación con la retina. En efecto; la retina resulta de la transformación de la pared interna del cáliz ocular, según vimos. Si la vesícula primitiva del ojo se hubiese invaginado a la manera que lo hace, v. g., la blástula de *Am-*

phioxus, sin invaginarse en algún punto el borde del cáliz, la pared del tubo del pedúnculo no tendría comunicación más que con la pared externa de dicho cáliz que es la pigmentaria, con la que directamente se continuaría: con la pared interna no podría tener comunicación sino atravesando primero la externa con su pigmento: lo cual no podría menos de ser un gran inconveniente. Pero, si el borde del cáliz se invagina, la pared interna de éste se continúa directamente con el nervio óptico. Por lo cual la *hendidura ocular* se observa en todos los vertebrados: podrá faltar la invaginación del pedúnculo y dejar de formarse el canal abierto hacia abajo, que hemos visto en mamíferos y en el hombre; pero la hendidura ocular, no.

El pedúnculo hueco se transforma en nervio óptico, primero engrosando sus paredes por proliferación celular: sus células son, al principio, fusiformes, pareciéndose a las de las paredes del cerebro. El cierre de la luz del tubo primitivo se verifica o por la continuación del engrosamiento de las paredes, como en aves y otros vertebrados, o como en mamíferos y en el hombre, por la invaginación de la pared inferior, al menos en gran extensión, originando el surco o canal que hemos ya descrito y en cuyo seno se aloja la arteria central de la retina. Los bordes de la invaginación se aproximan y se sueldan más tarde, quedando el pedúnculo ocular convertido en un cuerpo sólido. En su interior se desarrollan más adelante fibras nerviosas. El origen de éstas es objeto también de controversia, tropezándose aquí con las mismas divergencias entre los autores, que vimos más arriba (n. 149) respecto de los nervios periféricos. Lo más probable es que las fibras nerviosas del nervio óptico provengan de las células ganglionares que constituyen la tercera capa de la retina; yendo de dentro afuera y contando por primera la membrana limitante interna.

Alrededor del nervio óptico se modifica el conjuntivo embrionario, diversificando dos capas: una *interna* en inmediato contacto con la parte nerviosa, la cual es muy rica en vasos sanguíneos y se continúa hacia el globo ocular con la coroides, y hacia el cerebro con la pía-madre; y otra *externa* muy recia y resistente que hace las veces de la dura-madre del cerebro o de la esclerótica del globo ocular con los cuales se continúa también. La primera o la interna de estas capas se introduce dentro del nervio para abastecerle de vasos y suministrarle el conjuntivo que envuelve y protege las fibras nerviosas y sus haces.

162. Órganos auxiliares del ojo. — El globo ocular, cuyo origen y evolución acabamos de estudiar en sus distintas partes, posee órganos particulares que le protegen o ayudan en su funcionamiento. Tales son los *párpados* con sus *glándulas de Meibomio* y sus *pestañas*; el *aparato lagrimal* y sus *vías oculo-nasales*. Dos palabras sobre cada uno de ellos.

a) *Párpados*. Los párpados deben su origen a dos repliegues de la piel. Apenas formado el globo ocular, se inician en la piel dos repliegues: uno sobre y otro debajo de él (fig. 216): repliegues que van creciendo uno contra el otro para ponerse en contacto en medio y delante del ojo. Los dos repliegues se sueldan temporariamente en el embrión de mamíferos y en el del hombre: en éste al tercer mes; y en el embrión de conejo hacia los 20 días; en el de vaca parece que también al tercer mes: cerrados están ya en los embriones de unos 7 y 12 cm. respectivamente que poseemos. La soldadura es tempo-

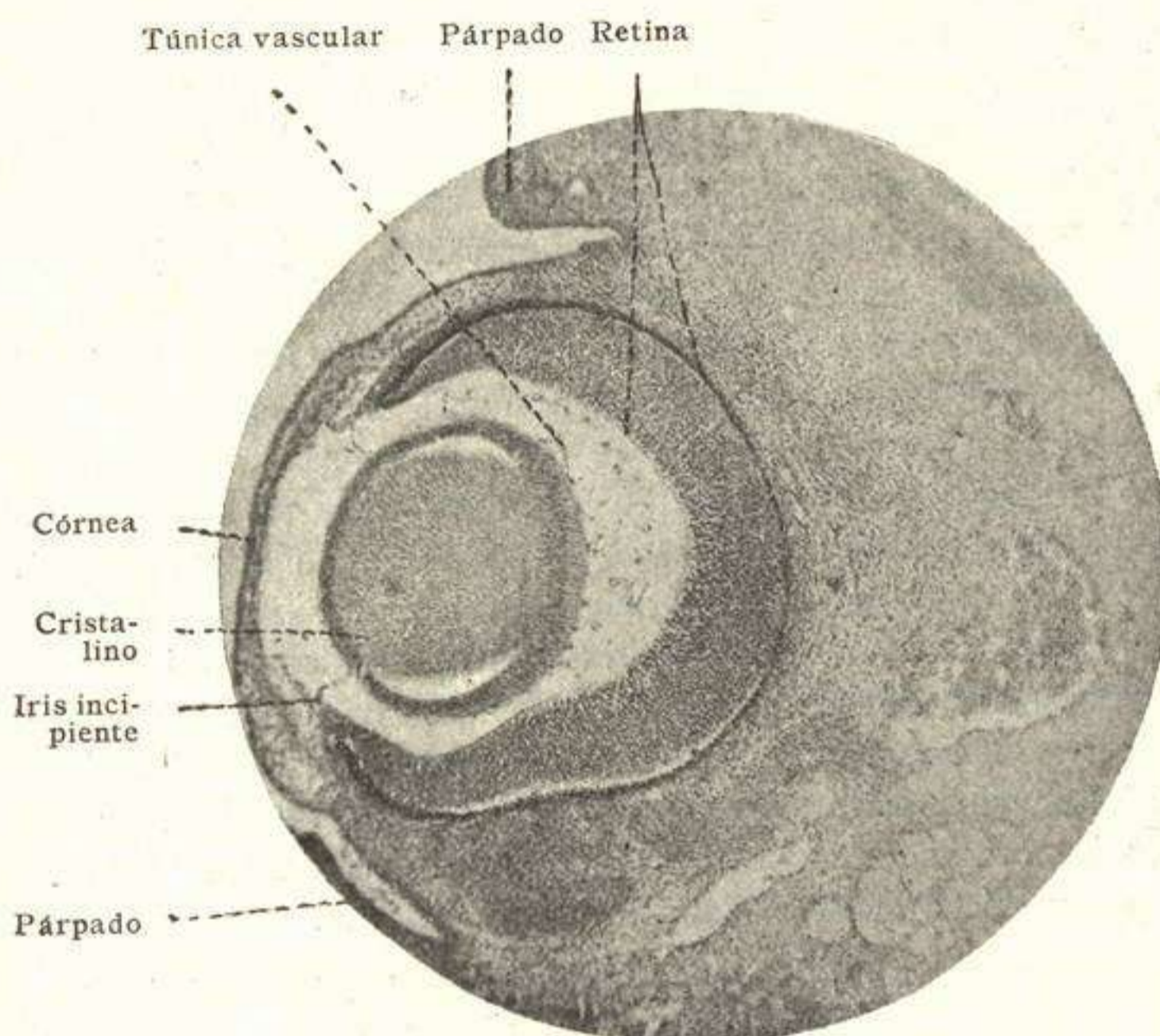


Fig. 216. Corte frontal de la cabeza de un embrión de conejo de 15 días, interesando el ojo. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

raria; en el hombre se abren de nuevo poco antes del nacimiento. La cara externa del párpado está revestida por la piel, y la interna por la mucosa que aquí recibe el nombre de *conjuntiva*.

b) *Glándulas de Meibomio*. En el espesor de los párpados se originan las glándulas de Meibomio. Son muchas, y cada una de ellas se forma mediante una invaginación de la capa germinativa de la piel, denominada *cuerpo de Malpighio*. La invaginación es al principio sólida, a guisa de cordón, y produce yemas laterales. Más tarde se ahuecan los cordones, entrando en degeneración las células centrales y abriéndose el conducto en el borde del párpado. El tiempo de la formación de estas glándulas es, cuando se han cerrado provisionalmente

los párpados. En las aves se forma otro como párpado interno que se llama membrana *nictitante*. Nace de un repliegue semilunar que se forma en el ángulo interno del ojo en la misma conjuntiva. En el hombre existe en su lugar una insignificante dobladura semilunar (*plica semilunaris*). En ella se forman muchas glándulas, que determinan un nódulo rojizo denominado *carúncula lacrimal*.

c) *Glándulas lacrimales*. Hemos dicho que la mucosa o cara interna del párpado se llama conjuntiva. Alrededor del ojo se refleja

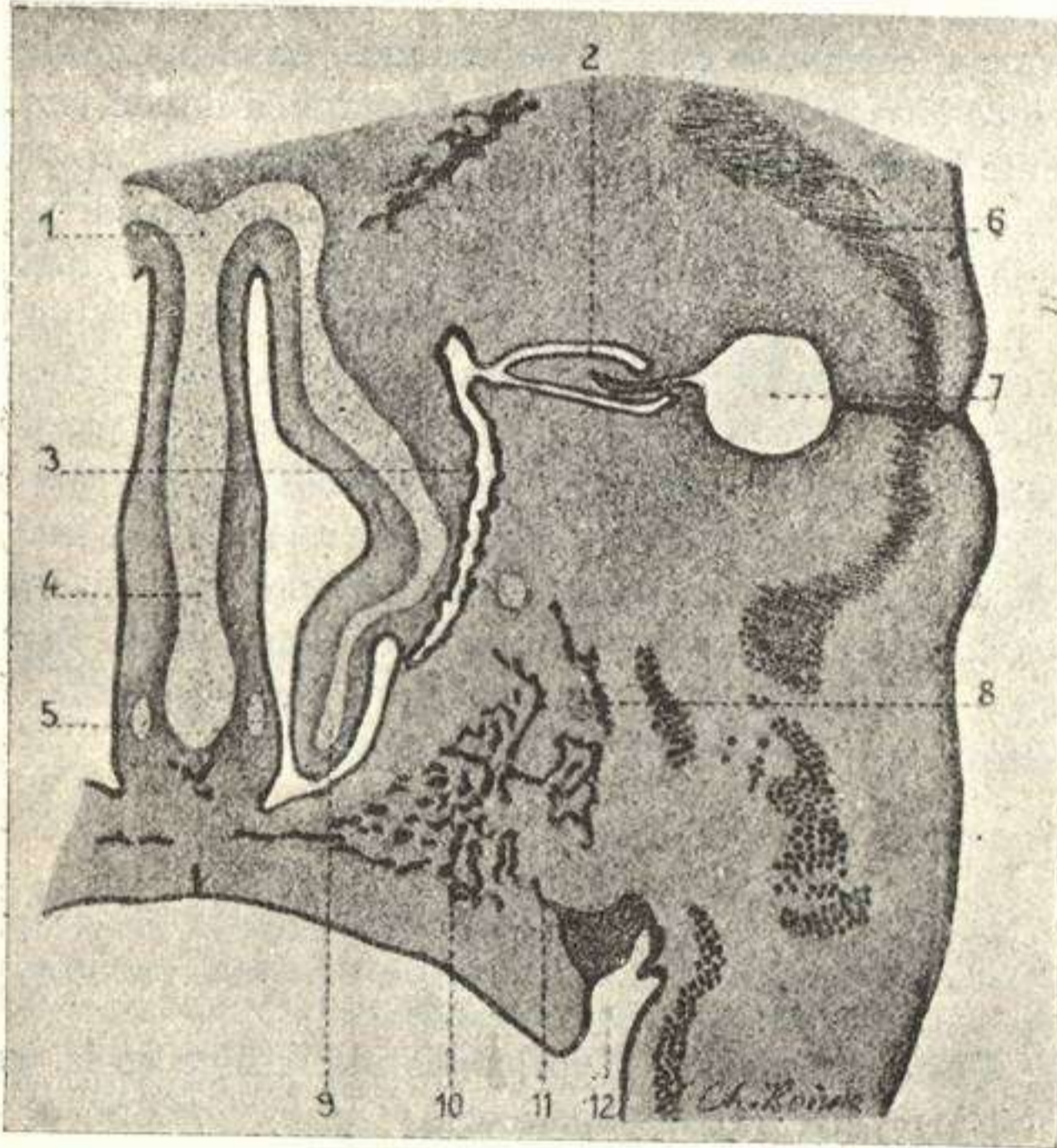


Fig. 217. Corte frontal de la cabeza del feto humano de 8,3/11 cm. — A: 7. Dibujo del Dr. Bonne. 1, cápsula nasal cartilaginosa; 2, conducto lacrimal; 3, canal nasal; 4, cartilago del tabique nasal medio; 5, cartilago de Jakobson; 6, músculo orbicular; 7, cavidad conjuntival; 8, nervio maxilar superior; 9, concha inferior; 10, hueso maxilar superior; 11, lámina dentaria; 12, surco de las encías. (Del Précis d'Embryologie humaine de Tourneux).

dicha conjuntiva, formando un saco, *saco conjuntival*. En la parte superior lateral de dicha conjuntiva en la región, en que se refleja sobre el ojo, se invagina otra vez en varios puntos el epitelio en forma de cordones sólidos que luégo se ramifican. Ahuecándose más adelante la serie de conductos con sus ramificaciones y extremidades de éstas, resulta la glándula que forma el humor lacrimal, destinado a mantener húmeda la *córnea* y la *conjuntiva*. Tiene lugar la formación de la glándula lacrimal al tercer mes de la vida embrionaria.

d) *Vías lacrimales.* Para completar el aparato lacrimal, indiquemos el origen y formación de las vías lacrimales, compuestas por el canal nasal, por el saco lacrimal y por los canalitos lacrimales, que se abren en la cavidad conjuntival por los llamdos puntos lacrimales. El origen de este sistema conductor del humor lacrimal parece ser este. El epitelio que reviste el fondo del surco óculo-nasal (fig. 243) se hunde en forma de lámina o cordón (cordón naso-lacrimal) dentro del mesénquima y se desprende luégo del lugar de origen, quedando sumergido en dicho mesénquima y creciendo, por un extremo hacia la cavidad del ojo, y por otro, hacia la cavidad nasal. Viene otro estadio, en que el cordón se excava (tercer mes) en el punto que corresponde al *saco lacrimal*, originándose una laguna, a donde van a parar directamente los conductillos lacrimales (fig. 217, 2) por resolución de sus células centrales. Estos conductillos resultan o de una división dicotómica de la extremidad ocular del *cordón naso-lacrimal*, según opina Ewetzky, o de una ramificación del conductillo superior, después de formado, según indica Legal. En todo caso, la excavación mencionada del saco lacrimal se propaga hacia ambos extremos del *cordón lacrimal*. El crecimiento del extremo ocular de este cordón con sus dos ramas, produciría dos eminencias o papilas en la cavidad conjuntival, en cuyo centro se abrirían finalmente al quinto mes, según Jouvès (1897), los dos conductillos lacrimales. El conducto nasal (fig. 217, 4) se abre en la cavidad de las fosas nasales, mucho más tarde, de modo que al sexto mes se ha encontrado imperforado aún (1).

XII. Formación del oído

163. Idea general.—No menos interesante es la formación del oído en los vertebrados superiores y en el hombre, donde este sentido reviste mayor complicación, distinguiéndose en él las tres partes que en Anatomía y Fisiología se conocen con el nombre de *oído externo*, *oído medio* y *oído interno*. De los tres el más complicado es el interno, que no sin razón se le llama *laberinto*. A pesar de estar colocado el laberinto en el interior del peñasco del temporal, su origen es directamente *ectodérmico* como la vesícula ocular, según vamos a ver en seguida; al paso que el oído medio, con todo y estar más hacia la parte periférica, es de origen *entodérmico*.

164. Vesícula auditiva primitiva. — Tan complicado es el laberinto en su perfecto estado de desarrollo, cuan sencillo en sus principios: puesto caso que se reduce a una vesícula, cuyo origen

(1) Conf. Tourneux: Précis d'Embryologie humaine, p. 398 (1909).

es el siguiente. A los lados de la región del cuarto ventrículo, sobre el primer surco y segundo arco faríngeo, el ectodermo se espesa en un campito pequeño, formando como una chapa que luego se convierte en una foseta (fig. 218, fa); y continuando la invaginación, la foseta se transforma en vesícula, la cual, finalmente, se desprende del ectodermo o de la epidermis primitiva y se hunde dentro del mesénquima, aproximándose al sistema nervioso. Bien pronto aparece junto a la vesícula y a su lado interno un cuerpo celular (fig. 219), que es el esbozo del *ganglio auditivo*, unido al tubo nervioso en la región del

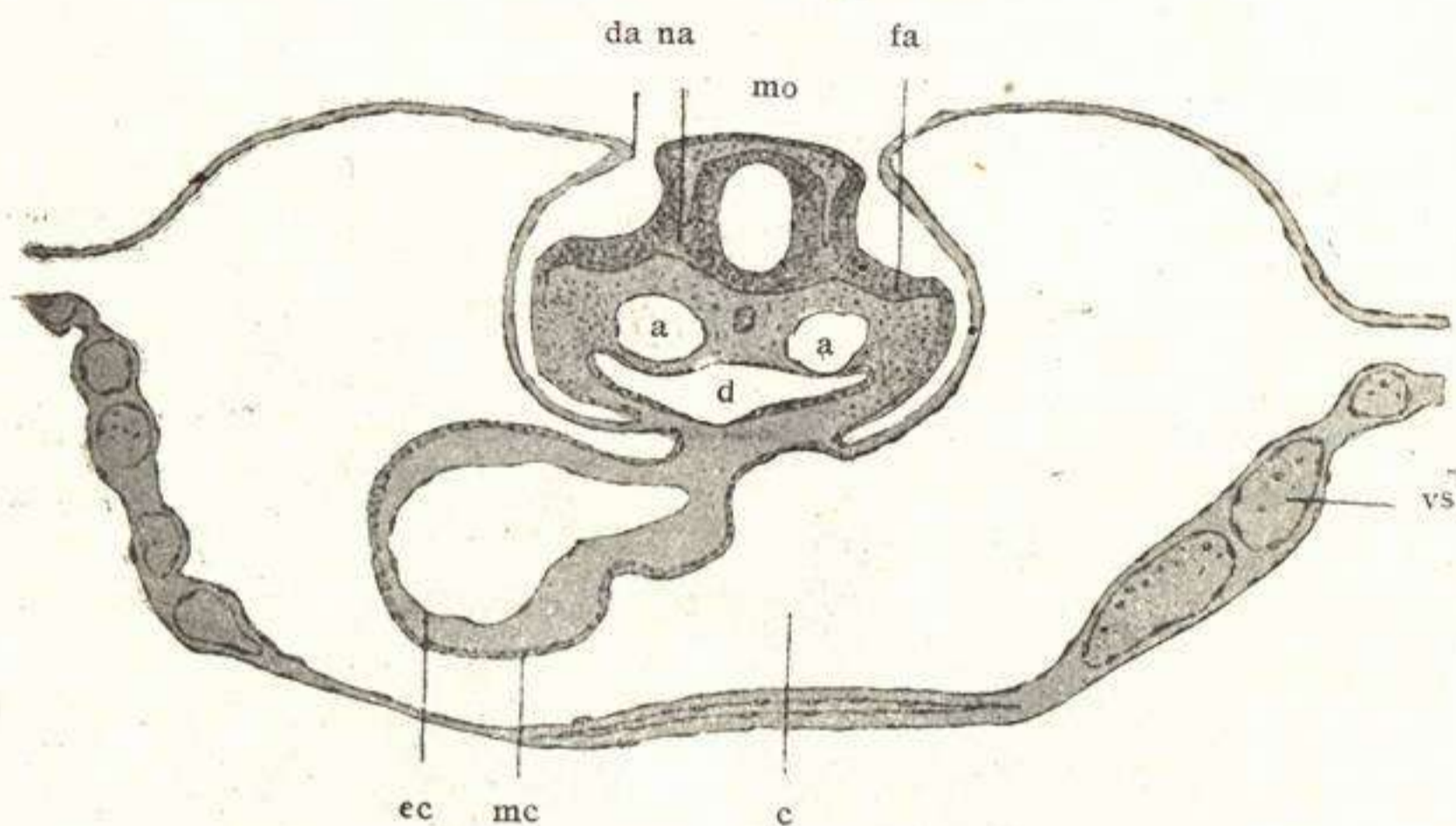


Fig. 218. Corte transversal de la foseta auditiva de un embrión de pollo del 2.º día de incubación.—a, aortas primitivas; c, cavidad celómica; d, parte anterior del tubo digestivo; da, dobladura amniótica; ec, telita endotelial del corazón; fa, f. fosa auditiva; mc, esbozo de la musculatura del corazón (miocardio); mo, médula oblongada; na, origen del nervio auditivo; vs, vasos sanguíneos. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

mielencéfalo por un cordón de fibras que es el primer origen del nervio auditivo (fig. 219).

Dice O. Hertwig (1) que la vesícula auditiva es en sumo grado semejante a las formaciones, conceptuadas en los invertebrados como órganos auditivos: se refiere a los *otocistos* con su *otolito* que en otra parte llamamos *estatocistos* con sus *estatolitos* (2). Confesamos ingenuamente que no vemos esa suma semejanza entre estos órganos; porque lo mismo se podría decir del cristalino en su primera aparición vesiculosa y así de otras formaciones como la blástula de huevos

(1) Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere, p. 315 (1907).

(2) Conf. nuestra obra de Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales, p. 201 (1921).

isolecitos; porque todas las vesículas se parecen. Comparando la vesícula auditiva primitiva de los vertebrados con estatocistos (otocistos) de invertebrados, v. g., del molusco *Pterotrachea* (fig. 220), se observa una diferencia enorme: porque el verdadero *estatocisto* posee un epitelio interno con dos clases de células: unas más bajas con largas pestañas vibrátiles o *cinocilios*, y otras cilíndricas o fibrosas con pestañas más cortas, inflexibles o *estereocilios* aglutinados. Estas últimas células constituyen una *cresta acústica* que llaman; mejor sería llamarla *cresta baroléptica*. El interior de la vesícula estatolítica está

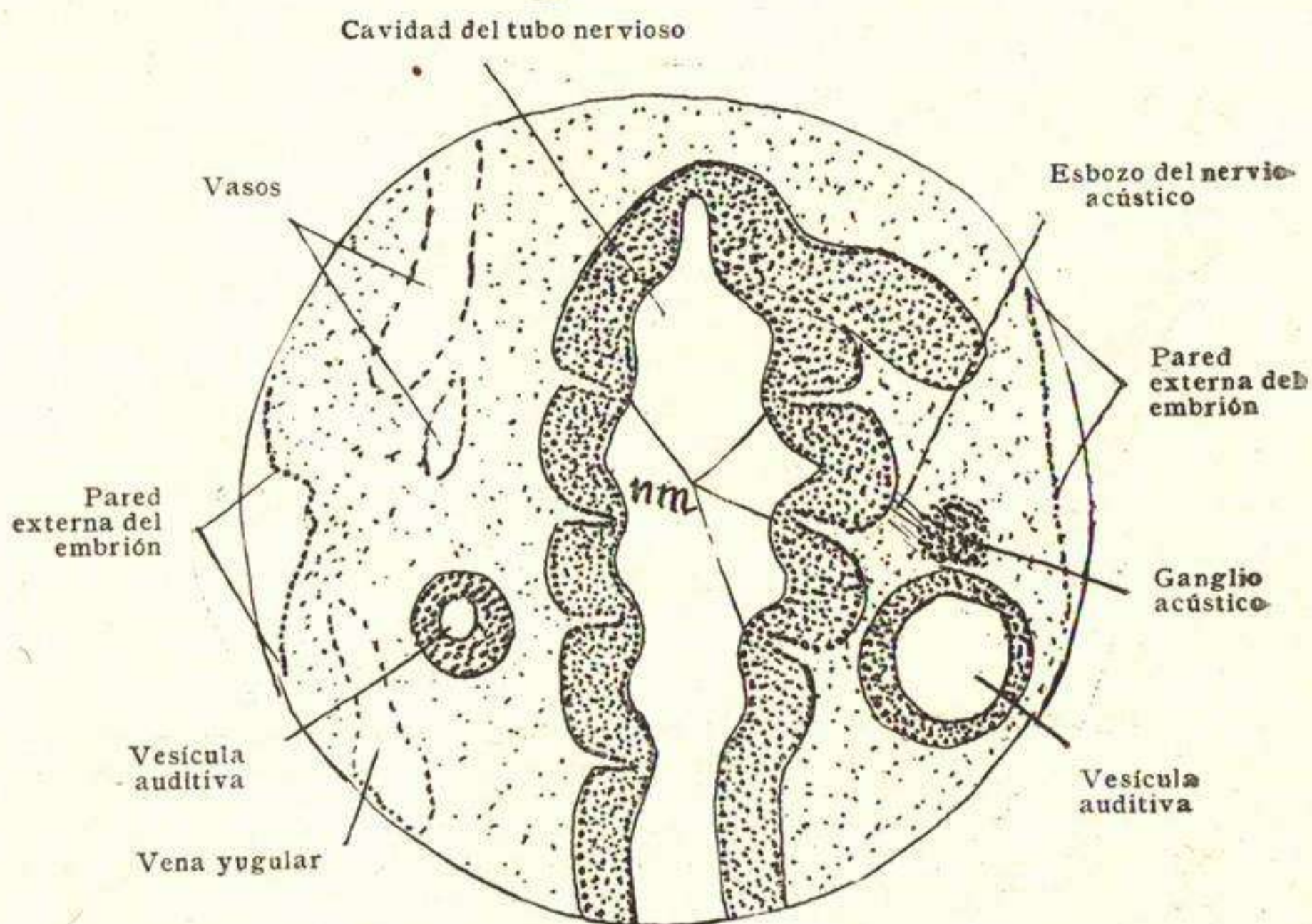


Fig. 219. Corte frontal de la región anterior de un embrión de conejo de 10 días interesando las vesículas auditivas. — nm, crestas o lómitos internos de los *neurómeros*. (Original).

llena de líquido, en el que flotan uno o varios cuerpos (fig. 220) que son concreciones (secreciones ordinariamente): el líquido se pone en movimiento, gracias a las pestañas vibrátiles; y agita el cuerpo o los cuerpos sólidos, cuyo roce en la cresta acústica determina la irritación para la percepción de la gravedad. La vesícula estatolítica está inervada por un nervio, cuyas últimas ramificaciones se distribuyen, como es de suponer, en la *cresta acústica*. En la vesícula auditiva primitiva no aparece ni epitelio vibrátil, ni cresta, ni concreción, ni quizás líquido que se pueda comparar al que llena el estatocisto. Es simplemente un órgano en formación, como lo es la vesícula ocular, la cristalinífera y la blastodérmica; y no permite comparación con órgano ninguno en

orden a establecer homologías: de su ulterior suerte dependerá el que sea esto o aquello: lo cual se verá mejor, si estudiamos los siguientes estadios evolutivos.

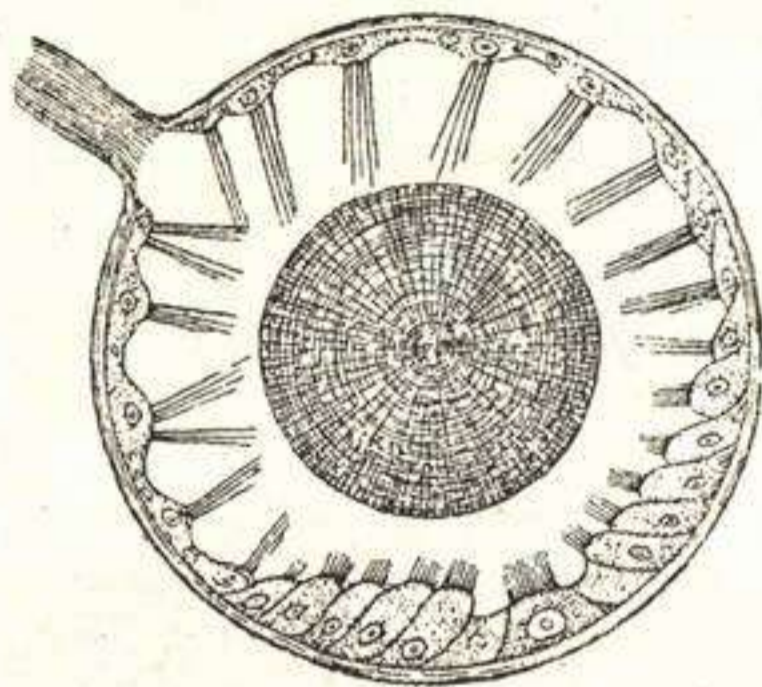


Fig. 220. Otocisto (estaticocisto) de *Pterotrachea* (caracol de mar) con su otolito, (estaticolito). (Del libro de Francé: *Sinnesleben der Pflanzen*).

165. Transformaciones de la vesícula auditiva.

—Cuan importuna es la comparación de la vesícula auditiva con esta-

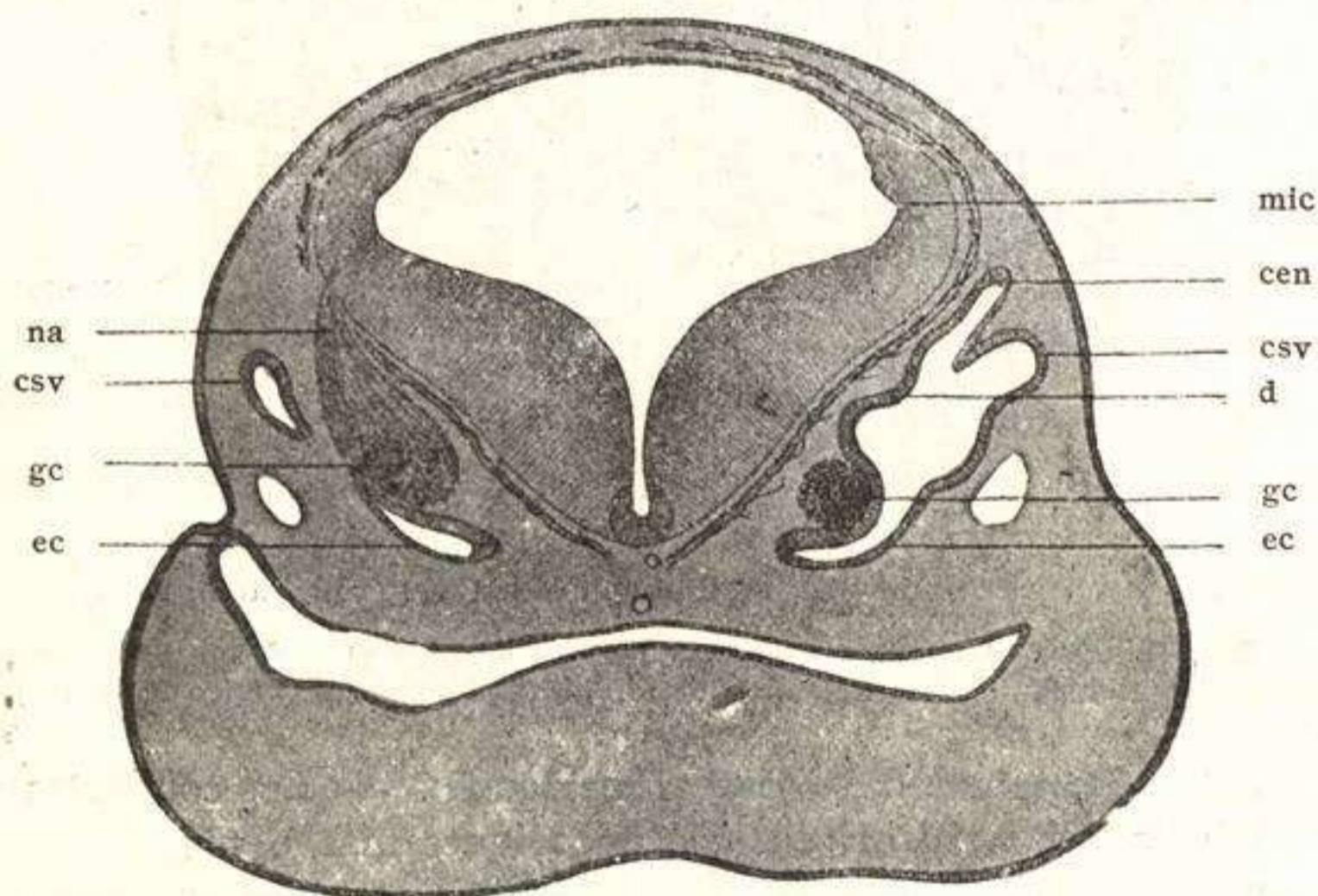


Fig. 221. Corte transversal de la cabeza de un embrión de oveja de 1,6 cm. de longitud pasando por el oído. — na, nervio auditivo; csv, esbozo de los conductos semicirculares verticales; cen, canal endolinfático; d, dobladura que dividirá luego en dos partes el laberinto; ec, esbozo del caracol (*ductus cochlearis*); gc, ganglio coclear (espiral); mic, mielencéfalo. (Según Böttcher. Del libro: *Die Elemente* de O. Hertwig).

tocistos, lo demuestra mejor que todo su ulterior suerte con las transformaciones que luego sufre. Porque, bien pronto pierde la forma de tal vesícula, tomando la de un saco algo irregular y alargado dorso-

ventralmente (fig. 221). El saco complica cada vez más su forma hasta convertirse en el laberinto epitelial, primero, y luego membranoso: de momento se origina en la cara dorsal interna una evaginación o un seno llamado *receso del laberinto* (*recessus labyrinthi*) o *canal endolinfático* (*canalis endolymphaticus*) (fig. 221, cen). Más tarde tiene lugar una división más o menos marcada del saco en dos regiones; una superior e inferior otra, mediante un repliegue de la pared interna hacia su porción media (fig. 221, d): la región superior originará el utrículo con los conductos semicirculares; la inferior, el sáculo con el caracol (fig. 222). Estudiemos estas formaciones.

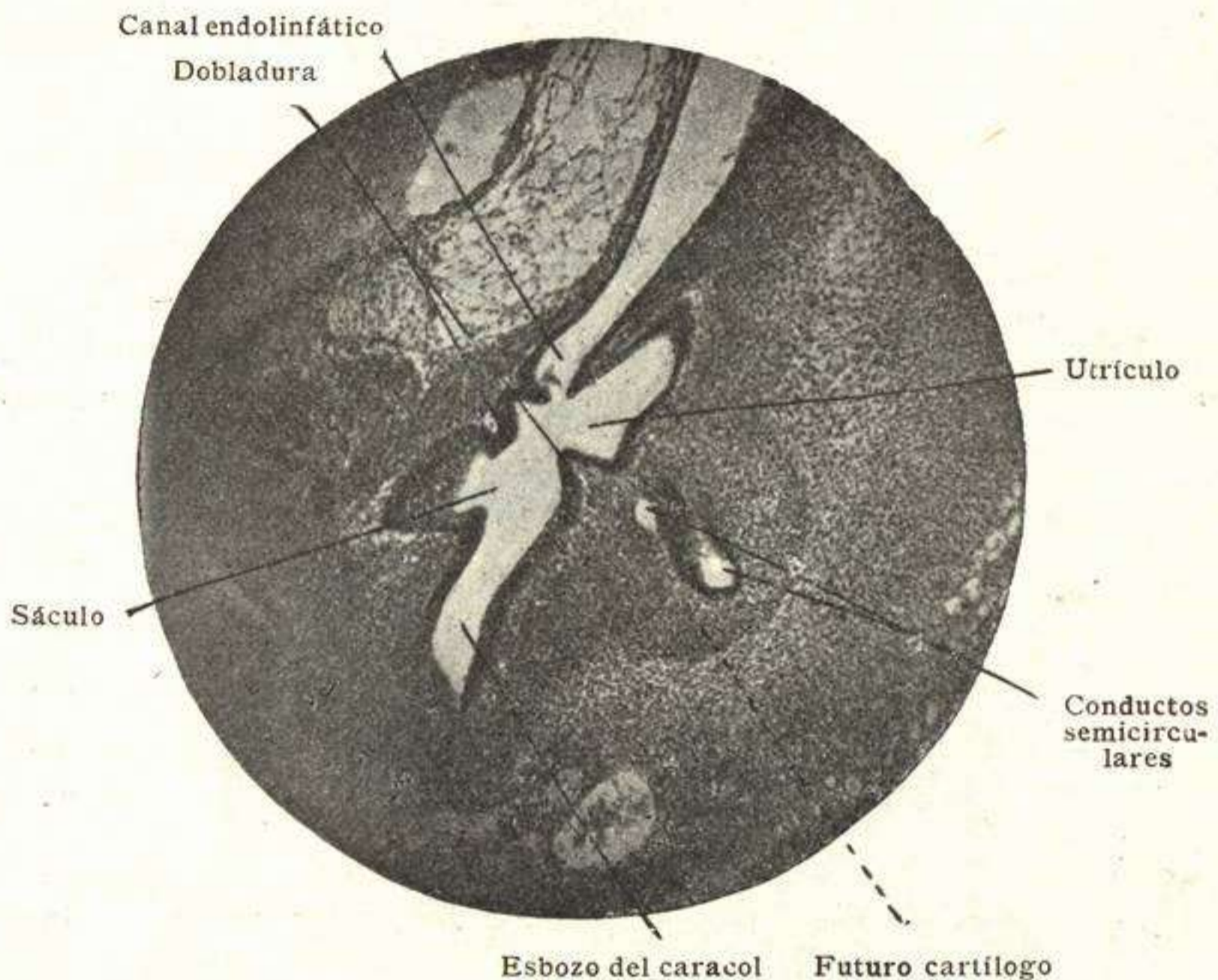


Fig. 222. Corte transversal de la cabeza de un embrión de conejo de 15 días, pasando por el oído en formación. (Microfotografía del Lab. Biológico de Sarriá).

166. Conductos semicirculares. — Los conductos semicirculares deben su origen a evaginaciones más o menos planas, disquiriformes o semicirculares, de la región superior del utrículo. En efecto; para los dos conductos verticales se forma por evaginación de la pared del utrículo un seno vertical de bastante extensión y limitado por paredes más o menos planas (fig. 223, csa, csp). El seno no está todo en el mismo plano, sino más o menos doblado en dos caras, determinando un ángulo diedro. De este primer estadio es fácil derivar el siguiente y aun toda la formación definitiva de los conductos semicirculares verticales. Porque el seno doblado o acodado en ángulo diedro está limitado por una

pared anterior y otra posterior que son las que propiamente forman el ángulo diedro. Ahora bien; si imaginamos que en el centro de cada cara del ángulo diedro se aproximan las dos paredes del seno, soldándose luego y perforándose más tarde la soldadura, se nos habrá

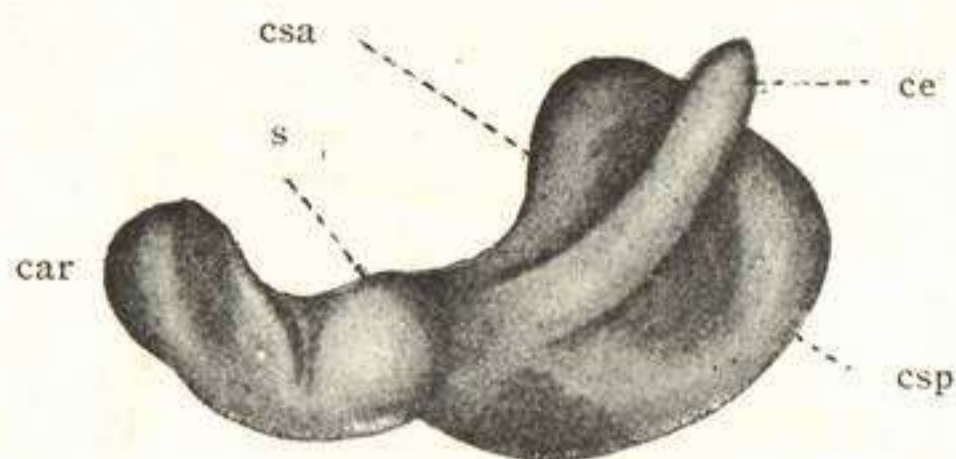


Fig. 223. Modelo plástico del laberinto de un embrión de cerdo de 18 mm. de longitud nuco-coxígea.—*csa*, conducto semicircular anterior; *csp*, conducto semicircular posterior; *ce*, canal endolinfático; *s*, sáculo; *car*, caracol. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

formado una ventana o perforación (fig. 224) en cada cara del ángulo diedro (1). Por otra parte, en el borde semicircular de la evaginación se ensancha el seno. El resultado es que el seno primitivo del ángulo diedro se ha convertido en dos conductos semicirculares que tienen

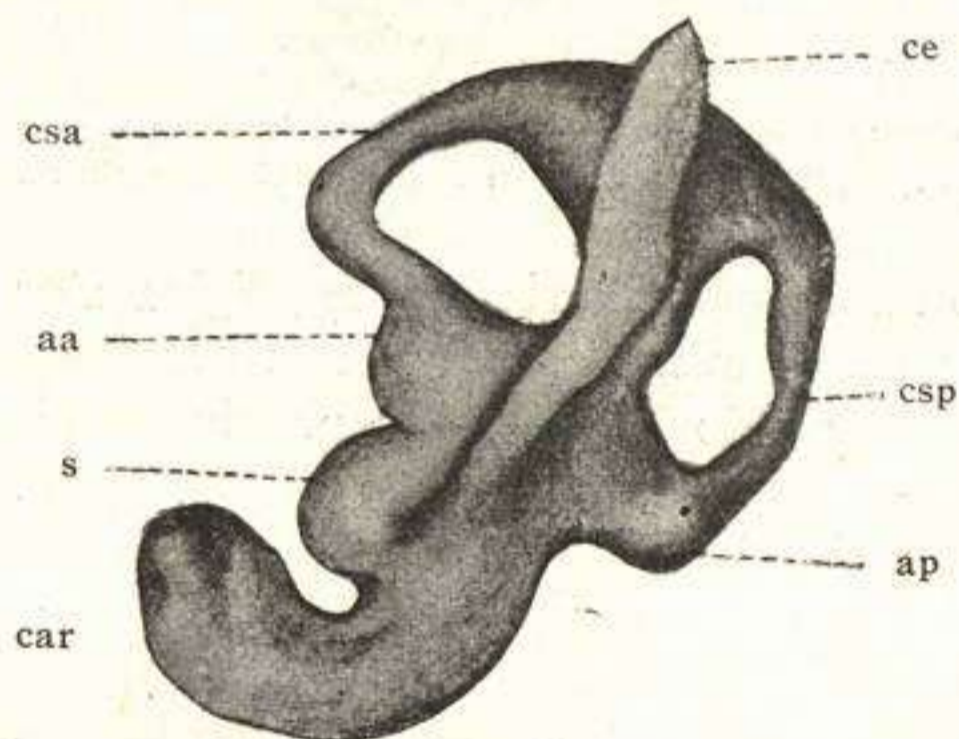


Fig. 224. Modelo de reconstrucción plástica del laberinto de un embrión de cerdo de 30 mm. de longitud nuco-coxígea.—*csa*, conducto semicircular anterior; *csp*, conducto semicircular posterior; *aa*, ampolla anterior; *ap*, ampolla posterior; *ce*, canal endolinfático; *s*, sáculo; *car*, esbozo del caracol. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

una rama común: porque como en todo el borde de la evaginación persiste y aun se dilata la cavidad, tenemos un seno o conducto a cada extremo, que, partiendo del utrículo, bordea la lámina de doble pared

(1) Es difícil con solas palabras explicar el proceso. El profesor para dar una idea exacta y gráfica del fenómeno, debe valerse de modelos de cera, tanto en este como en otros procesos de alguna complicación.

y en el punto medio superior confluyen los dos tubos o senos marginales para continuarse en un solo tubo o conducto que corre en el fondo del ángulo diedro hacia abajo, hasta encontrar otra vez el utrículo o seno común, de donde parten los dos conductos semicirculares.

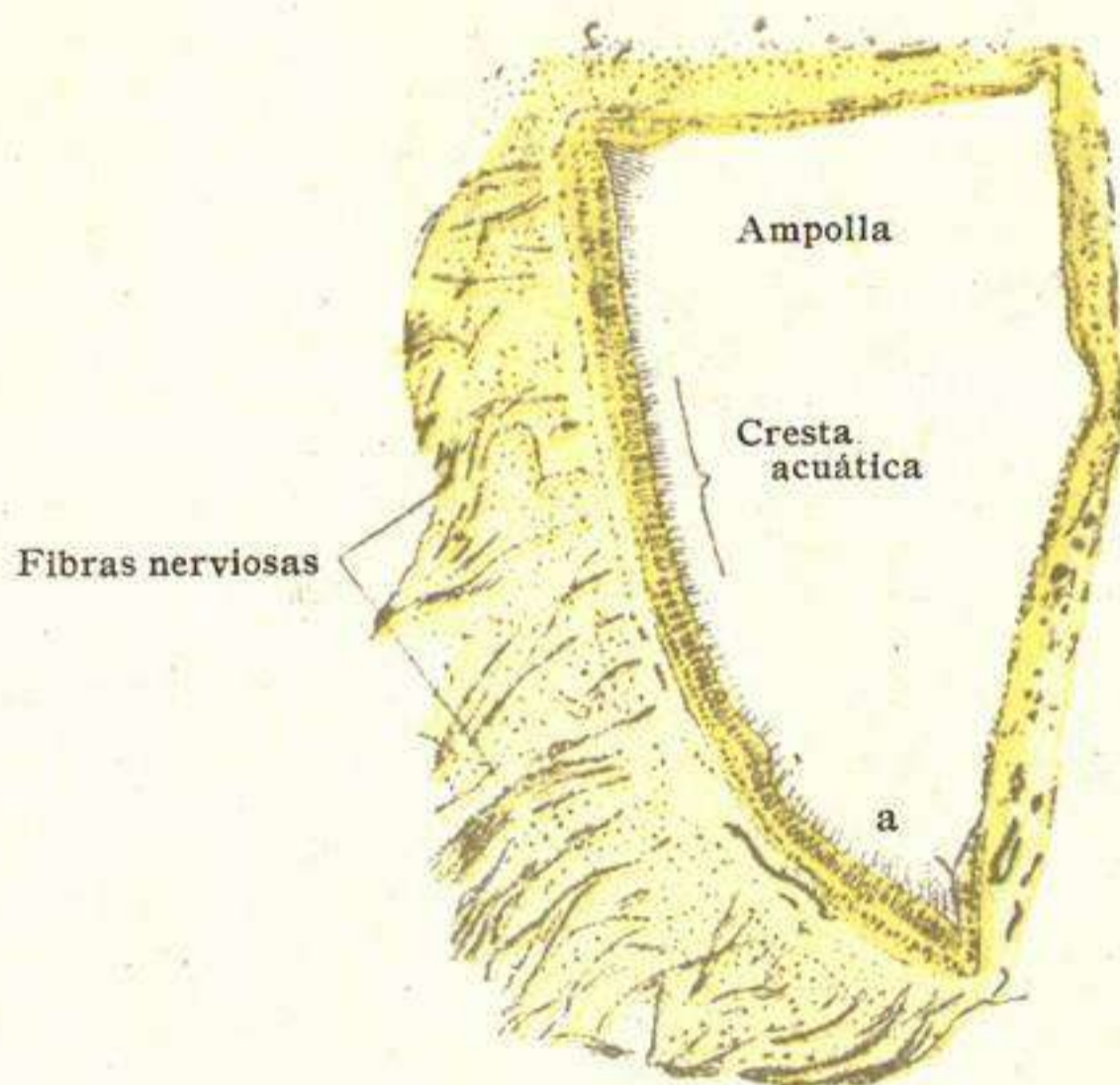


Fig. 225. Cresta acústica de un conducto semicircular. — a, epitelio sin pestañas auditivas. (Según A. Brass. De su Atlas der Gewebelehre des Menschen).

El conducto semicircular horizontal se origina algo más tarde. El proceso viene a ser el mismo, salvo que la evaginación de la pared del utrículo es en sentido horizontal y próximamente perpendicular respecto de la evaginación anterior, y en un solo plano. Por lo demás,

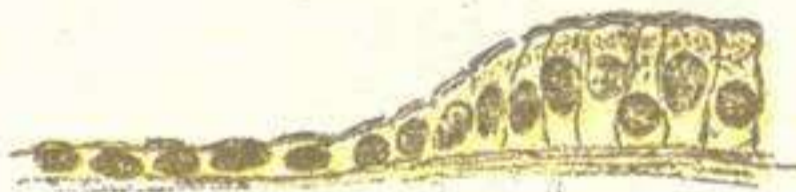


Fig. 226. Porción del epitelio de la región ampular, cuyas células pasan de pavimentosas a cúbicas y prismáticas, en las inmediaciones de la cresta acústica. (La porción corresponde al punto a de la figura 225). (Según A. Brass. De su Atlas der Gewebelehre des Menschen).

el modo de convertirse el seno en conducto es el mismo, aproximándose en el centro las dos paredes que limitan el seno, soldándose luego y perforándose después por el crecimiento del conjuntivo. Añadamos aquí que cada uno de los tres conductos semicirculares se ensancha en una de sus entradas en el útrículo, para formar la dilatación ampular; región ampular, donde se modifica más tarde el epitelio, transformán-

dose en cresta acústica (fig. 225). En estos puntos, en efecto, el epitelio ordinario se modifica: sus células, que son pavimentosas en lo demás, se hacen prismáticas (1) a medida que se acercan a la cresta acústica (fig. 226) y aparece un margen cuticular en su polo libre: en la misma cresta acústica se hallan dos clases de células: unas alargadas y delgadas que alcanzan todo el espesor del epitelio (fig. 227), y se ensanchan

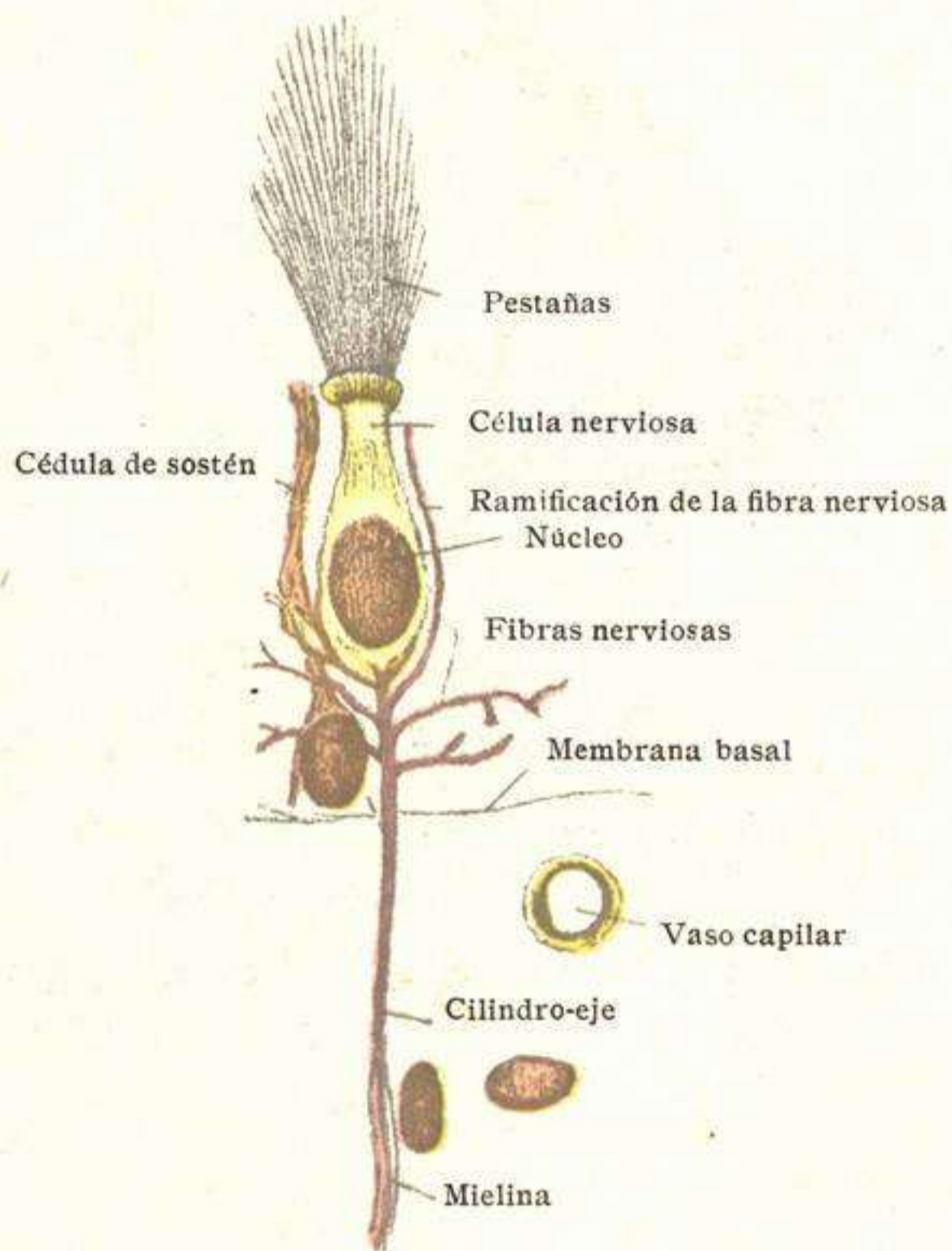


Fig. 227. Dos células del neuro-epitelio (epitelio sensitivo) de la cresta acústica. (Según A. Brass. De su Atlas der Gewebelehre des Menschen).

algo en ambos extremos y contienen en medio un núcleo oval: éstas son las llamadas células de sostén. Otras son cilíndricas y ocupan sólo la mitad superior del epitelio; poseen largas pestañas que atraviesan la cutícula y se aglutinan: su núcleo es redondo y grande, emplazado en su región basal. Estas son las llamadas células *acústicas*. Sobre la cresta se forma la *cúpula*, esto es, una substancia gelatinosa y hialina, que por reactivos fijadores se coagula y hace visible.

(1) Es corriente en Histología llamar epitelio cilíndrico al que realmente es prismático, y en este sentido hay que tomar la palabra siempre que se hable de epitelio cilíndrico.

167. Utrículo y sáculo. — Lo que resta de la región superior, en que hemos dividido el saco primitivo, se llama *utrículo*: en él desembocan los tres conductos semicirculares por cinco bocas, ya que los dos conductos verticales tienen común uno de sus ramales y por lo mismo la boca de este ramal es asimismo común. En

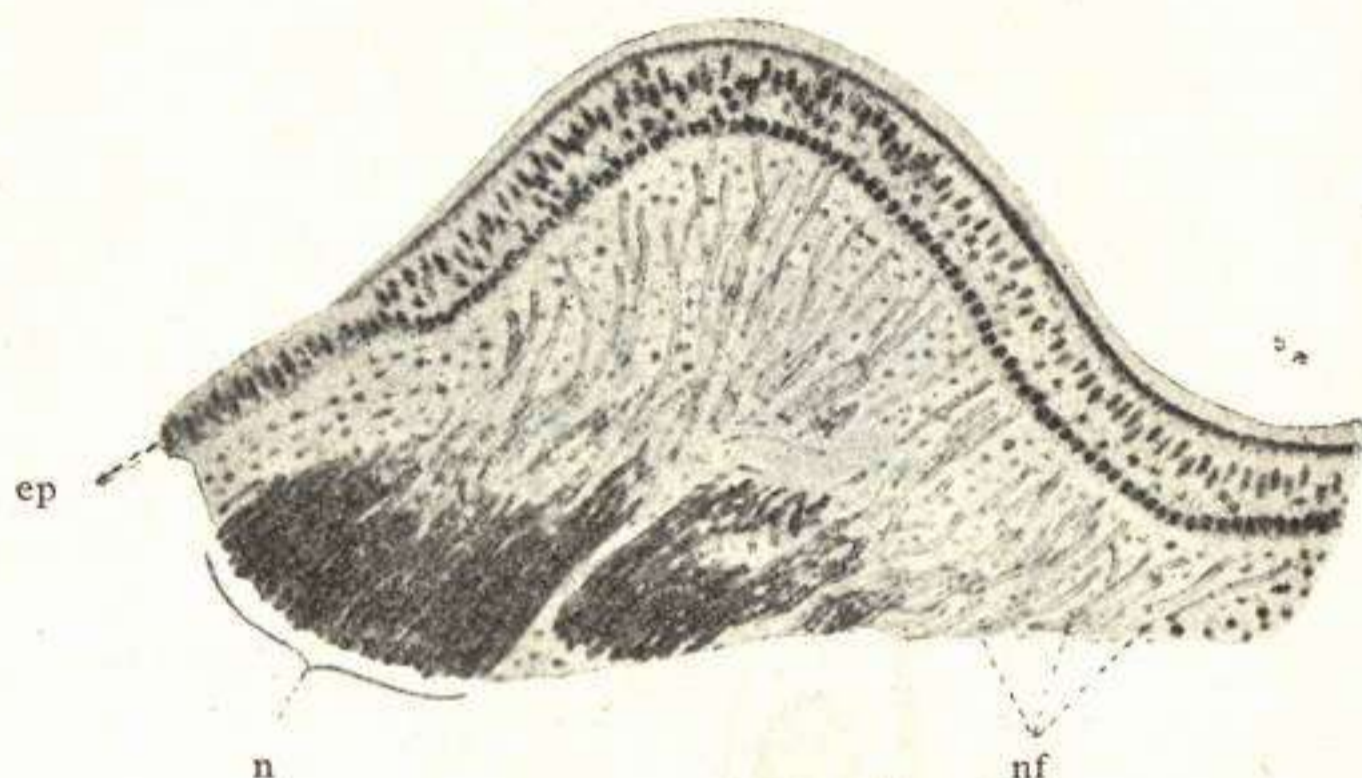


Fig. 228. Corte perpendicular de una mancha (mácula) acústica del gato. El corte muestra el espesor que en la mancha acústica adquiere el epitelio y la entrada de una rama del nervio vestibular.—ep, epitelio, pasando de plano a cilíndrico y a pluriestratificado; n, rama del nervio vestibular; nf, fibras nerviosas mielínicas aisladas que penetran en el epitelio, despojándose de la vaina mielínica. A: 120. (Según J. Sobotta. De su Atlas y Elementos de Histología Anatomía microscópica. Traducción de Pou y Orfila).

el utrículo también se modifica el epitelio en el espacio destinado a formar la llamada *mancha acústica* (fig. 228); y se modifica de un modo análogo a lo dicho de las crestas acústicas: sólo que en lugar de la cúpula existe una sustancia blanda como una cutícula, donde aparecen los *otolitos*, esto es, unos cristales de carbonato de calcio



Fig. 229. Otolitos del sáculo de un niño recién nacido A: 260. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie der Menschen 1906).

de 1-15 μ (fig. 229): en conjunto constituyen los *otoconios* o la arena del oído.

La dobladura de la pared del saco primitivo (fig. 230, d) ,que lo dividió en dos regiones, se ha pronunciado cada vez más, reduciendo a esta porción media un delgado canal, por el que se comunica el

utrículo con el sáculo o región inferior de la que se derivará, como luego veremos, el caracol. El canal que une ambas regiones se llama *canal utrículo-sacular* (*canalis utrículo-saccularis*). Una vez terminada la evolución con todas las modificaciones que durante ella sufre el laberinto y en el punto medio de este canal próximamente, desemboca el canal endolinfático, cuyo origen vimos ya; de manera que el aspecto es tal que parece que el canal endolinfático se bifurca (fig. 231, R) al llegar aquí, enviando un ramal al utrículo y otro al sáculo.

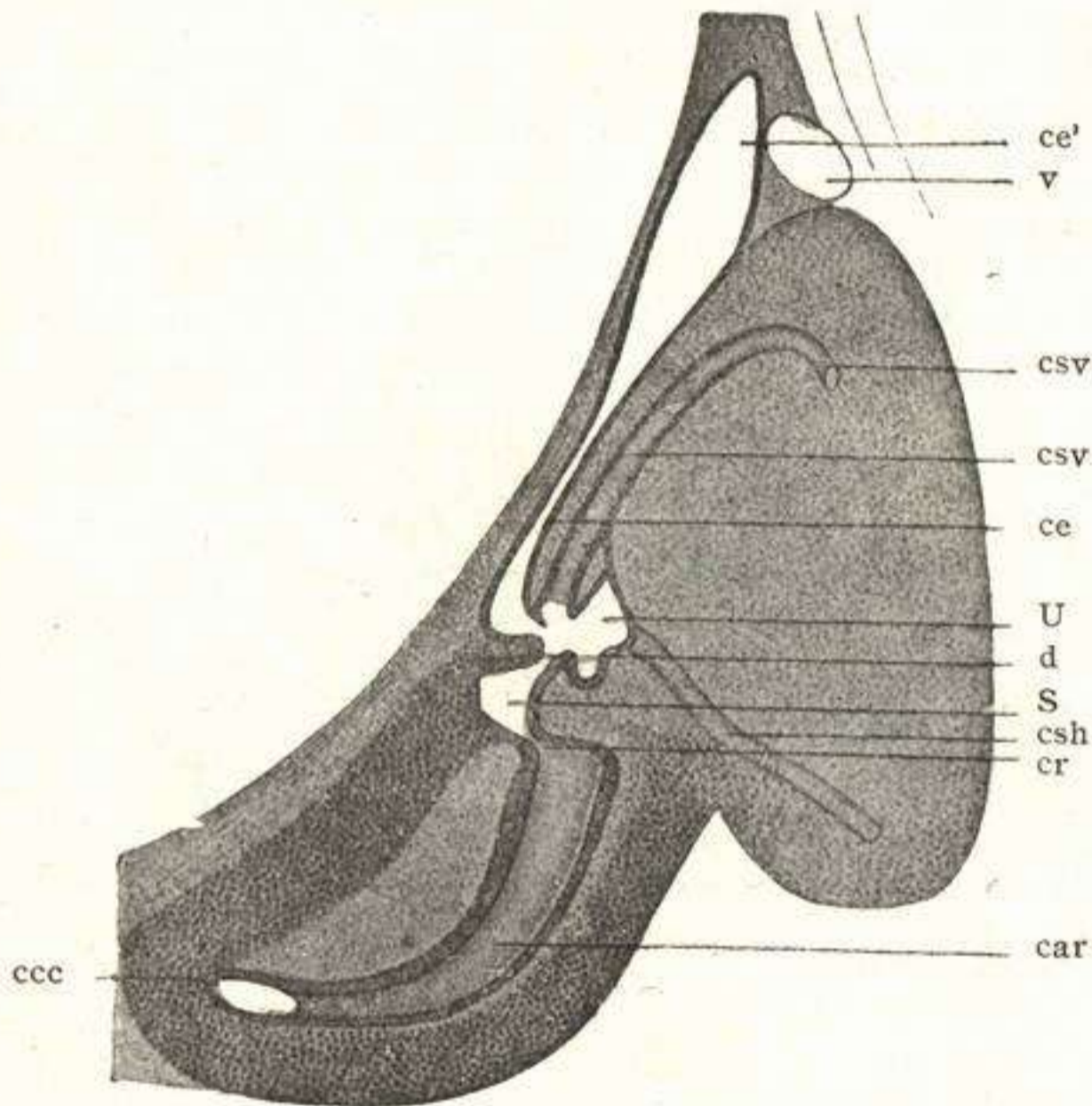


Fig. 230. Combinación de dos cortes del laberinto de un embrión de oveja de 2,6 cm. — ce, canal endolinfático; ce', región ampular del mismo; csv, conducto semicircular vertical; csh, conducto semicircular horizontal; U, utrículo; d, dobladura de la pared que divide en dos compartimentos el vestibulo y limita el canal utrículo-sacular; S, sáculo; cr, canal reuniente (*canalis reuniens*); car, caracol; ccc, cápsula cartilaginosa del caracol. (Según Böttcher. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

La cavidad primitiva de la región inferior, pues, se llama sáculo; y en su epitelio se forma también, como en el utrículo, una mancha acústica con sus otolitos (*otoconios*).

168. Caracol. — Queda indicado que del sáculo se deriva el caracol. Muy pronto, cuando apenas se puede hablar aún de dos regiones, bien demarcadas, la porción inferior del saco primitivo toma forma cónica y algo encorvada hacia el encéfalo (fig. 221, ec); y en la concavidad del seno que se origina, se emplaza el ganglio coclear o espiral (gc). Esta parte cónica es realmente el primer esbozo del ca-

racol. Continuando el crecimiento por entre el mesénquima, describe una espiral que en el hombre llega a tener dos vueltas y media. Y como quiera que la primera vuelta es más recia que la segunda, y ésta que la tercera, resulta que aquí toma el laberinto membranoso forma helicoidea o de caracol. Entre el sáculo, que ha dado origen al caracol, y éste, tiene lugar una estrangulación, reduciéndose la unión entre uno y otro a un delgado canal, llamado *reuniente* (*canalis reuniens*) de Hensen (fig. 231, cr).

También el laberinto membranoso del caracol modifica en parte su epitelio, dando origen al órgano de Corti. Porque la cara inferior o basal del caracol membranoso, llamado en Anatomía *lámina espiral membranácea*, diferencia en una determinada región su epitelio, y de pavimentoso que es en lo restante, se transforma paulatinamente

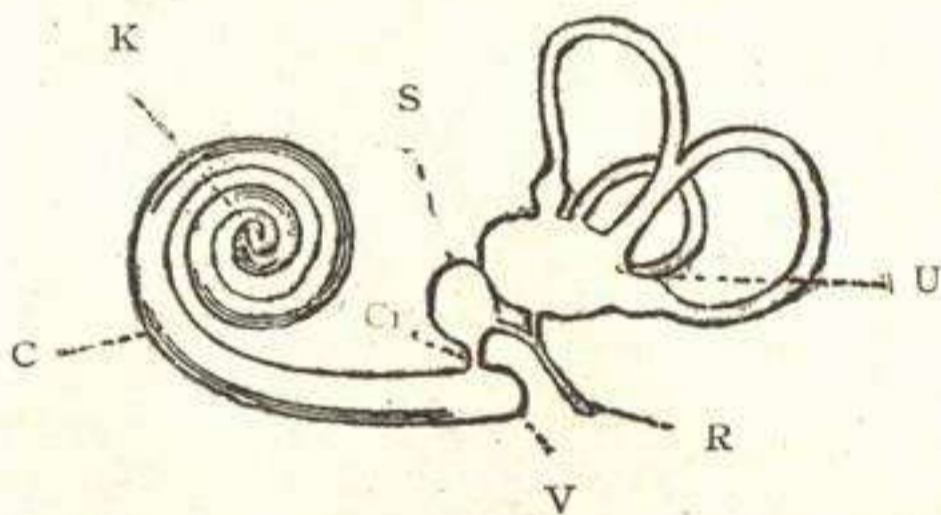


Fig. 231. Esquema para ilustrar el aspecto que presenta el laberinto membranoso, arribado a su término evolutivo. — C, caracol; Cr, canal reuniente; K, saco ciego terminal en forma de cúpula; R, receso o canal endolinfático; U, utrículo; S, sáculo; V, vestibulo ciego del canal. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

en cilíndrico, distinguiéndose en él dos clases de células: unas de *sostén* y otras *acústicas* con pestañas (fig. 232). Si consideramos como interna la pared de la columna del caracol, llamado el *modíolo*, la opuesta será la externa. Ahora bien; suele haber en la lámina espiral membranácea varias series de células pestañosas acústicas (fig. 232), dispuestas en espiral, como la misma lámina, separadas por un conducto, llamado túnel, limitado por otras dos células muy alargadas y no pestañosas, conocidas con el nombre de *pilares*; las cuales, distanciadas inferiormente por un espacio notable, se apoyan arriba, una sobre otra, determinando un puente. No es fácil definir, si el túnel se debe a la separación de dichas células-pilares, o a la resolución de alguna o algunas otras. De las series de células acústicas, cuatro caen al lado externo del puente y una al lado interno (fig. 232). A cada célula acústica le llega de la parte interna o, mejor, de la columna del caracol, donde se halla emplazado el ganglio coclear, su fibra nerviosa. En conjunto, esta parte diferenciada del caracol membranácea forma el *órgano de Corti*.

La llamada *membrana tectriz*, por razón de cubrir las células acústicas (fig. 232), es formación cuticular del epitelio del tejido que recubre la lámina ósea.

169. Nervio acústico y su ganglio. — A una con estos cambios del seno primitivo, transformándose en laberinto membranoso, suceden otros en el nervio y ganglio acústicos. Porque a cada parte epitelial diferenciada del laberinto membranoso (crestas y manchas acústicas, órgano de Corti) va a terminar una rama nerviosa. El nervio primitivo, pues, sufre una división enviando una rama (nervio vestibular) al vestíbulo; la cual a su vez se subdivide, enviando sendas ramitas a las manchas acústicas del sáculo y utrículo y a las crestas acústicas de los conductos semicirculares: esta rama es la menor. La otra rama, *nervio coclear* (*nervus cochlearis*) es la mayor y va a inervar el caracol.

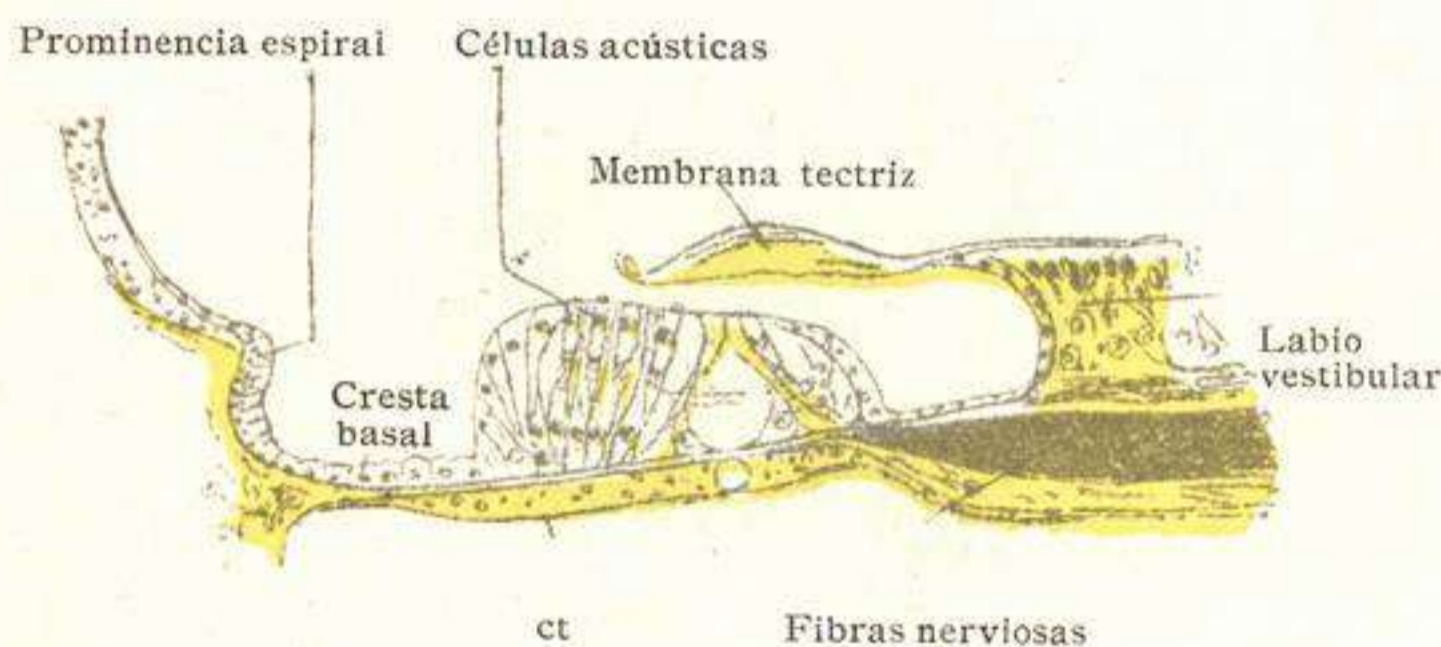


Fig. 232. Corte perpendicular de la membrana basal del caracol con el órgano de Corti.—ct, capa tectriz de la rampa timpánica. (Segun A. Brass. De su Atlas der normalen Gewebelehre des Menschen).

También el ganglio acústico primitivo ha sufrido división. Una porción de él, en virtud de los cambios sufridos y del desigual crecimiento, queda la más distanciada del laberinto y más próxima al encéfalo: a esta porción se le da el nombre de *ganglio de Scarpa*. De él parten las ramitas que van al vestíbulo; entendiéndose por tal el conjunto del utrículo y sáculo. Lo restante del ganglio se emplaza en la columna y se extiende en la lámina espiral, enviando desde allí las fibras nerviosas al órgano de Corti. Merece mencionarse aquí una ramita del nervio *coclear* que se desgaja de él para ir a inervar la primera porción (porción vestibular) del caracol: posee también su ganglio, denominado de *Böttcher*.

170. Modificación del mesénquima. — Todo el laberinto epitelial se forma y desarrolla en medio del mesénquima o conjuntivo embrional. Este conjuntivo se modifica en sus inmediaciones para ofrecerle su aparato nutritivo y de protección, como vimos

sucedía en todo el sistema nervioso y señaladamente en el ojo. En términos generales, se puede decir que el conjuntivo constituye alrededor de las formaciones estudiadas, primero, una cápsula membranacea. En ella o en el conjuntivo que la compone, se pueden distinguir dos zonas: una interna y otra externa. La interna se hace cada vez más hialina, tomando sus células la forma de huso o estrella con varias prolongaciones, con abundante substancia amorfa intercelular hialina, por donde corren algunos vasos sanguíneos. La externa es muy celular, estando las células unidas entre sí por delgados tabiques de substancia intercelular: todo indica la próxima transformación de esta capa en cartílago embrional.

171. Espacios perilinfáticos. — La capa interna de la cápsula membranacea es la destinada a originar los espacios perilin-

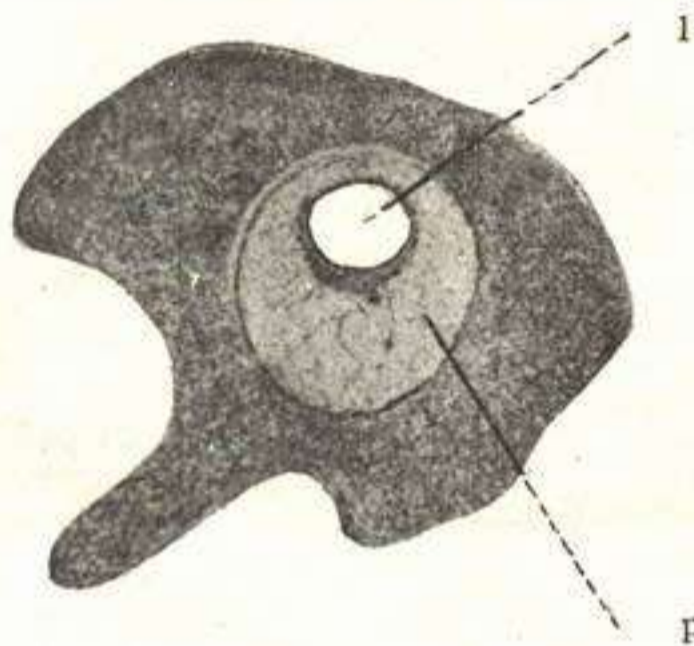


Fig. 233. Corte transversal de un conducto semicircular. — p, espacio perilinfático; l, luz del conducto. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

fáticos, homólogos a los subdurales y subaracnoidales del cerebro. Al efecto, el tejido de dicha capa diferencia a su vez una capa *interna*, muy rica en vasos que se adhiere al laberinto o lo integra: esta capa equivale a la pía-madre cerebral y a la coroides del ojo; otra capa *media*, la más ancha, cuyas células entran pronto en degeneración grisiente y se resuelven, dejando en su lugar, primero, pequeñas cavidades, que luego, fusionándose unas con otras, dan por resultado la constitución de los espacios perilinfáticos; y, finalmente, otra capa, que es la más externa de la región o zona que estudiamos. Esta capa *externa* es otra vez fibrosa y reviste la masa celular que se transforma en cartílago, constituyendo su pericondrio. De la capa fibrosa interna van tiras acá y acullá a la externa, atravesando la cavidad perilinfática. Esto en términos generales: bajando ahora a algún detalle, hay que hacer diferencia entre las diversas regiones.

a) *Conductos semicirculares.* En los conductos semicirculares, la capa del tejido hialino no es de igual espesor en torno del con-

ducto, como lo demuestran los cortes (fig. 233, p): de poco espesor en la cara convexa y de mucho espesor en la cóncava.

b) *Vestíbulo*. No es muy desemejante la transformación del mesénquima en el vestíbulo (fig. 234): sus espacios perilinfáticos se continúan con los de los canales semicirculares.

c) *Caracol*. Mucho más complicado es el proceso de la transformación definitiva del mesénquima en el caracol. Notemos desde luego que en la vecindad del conducto coclear epitelial se transforma el tejido en una cápsula cartilaginosa, muy notable (fig. 235 Cc); dentro de la cual crece y se desarrolla en espiral el mencionado conducto, muy próximo y casi tocando la pared interna de la cápsula. Esta se

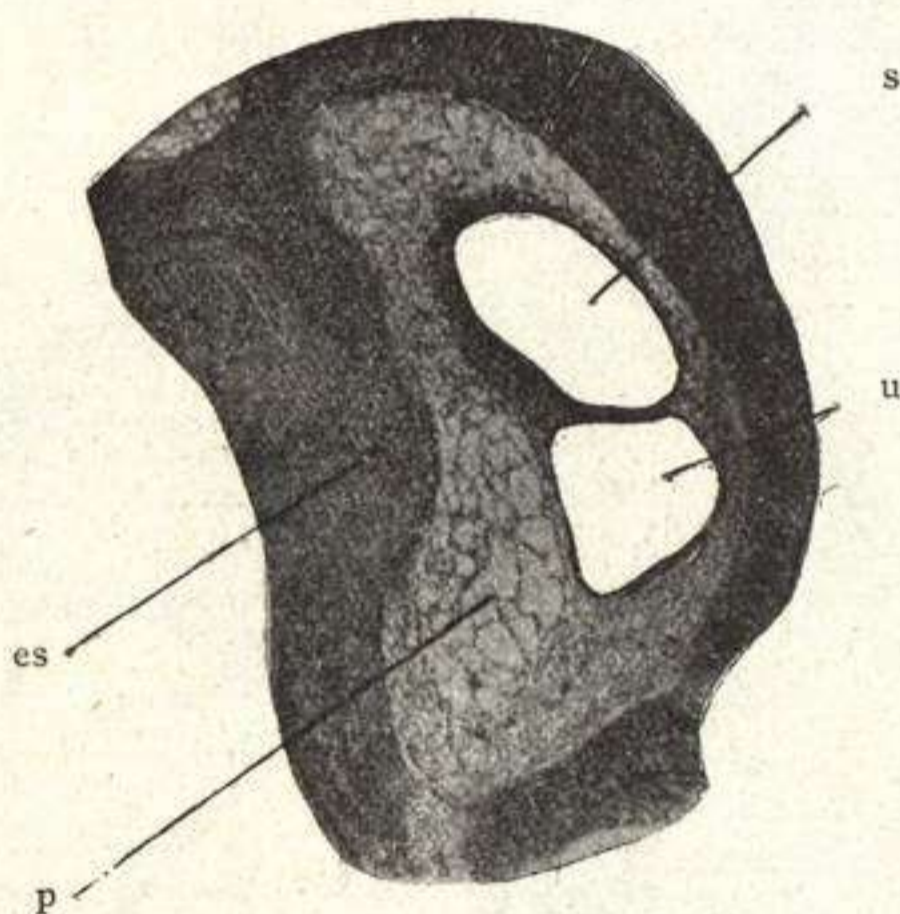


Fig 234. Corte del laberinto en la región del vestíbulo. — es, esbozo del estribo; p, espacio perilinfático; s, sáculo; u, utrículo. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig.

continúa con las demás partes cartilagíneas del oído interno, ya estudiadas, integrando el peñasco del temporal. La cápsula tiene su abertura por el lado del cerebro, por donde entra el nervio acústico al interior de la espiral resultante, llena de mesénquima, a una con los vasos que han de alimentar el órgano, subiendo después hacia arriba. Ya en el interior de la espiral, el nervio se dirige hacia la concavidad del conducto coclear: sus ramas se hinchan luego para formar el ganglio del caracol: el cual toma el aspecto de banda espiral, ya que recorre la concavidad del conducto en espiral. El mesénquima que llena el interior de la espiral, se convierte luego en la columna, llamada *modíolo* del caracol.

Réstanos estudiar ahora cómo se comporta el tejido mesenquimatoso, encerrado dentro de la cápsula cartilaginosa y en cuyo seno ha crecido y desarrollándose el conducto coclear epitelial. En el modíolo

o columna del caracol el mesénquima se torna fibroso, para osificarse más tarde sin pasar por el estado de tejido cartilagíneo (fig. 235, M). Del modíolo va una lámina de tejido fibroso hacia la concavidad del conducto (fig. 235, junto a N), que se transforma pronto, osificándose

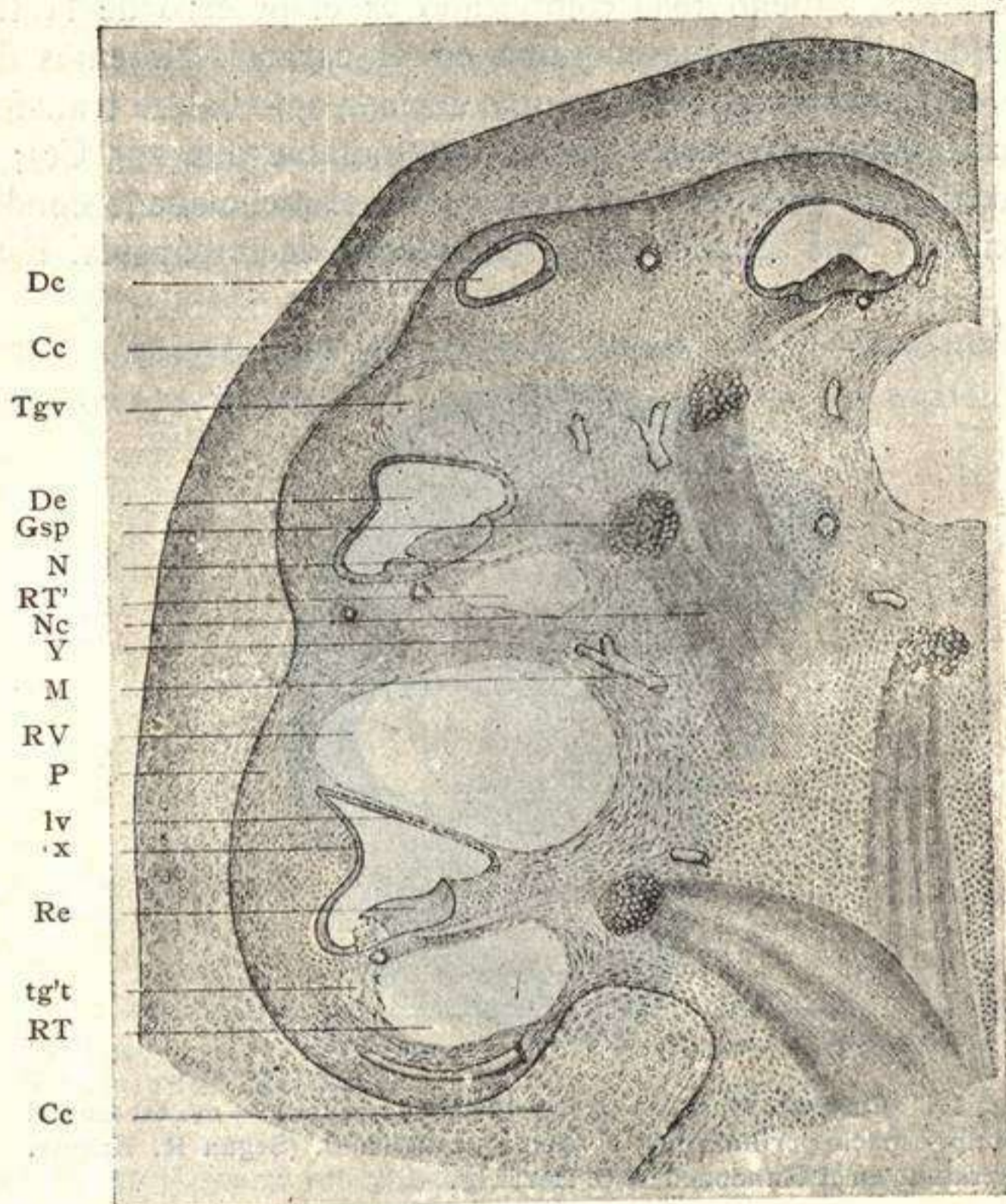


Fig. 235. Porción de un corte del caracol de un embrión de gato de 9 cm.--Cc, cápsula cartilagínea, dentro de la cual se ha desarrollado el caracol; RT, RT', ramba timpánica (en la primera y segunda vuelta del caracol); Re, rodetes epiteliales, uno más alto que el otro; el alto segregará la membrana tectoria, el pequeño se transformará en el *órgano de Corti*; lv, lámina vestibular; x, pared externa del caracol membranoso con el ligamento espiral; RV, ramba vestibular; Dc, conducto del caracol; tgv, tejido gelatinoso que llena aún la última vuelta del caracol y cuya resolución originará la ramba vestibular; tg't, resto de este mismo tejido en la ramba timpánica; M, tejido conjuntivo más resistente junto al nervio coclear, Nc, nervio coclear; Gsp, ganglio espiral; N, nervio del *órgano de Corti* en el sitio que será después la lámina ósea espiral; Y, tejido conjuntivo tupido que luego se osifica y ayuda a limitar el conducto óseo del caracol; P, pericondrio. (Según Böttcher. Die Elemente de O. Hertwig).

también directamente, en la lámina ósea, que será espiral como todo lo que sigue interior o exteriormente el conducto del caracol. Además, de junto a la cápsula cartilagínea parten tiras de tejido fibroso hasta encontrar el del modíolo (fig. 235, Y): estas tiras, que también se osi-

fican directamente, son las que interpuestas entre las vueltas del conducto coclear, separan unas de otras, y en su consecuencia, ayudan a integrar el conducto óseo del caracol; pues el hueso de origen fibroso, formado en la parte convexa del conducto por debajo de la cápsula cartilaginosa, se continúa con las láminas óseas que separan unas vueltas de otras y éstas, a su vez, se continúan con el hueso del modíolo y la lámina espiral ósea.

Pero no sabemos aún el origen de las llamadas rampas del caracol, espirales como el mismo conducto epitelial. Con los precedentes que

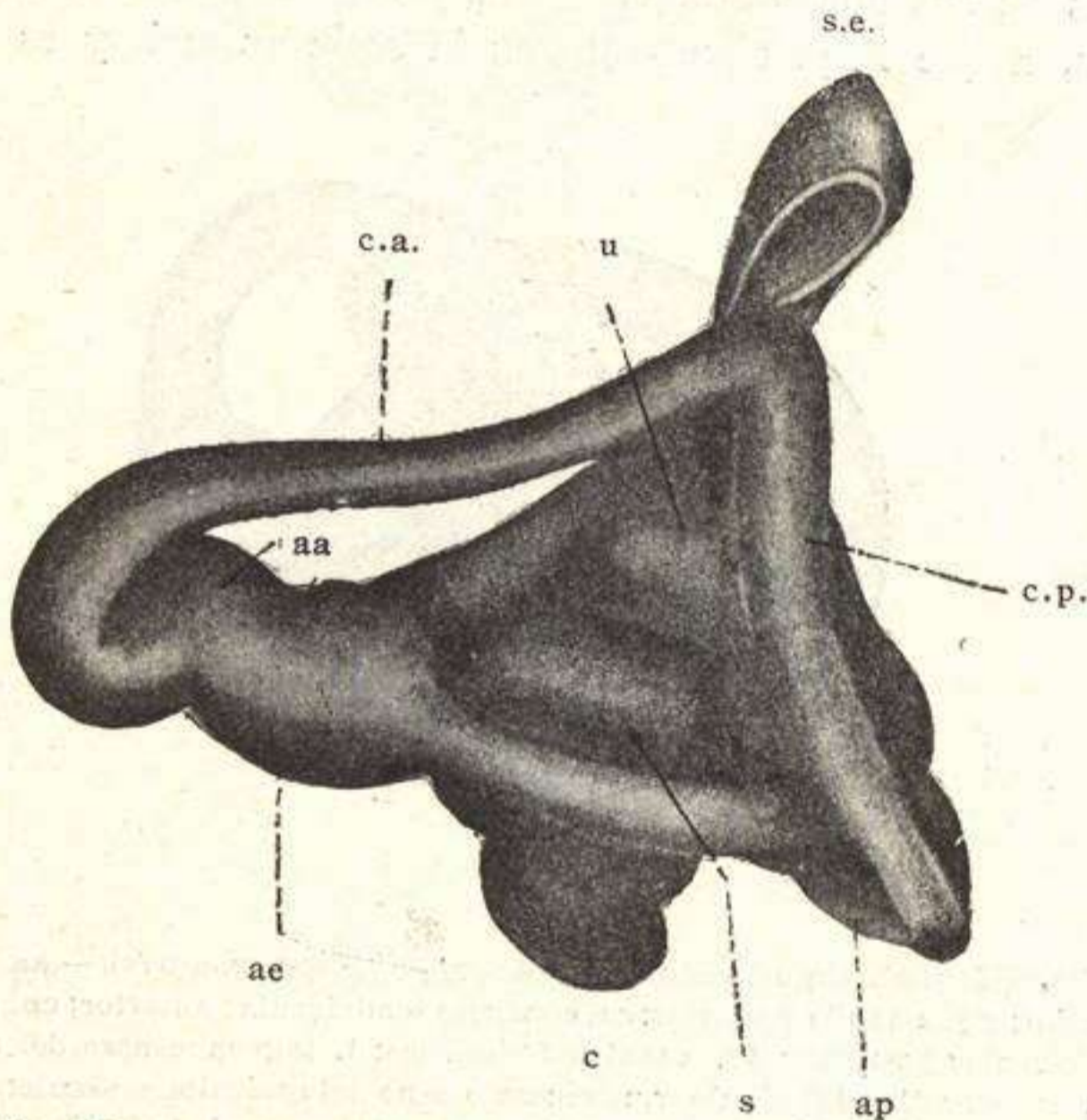


Fig. 236. Modelo plástico del laberinto de la *víbora* (*Vipera berus*). — aa, ampolla anterior; ae, ampolla externa; ap, ampolla posterior; c, caracol; c.a., conducto semicircular anterior; c.p., conducto semicircular posterior; s, sáculo; s.e., saco (canal) endolinfático; u, utrículo. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

tenemos, no es difícil ya investigar esto. En efecto; el mesénquima que queda interpuesto entre el conducto epitelial y las láminas fibrosas que separan las vueltas del caracol por encima y por debajo del conducto epitelial, ni se torna fibroso ni se osifica, antes entra en degeneración grasienta y se resuelve, a excepción de una delgada zona periférica para constituir el periostio del conducto óseo, y otra delgadísima capa reviste exterior e inmediatamente el conducto epitelial. Siguiendo, pues, el mismo conducto coclear epitelial, quedan abiertos dos conductos espirales: una arriba (fig. 235, RV), y otro abajo (fig. 235, RT): el primero se comunica en su base u origen con el espacio perilinfático del vestíbulo y, por su medio, con el de los con-

ductos semicirculares; de aquí el nombre de *rampa vestibular*: por el otro extremo se continúa con el otro conducto, ya que en el vértice del caracol membranoso también se resuelve el tejido; y como quiera que el conducto inferior va a parar a la caja timpánica, cuyo origen y formación aun no hemos investigado, se llama *rampa timpánica* (fig. 235, RT).

172. Indicación sobre el laberinto en la serie animal. — El oído interno, cuya formación acabamos de perseguir, al menos en sus líneas generales, representa el grado de mayor complicación, a que llega el aparato en la serie animal, y es propio de

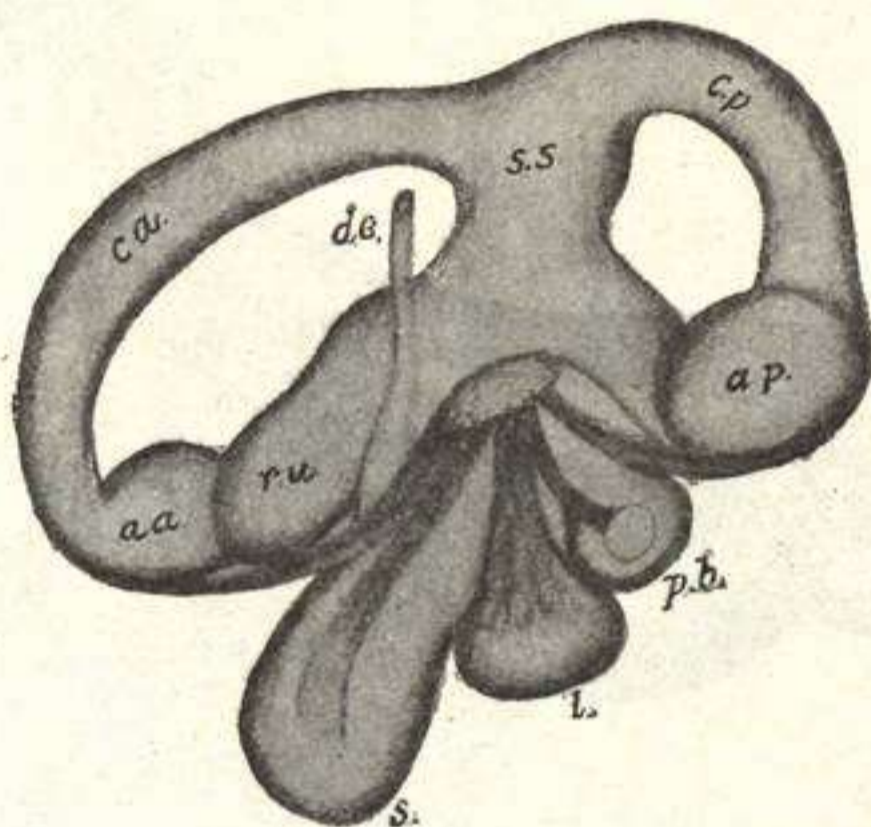


Fig. 237. Laberinto membranoso del sapo (*Bubo vulgaris*). — aa, ampolla anterior; ap, ampolla posterior; ca, conducto semicircular anterior; cp, conducto semicircular posterior; de, canal endolinfático; l, lagena (esbozo del caracol); p.b, parte basilar del sáculo; r.u, receso o seno del utrículo; s, sáculo; s.s, seno superior. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

mamíferos y del hombre. En los demás vertebrados no llega ni con mucho a tanta perfección. En saurópsidos, el caracol se puede llamar incipiente, y viene representado por una prolongación del sáculo, del cual también se estrangula más o menos y se encorva, insinuando su primera vuelta (fig. 236, c). En anfibios ya no merece el nombre de caracol un seno o una bolsa, derivada del sáculo (fig. 237, l), sino el de *lagena*: a la que acompaña en anuros otra que llaman *parte basilar* (fig. 237, pb). Esta última formación o parte basilar falta en *urodelos*, reduciéndose la complicación del sáculo al apéndice de la *lagena*. Y esta última disposición es la única que encontramos en los peces, donde, por consiguiente, no se puede hablar más que de una *lagena* (fig. 238, l).

La falta de caracol o su imperfecta formación es un dato que puede se relacione con la cuestión fisiológica-psíquica de la percepción

del sonido. En peces se ha puesto en duda esta función. En ellos quizás no serviría el aparato que investigamos, sino sólo para la percepción de la gravedad: desde el punto de vista puramente fisiológico sería, en este caso, un aparato *baroléptico* (1). A nosotros, con todo, no nos hace mucha fuerza el solo dato anatómico. Ciertamente que en anuros hay o se puede demostrar verdadera percepción del sonido, aunque no existe en ellos caracol.

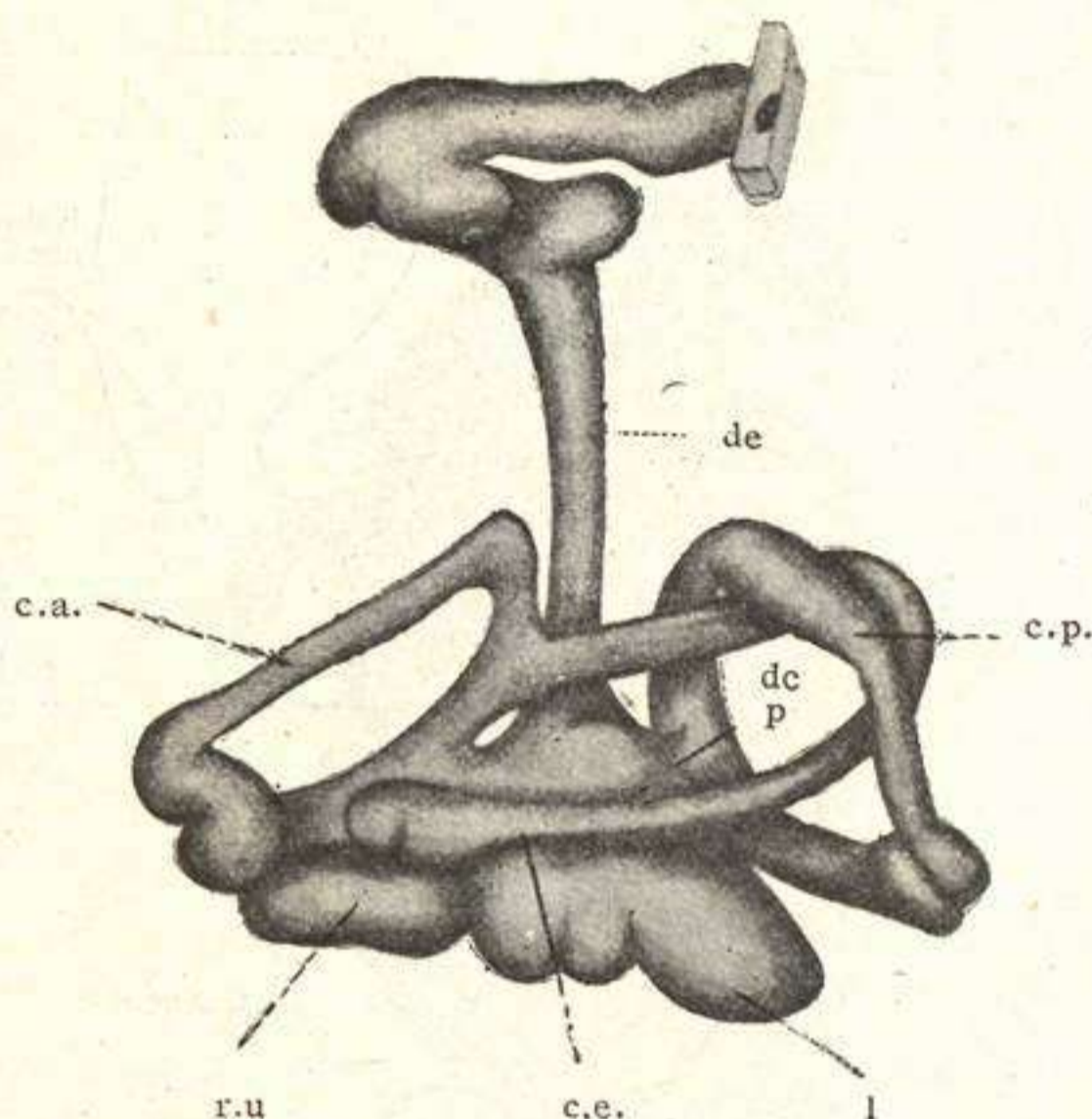


Fig. 238. Modelo plástico del laberinto del *torpedo* (*Torpedo ocellata*). — c.a., conducto semicircular anterior; c.e., conducto semicircular horizontal o externo; c.p., conducto semicircular posterior; d.c.p., conducto del canal posterior; d.e., canal endolinfático; l, lagena; r.u, receso del utrículo. (Según Hellmann 1899. Del tratado de R. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

También debemos hacer constar aquí que en peces *teleósteos* no existe conducto endolinfático: existe, en cambio, en peces *seláceos* y en los demás vertebrados, con ser los selacios muy inferiores a los *teleósteos* bajo otros conceptos. De manera que uno se lleva siempre la impresión de la *especificidad* de leyes evolutivas para cada grupo; y por lo mismo *fijas y constantes*.

173. Oído medio. — Hemos dividido arriba el aparato que nos ocupa, en *oído interno* (*laberinto*), *oído medio* y *oído externo*. El *oído medio* se llama también *caja del tambor* (*caja timpánica*). El origen de esta caja se ha de buscar en los surcos faringiales (n. 7). Sabe-

(1) Véase el Cap. 10 de la primera parte de nuestra: *Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales*. (1921).

mos, en efecto, por lo dicho más arriba, que entre el primero y segundo arco faríngeo existe un surco tanto exterior como interiormente. Ora se perfora la pared del fondo del surco, ora no, lo cierto es que el surco externo originará el conducto auditivo externo; y el interno, la caja timpánica con la trompa de Eustaquio; y la pared que separa el surco o seno faríngeo externo del interno, después de volverse a soldar, si es que llegó a perforarse, dará origen al tímpano.

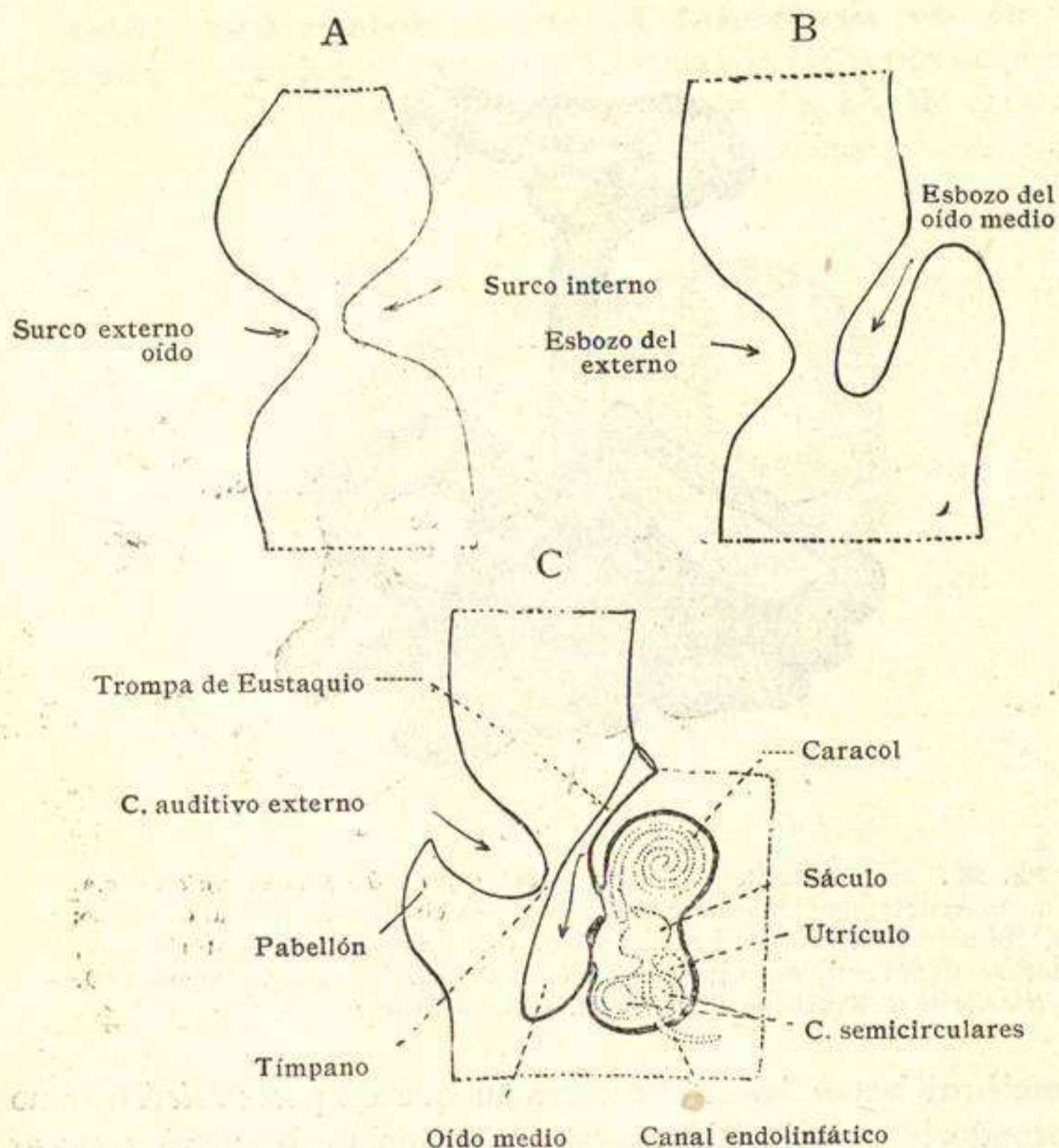


Fig. 239. Esquema para explicar la derivación del oído medio y externo de los surcos faríngeales.--A, surcos primitivos; B, esbozo del oído medio y externo; C, proyección de los tres oídos sobre un plano para ver sus relaciones topográficas. (Original).

Descendiendo a alguna mayor particularidad, respecto del oído medio, el surco interno, que por razón de su futuro destino se le llama también *surco tubo-timpánico* o *faríngeo-timpánico* (*Sulcus tubo-tympanicus* o *pharyngo-tympanicus*), cae entre el nervio *trigémino* y el *acústico-facial*, y se va poco a poco modificando de modo, que su entrada en la faringe se convierte, definitivamente, en la desembocadura de la trompa de Eustaquio (fig. 239); y el fondo del seno, en la caja del tambor. A este fin, dicho fondo se evagina hacia arriba, hacia

fuera y hacia atrás, dando lugar a la formación de una cavidad más o menos plana que se emplaza entre el laberinto y la lámina de tejido que existe entre el surco tubo-timpánico y el surco externo, y representa la futura membrana timpánica (fig. 239).

En embriones más adelantados (hablando del hombre) se estrecha la cavidad, en términos que sus paredes casi se tocan: lo cual es debido a una multiplicación del mesénquima debajo del epitelio que tapiza la cavidad. En el mesénquima se encuentran formaciones, en parte deri-

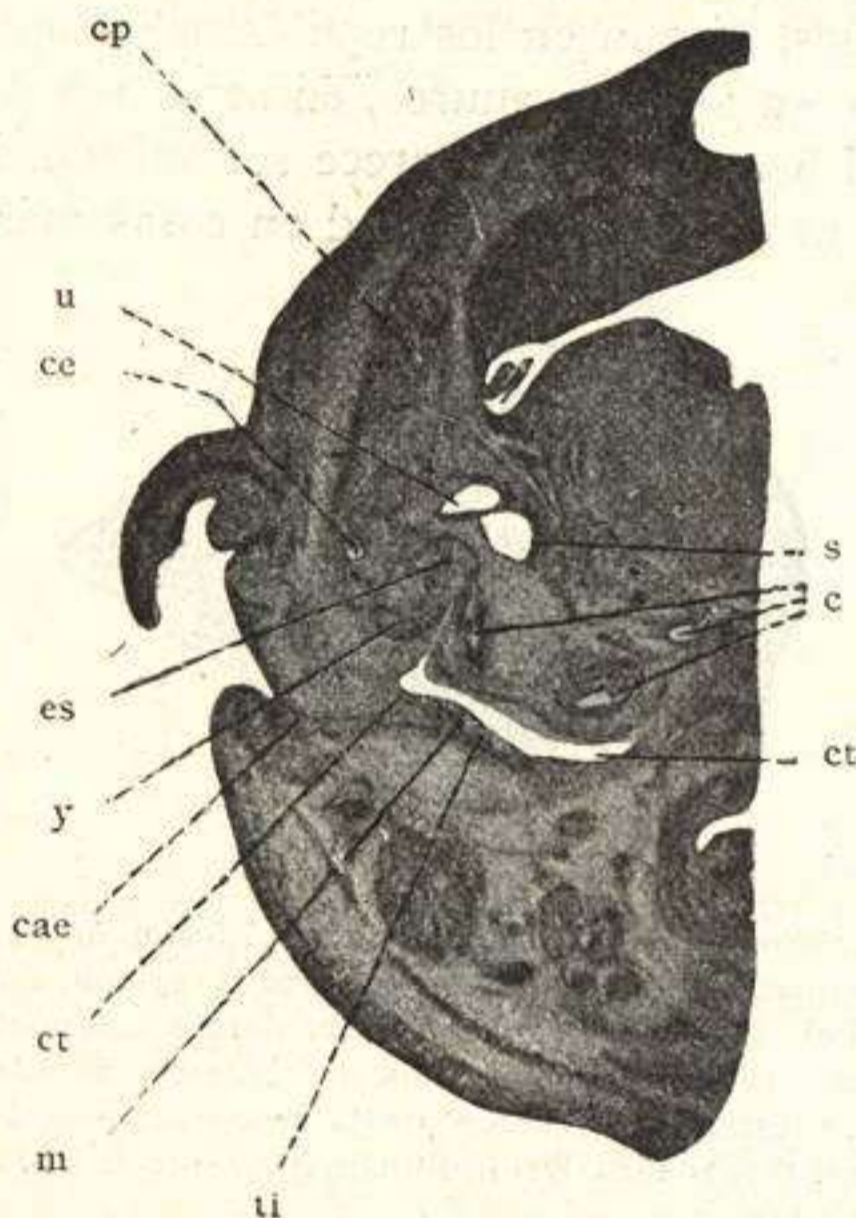


Fig. 240. Fragmento de un corte de la cabeza de un embrión de conejito de Indias, interesando el oído. Estadio algo avanzado. — c, caracol cortado varias veces; cae, conducto auditivo externo; ce, conducto semicircular externo; cp, conducto semicircular posterior; ct, caja del tambor; es, estribo; m, vástago del martillo; s, sáculo; ti, tímpano; u, utrículo; y, yunque. (Según R. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

vadas de los arcos faringiales, membranosos aún: son los huesecitos del oído (fig. 240, es, y, m): además se halla también allí la cuerda del tímpano. Más tarde se reduce el mesénquima y se desarrolla la mucosa; la cual, en su movimiento de involución, se introduce por entre las mencionadas formaciones como para aislarlas de la pared y hacer que hagan prominencia en la cavidad. De aquí que, a primera vista, parecen estar dentro de la cavidad, siendo así que integran la pared, a la que permanecen unidas mediante un repliegue de la mucosa que les forma una especie de meso y las reviste como la misma pared.

Por lo que toca al tímpano, la membrana que separa los dos surcos primitivos, el externo y el interno, que es la que principalmente la

origina, es al principio bastante recia, representando una placa conjuntiva (mesenquimatosa), revestida de epitelio por ambas caras. Ayudan a integrarla las paredes del primero y segundo arco faríngeo. En estadios más avanzados, al tiempo que se ensancha la caja del tambor, se adelgaza, por reducirse igualmente en ella el mesénquima, adaptándose poco a poco al papel fisiológico de servir de membrana vibratoria, al herirla las ondas sonoras. Al hablar del esqueleto tendremos que volver a tocar algo de esta región.

Indiquemos, al fin, que la caja timpánica no existe ni en peces, ni en anfibios urodelos, ni aun en los reptiles del grupo de los ofidios. Existe, en cambio, en anfibios anuros, en otros reptiles y en las aves y mamíferos: y si bien su origen parece ser substancialmente el mismo, todavía se nota no poca diversidad en cosas más secundarias en



Fig. 241. Cabeza de un embrión humano de 7.5 mm. de longitud nuco-coxígea. Sobre el primer surco y en parte sobre el segundo arco faríngeo se observa la vesícula auditiva, derivada del ectodermo. Los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, representan otros tantos tubérculos que contribuirán a formar el pabellón de la oreja, mientras que el surco que limitan se convertirá en el conducto auditivo externo. (Según His. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

casi todos los grupos; diversidad que aquí no podemos exponer en detalle por no salirnos de los límites que nos hemos prescrito, dado el fin que pretendemos, que es dar a los jóvenes una obra que pueda servir de texto y de orientación.

174. Oído externo. — Así como del surco faríngeo interno hemos visto derivarse en lo substancial el oído medio o la caja del tambor; así veremos ahora que del surco externo se deriva el conducto auditivo externo (fig. 239); y de los arcos faríngeales, primero y segundo, el pabellón de la oreja; formaciones que en conjunto constituyen el oído externo. Y es así que precisamente encima del mencionado surco se nos formó la vesícula auditiva (fig. 241), como preunciando la relación que había de existir entre estas formaciones. El surco se modifica, convirtiéndose en conducto, con tanta mayor facilidad cuanto que los arcos limitantes originan luego 6 tubérculos (fig. 241, 1, 2, 3, 4, 5, 6), destinados a formar el pabellón de la oreja,

en cuyo centro se abre el conducto en cuestión: el cual se hará más largo aún por el mero hecho de crecer hacia fuera los tubérculos, de los arcos dichos, y fusionarse para constituir el pabellón.

Una simple ojeada, comparando la figura 241 con la 242, nos dirá mejor que muchas palabras cómo de los arcos se originan los tubérculos y de éstos, el *trago* y *antitrago*, el *hélix* y *antihélix* con el *lobulillo* de la oreja.

Más tarde, el conducto auditivo externo se osifica en parte y en parte se queda cartilagíneo, revestido siempre por la piel, en la cual se desarrollan las *glándulas del cerumen*, a la manera de las demás glándulas de la piel.

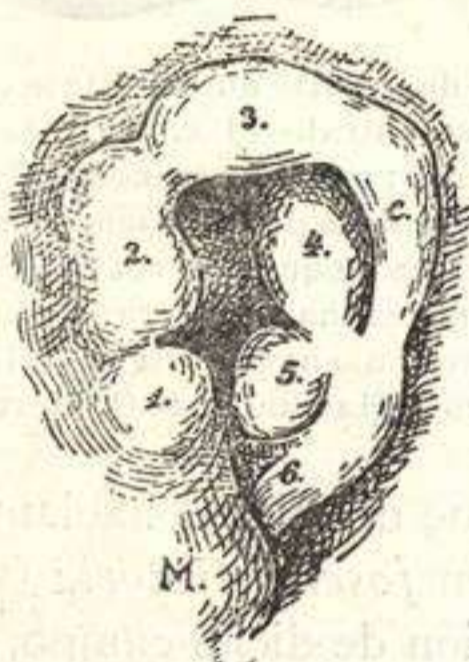


Fig. 242. Esbozo del pabellón de la oreja de un embrión humano. El tubérculo 1, originará el trago; el 5, el antitrago; el 2 y 3, el hélix; el 4, el antihélix; el 6, formará el lobulillo; M, mandíbula. (Según His. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

Al fin del segundo mes está formado en sus rasgos fundamentales el oído externo, y el conducto adquiere consistencia cartilagínea. A partir de este tiempo crece mucho la región superior y posterior del pabellón. Sólo el lobulillo queda pequeño hasta el quinto mes.

El oído externo con la perfección que acabamos de indicar, es propio de los mamíferos y sobre todo del hombre; en las aves falta el pabellón y en los demás vertebrados falta todo el oído externo.

XIII. Aparato olfatorio

175. Primer origen. — El aparato del sentido del olfato es otro de los derivados *directamente* del ectodermo. Su primera aparición es algo posterior a la del ojo y del oído que acabamos de estudiar. Dejando de momento a un lado, los vertebrados inferiores, donde el aparato olfatorio reviste menor complicación, nos fijaremos ahora en los amnióticos y, sobre todo, en los mamíferos y en el hombre que es el objeto principal de nuestro tratado.

A cada lado del tubérculo o de la prominencia frontal (fig. 241, campo debajo del ojo) se espesa el epitelio en un reducido espacio que His llama *campa nasal* y que podemos consignar aquí con el nombre

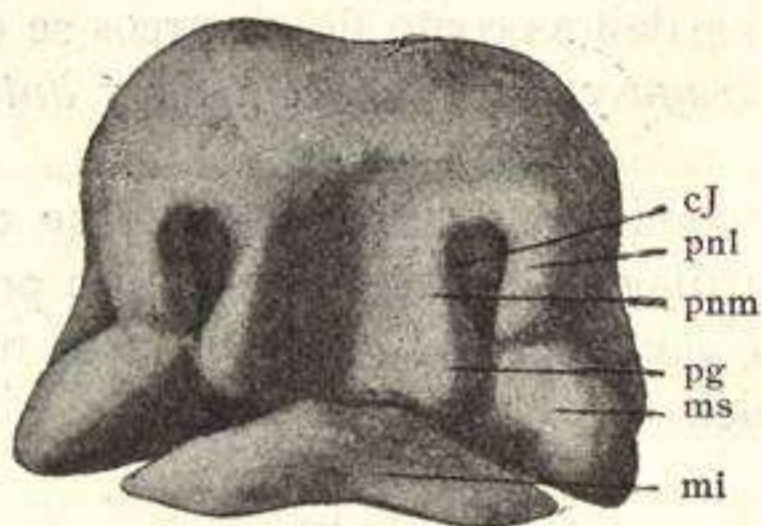


Fig. 243. Modelo plástico de la parte anterior de la cabeza de un embrión humano de 10,5 mm. de longitud. Vista ventral. — cJ, canal de Jakobson o foseta olfatoria; mi, prominencia del maxilar inferior; ms, prominencia del maxilar superior; pg, prominencia globular, parte integrante de la prominencia frontal; pnl, prominencia nasal lateral; pnm, prominencia nasal media que a la vez es el borde lateral de la prominencia frontal. Entre la prominencia nasal lateral (pnl) y el maxilar superior (ms) existe un surco que es el surco óculo-nasal, origen de las vías lacrimales (n. 162, d). (Según Peter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

de *campo olfatorio*, ya que del olfato hablamos. Bien pronto el campo olfatorio se transforma en *foseta olfatoria* (fig. 243, cJ), más que por hundimiento o invaginación de dicho campo, por una elevación de sus

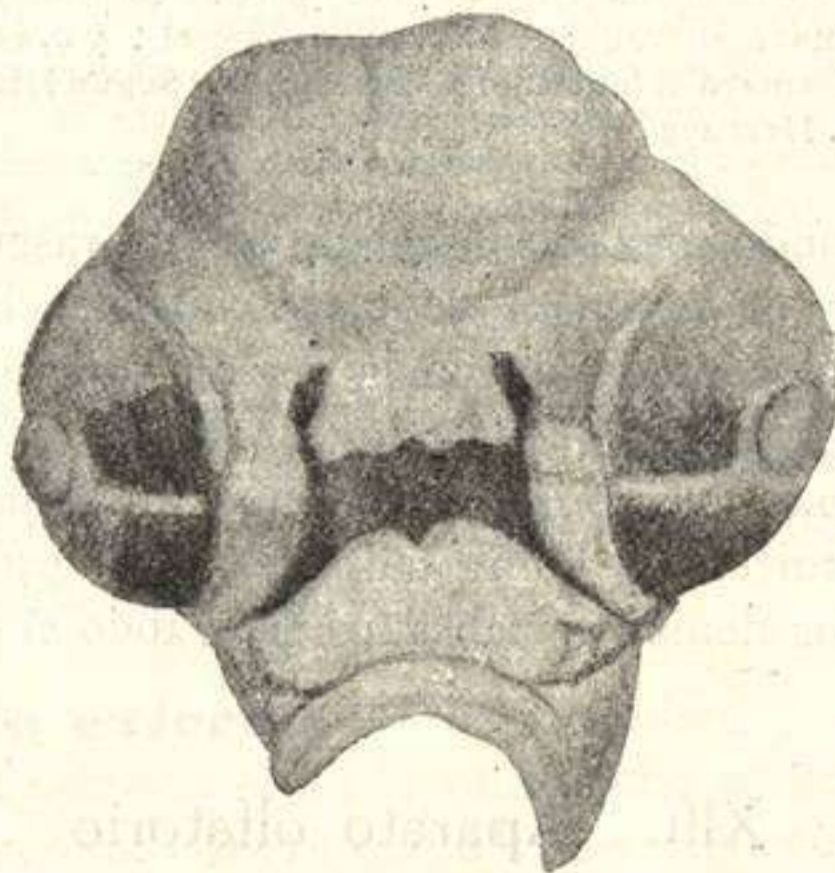


Fig. 244. Cabeza de embrión de pollo de 130 horas de incubación vista por la cara ventral. La misma figura demuestra perfectamente el profundo surco naso-bucal que pone en comunicación la foseta olfatoria con la boca. (Según Keibel. Del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

bordes. Por su lado, el lóbulo olfatorio o rinencéfalo (n. 146) crece hacia la región olfatoria para distribuir en su epitelio las fibras nerviosas: con lo cual queda fundamental o substancialmente constituido el aparato que nos ocupa.

Para ulteriores estadios hemos de distinguir entre saurópsidos y mamíferos. En saurópsidos la foseta presenta luégo en su borde un surco inferior (fig. 244) que va de ella al labio superior de la boca primitiva y se abre en la misma boca: este es el surco *naso-bucal*, el cual se pronuncia cada vez más en gran parte por la elevación de los bordes. El borde interno o medio de este surco forma la *prominencia nasal interna*; y el externo, la *prominencia nasal externa*. Las dos prominencias nasales internas, aproximándose, forman una lámina que es el residuo medio de la prominencia frontal. La prominencia nasal externa dará origen a la pared externa y al ala de la nariz. Entre esta prominencia y la del maxilar superior existe un surco, que viene de la cavidad orbitaria y es el esbozo, según ya vimos, del conducto óculo-nasal.

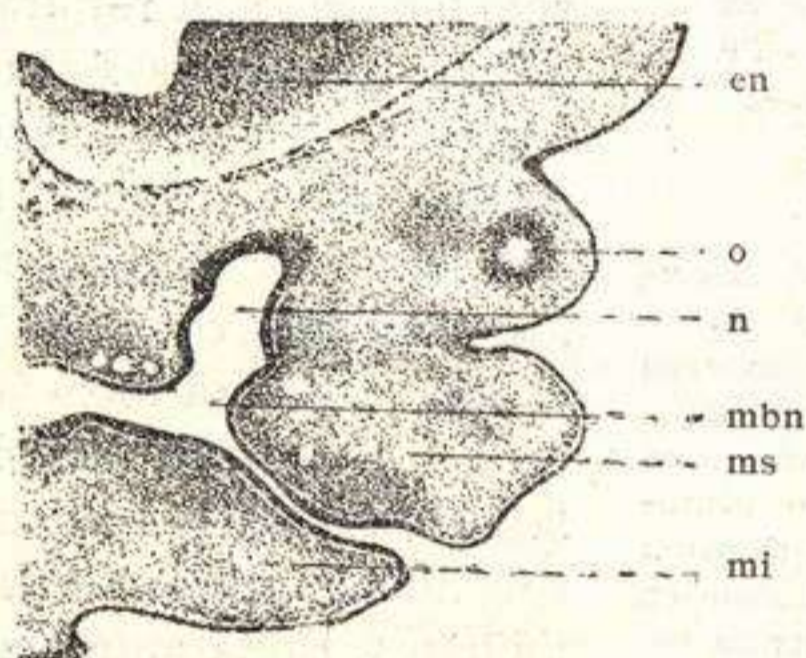


Fig. 245. Corte sagital del saco olfatorio ciego de un embrión humano de 2 meses.—en, encéfalo; mbn, membrana buco-nasal; mi, prominencia del maxilar inferior; ms, prominencia del maxilar superior; n, cavidad nasal; o, ojo. (Según Peter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

En un estadio ulterior, el surco naso-bucal se transforma en conducto: para ello, los bordes del surco se aproximan y se sueldan. Con esto, queda un canal que por un extremo se abre al exterior en la foseta olfatoria, convertida ya en orificio externo o en la ventana de la nariz; y por otra, en el cielo de la boca, determinando el orificio interno o la coana (1) de la misma. Este orificio es al principio redondo y se abre muy cerca del borde externo o labio de la boca: más adelante se alarga longitudinalmente, constituyendo como una canal en el paladar de estos animales. Y esta es la disposición que hallamos en aves y reptiles, cuando se les mira la boca, respecto de las aberturas nasales internas.

Muy diferente es el modo de abrirse en la boca la foseta olfatoria en los mamíferos. Aquí no se forma el surco naso-bucal que acabamos de ver en saurópsidos; sino que el epitelio de la foseta olfatoria

(1) Del griego *χοάνη*, infundíbulo.

pulula hacia el interior, dando origen a una lámina o cordón epitelial que, excavándose luégo, transforma la foseta en un saco o fondo ciego, separado inferiormente de la cavidad bucal por un tabique grueso al principio y más delgado después, que Hochstetter llama *membrana buco-nasal* (fig. 245, mbn). Finalmente, también se rompe esta membrana y el fondo del saco queda abierto en la cavidad bucal; y con esto, constituída la fosa o el conducto nasal primitivo (fig. 246, ch).

176. Futuro destino de las fosas nasales. — Antes de pasar a describir ulteriores estadios y explicar las nuevas complicaciones del aparato, debemos llamar la atención sobre el futuro des-

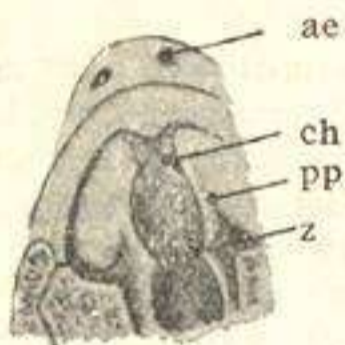


Fig. 246. Paladar de un embrión humano de 3,8 cm. de longitud — ae, abertura externa de las fosetas nasales primitivas; ch, coanas o aberturas internas (en el paladar primitivo); pp, prolongación palatina de los maxilares formando en medio (z) una prominencia horizontal, donde por confluencia de ambas prominencias se originará la úvula o campanilla. (Según Dursy. Tratado de Peter en el Handbuch de O. Hertwig.)

tino de las fosas nasales. En todos los vertebrados de respiración pulmonar, las fosas nasales no sólo sirven a la función olfatoria, sino también a la respiración: más aún, esta última función es sin duda la que obliga a aumentar la superficie de las paredes y a formar dobladuras y senos: puesto caso que las fosas de referencia han de servir a los pulmones como de antecámara, donde el aire adquirirá todas aquellas propiedades físicas, necesarias para la buena marcha de la respiración y no perjudicar la delicada constitución de las vesículas y alvéolos pulmonares. En la antecámara el aire se ha de limpiar de impurezas, tamizándose en el epitelio vibrátil que posee todo el tracto respiratorio, calentándose mediante el contacto con la mucosa y juntamente ha de adquirir aquel grado higroscópico que pide la

delicadeza de los órganos respiratorios: estas dos últimas condiciones son, sin duda, las que principalmente exigen la multiplicación de superficie y formación de cavidades *accesorias* (senos maxilares, frontales, esfenoidales, células etmoidales, etc.).

De hecho, la región olfatoria es realmente insignificante respecto de la respiratoria: aquélla está representada sólo por la parte superior de las fosas nasales, esto es, por lo que va desde la mitad de las conchas superiores para arriba, con la parte correspondiente del tabique nasal medio: lo restante está al servicio de la respiración. Ambas regiones se distinguen anatómicamente hasta por el color: amarillento en la olfatoria y rojizo en la respiratoria.

Mucho más se distinguen estas dos regiones, una vez bien constituidas, por su constitución histológica, máxime epitelial. Porque, mientras en la región respiratoria el epitelio pluriseriado (fig. 246 bis, A) es vibrátil y sus células o elementos son más iguales, si exceptuamos

las células caliciformes (fig. 246 bis, A, c); en la olfatoria posee el epitelio (neuroepitelio) dos clases de células: unas son de cuerpo cilíndrico (prismático) y muy regulares en su porción superior (figura 246 bis, C, a) o del polo libre con abundancia de cinocilios (pestañas vibrátiles), y muy irregular en su parte inferior con sinuosidades y dicotomias, sin duda para unirse con otros elementos similares y dar mayor consistencia al epitelio. Por esta causa se las ha llamado células *de sostén*; su núcleo suele ser oval y se sitúa en todas ellas próximamente a la misma altura. Poseen, además, abundante pigmento amarillo que da peculiar color a esta región. Las otras células son las propiamente olfatorias: parecen fibras, hinchadas en su región media

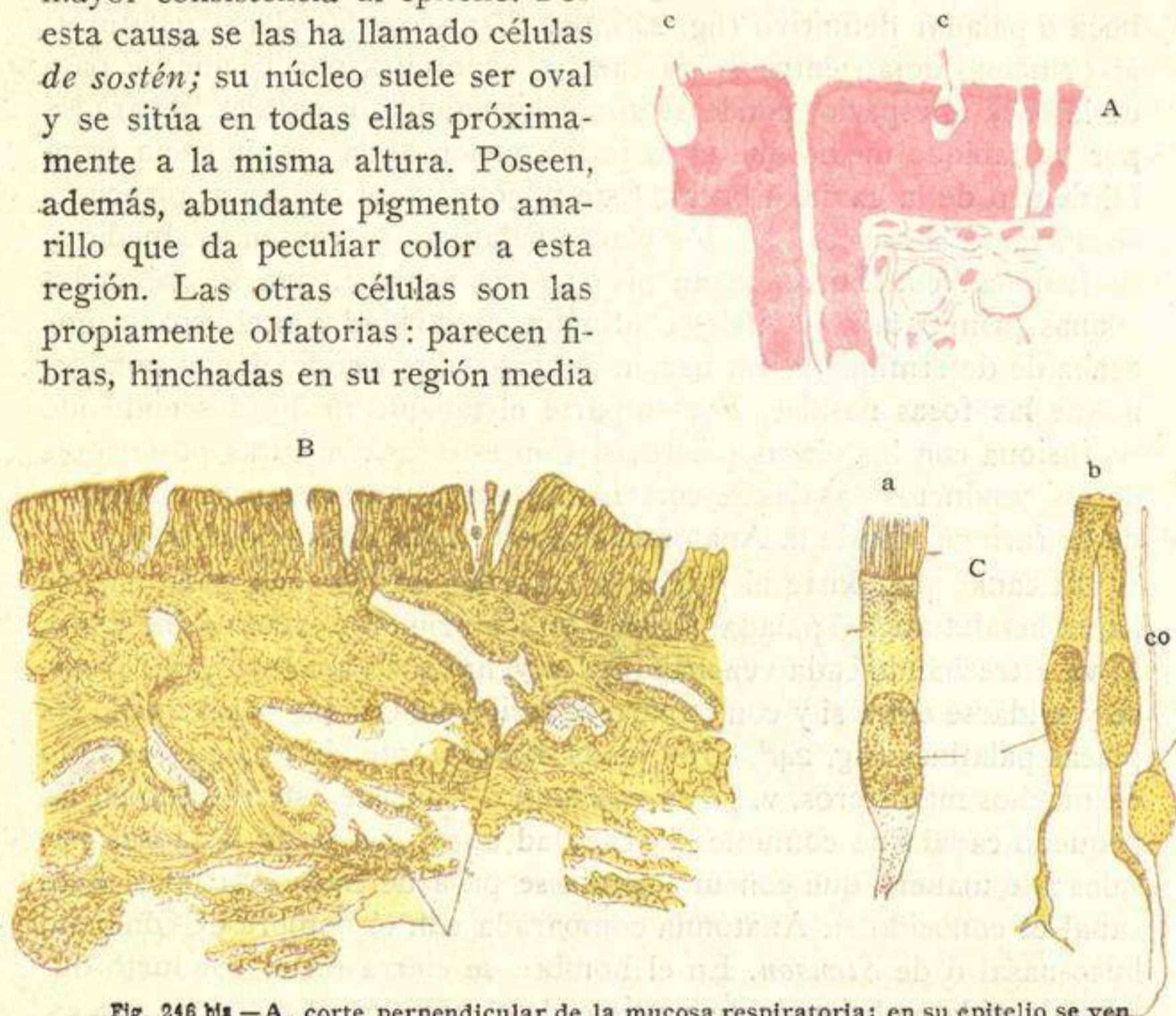


Fig. 246 bis. — A, corte perpendicular de la mucosa respiratoria: en su epitelio se ven dos células caliciformes (c) que contrastan mucho con las pestañosas. (Según A. Bass). — B, corte perpendicular de la mucosa olfatoria: en su epitelio se ven dos clases de células: de sostén y sensoriales. — C, varias células epiteliales: a, de la región respiratoria; b, células de sostén del neuroepitelio olfatorio; co, célula olfatoria. (Según Merkel, de preparaciones de Brunn. Del Atlas der normalen Gewebelehre der Menschen de A. Brass).

(fig. 246 bis, C, co), donde se aloja el núcleo: la extremidad libre semeja un palito o estilete que lleva delicadísimas pestañas; la interna es una delgada prolongación que directamente se continúa con un cilindro-eje nervioso.

177. Ulteriores complicaciones. — Nos referimos aquí a los mamíferos y al hombre. Una complicación importante de las fosas nasales la lleva consigo la transformación del paladar primitivo en el definitivo, donde distinguimos una parte dura y otra blanda. El pro-

ceso evolutivo comienza por los maxilares superiores, representados en un principio por dos prominencias (fig. 243, ms). Estas prominencias se aproximan y se sueldan con la prominencia frontal, después de la formación del conducto primitivo de las fosas nasales. Pero no sólo se aproximan y se unen en medio, sino que cada maxilar desarrolla hacia el fin del segundo mes, en su borde interno y en sentido horizontal, una lámina o placa destinada a formar el cielo de la boca o paladar definitivo (fig. 246, pp). Estas son las placas palatinas: al principio dejan entre sí una ancha hendidura por la que se pasa de la boca al espacio, donde se abren los conductos nasales, separados por un tabique medio que es la prolongación de la prominencia frontal dentro de la cavidad bucal. Este tabique, muy grueso al principio, se adelgaza después. Las dos placas palatinas se juntan en medio y se fusionan constituyendo un piso nuevo, sobre el que se hallan las coanas primitivas; las cuales continúan su cavidad con el espacio que acaba de determinar la formación del piso y, por ende, ganan notablemente las fosas nasales. Por su parte el tabique medio descendiendo se fusiona con las placas palatinas. Con esto las aberturas posteriores de los conductos nasales se corren muy atrás y aparecen en la región de la faringe, donde la Anatomía encuentra las coanas definitivas.

El canal que existe al principio entre las dos láminas palatinas, se llama hendidura del paladar: ancho en los primeros estadios (fig. 246), se va estrechando cada vez más (fig. 247) hasta desaparecer por cerrarse y soldarse entre sí y con la parte inferior del tabique nasal medio las placas palatinas (fig. 248, sp). Queda, no obstante, de él algún residuo en muchos mamíferos, v. g., en *rumiantes*. Consiste este residuo en un pequeño canal que comunica la cavidad bucal con la de las fosas nasales; de manera que con una sonda se pasa de éstas a la boca. Este canal es conocido en Anatomía comparada con el nombre de conducto buco-nasal o de *Stenson*. En el hombre se cierra dicho conducto durante la vida embrional: un vestigio de él es el canal *incisivo*, esto es, un orificio emplazado en la apófisis del maxilar superior osificada y lleno de conjuntivo que lleva vasos y nervios.

178. Órgano de Jacobson. — Llámase así a dos senos o sacos simétricos, colocados en el espesor del tabique de las fosas nasales (fig. 247, oJ). Son dos evaginaciones de la pared de dicho tabique; las cuales comienzan junto al conducto de Stenson (en rumiantes se abren en él) y se dirigen hacia arriba y atrás. Los dos senos están protegidos por una cápsula cartilaginosa, *cartílago de Jacobson*. En el embrión humano los senos son de poco desarrollo, y los cartílagos están separados de ellos (fig. 247, cJ). El epitelio, que reviste interiormente el órgano de Jacobson, es de constitución análoga a la del epitelio olfatorio y a él se dirige una rama del nervio del mismo nombre. Qué significación puede tener este órgano, es cosa más difícil

de determinar, si es que no esté al servicio de la función olfatoria o respiratoria.

179. Conchas de la nariz. — Es un excelente medio para aumentar la superficie del órgano o aparato que estudiamos, la formación de dobladuras de la pared: tales son las llamadas *conchas de la nariz* (fig. 247, MT), que se hallan en la cara interna de las paredes laterales. Son tres: una superior, otra media y otra inferior: corren paralelas entre sí de delante atrás; sus bordes libres se inclinan hacia abajo; de manera que recuerdan más o menos la forma de

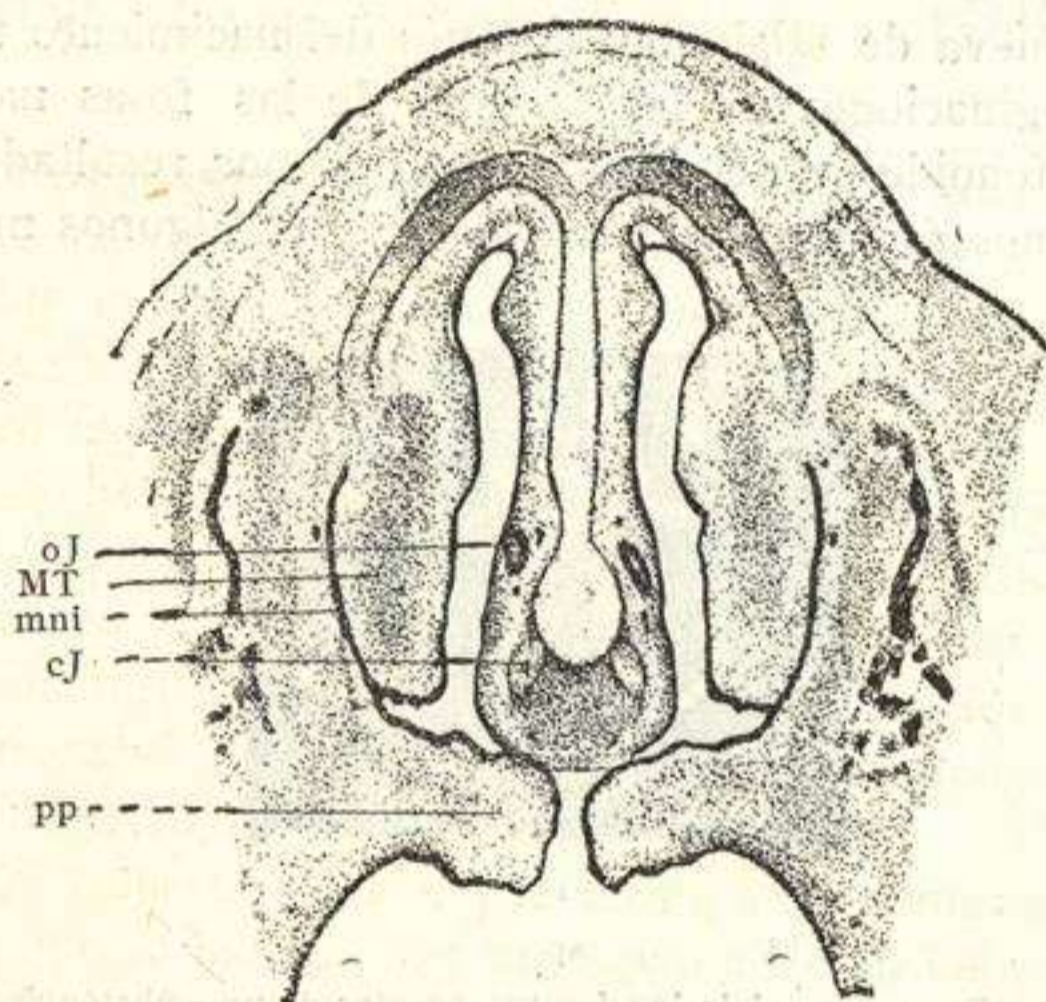


Fig. 247. Corte frontal de las fosas nasales de un embrión humano de 28 mm. de longitud. — cJ, cartílago de Jakobson; mni, meato nasal inferior; MT, esbozo del maxilo-turbinal o de las conchas; oJ, órgano de Jakobson; pp, placas palatinas. (Según Peter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

una concha: circunstancia que les ha valido el nombre de *conchas de la nariz*. Los espacios que dejan entre sí, se llaman *meatos* y son también tres: *superior, medio e inferior*. Para su sostenimiento reciben ya en el segundo mes, tratándose del embrión humano, de la caja cartilaginosa de la cabeza su cartílago que más tarde se osifica. En algunos mamíferos las conchas se complican, formándose en ellas dobladuras de segundo y tercer orden: con lo cual se origina un sistema de huecos que recibe con mucha razón el nombre de *laberinto olfatorio*.

Se admite en general que las conchas deben su origen a invaginaciones de la pared lateral. A muy distinto resultado han llevado las investigaciones de Schönemann (1); las cuales han confirmado la opi-

(1) Conf. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. Teil II, p. 65 (1906).

nión de Born y Segal. Según ellas, las conchas se deben a partes de la pared que no se han reducido, al formarse los surcos o meatos, o que éstos han perdonado, quizás por encontrar allí mayor resistencia.

180. Senos o divertículos de las fosas nasales.— Las fosas nasales aumentan, finalmente, la superficie de sus paredes mediante la formación de varios senos, que representan otras tantas evaginaciones de dichas paredes. En la región atmoidal se forman por este medio las *células etmoidales*, cuando el etmoides es aún de consistencia cartilaginosa. Más tarde, al sexto mes, en el embrión humano, se origina la evaginación en el maxilar, que es el seno de su nombre o la cueva de Highmor; después del nacimiento tienen lugar parecidas evaginaciones de las paredes de las fosas nasales en el cuerpo del esfenoides y del frontal que dan por resultado la formación de los senos *frontales* y *esfenoidales*; y en algunos mamíferos se



Fig. 248. Corte frontal de las fosetas nasales de un embrión de cerdo.— ld, lámina dentífera; sp, sutura palatina de las dos placas palatinas entre sí o con el tabique nasal medio. (Según Hertwig. de sulibro: Die Elemente etc.).

extienden las evaginaciones hasta el occipital. No hay por qué decir que cuantos más senos, más se aligera el peso de la cabeza: lo cual facilita sin duda la misma carrera por dos motivos: primero, por el menor peso de la masa sostenida en alto; y, segundo, por la mayor cantidad de aire que albergan las fosas nasales para sostener una respiración más activa.

181. Configuración externa de la nariz.— Es fácil comprender que la configuración externa de la nariz sea efecto de las transformaciones que sufre la prominencia frontal. Esta formaba al principio (fig. 243) un solo cuerpo, que limitaba la parte superior del seno bucal. Más tarde las fosetas olfatorias la dividieron en una porción media, y dos laterales, unidas las tres por arriba. La porción media forma la masa principal del cuerpo de la nariz: ayudan por los lados a integrarla las que ántes hemos llamado prominencias nasales externas. La porción media de la prominencia frontal es rela-

tivamente muy ancha, de manera que la nariz es al principio muy chata. Más adelante se eleva y adelgaza: de modo que las ventanas de la nariz se aproximan cada vez más. Según medidas de His, en un embrión humano de cinco semanas distaban entre sí 1,7 mm.; en otro de siete semanas, 1,2 mm.; y en otro, todavía más adelantado, sólo 0,8 mm. Más arriba (n. 176) ya dijimos de paso que las prominencias nasales externas formaban con el tiempo la cara externa de la región nasal con las alas de la nariz.

XIV. Corpúsculos gustativos y táctiles

182. Corpúsculos gustativos. — No queremos terminar el tratado de los órganos o aparatos sensoriales sin decir un par de palabras sobre los cuerpos, llamados *yemas gustativas* y los *cuerpos táctiles*. Pero debemos apuntar desde un principio que se trata de un dominio poco explorado aún y las investigaciones que sobre el particular se han hecho, son, a nuestro juicio, insuficientes en orden a poder sacar de ellas conclusiones seguras y ciertas. Cuánto sería de desear que algunos jóvenes de grandes bríos y mucha constancia en el trabajo se dedicaran a investigar estos u otros puntos embriológicos para resolver cuestiones sobre las cuales está muy lejos la ciencia de poder pronunciar su fallo.

Por lo que respecta a los corpúsculos o a las yemas gustativas, debemos notar que se hallan estas principalmente en las papilas *circunvaladas* (*papillae circumvallatae*) y en las *foliadas* (*papillae foliatae*). El origen de las primeras tiene lugar en el embrión humano, según investigaciones de varios autores (Lustig, F. Tuckerman y J. Graberg) al tercer mes y se debe a la pululación del epitelio lingual y a su hundimiento en forma anular en una serie de puntos que determinan dos líneas convergentes (fig. 249) hacia el *foramen coecum* (n. 72). Por hundimiento del cuerpo epitelial hundido se origina hacia el fin del cuarto mes la valla (fig. 250, v) que circuye en forma de anillo el cuerpo papilar, constituido por una masa conjuntiva y revestido de epitelio.

En el fondo del epitelio hundido aparecen pronto yemas sólidas que, creciendo hacia el interior del conjuntivo, representan los primeros estadios formativos de las glándulas serosas de Ebner (fig. 250, gs). Pero, además de estas yemas glandulares, se forman otras que son las *gustativas*. Graberg las halló en el embrión de tres meses y Tuckerman en el de catorce semanas. En cambio, Lustig no pudo dar con ellas en el feto humano de cinco meses; y en el conejo sólo en ejemplares recién nacidos.

Estas yemas gustativas, una vez constituídas, tienen forma redonda

(fig. 251) y reciben el nombre de *corpúsculos gustativos*. Al principio se encuentran no sólo en el epitelio de las paredes laterales de la papila y en el de la valla, sino también en el de la parte superior u horizontal de la papila, como ha mostrado A. Hoffmann. De esta parte horizontal comienzan a desaparecer hacia el fin de la vida intrauterina y después del nacimiento. No hemos leído ni oído la razón o explicación de este fenómeno. De momento se nos ofrece que puede ser efecto del crecimiento desigual del cuerpo papilar, mayor, v. g., en el centro, después de iniciadas o formadas las yemas gustativas: con lo cual se correrían éstas cada vez más hacia los lados, donde definitivamente se encuentran.

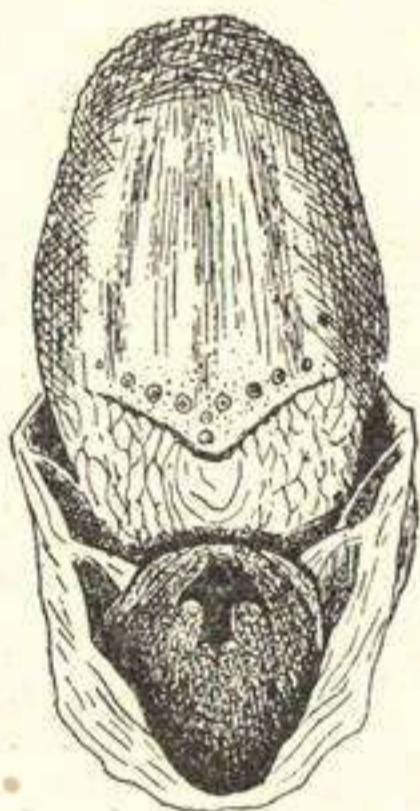


Fig. 249. Lengua de feto humano de 6 meses. En ella aparece aún un surco en forma de V, cuyo borde anterior ocupan las papilas circunvaladas. (Según His. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

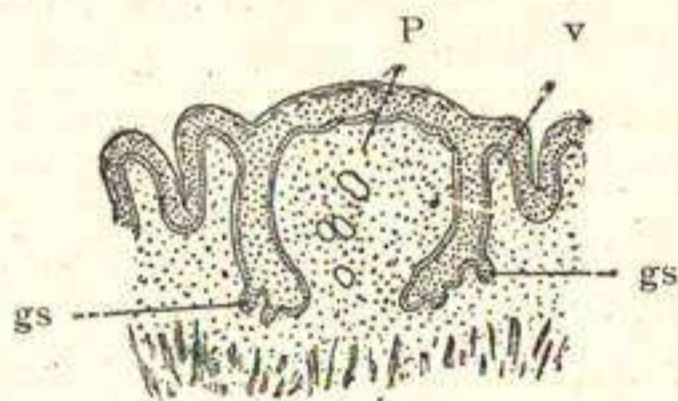


Fig. 250. Corte perpendicular de una papila circunvalada del embrión de un marsupial, *Dasyurus hallucatus*.—gs, glándulas serosas; P, cuerpo de una papila circunvalada; v, valla en formación, aun no aislada del cuerpo papilar. (Según A. Oppel 1898. Tratado de Göpper en el Handbuch de O. Hertwig).

Cuanto a las papilas foliadas, suelen éstas aparecer algo más tarde que las circunvaladas en el embrión humano: en el conejo se forman casi a un mismo tiempo, es a saber, cuando el embrión mide 50-54 mm. (23 días). Tuckerman no pudo hallar en el feto humano de 4-5 meses las papilas foliadas. Por lo demás, las yemas gustativas se forman por el estilo que hemos visto en las papilas circunvaladas. En el conejo hacen su aparición, cuando cuenta unos 95 mm., desarrollándose después del nacimiento.

Sobre la unión de estas yemas con el sistema nervioso, no creo que existan datos precisos, debiéndonos de contentar por ahora con aplicar aquí por analogía lo que se ha tratado respecto de otros corpúsculos o epitelios sensitivos, sobre todo de los táctiles de que pasamos a decir dos palabras.

183. Corpúsculos táctiles. — Más datos quizás poseemos acerca de la ontogénesis de corpúsculos sensitivos para la per-

cépción del tacto; aunque también aquí hay mucho que hacer. Las sensaciones que percibe nuestra piel son muchas y muy variadas, y los fisiólogos se han esforzado en demostrar o al menos hacer probable la presencia de varios corpúsculos o de varias disposiciones específicas para las distintas percepciones. Si la disposición consiste simplemente en la terminación libre de una fibra nerviosa, la cuestión embriológica se reduce al problema general de cómo se forman las terminaciones de filetes nerviosos. Otra cosa es, cuando el filete nervioso es recibido (física o anatómicamente hablando) por algún corpúsculo peculiar, destinado a esto. La formación de estos corpúsculos es lo que aquí queremos brevemente tocar.

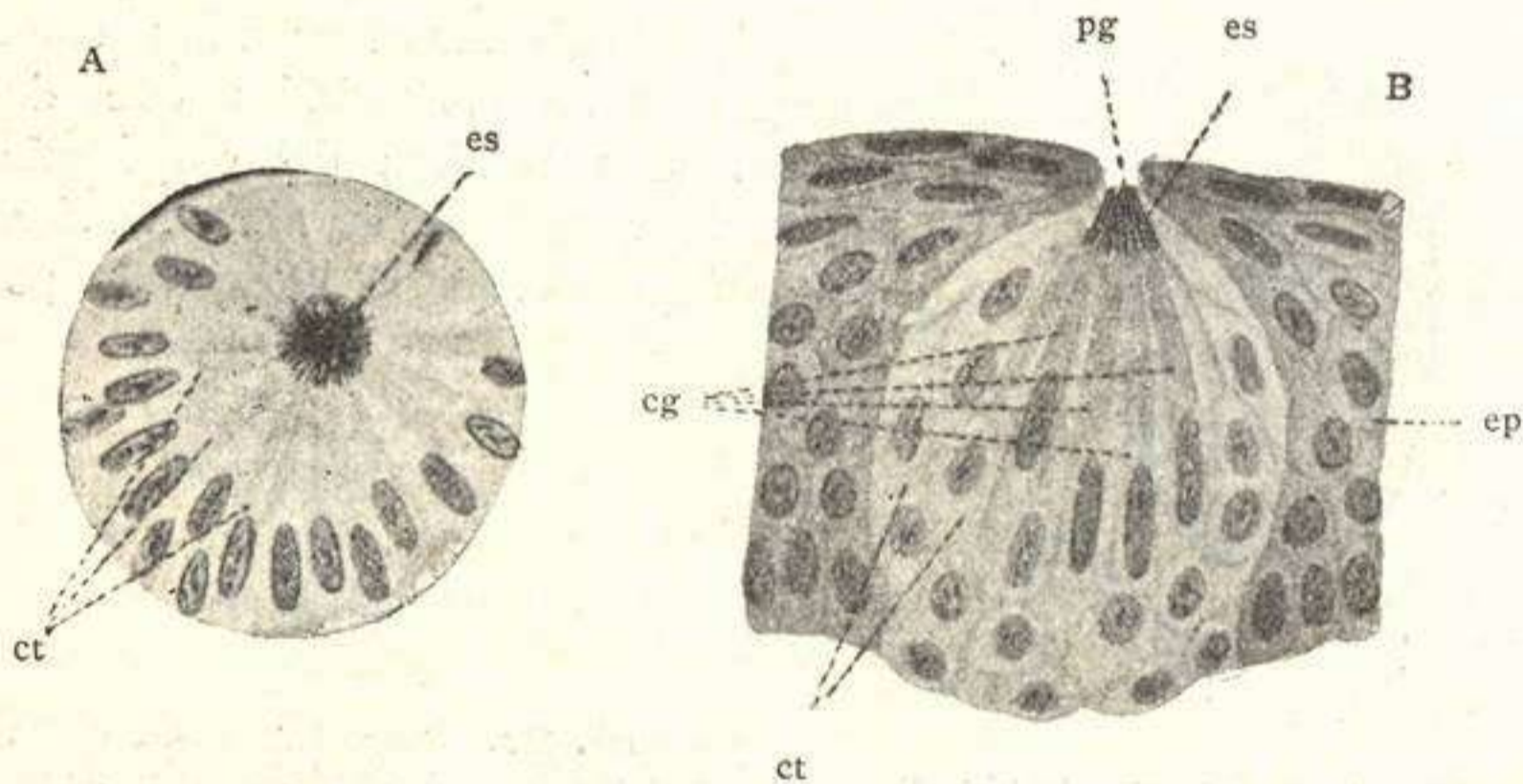


Fig. 251. Corpúsculo gustativo del conejo. — A, visto por encima; B, visto de perfil; cg, células gustativas; ct, células tectrices; ep, epitelio pavimentoso pluriestratificado; es, estereocilios o estiletos, en que rematan las células gustativas; pg, poro gustativo. (Según Sobotta. De su Atlas y Elementos de Histología y Anatomía microscópica, traducidos por Pou Orfila).

a) *Corpúsculos de Vater-Pacini*. Pappenheim (1846) halló en fetos de gato de 12 cm. ciertos acúmulos de células sin cavidad en su interior que interpretó como esbozos de estos corpúsculos, aunque no vió en ellas otra relación con la fibra nerviosa que la conexión de ésta con el pedúnculo del cuerpo o grupo de células. Parecidos acúmulos celulares advirtieron Henle y v. Kölliker (1844) en fetos humanos del sexto mes. En recién nacidos la forma del corpúsculo es semejante a la del adulto (fig. 252), aunque el tamaño es naturalmente más pequeño y con menos capas concéntricas. Estos dos últimos autores dedujeron de sus datos que los corpúsculos en cuestión se originarían de simples células, y que en su primera aparición sólo se formaría el sistema interno de capas; el sistema externo sería el resultado de la aposición de capas advenedizas.

Cuanto a la relación entre el corpúsculo y la fibra nerviosa, Rauber (1898) creyó que dicha fibra se debía considerar como una dendrita

de la célula espinal ganglionar. Y realmente, si es verdad que el cilindro-eje conduce celulífugamente (1), la expansión periférica de la célula ganglionar, sita en el ganglio espinal, debe ser, desde el punto de vista fisiológico, forzosamente dendrítica y no un cilindro-eje; bien que su estructura es de cilindro-eje. Si en la periferia existiese alguna célula nerviosa de la que dependiese la fibra del corpúsculo como parte integrante de ella, la fibra podría ser considerada como su cilindro-eje y todo subsistiría.

b) *Corpúsculos de Meissner*. Corpúsculos de Meissner que son los que más comúnmente se llaman táctiles, halló W. Krause en formación en la palma de la mano del embrión de siete meses bajo la forma de una vesícula (fig. 233). Ya en este estadio muestran unas como manchas transverso-espinales que denuncian la naturaleza del corpúsculo. En su base aparece la fibra nerviosa con doble contorno. El corpúsculo po-

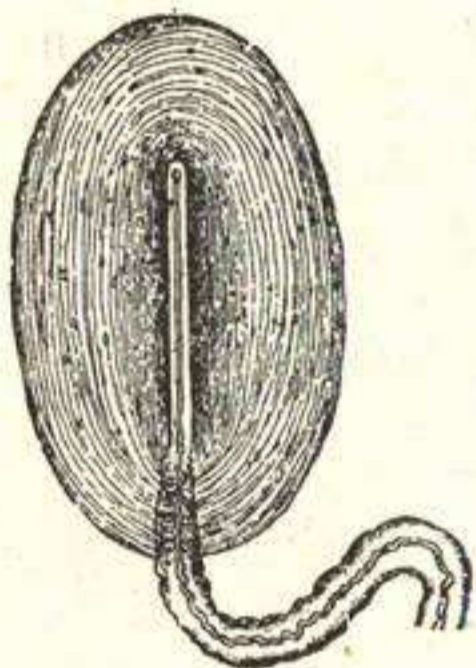


Fig. 252. Corpúsculo táctil de Vater-Pacini del mesenterio del gato. (Según Ecker. De la Zoología de Claus-Grobben).



Fig. 253. Corpúsculo táctil de la tercera falange del dedo índice de un feto humano de 7 meses: cara anterior o cóncava. (Según W. Krause. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

see, según W. Krause, una envoltura conjuntiva; y las bandas o manchas transversales que en él en estos estadios tan jóvenes presenta, se interpretan como determinados por los límites de células aplanadas y estiradas tangencialmente que son propias de los corpúsculos táctiles de Meissner. En los niños recién nacidos, las vesículas se han convertido ya en cuerpos elipsoidales con las bandas transversales muy numerosas. Su tamaño es, en esta época, de unos 0,022 mm.; en la edad adulta (fig. 254) llegan a 0,050 mm. o más.

c) *Otros corpúsculos táctiles*. Existen en mamíferos los llamados *conos terminales* de la conjuntiva del bulbo (ocular): son más bien cuerpos cilíndricos (fig. 255). Hacen su primera aparición en embriones humanos de 6 meses. El modo de originarse es muy parecido al descrito en los corpúsculos laminares de Vater-Pacini, bajo la forma de cúmulos celulares.—Notables son los *corpúsculos de Gran-*

(1) Conf. Ph. Stöhr: Lehrbuch der Histologie, p. 97. (1906).

dry que se encuentran en la lengua y pico de aves acuáticas (patos), y han sido conceptuados como órganos táctiles (fig. 256).

Según investigaciones de Izquierdo (1879), parece que en el embrión de pato de 23-24 días se desprenden los esbozos de los corpúsculos de Grandry del epitelio bajo la forma de yemas epiteliales, hundiéndose en la punta de las papilas de la lengua, recibiendo después una envoltura conjuntiva. A ser esto así y realizarse prematuramente el desprendimiento, las dos células del corpúsculo de Grandry, que cogen en medio la terminación nerviosa central (fig. 256), serían asimismo de origen ectodérmico como el sistema nervioso central;



Fig. 254. Corpúsculo de Meissner con las fibras nerviosas entrantes. (Según Kölliker. De la Zoología de Claus-Grobben).

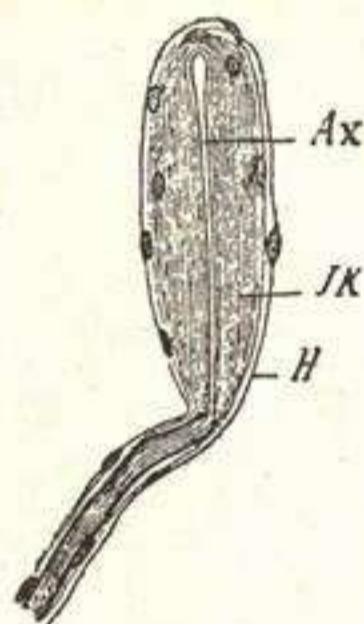


Fig. 255. Cono terminal de Krause en la conjuntiva de la ternera. - Ax, cilindro-eje de la fibra nerviosa entrante; JK, capas conjuntivas del corpúsculo; H, cubierta. (Según Schiefferdecker Kossel. De la Zoología de Claus-Grobben).

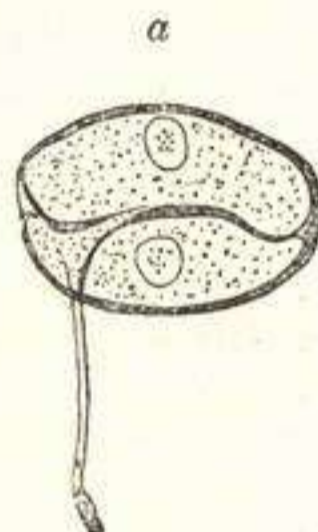


Fig. 256. Corpúsculo de Grandry del pico del pato. (Según Merkel. De la Zoología de Claus-Grobben).

entrando secundariamente en relación con la fibra nerviosa del mesénquima. Por desgracia, las observaciones, no han sido tan exactas o perfectas que quiten toda duda.

De lo dicho hasta aquí, acerca de los corpúsculos táctiles, se infiere que es muy difícil derivarlos *directamente* del ectodermo; lo hace más difícil aún la parte conjuntiva que los integra o parece integrarlos. Tampoco es clara su relación, o mejor, el modo de unirse con las fibras nerviosas: si los corpúsculos van en busca de ellas, o ellas en busca de los corpúsculos: hay que dejar a más perfectas investigaciones la aclaración de muchos puntos oscuros.

XV. La piel y sus dependencias

184. Orientación. — Tomamos aquí la palabra *piel* como se toma en Anatomía e Histología, entendiéndola por ella el tegumento

externo que envuelve y protege todo el cuerpo. Por dependencias de la piel comprendemos todas sus glándulas (sebáceas, sudoríparas y lactíferas), así como los llamados órganos dérmato-esqueléticos (pelos, uñas, plumas, escamas, escudetes, etc.). En la misma piel o tegumento distinguimos ahora tres regiones principales: la *epidermis*, el *cuero (corium)*, y el *estrato subcutáneo* (fig. 257). La primera es epitelial pluriestratificada; la segunda la compone el conjuntivo compacto; la tercera, el conjuntivo laxo con gran cantidad de grasa, constituyendo el *panniculus adiposus*.

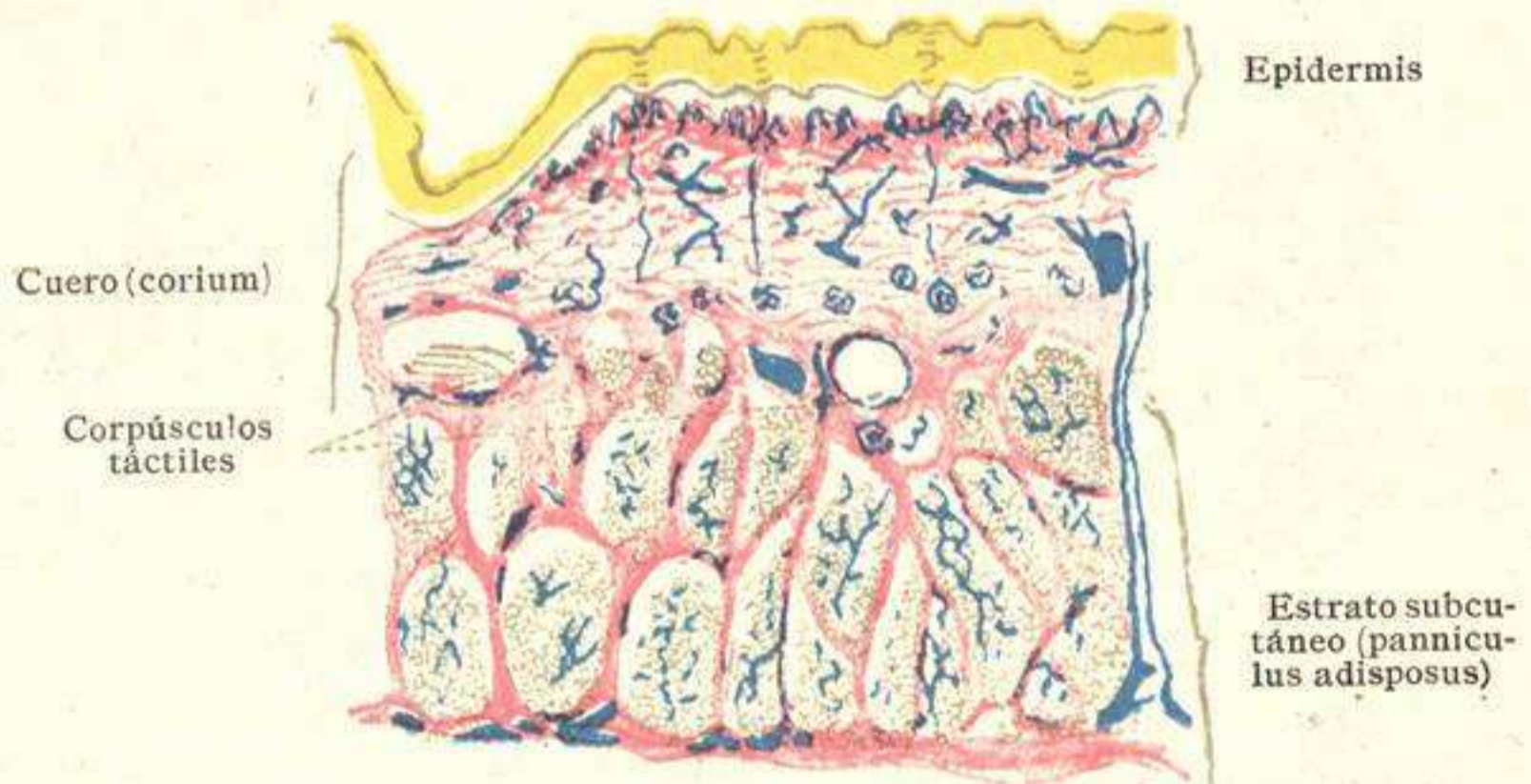


Fig 257. Corte perpendicular de la piel de la palma de la mano. Serpenteando hacia la superficie se ven tres o cuatro glándulas sudoríparas. (Material de Freudenstein. Del Atlas der normalen Gewerbelehre des Menschen de A. Brass).

185. Origen de la epidermis. — El ectodermo, después de haber dado origen al sistema nervioso, se convierte en epidermis. Uniestratificado al principio o inmediatamente después de desprenderse de él el tubo nervioso, se presenta más tarde biestratificado: en el embrión humano y según datos de Kölliker, en los dos primeros meses. La capa externa consta de células aplanadas, transparentes y exagonales; la interna, de células cilíndricas: esta capa representa el *rete Malpighii*, esto es, la capa germinatriz; la primera, la *capa córnea*. Así tan al principio tenemos ya bien indicadas las dos porciones de la epidermis. La capa córnea forma en algunos mamíferos una envoltura continua por todo el cuerpo: cubre por este tiempo los pelos en formación; por lo cual se llama en estos puntos *epitriquio*, y se desprende en conjunto.

La delgadez de la epidermis de los primeros meses desaparece a partir de la mitad de la gestación, engrosándose notablemente las capas primitivas. La porción externa se ofrece luego pluriestratificada, queratinizándose sus capas más periféricas, tomando sus células la

forma escamosa y resolviendo sus núcleos. Más aún; se desprende en parte y sus detritus caen en el agua del amnios, enturbiándola, como la enturbia también el sebo que por este tiempo comienzan a segregar las glándulas sebáceas de reciente formación. Todo esto constituye el

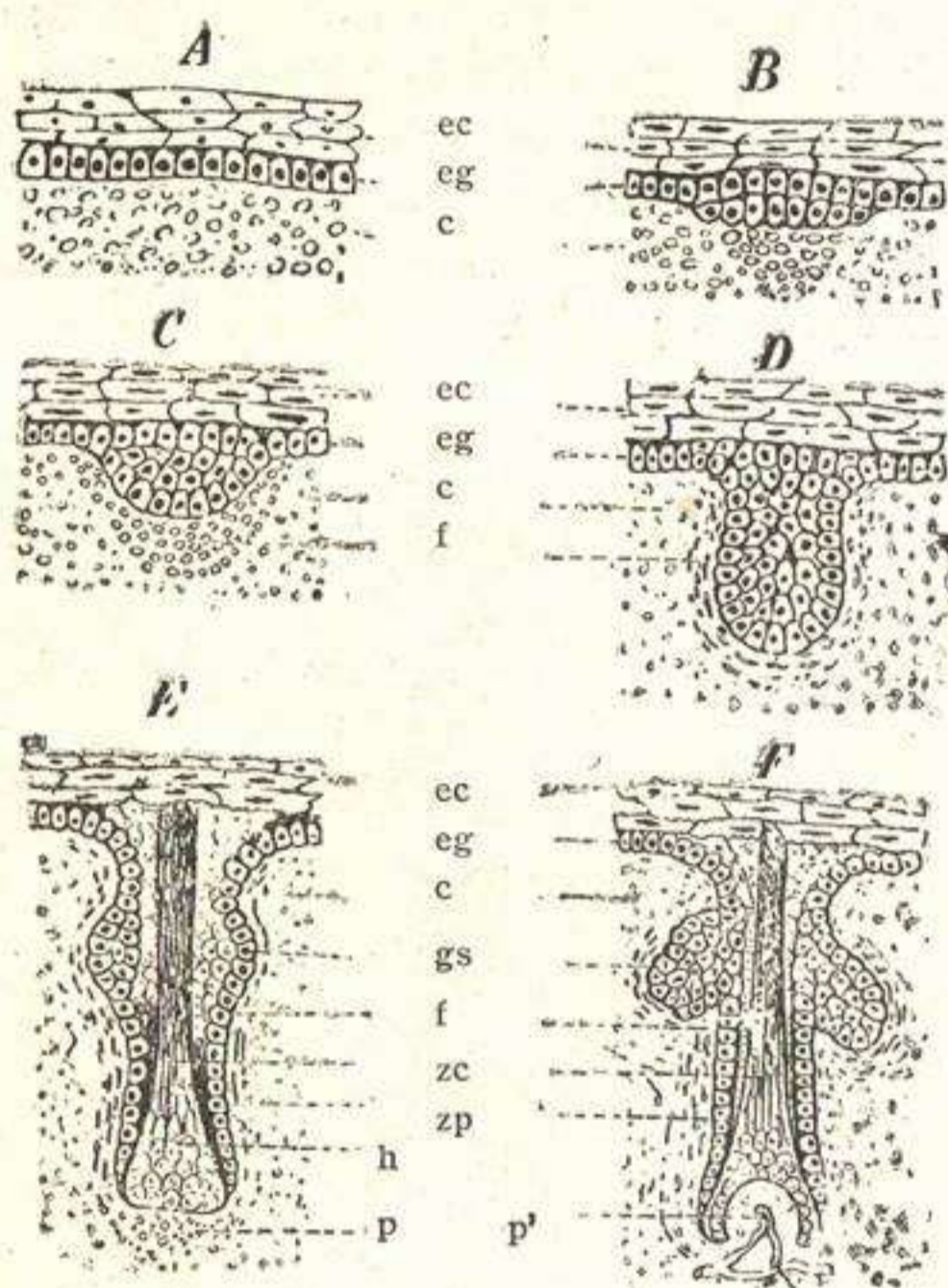


Fig. 258. Seis estadios evolutivos del pelo.

A, estado primitivo de la epidermis. — ec, estrato córneo; eg, estrato germinativo; c, cuero (*corium*).

B, Proliferación del estrato germinativo para originar el germen del pelo.

C, comienzo del folículo con la proliferación de las células mesenquimatosas del *corium* (cuero).

D, estadio ulterior de formación con aparición de fibras conjuntivas del folículo pilífero.

E, formación de la papila del pelo con vasos sanguíneos.

F, papila del pelo muy manifiesta.—c, *corium* (cuero); cb, cavidad del bulbo pilífero; ec, estrato córneo, eg, estrato germinativo; f, capa externa de fibras del folículo pilífero; gs, esbozo de las glándulas sebáceas; h, cuerpo hueco del germen pilífero; p, principio de la papila pilífera; p', vascularización de la misma; zc, zona central del germen pilífero; zp, zona periférica del mismo. A: 70. (Según Wiedersheim 1888. Tratado de W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

esmegmá embrional (*Smegma embryonum*, *Vernix caseosa*): el embrión, tragando agua del amnios, traga juntamente parte del esmegma que, a una con pelos que se desprenden de la piel, contribuye a formar el *meconio* que llena su intestino. La porción interna de la epidermis es la regeneratriz: por su actividad proliferante repara las

pérdidas que sufre la porción periférica: los elementos nuevos formados empujan a los viejos. La multiplicación celular es más activa en la última capa, la más interna, donde las células son cilíndricas.

186. Pelos. — La epidermis produce hacia fuera multitud de formaciones que llaman órganos dérmato-esqueléticos: en peces, dientes y escamas, más o menos osificadas; en reptiles, escamas córneas; en aves, plumas; y en mamíferos, pelos. En otro lugar (n. 16) hablamos ya de los dientes cutáneos de selacios, que pueden dar una idea sobre la formación de las mismas escamas; aquí tocaremos sólo la cuestión de *pelos, plumas y uñas*.



Fig. 259. Último estadio de formación del pelo en el conejo: diferenciación del tallo, de las vainas de la raíz, del bulbo. La punta del tallo ha roto ya la epidermis llamada también *periderma* y *peritriquio*. A: ca. 50. La papila se parece a una cebolla a causa de una prolongación dirigida hacia la periferia. Las células cilíndricas de la capa periférica de la vaina externa se continúan, en la epidermis, con la capa profunda de ésta que es la germinativa. (Según Götte. Tratado de W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

El origen de los pelos se halla, como está dicho, en la epidermis, aunque contribuye también a su formación, según veremos, el conjuntivo del cuero, como concurre en la formación de dientes y escamas cutáneas. De la epidermis, en efecto, brota, para la formación del pelo, un macizo celular taruguiforme (fig. 258, D) que crece hacia dentro, esto es, hacia el conjuntivo subyacente. El brote crece cada vez más hasta alcanzar, dentro del suelo de cultivo, diríamos, la profundidad necesaria. Alcanzado este estadio, se abulta su extremo en forma de porra o de botella (fig. 258, E), para transformarse en el *bulbo pilífero*. El conjuntivo que rodea dicha extremidad, se interesa entonces; pulula, y la masa celular que produce, se introduce en el bulbo (fig. 258, F), obligándole quizás a invaginarse a la manera que

vimos ocurría en la formación de los dientes (n. 18, b). Esta masa conjunta que se introduce en el bulbo pilífero, lleva consigo vasos y nervios y constituye la papila del pelo (fig. 258, F). Bien pronto el macizo epitelial que recubre la papila, deja distinguir dos porciones: una más externa, cuyas células no se reproducen, antes se queratinizan, y otra interna o capa celular que recubre inmediatamente la papila: esta capa es la generatriz que aquí llaman *matriz*, la cual, proliferando, va dando origen a nuevas células que empujan las queratinizadas, formándose un cono de células muertas; cono que, creciendo hacia arriba por el empuje que de abajo arriba ejercen las células

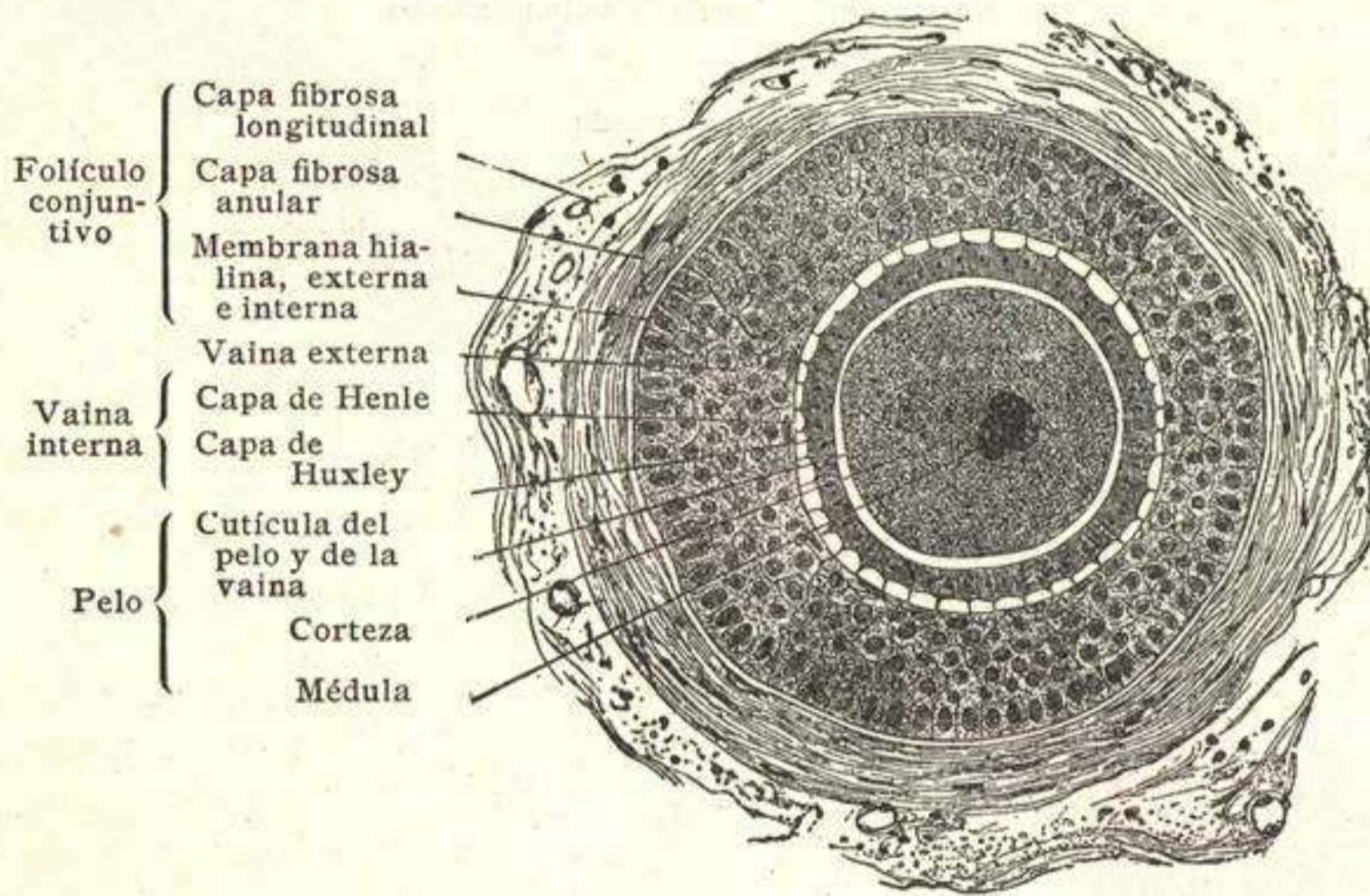


Fig. 260. Corte transversal de un pelo completamente formado de la cabeza de un hombre. A: 240. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen).

nuevas, producidas por la capa matriz, se abre paso por entre el macizo celular que ha brotado de la epidermis, y alcanza, finalmente, la superficie, doblándose de momento debajo de la capa córnea, respectivamente del epitriquio (n. 186), hasta que rompiéndose también éste, sale libremente el pelo a la superficie (fig. 259).

Con esto tenemos una especie de cono central rodeado de varias vainas. En inmediato contacto con este cono de células muertas y queratinizadas, se halla la vaina interna, constituida por células epidérmicas que hacia abajo se continúan con las células externas de la base del cono y hacia arriba con la capa córnea de la epidermis, mientras el cono no ha roto el macizo epidérmico. Cuando el pelo atraviesa la epidermis, la vaina no llega sino hasta la desembocadura de la glándula sebácea. A esta vaina interna sigue periféricamente otra que llaman

externa, compuesta de células que, en serie no interrumpida, se continúan hacia arriba con la capa germinatriz (*rete Malpighii*) de la epidermis y hacia abajo con la capa matriz del bulbo pilífero. Esta vaina es la que hacia la mitad de su altura engendra las glándulas *sebáceas* (fig. 258, E, F, gs), que, como veremos, acompañan de ley ordinaria a los pelos, y produce asimismo el germen de nuevos pelos, para substituir a los primeramente formados, ya que todos estos órganos son de existencia pasajera, aun en el hombre.

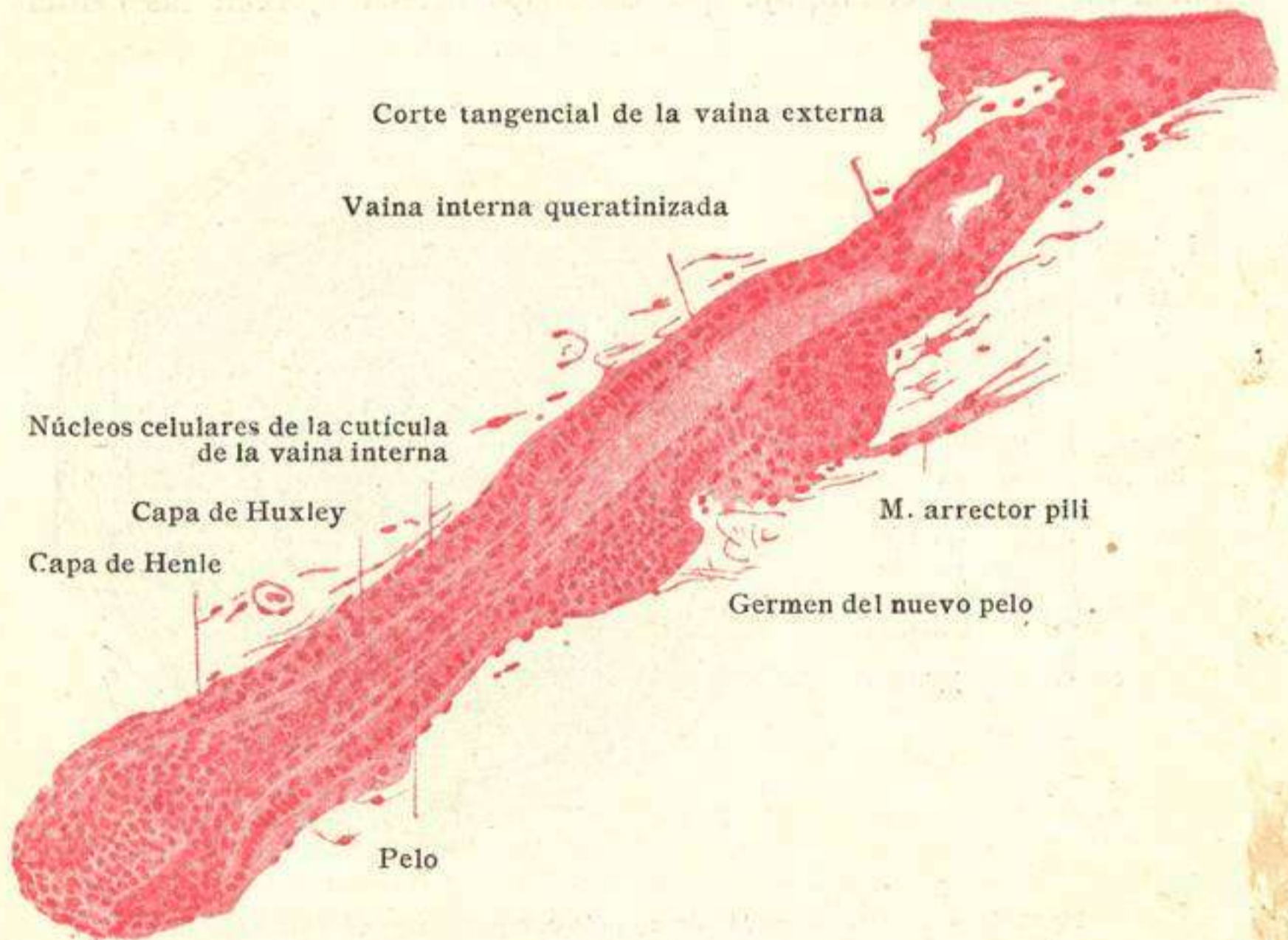


Fig. 261. Corte longitudinal de un pelo de la frente de un feto humano de 5 meses. A: 230. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen).

No están agotadas aún las partes que intervienen en la formación del pelo. Porque entre la vaina externa y el conjuntivo subyacente (fig. 260) se forma una como cutícula hialina y, además, el conjuntivo que rodea esta cutícula hialina se dispone a su vez en vaina conjuntiva, contribuyendo a la constitución del *folículo pilífero*. Sus fibras toman dos direcciones: una (las más internas) son circulares, y longitudinales las más externas. Añadamos que el conjuntivo que se halla inmediatamente debajo de la yema de la glándula sebácea en formación (fig. 261), origina un músculo liso, denominado *elevador del pelo* (*musculus arrector pili*). Al principio se nota en este punto un campo, en que abundan los núcleos; en él se diferencian los elementos

celulares, alargándose y transformándose en fibras musculares. El haz de fibras resultantes se extiende diagonalmente desde dicho punto hasta la epidermis y coge en el ángulo que forma con el mismo pelo, la glándula sebácea (fig. 261).

Los primeros pelos, o sea, los que se forman durante la vida embrionaria (intrauterina) son muy delicados, y recubren hacia el quinto mes todo el cuerpo del embrión: este pelo recibe el nombre de *lanugo*. Más tarde, en la vida extrauterina se cambia el lanugo, al menos en determinadas partes del cuerpo, por pelos más recios. Se conserva, con todo, en otros: el aspecto aterciopelado de las mejillas de las más delicadas y finas damas, es el lanugo, de que hablamos.

De aquí se desprende y se ha hecho notar ya, que todo pelo, después de un período más o menos largo de existencia, se cae y es substituído normalmente por otro. Desde luego, hay cambio general de pelo después del nacimiento. Además, en muchos animales, el pelo está sujeto a un cambio periódico; en ellos se puede distinguir piel de invierno y piel de verano. El mismo hombre no está del todo exento de este cambio periódico, aunque menos marcado. En todo caso, el pelo de la cabeza no suele durar más de 1600 días (1): no parece que esté determinado aún el tiempo de duración del pelo de las demás partes.

Cuanto al modo de desprenderse el pelo y ser substituído por otro nuevo, diremos brevemente que el proceso va vinculado a un aumento de la capa o cutícula hialina y de la fibrosa circular. Por su parte, la matriz del bulbo deja de producir elementos que reintegren la vaina interna y el mismo cuerpo pilífero: el bulbo se queratiniza y pierde su cavidad, convirtiéndose en un macizo celular. Con esto queda realmente muerta la formación. Una pululación de células de la matriz por debajo del cadáver pilífero, en unión de la capa fibrosa circular ejerce presión y empuja hacia arriba el pelo muerto que permanece por mucho tiempo en el canal pilífero hasta que el nuevo pelo que se forma por debajo, acaba de empujar hacia arriba el cadáver del viejo y determina su desprendimiento.

El nuevo pelo, que se forma debajo del antiguo, reconoce por origen una pululación de la vaina externa del pelo antiguo (fig. 261), convirtiéndose en germen pilífero, y repitiendo todos los estadios evolutivos que hemos estudiado ya en el presente artículo.

187. Plumaz. — En las aves los órganos dérmato-esqueléticos específicos son las plumas. En ellas se forma primero el *plumón* (*pluma*, *plumula*) y después las plumas definitivas, como en mamíferos aparece primero el *lanugo*, para ser substituído por los pelos ordi-

(1) Conf. Ph. Stöhr: Lehrbuch der Histologie, p. 356 (1906).

narios. El origen del plumón y de las plumas es análogo al de los pelos. Dejando a un lado pormenores de grupos, comienza el primer esbozo del plumón por una papila que llamaremos *plumífera*. En el quinto día en el embrión de paloma y en el séptimo en el de gallina, aparecen sobre la piel unas manchas blancas que revelan la presencia de estos gérmenes. Un corte perpendicular de dichas manchas nos

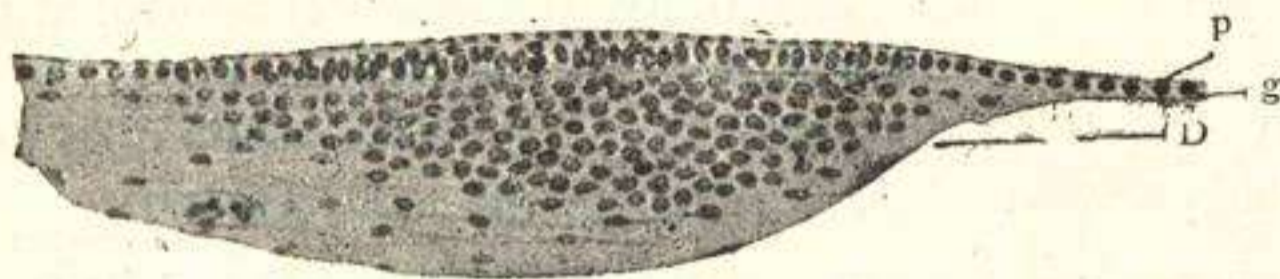


Fig. 262. Corte longitudinal de una papila plumífera incipiente de un embrión de palomo del 5.º día de incubación.—D, dermis o cuero, cuyos elementos experimentan activa proliferación; g, capa germinativa; p, periderma. A: como 200. (Según Davies. Tratado de W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

permitirá hacernos cargo de su naturaleza. Notemos, primero, que en este tiempo la epidermis consta de dos capas de células, una externa llamada *periderma* (1), cuyos elementos son aplanados y poligonales, todos con su núcleo; y otra interna de elementos cilíndricos (2): aquélla corresponde a la capa córnea; ésta, a la germinatriz. Ahora bien; estas capas se ofrecen espesadas en estas manchas, sin duda por la



Fig. 263. Estadio evolutivo de una papila plumífera del plumón de palomo más adelantado que el de la figura anterior.—c, cuero; g, capa germinativa; p, periderma. (Según Davies. Tratado de W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

actividad proliferante de la interna, ya que la externa persiste con la misma clase de elementos. Por su parte el corium (cuero) se ofrece aquí muy celular (figs. 262 y 263), y, aumentando su masa, parece empujar hacia fuera la epidermis, originando así una papila plumífera. Esta papila se inclina desde un principio caudípetamente (fig. 263).

A este estadio sigue otro, en que parece determinarse la naturaleza plumosa de la formación. Porque un corte transversal (fig. 264) de la

(1) Conf. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II, Teil I p. 266 (1906).

(2) Los elementos cilíndricos de los histólogos son más bien prismáticos.

papila, naturalmente ya más crecida, nos presenta una como división interna de ella: la región periférica del conjuntivo, irradiándose hacia fuera, forma como tabiques longitudinales, entre los que pulula la epidermis, originándose así varios senos. Por este tiempo la pulpa (conjuntivo) de la papila posee ya sus vasos. En otro estadio los entrantes y salientes se manifiestan al exterior y son tanto más pronunciados cuanto más hacia arriba. Y así como por división de la papila primitiva se forman secundarias, así por análoga manera, de las secundarias se forman terciarias. La parte epidérmica que las recubre, queratiniza en parte sus elementos, y lo hace, según H. Rabl, por un proceso parecido al de los cabellos: los núcleos celulares de los radios

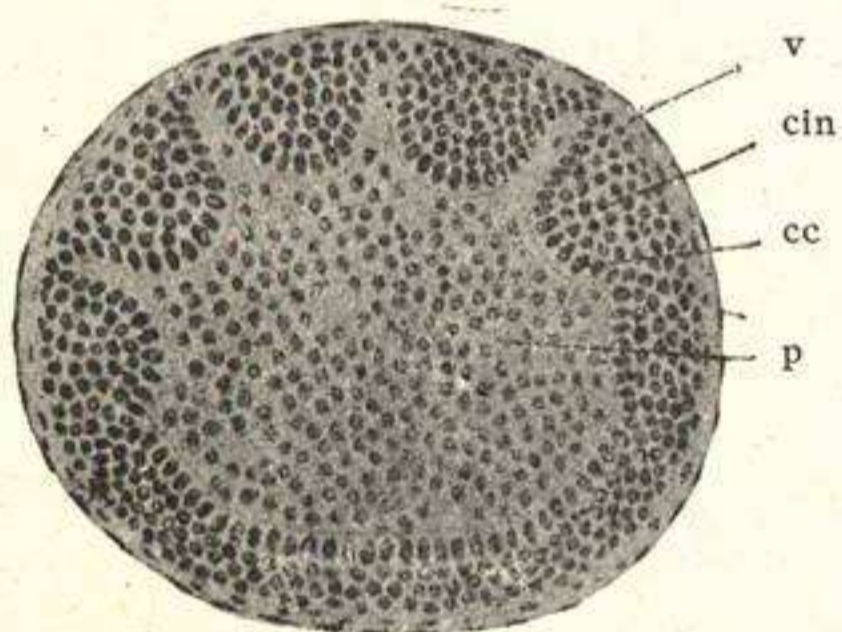


Fig. 264. Corte oblicuo del germen plumífero de embrión de gallina, pasando próximo a su base, al comenzar la formación de tiras longitudinales, destinadas a originar los radios o ramificaciones. Alrededor del germen se ve el periderma, de células aplanadas tangencialmente.— cc, capa de células cilíndricas; cin, células intermediarias; p, pulpa de la papila; v, vaina de la pluma. (Según Davies. Tratado W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

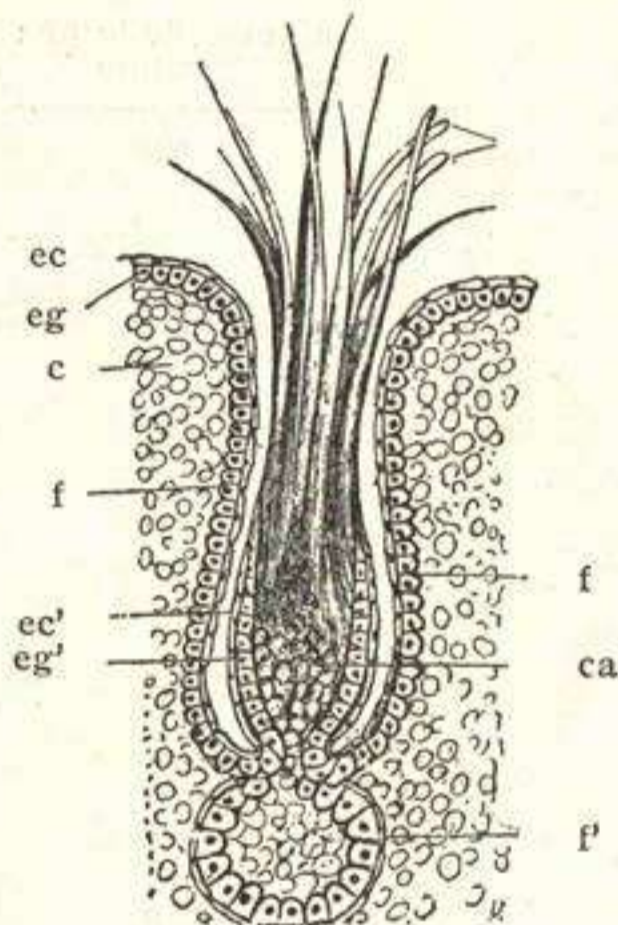


Fig. 265. Corte longitudinal del folículo de un plumón embrional del pinguino, *Eudyptes chrysocoma*. L., recién salido del huevo.— ca, cálamo; ec, estrato córneo de la epidermis; ec', estrato córneo de la papila plumífera; eg, estrato germinativo de la epidermis; eg', estrato germinativo de la papila plumífera; f, folículo del plumón; f', folículo del nuevo germen de la pluma definitiva (pennae). (Según Studer y Wiederheim. Tratado de W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

secundarios del plumón degeneran, modificando su estructura normal: la cromatina se desmenuza y reduce a polvo; los núcleos, pierden su contorno y se confunden y ya no se tiñen. La desfibrillación o la expansión de los radios que forma cada plumita, comienza por la parte superior: en la base no hay división, sino que todos los radios se unen en un tronco común. El ahuecamiento del cálamo, tanto del plumón como de la pluma, se debe a la reducción y retracción del conjuntivo. Notemos, finalmente, que el hundimiento del plumón en la piel, formándole ésta como una bolsa o vaina (fig. 265), se debe

principalmente al gran crecimiento general de la piel y al defecto de crecimiento del mismo plumón, ya formado. Excepto en cursoras, lamelirrostras y rasoras (1) (gallináceas), el plumón no tiene, propiamente hablando, escapo o raquis, como la pluma, sino que en saliendo fuera de la piel, se expansiona en radios como un pincel. De aquí que al desprender la avecilla las capas epidérmicas más periféricas que al principio recubren el plumón, aparezca la piel como sembrada de pelos.

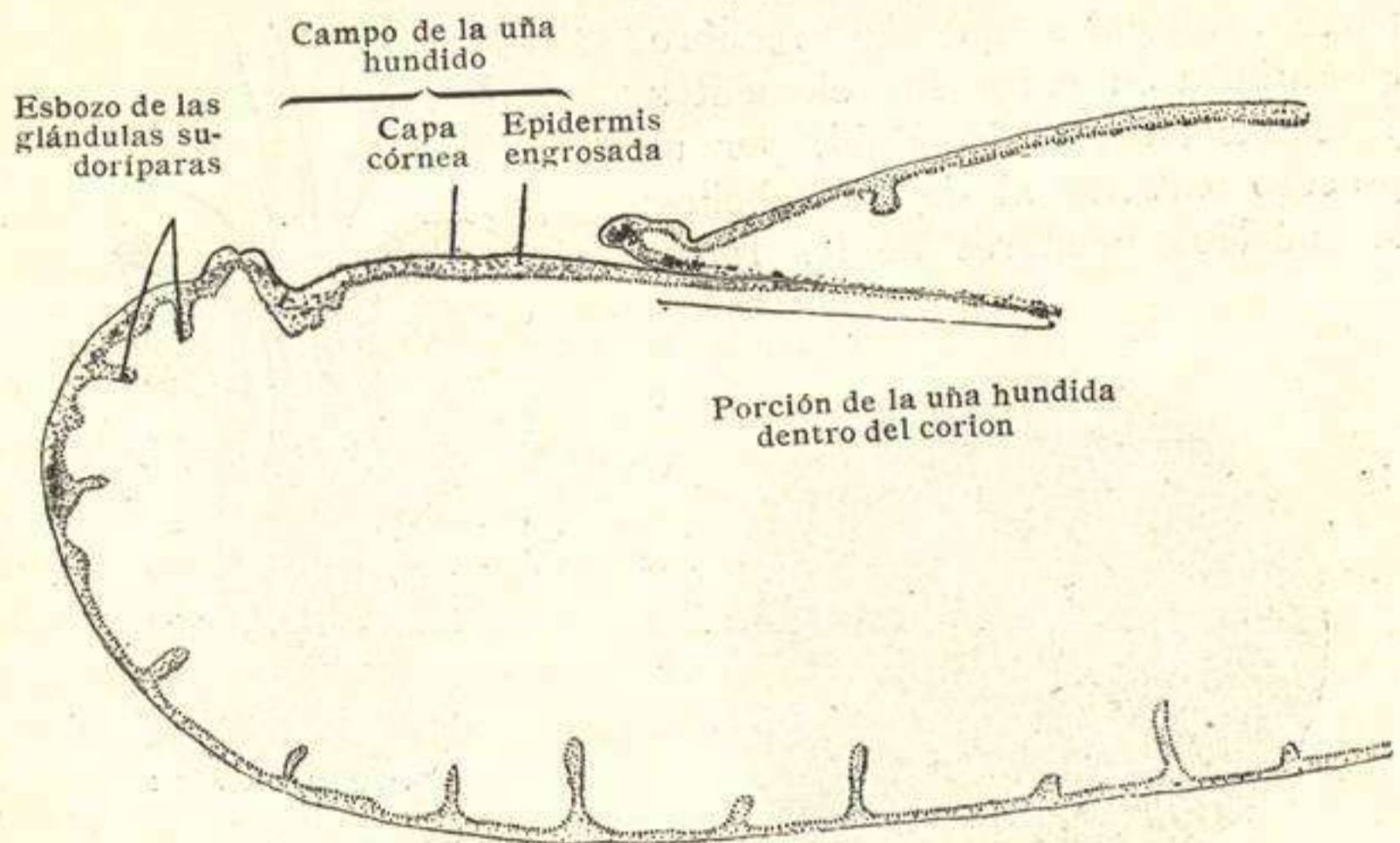


Fig. 266. Corte sagital de la extremidad de un dedo de feto humano de cinco meses, destinado a demostrar el hundimiento de la epidermis en el campo de la uña y su introducción posterior en el corium (cuero).

Sólo se ha dibujado la epidermis con el esbozo de las glándulas sudoríparas. (Original de una preparación del Laboratorio Biológico de Sarriá).

El germen de las plumas definitivas (*pennae*) es una continuación del germen del plumón (fig. 265, f'), que penetra hacia el interior. El fenómeno recuerda el de la formación de los dientes de sustitución por el crecimiento de la lámina dentífera (n. 22) y el de los pelos definitivos por un nuevo germen derivado de la vaina pilífera (n. 287). Por lo demás, el desarrollo de la pluma definitiva es en general el mismo que el del plumón.

188. Uñas. — Las uñas constituyen otra formación dérmato-esquelética, que se encuentra en muchos grupos de vertebrados: aquí nos fijaremos en las uñas del hombre, y lo que de ellas dijéremos, se

(1) Rasoras (*rasores*), del latín *radere*, escarbar.

podrá aplicar, a su modo, a las uñas, respectivamente pezuñas, no sólo de los demás mamíferos, sino también de los demás vertebrados, provistos de estos órganos.

El primer esbozo de las uñas en el embrión humano coincide con la séptima semana. En la cara dorsal de las extremidades de los dedos de manos y pies, tiene lugar un espesamiento de la epidermis en un reducido campo. Los límites de este pequeño distrito se pronuncian luego cada vez más, mediante el hundimiento anular de la epidermis hacia la undécima semana. En la parte posterior se hunde el epitelio muy oblicuamente (fig. 266) dentro del cuero (*corium*) para constituir la raíz de la uña. Un corte perpendicular de dicho distrito nos da una idea de su estratificación epitelial. En el fondo y en inmediato contacto con el *corium*, se halla una capa de células cilíndricas que representa el *rete Malpighii* o capa germinatriz: sobre ella existen dos o tres capas de elementos poligonales con dientes de unión y una capa córnea. Tenemos, según Zander, el lecho primitivo de la uña. En el cuarto mes aparecen en las células superficiales granulaciones de eleidina o queratoleidina que producen el llamado estrato *granuloso*. De este estrato nace el estrato *lúcido*, que empieza a formarse en la parte anterior y se propaga luego hacia la raíz de la uña. Esta engruesa por la formación de nuevos estratos granulados que luego se transforman en córneos.

Al principio la uña está recubierta por el *epiniquio*, esto es, por la capa córnea de la epidermis y que más arriba hemos llamado *epitriquio* respecto de los pelos. El *epiniquio* se desprende hacia el fin del quinto mes; y la uña crece de atrás para adelante; al séptimo mes comienza a sobresalir por encima de la extremidad del dedo. Al tiempo del nacimiento es notable la parte saliente sobre el pulpejo del dedo, aunque delgada y estrecha naturalmente y se rompe y desprende con facilidad muy pronto después del nacimiento.

189. Glándulas sebáceas. — Las formaciones que hasta aquí nos han ocupado, se hallan en la parte externa de la piel y hacen más o menos saliente hacia fuera: representan aumento de superficie por evaginación. Pasemos ya a ocuparnos brevemente de otras formaciones que se hallan dentro de la piel y representan aumento de superficie por invaginación. Estas formaciones son las glándulas *sebáceas*, *sudoríparas* y *lactíferas* o *mamarias*.

Tocante a las primeras, hicimos ya notar previamente (n. 187) que su formación va vinculada, al menos en la mayoría de los casos, a la de los pelos. Como excepciones se pueden señalar quizás las que aparecen en la parte roja del labio (en el niño, más en el superior que en el inferior) a la edad de 12-16 años; asimismo las del glande y prepucio del pene y las de los labios menores: faltan en el glande y prepucio del clítoris. Las glándulas sebáceas, pues, que acompañan o

integran los pelos, se originan en los folículos pilíferos y se deben a una evaginación de la vaina (epitelial) externa (fig. 258, E, F, gs). Su aparición, por consiguiente, coincide con la del pelo (cuarto mes): en la frente y cejas primeramente, sitio donde es más precoz la formación del pelo. Estas glándulas son alveolares, simples unas veces y ramificadas otras (fig. 267, A). Consta cada una de un conducto excretor y de uno o varios cuerpos glandulares. Su magnitud oscila entre 0,2 mm. y 2,2 mm. El producto de su secreción viene a ser como el detritus de sus células internas, las cuales entran en degeneración grasienta (fig. 267, B): a ella se debe la formación de sus cavidades, toda vez que el rudimento o la primera formación de la glándula es

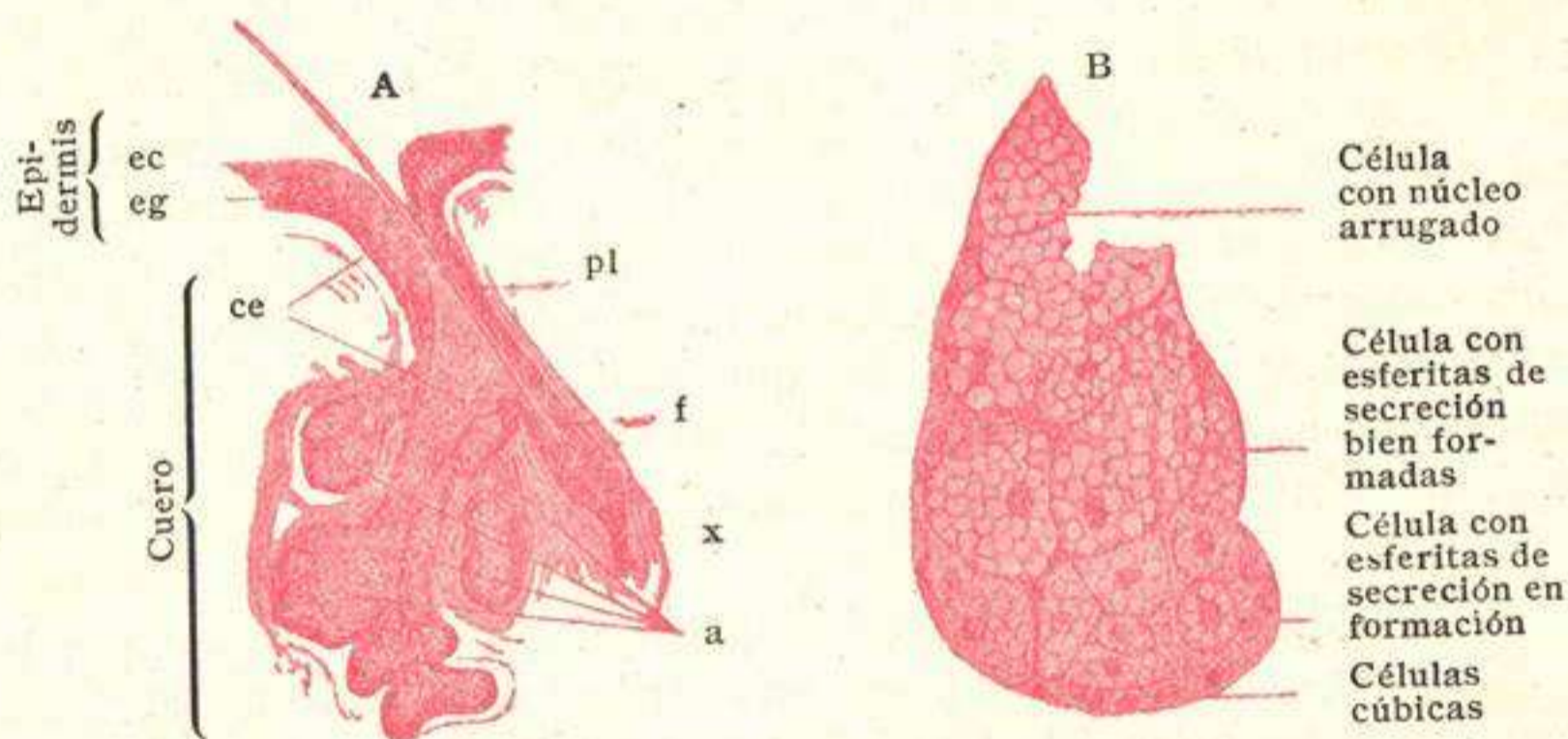


Fig. 267. A. Corte vertical del ala de la nariz de un niño. — a, varias glándulas sebáceas; ce, conducto excretor; ec, estrato (capa) córneo; eg, estrato germinativo; f, folículo piliforme; pl, pelo (lanugo); x, punto de origen de un nuevo pelo. A: 40.

B. Fragmento de una glándula sebácea de la misma región. A: 240. Las células glandulares se hallan en distintas fases de la formación del sebo. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopische Anatomie des Menschen).

un cuerpo sólido. Las células centrales de estas glándulas aparecen, en los cortes histológicos, blancas; grandes, poligonales y como vacuolizadas (fig. 267, B): las periféricas son cúbicas.

190. Glándulas sudoríparas. — El primer origen de estas glándulas, estudiado por Went (1834) y por Kölliker (1850), se ha de buscar en el embrión humano de 4-5 meses, en la cara palmar (fig. 265) de la mano y en la planta de los pies (respectivamente de sus dedos). Comienza su primer esbozo por brotes sólidos del estrato germinativo de la epidermis. Cada brote crece en forma de cordón sólido con la extremidad más o menos abultada. En el sexto mes llegan los cordones hasta el cuarto inferior del *corium* (fig. 257). Hasta aquí ni se observa desembocadura o poro en la epidermis, ni luz en el interior de los cordones; pero a partir de este tiempo y mientras el cordón continúa su crecimiento y comienza a formar circunvoluciones, se

origina la excavación del tubo: su poro (fig. 268) se abre al principio en el surco, no en la cresta de las papilas lineares del dedo. En el séptimo mes se origina en su extremidad distal el *pelotón glomerular*. Del séptimo mes para adelante, se forman por el estilo glándulas sudoríparas, en la restante superficie del cuerpo.

La pared del conducto excretor de estas glándulas consta de epitelio pluriestratificado con células cúbicas; la del tubo glomerular (secretor), de un estrato de células glandulares y otro de células muscu-

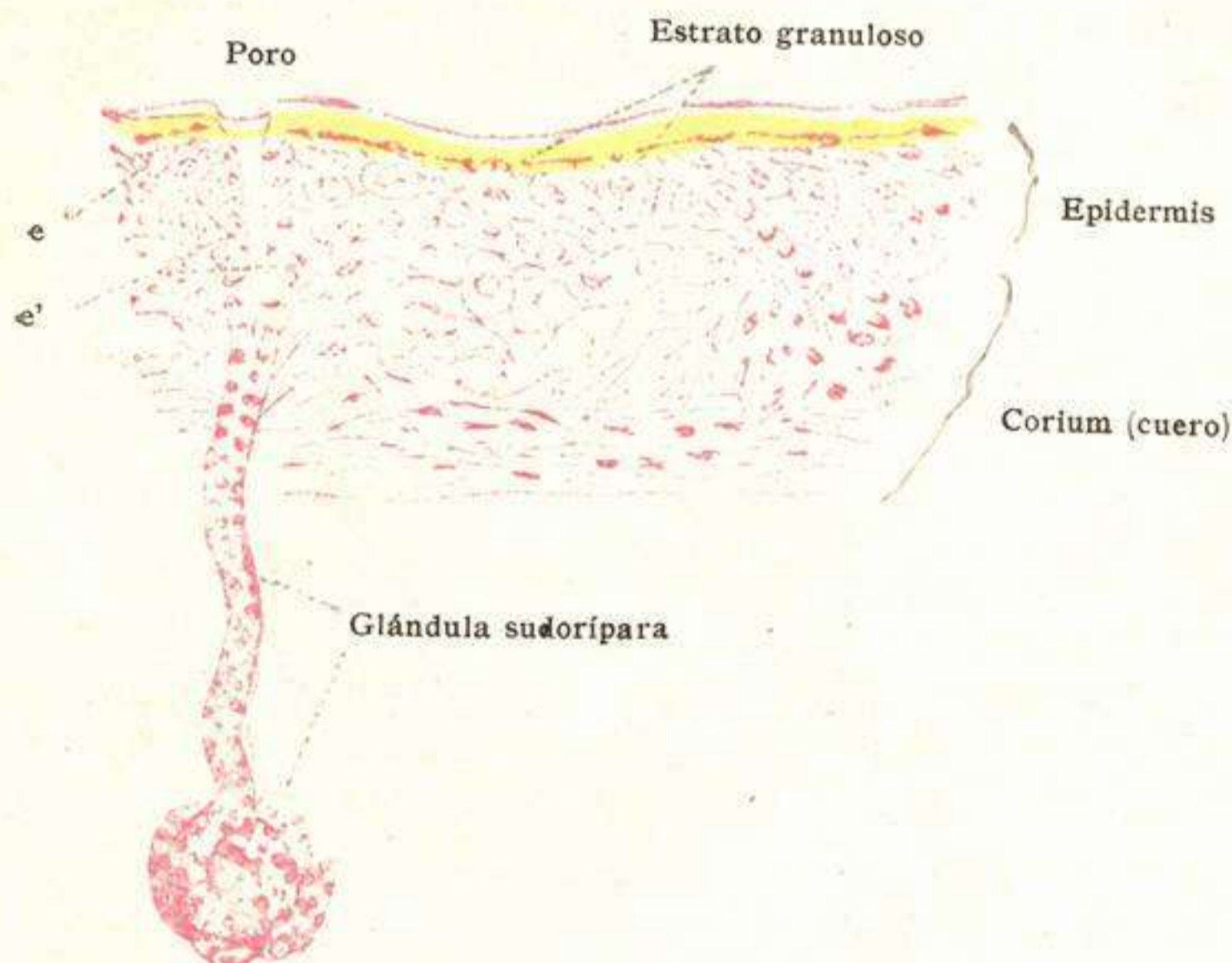


Fig. 268. Porción de un corte perpendicular de la palma de la mano de un niño recién nacido. El utrículo con su porción glomerular en el fondo es la glándula sudorípara, cuyo canal excretor aún no se ha torcido en espiral en su último tramo.—e.e', núcleos celulares en forma de concha. (Según A. Brass. De su Atlas der normalen Gewebelehre des Menschen).

lares lisas (fig. 269), en dirección espiral más o menos pronunciada. El origen de estas células musculares se ha querido buscar en la transformación de células epiteliales. Según W. Krause (1), se fundaría esto en datos falsos o, mejor, mal interpretados de Hörschelmann, Hesse, Sangster, Ranvier, entre otros, los cuales colocaban estas células musculares entre la membrana propia de la glándula y las células glandulares. Ahora bien; según W. Krause, lo que estiman aquí estos autores por membrana propia, no es sino la cubierta conjuntiva del

(1) Conf. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere, Bd. II, Teil I, S. 314.

tejido suyacente: según él, Ranvier no llegó a ver la verdadera membrana propia, a causa de su método de investigación.

Lo dicho se refiere a las glándulas sudoríparas del hombre: en los demás mamíferos apenas existe estudio de investigación sobre el particular.

191. Glándulas lactíferas: mamas. — Dejando a un lado la llamada *estría lactífera*, esto es, una línea, observada en el mismo embrión humano muy al principio (embrión de 3-7 mm.), que corre a los lados del cuerpo y comienza al nivel del origen de las extremidades superiores y termina hacia la región inginal, producida

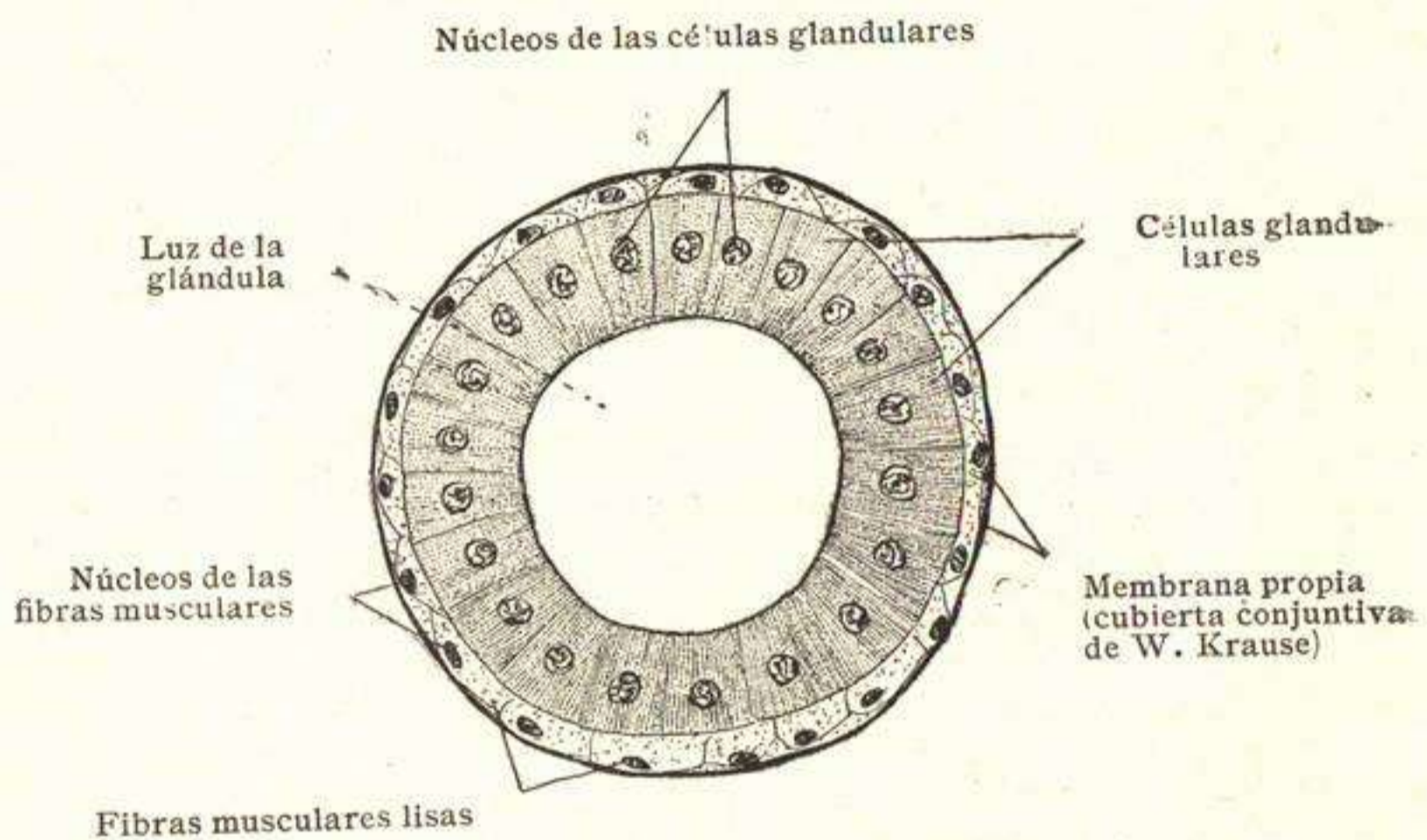


Fig. 269. Corte transversal de una glándula sudorípara en su región secretora. (Medio esquemático. Original).

por un espesamiento de la epidermis; el sitio, donde realmente se ha de formar la mama, se señala ya al fin del segundo mes por una pululación de la capa germinatriz epidérmica, que engruesa a ésta, produciendo un cuerpo abultado y creciente hacia el *corium*. Y como quiera que el embrión va creciendo rápidamente, crece también por precisión su superficie; y el reducido punto del primer esbozo de las glándulas lactíferas se convierte en un campito, algo hundido en el *corium* en este primer período. De la capa germinatriz de la epidermis brotan por separado varios cordones sólidos; cada uno de los cuales produce en su extremidad nuevos brotes (fig. 270) que crecen, se desarrollan y multiplican dentro del *corium* hasta formar con el tiempo la región terminal bajo la forma de saquitos alvéolo-tubulares que son la parte propiamente secretora. Cada uno de estos cordones con sus brotes y ramificaciones representa una glándula, cuyo conducto excretor es el mismo cordón primitivo, el cual, sólido al principio

como sus brotes, recibe más tarde su luz por resolución de sus células centrales. Esta excavación de la glándula comienza en la parte distal y se propaga hacia el punto de origen. El tubo resultante sufre, poco antes de abrirse al exterior, una gran dilatación, llamada *seno lactífero*.

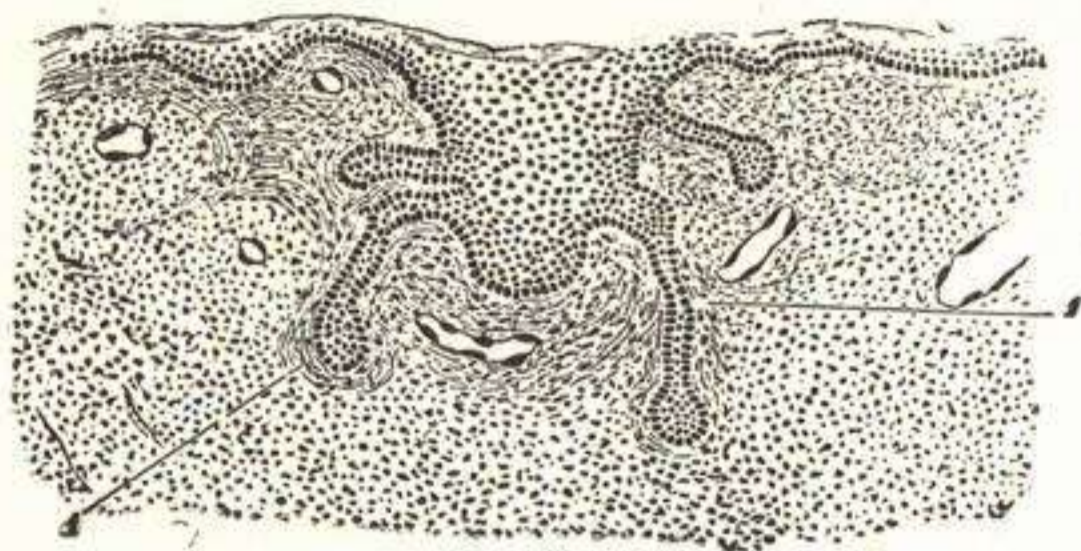


Fig. 270. Rudimentos de una glándula lactífera de un embrión humano de 25 cm. Se ve el campito epitelial más o menos hundido, y echando vástagos dentro del estroma en que se desarrolla la glándula. — 1, primer esbozo del estroma con vasos cortados. (Según Nagel, 1896. Tratado de W. Krause en el Handbuch de O. Hertwig).

De lo dicho se colige que no tenemos aquí una sola glándula lactífera, sino un conjunto de ellas; ya que cada conducto posee su cuerpo glandular y desemboca directamente al exterior con independencia de los demás. El reducido campo, a donde convergen todos los con-

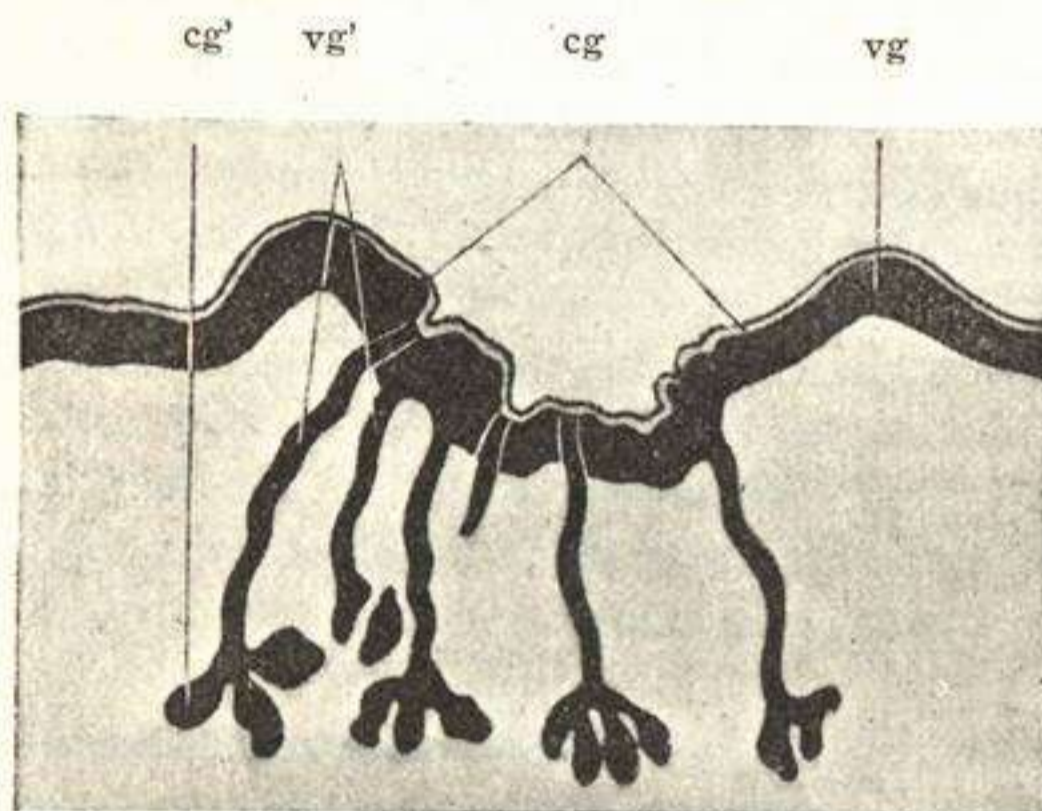


Fig. 271. Corte perpendicular del esbozo de la glándula mamaria de un embrión humano femenino de 32 cm. de longitud. — cg, campo glandular; cg', conducto glandular (excretor); vg, valla glandular; vg', vesículas glandulares. (Según Hiss. Die Elemente de O. Hertwig).

ductos, para abrirse al exterior, es el *campo glandular* (fig. 271, cg). Este campo, hundido al principio, como queda dicho, comienza después a crecer y alcanzar pronto el nivel de la superficie general de la piel y, no parando aquí, se eleva para sobresalir de ella, y constituir la papila

o pezón, en cuya extremidad tienen su abertura los conductos lactíferos. Este fenómeno de crecimiento y elevación del cuerpo lactífero, comienza ya antes del nacimiento, pero es más notable después de él y más precoz en el sexo femenino que en el masculino.

Alrededor del pezón aparece una reducida área que carece de pelos, conocida con el nombre de *aréola*: allí se forman otras glándulas, llamadas *areolares* (Montgomery), que son tubulosas y ramificadas, y en parte parecidas a las lactíferas. Según Stöhr, serían como el miembro de unión entre las sudoríparas y las lactíferas.

Hagamos notar aquí respecto de las glándulas lactíferas, que luego después del nacimiento estas glándulas segregan un jugo que los alemanes llaman *leche de brujas* (Hexenmilch). Parece, en efecto, que tiene lugar entonces una presión sanguínea que provoca aquella secreción. La secreción sería debida, según Kölliker, a que el centro de los cordones sólidos se ahuecaría, destruyéndose sus células centrales, cuya resolución sería la mencionada secreción; Barfurth, por el contrario, la considera de igual categoría que la leche de la mujer (1).

Finalmente, para terminar la organogénesis de estas glándulas, observemos la gran diferencia de desarrollo que en lo sucesivo experimentan, según el sexo. En la mujer crecen notablemente a partir del tiempo de la pubertad, abultándose cada vez más, tomando la forma definitiva de mamas hemisféricas, por razón de multiplicarse en ese tiempo los lóbulos glandulares y aumentar por entre ellos el tejido adiposo. El desarrollo de la mama en la mujer llega a su máximo en el tiempo de la gestación y lactancia. En el varón, aunque también crecen las mamas, a veces notablemente, quedan, con todo, muy por debajo de lo que ocurre en la mujer.

(1) Kölliker, *Die Elemente der Entwicklungslehre* etc. p. 339, (1907.)

Barfurth, *Die Elemente der Entwicklungslehre* etc. p. 339, (1907.)

CAPÍTULO IV

ÓRGANOS DERIVADOS DE LA HOJA INTERMEDIA O DEL MESÉNQUIMA

I. Consideraciones generales

192. Orientación. — En la primera parte de esta obra, al estudiar el origen del mesénquima o conjuntivo embrional, conceptuamos este tejido como una hoja blastodérmica que, en oposición a las tres ya existentes, *ectodermo*, *entodermo* y *mesodermo*, llamamos hoja *intermedia*. Y si le dimos el nombre de hoja, fué más para completar la teoría de las hojas blastodérmicas, que porque tenga en sí el mesénquima mucho de parecido con hojas: es más bien una masa derramada entre las hojas existentes, que esto significa la palabra griega *mesénquima* (1). Esta masa une entre sí las hojas ya existentes: sirve además, como de substrato o masa fundamental, donde se desarrollan y reciben multitud de órganos específicos, derivados de alguna de las tres primeras hojas dichas. Como hicimos ya notar también, la naturaleza histológica de esta masa es tan distinta de la de las otras hojas, de alguna de las cuales trae su origen, como la noche lo es del día: en las tres primeras hojas, tenemos epitelios y nada más que epitelios; en el mesénquima, una masa sin especial orden en sus elementos y substancias intercelulares, por éstos producida. Por lo cual, es el mesénquima el origen directo de toda una familia distinta de tejidos que llamaremos, en términos genéricos, *tejidos de sostén*.

193. Diferenciación histológica. — Si los tejidos derivados de las tres hojas blastodérmicas primitivas, en lo que tienen de específico, o han conservado la forma epitelial, o se han transformado en tejidos que son los más peculiares de los animales y, por lo mismo, de categoría más elevada que son los nerviosos y musculares; los derivados del mesénquima, en virtud de los primeros cambios que éste sufre, son o conjuntivos o cartilagíneos y, por ulteriores transformaciones, tanto unos como otros pueden pasar al tejido óseo. En el grupo de los tejidos conjuntivos se incluye en Histología toda una

(1) De μέσος, medio; y ἔγχυμα, infundido, derramado.

rica variedad de formas, justificadas por los numerosos y diversos servicios que han de prestar en la economía.

A la cabeza de la serie de tejidos conjuntivos hay que colocar, así ontogénica como filogenéticamente, el conjuntivo *hialino*. Este tejido, llamado también *gelatinoso*, puede estar ya representado por el mismo mesénquima; de donde parte toda la serie: que no sin razón lo venimos llamando *conjuntivo embrional*. En los vertebrados este tejido no existe sino durante la época embrionaria: en el organismo adulto apenas deja rastro de sí. Con todo, el *humor vítreo* del globo del ojo,

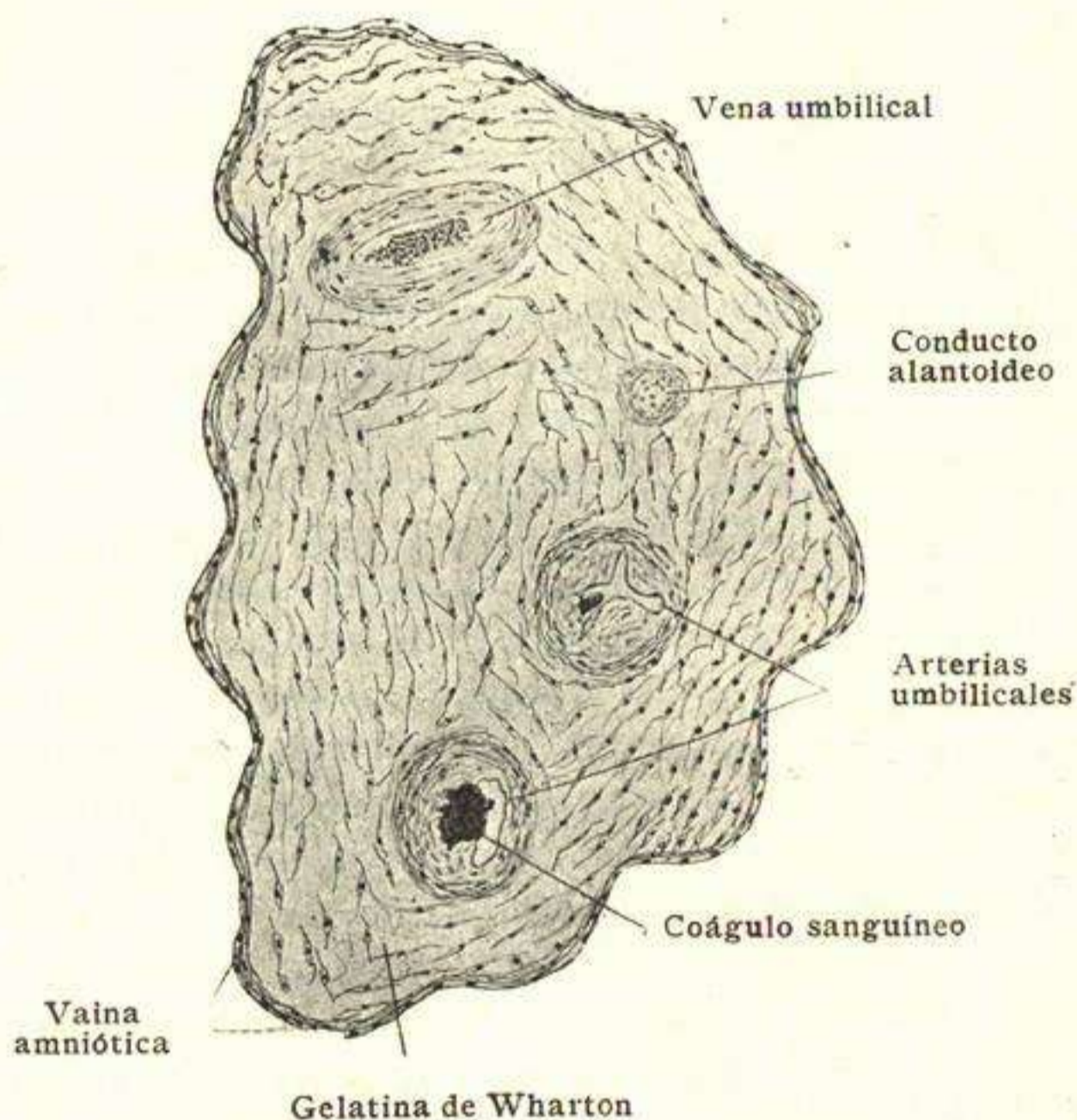


Fig. 272. Corte transversal del cordón umbilical del fruto humano. (Dibujo original).

aunque bastante modificado, se suele aducir como ejemplo de conjuntivo *hialino*. Pertenece también aquí, al fin como mesénquima, el tejido conjuntivo del cordón umbilical en estadios jóvenes; tejido que más tarde y en el fruto maduro recibe el nombre de *gelatina de Wharton* (fig. 272). En los invertebrados es frecuente y muy abundante, máxime en el grupo de los celenterados, cuyo conjuntivo o mesénquima forma. Su carácter histológico general, como el de los demás conjuntivos, es la escasez de elementos celulares y la abundancia de substancia amorfa intercelular. Esta es aquí casi gelatinosa, entrecruzada de delicadas fibras, formando red de anchas mallas. Los elementos celulares son irregulares, más o menos estrellados o fusiiformes (fig. 272): forma que le dan las prolongaciones protoplásmicas del cuerpo.

b) *Tejido celular*. Entre los conjuntivos se cuenta también el llamado *tejido celular*, no en el sentido anatómico (1), sino histológico. Es un tejido que tiene mucho de parecido con el parénquima vegetal: sus células son grandes y con una gran vacuola o, por lo menos, con una cavidad clara y homogénea. En invertebrados no es raro; en vertebrados es el tejido propio de la cuerda dorsal (fig. 273); por lo que se ha de advertir aquí que el citado tejido de esta cuerda dorsal, según hemos podido ver en nuestro estudio sobre la ontogénesis de ésta, no

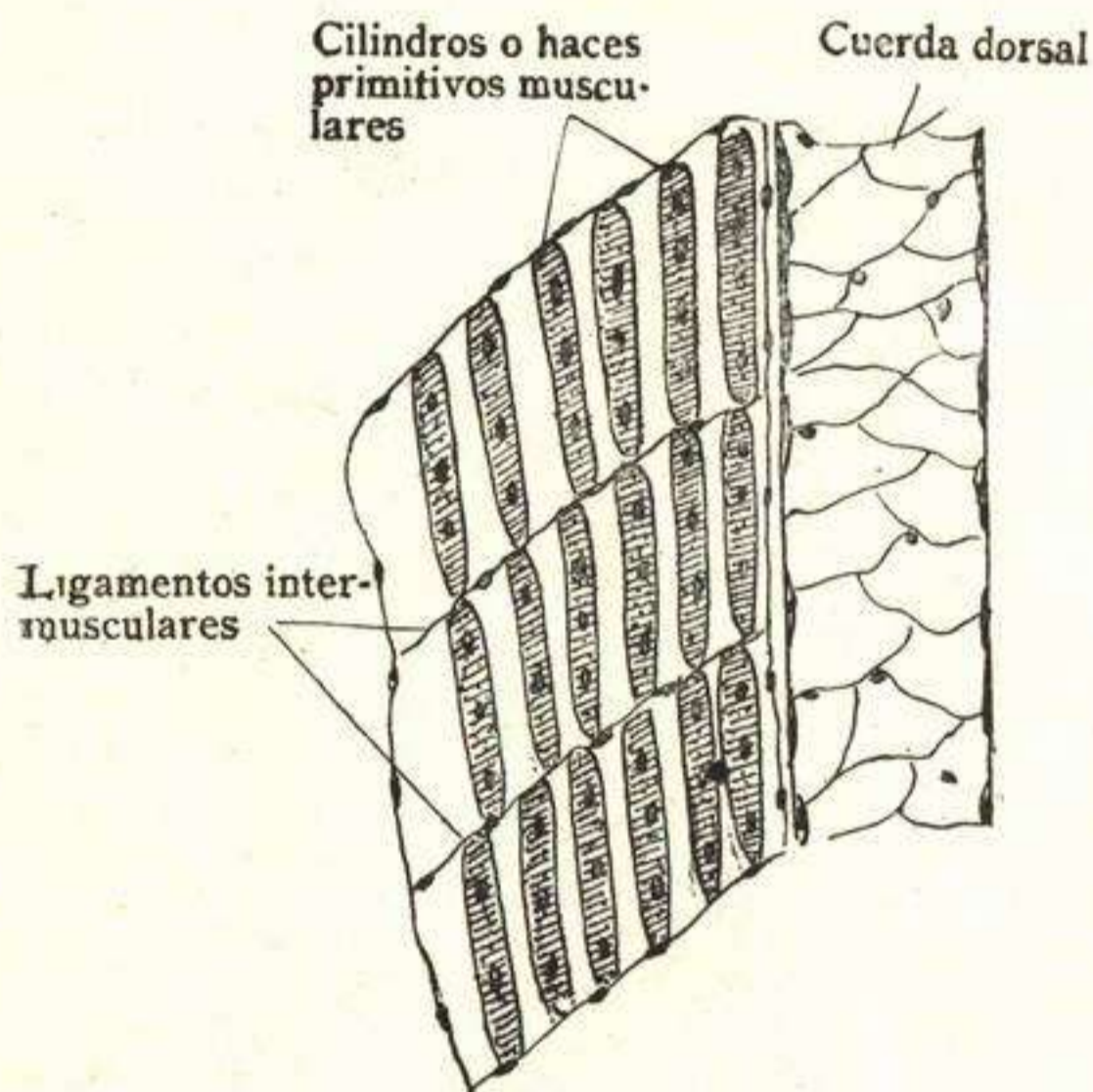


Fig. 273. Corte frontal de la cola de un renacuajo para ver los segmentos musculares y los ligamentos intermusculares que los separan. A: ca. 120. (Original).

sería sino una transformación quizás directa del entodermo o mesodermio, y por lo mismo, no sería en este caso, de origen mesenquimatoso.

c) *Tejido fibrilar*. Esta clase de tejido conjuntivo, derivado directamente del mesénquima embrional, es el más abundante y el que concurre a la formación del mayor número de órganos, ya constituyéndoles un lecho o substrato, ya protegiéndolos y formándoles envolturas, ya nutriéndoles y aportándoles vasos, ya aislando unos de otros, ya, por el contrario, estableciendo entre ellos la debida unión, según el modo de conceptuar los diversos servicios. Las células propias y que lo originan son escasas y fusiformes; sus productos intra- o extracelulares son las fibras conjuntivas que componen la gran masa del

(1) Los anatómicos llaman *tejido celular* al conjuntivo: una de tantas aberraciones rutinarias.

tejido que describimos. Las fibras son en su mayor parte colágenas, esto es, son de tal naturaleza que por la cocción dan cola. El ácido pícrico deshilacha los haces fibrosos: los ácidos en general, v. g., el ácido acético las hincha y gelatiniza hasta hacerse del todo transparentes: los álcalis las destruyen. Entre estas fibras colágenas existen también, en mayor o menor escala, otras con propiedades contrarias o, al menos muy diversas; las cuales se distinguen, aun en fresco, de las precedentes, por su contorno muy correcto y definido y alcanzan algunas veces regular grosor (11μ). Estas son las fibras *elásticas*,

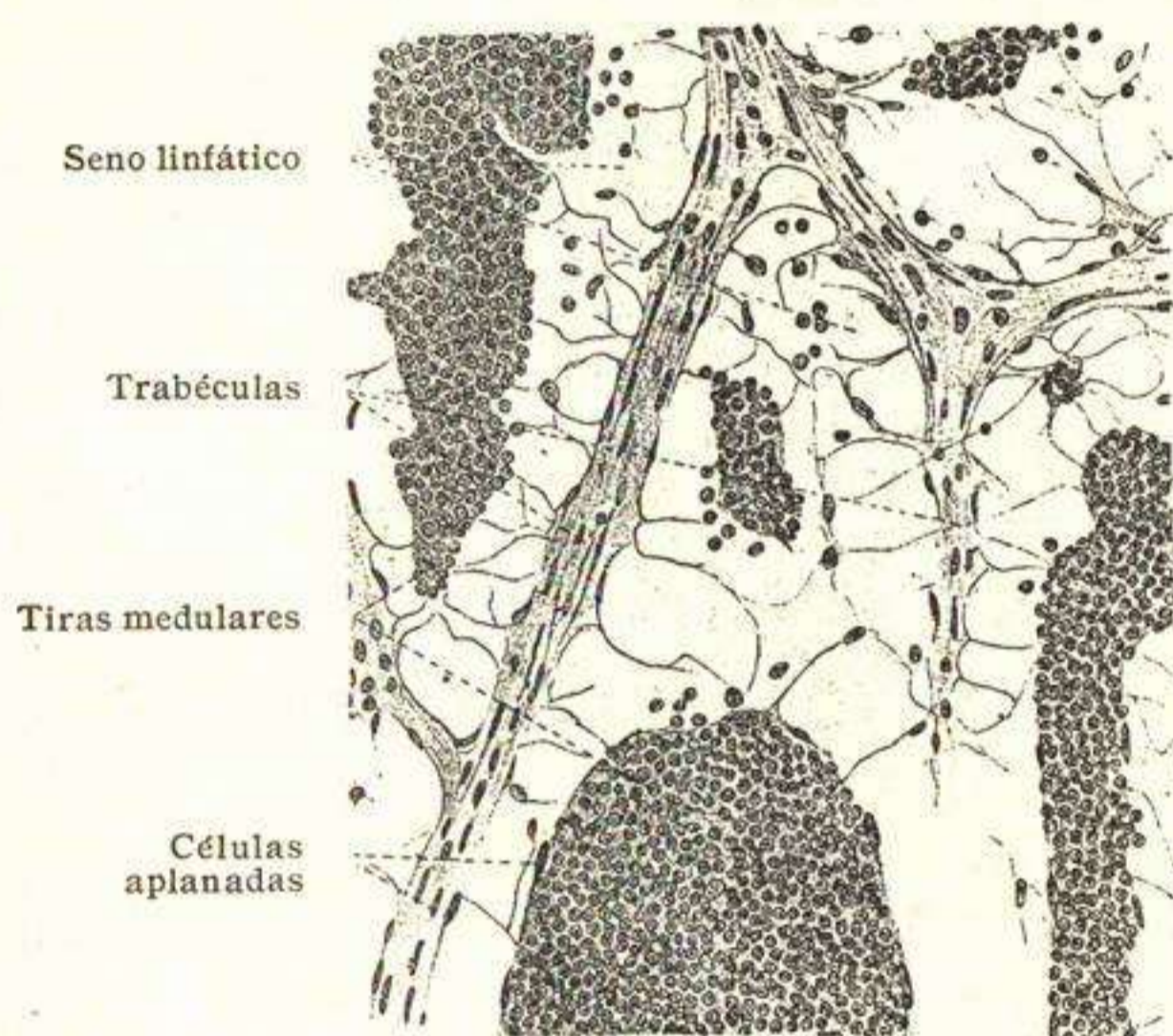


Fig. 274. Corte perpendicular de un ganglio linfático del becerro. La red clara atravesada por trabéculas, esto es, por haces conjuntivos fibrosos más recios y compactos, es el *reticular*; la masa de corpúsculos negros son acumulos de linfocitos. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen).

que, cuando son muy abundantes y predominan en el conjuntivo fibrilar, le comunican el nombre de *elástico* y puede formar láminas. Su principio característico es la *elastina*. Acerca de las fibras colágenas, se disputa, si su origen es intracelular o extracelular, esto es, si la diferenciación de sus productos protoplásmicos en fibras se realiza dentro de la célula, o más bien fuera de ella. En el primer supuesto, desapareciendo la membrana de la célula, quedarían en libertad las fibras, formando haces entre célula y célula. En la otra suposición la actividad celular produciría sus secreciones que, luego de eliminadas o libradas al exterior de la célula, tomarán la forma de fibras. Para la primera formación de estas fibras, Stöhr supone el primer

modo. Para las fibras elásticas, parece se considera más probable el segundo modo (1).

De la manera de juntarse y correr los haces fibrillares se distinguen dos clases de este tejido conjuntivo: el *compacto* y el *laxo*. El primero está compuesto por haces recios bien unidos y paralelos, originando masas muy resistentes y constituyendo de por sí órganos, v. g., tendones, ligamentos, etc., o entrando, como parte integrante, en la constitución de muchos. El laxo consta de haces más delgados, más o menos entrelazados, dejando notables espacios o mallas, con células adiposas y otras libres, etc. Este tejido interpuesto entre órganos, permite la movilidad de éstos: así, v. g., el tejido subcutáneo que permite resbalar la piel sobre las capas aponeuróticas y musculares.

d) *Tejido reticular*. Otro conjuntivo, que constituye la trama substrática de los folículos linfáticos, es el llamado *reticular*. Las fibras de este tejido se disponen y unen en tupida red de mallas pequeñas (fig. 274), que se infiltran de *leucocitos* (*linfocitos*), como si este tejido conjuntivo fuese el productor o la glándula que segregase dichos leucocitos: circunstancia a que alude el otro nombre con que también se la conoce, de *adenoideo* (2).

e) *Tejido adiposo o graso*. Caracterizado por células grandes, redondeadas (fig. 275), henchidas de grasa con escaso protoplasma, el cual se arrima en delgada capa, a la pared celular, junto a la cual, se halla también el núcleo con algo de grasa infiltrada en su interior. El servicio del tejido adiposo es la reserva orgánica. Atendida esta función y quizás su modo de organizarse en células más redondeadas que las del conjuntivo ordinario, ha hecho que algunos consideren el tejido adiposo como una formación *sui generis* (3).

194. Cartilagíneo. — La otra diferenciación que toma directamente el mesénquima embrional, en determinados puntos de la economía, es el llamado *cartilagíneo*. En los puntos en que se origina, tiene lugar una abundante pululación celular: el aspecto que presenta el tejido mesenquimatoso en vías de transformación cartilagínea, es el de un folículo linfático (fig. 222, futuro cartílago). Las numerosas células, al principio sólo distinguibles por sus núcleos, segregan más tarde una substancia, llamada *condrina*, que constituye alrededor de cada una de ellas un tabique cada vez más recio, que las deslinda y protege, y recibe el nombre de *cápsula*. Es una verdadera membrana celular que Cajal llama cápsula de secreción (4). Otra vez se parece aquí el tejido a un tejido vegetal, no ya parenquimatoso, sino más

(1) Conf. Ph. Stöhr: Lehrbuch der Histologie p. 70-72. (1906).

(2) Del griego *αδήν, ἀδένοσ*; glándula.

(3) Conf. Ph. Stöhr. obra citada, p. 73.

(4) Conf. nuestra Citología, parte teórica, n. 13. p. 22 (1914); y parte práctica n. 75, p. 118 (1918).

bien de haces de fibras, cortados transversalmente. Este tejido aventaja de mucho en consistencia y rigidez a todos los tejidos de sostén que han precedido, y le veremos pronto formar o integrar órganos.

195. Tejido óseo. — Hemos indicado, al principio de esta breve descripción de tejidos que produce el mesénquima embrional, que tanto la forma conjuntiva (fibrilar) como la cartilaginosa, en que se transforma, es capaz de ulteriores cambios y pasar al tejido óseo que es el tejido de mayor consistencia y rigidez. No bajaremos aquí

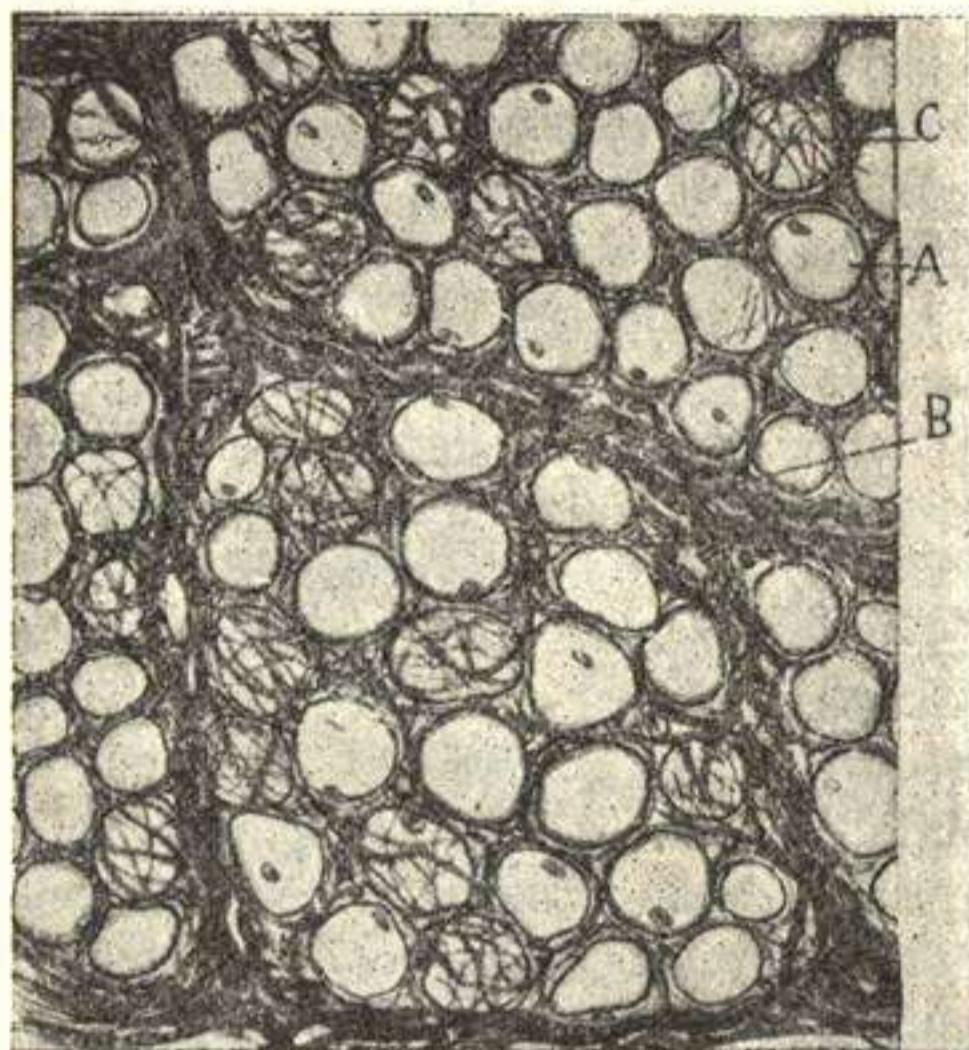


Fig. 275. Tejido adiposo subcutáneo del perro de dos meses. — A, célula adiposa; B, tabiques conjuntivos; C, finos haces que rodean las células. (Según Cajal. De su Manual de Histología normal).

a más pormenores, contentándonos con decir tan sólo que el endurecimiento que caracteriza el tejido óseo, se debe a la incrustación de sales calcáreas que experimentan las fibras conjuntivas en los llamados huesos complementarios, o de revestimiento (Belegknochen de los alemanes), y que representan una directa transformación del conjuntivo en hueso, sin pasar por el estado de cartílago. Cajal no les da otro nombre que *periosteales* (1). Por lo que toca a los huesos que están preformados bajo la forma de cartílagos, haremos notar que para la formación del tejido óseo ha de desaparecer o resloverse primero el cartílago, substituyéndole el óseo.

(1) El llama periosteales: creemos que la palabra debe ser periosteales (del griego περί, al rededor; y ὀστέον, hueso). Conf. Cajal: Manual de Histología normal. p. 414, (1914).

196. Órganos derivados del mesénquima en general. — Los diversos tejidos, derivados del mesénquima que a grandes rasgos acabamos de reseñar, constituyen órganos o, cuando menos, los integran. Cuando el carácter específico de estos órganos viene determinado por tejidos derivados del mesénquima u hoja intermedia, estos órganos se deben considerar, según el principio sentado más arriba (n. 2), como derivados de esta hoja intermedia. Pertenecen aquí desde luego muchos cartílagos como los de la faringe y de la tráquea, cuyo objeto es mantener abierto el conducto respiratorio aéreo; órganos de inserción como tendones y ligamentos; de cubierta o de aislamiento de estratos como las aponeurosis y fascias; órganos esqueléticos como los huesos y, sobre todo, todo el sistema vascular sanguíneo y linfático, que se origina en el mesénquima, si prescindimos quizás de ciertos estadios muy primitivos de este sistema.

Además, los tejidos de origen mesenquimatoso integran otros muchos órganos. Ellos constituyen la principal masa de las mucosas; pues forman el lecho conjuntivo sobre que descansan sus epitelios, generalmente glandulares; a la piel le prestan la gruesa capa del *corium* (cuero); y a los distintos órganos, derivados del ectodermo y hundidos luego dentro del mesénquima embrional, sus distintas envolturas: la dura y pia-madre al sistema nervioso central, la esclerótica y la coroides, al ojo; y el laberinto membranoso, al oído.

197. División de este capítulo. — No es nuestro ánimo tratar aquí de nuevo de los órganos que ayudan a integrar los tejidos derivados del mesénquima: en su respectivo lugar ya dijimos lo suficiente de ellos. Aquí, pues, sólo nos ocuparemos de los órganos que constituyen el aparato circulatorio o que están en íntima relación con él; y de los neuro-esqueléticos o, mejor, endo-esqueléticos que son los huesos. Comenzaremos por el sistema vascular y, ante todo, estudiaremos la formación del corazón, que es el centro de dicho sistema.

II. Formación del corazón

198. Primeros estadios. — Recordemos, ante todo, aquí, lo que se desprende de lo dicho en la primera parte (ns. 88-90); esto es, que tratamos de un dominio muy obscuro aún y donde los hechos observados reciben muy distinta interpretación; las células que Rückert llama *células vasculares* (Gefässzellen) (véanse las figs. 204, 206 y 207 de la primera parte) nadie sabe con certeza de dónde dimanar, aunque se tiene por lo más probable que traen su origen del mesodermo. Aquí no haremos sino llamar la atención sobre la circunstancia de que dichas células toman al principio forma mesenquimatosas (fig. 276, c);

con lo cual se confirma que el mesénquima se debe considerar como el origen de este importantísimo órgano del aparato circulatorio. Verdad es que las células vasculares que nos ocupan, no dan más que la

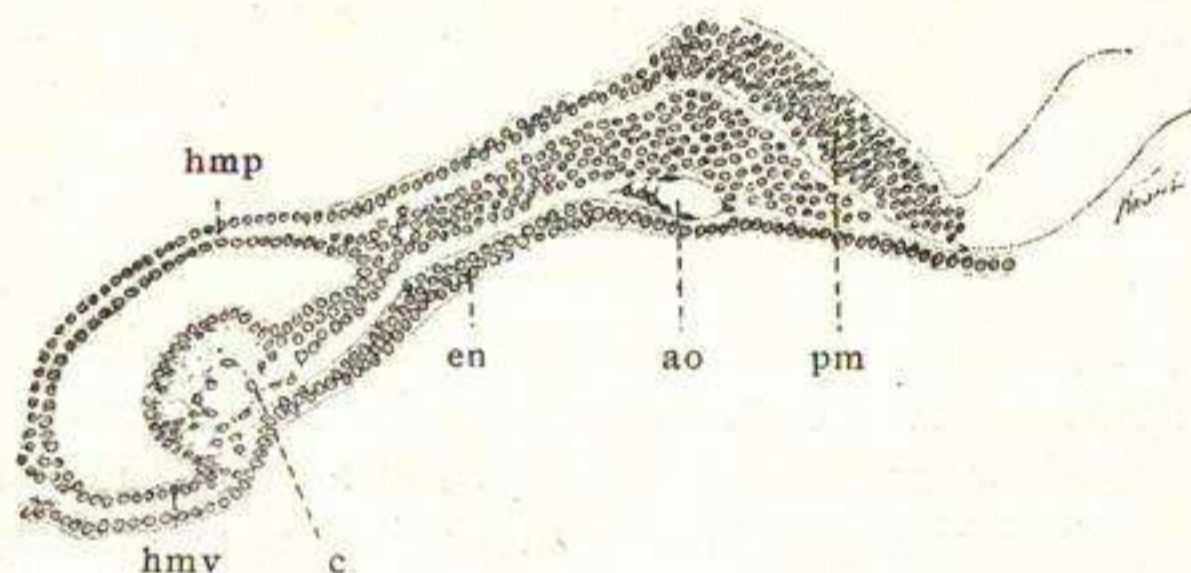


Fig. 276. Corte transversal de un embrión de gato de 3 mm. de longitud, dibujado según una preparación microscópica del Prof. Martín en Zurich.— pm, placa medular; ao, aorta primitiva; en, entodermo (pared intestinal); hmp, hoja mesodérmica parietal; hmv, hoja mesodérmica visceral; c, esbozo del corazón. (Según Mollier. Del Handbuch de O. Hertwig).

cara interna del corazón, el endocardio; pero el endocardio representa el endotelio de los vasos, que es lo esencial de los conductos sanguíneos; y sólo al endotelio se reduce el sistema circulatorio en los

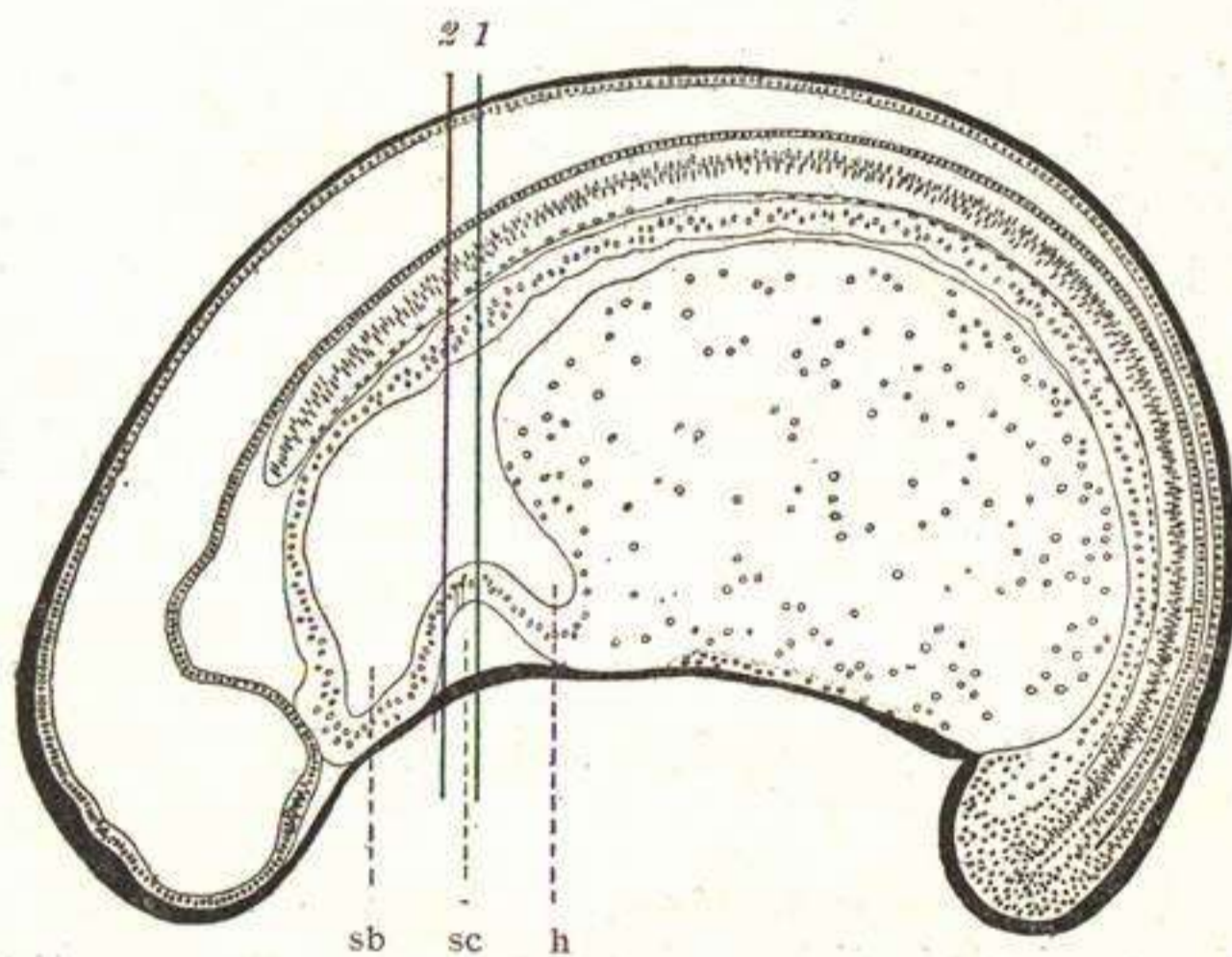


Fig. 277. Corte (longitudinal) sagital de un embrión de tritón con 17 somitas.— sb, seno bucal; sc, seno cardíaco; h, esbozo del hígado. 1 y 2 dirección de cortes transversales: uno de ellos es el dibujado en la figura 278. (Según Mollier en el Handbuch de O. Hertwig).

capilares. No queremos afirmar, con todo, que sólo el endotelio del corazón, esto es, su endocardio sea lo único esencial de este órgano, no; nosotros conceptuamos el corazón no sólo como un conducto,

sino además y principalmente como el órgano propulsor de la sangre y al que debe ésta su movimiento dentro del sistema cerrado de vasos comunicantes. Ahora bien; bajo este último concepto es más bien el *miocardio* o la porción muscular lo esencial de él: y esta porción muscular es, según todos, de origen mesodérmico.

El corazón, tomado en este sentido y bajo este punto general, de órgano propulsor de la sangre, puede estar representado por un tubo contráctil; y de hecho en esta forma se halla en artrópodos y otros

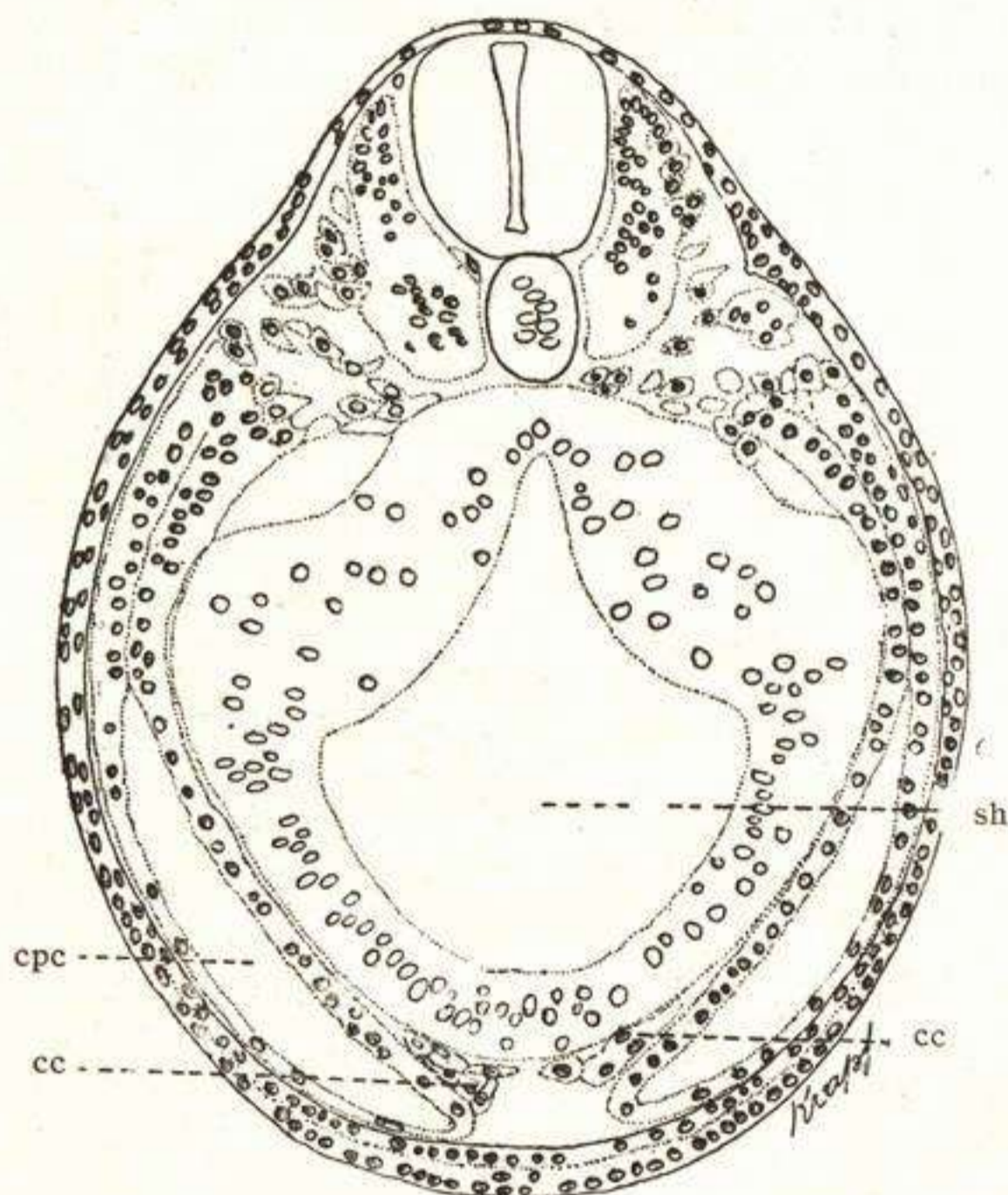


Fig. 278. Corte transversal de la larva de tritón en el estadio de 16 somitas, pasando por la línea 1, de la figura anterior.—sh, seno hepático; cpc, cavidad pleuropericardial; cc, células vasculares vasoformativas del corazón. (Según Mollier. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

animales invertebrados: y en forma de tubo también hace su primera aparición en los vertebrados.

La formación del tubo cardíaco se efectúa de distintas maneras en los diversos grupos de vertebrados y es tanto más precoz, cuanto más alto está el grupo en la escala zoológica, sin que nadie, a nuestro juicio, pueda señalar otra razón de este fenómeno que la índole peculiar de cada grupo, unida a la necesidad que tiene de la precoz o tardía presencia de este órgano. En todos los *anfíbios* y *ciclóstomos*, la formación del tubo en cuestión es *impar*, según ya expusimos en la primera parte. Entre el seno bucal y el hepático (fig. 277, sc) y por lo mismo

en la región ventral, se forma un espacio entre el entodermo y ectodermo, limitado lateralmente por los sacos de la lámina lateral del mesodermo. Este espacio es el lugar, donde confluyen las células vasoformativas (vasculares) (fig. 278, cc). Las células toman forma mesenquimatosa, según queda indicado, y se disponen a constituir un tubo endotelial que será el *endocardio* (fig. 279, enc). El tubo endotelial se halla en inmediato contacto con la hoja visceral de los dos mencionados sacos mesodérmicos, la cual lo va envolviendo y se transforma en miocardio y en epicardio u hoja visceral de cavidad pericardial: cavidad pericardial, representada en estos primeros estadios por la cavidad mesodérmica, doble primero y simple después, por fu-

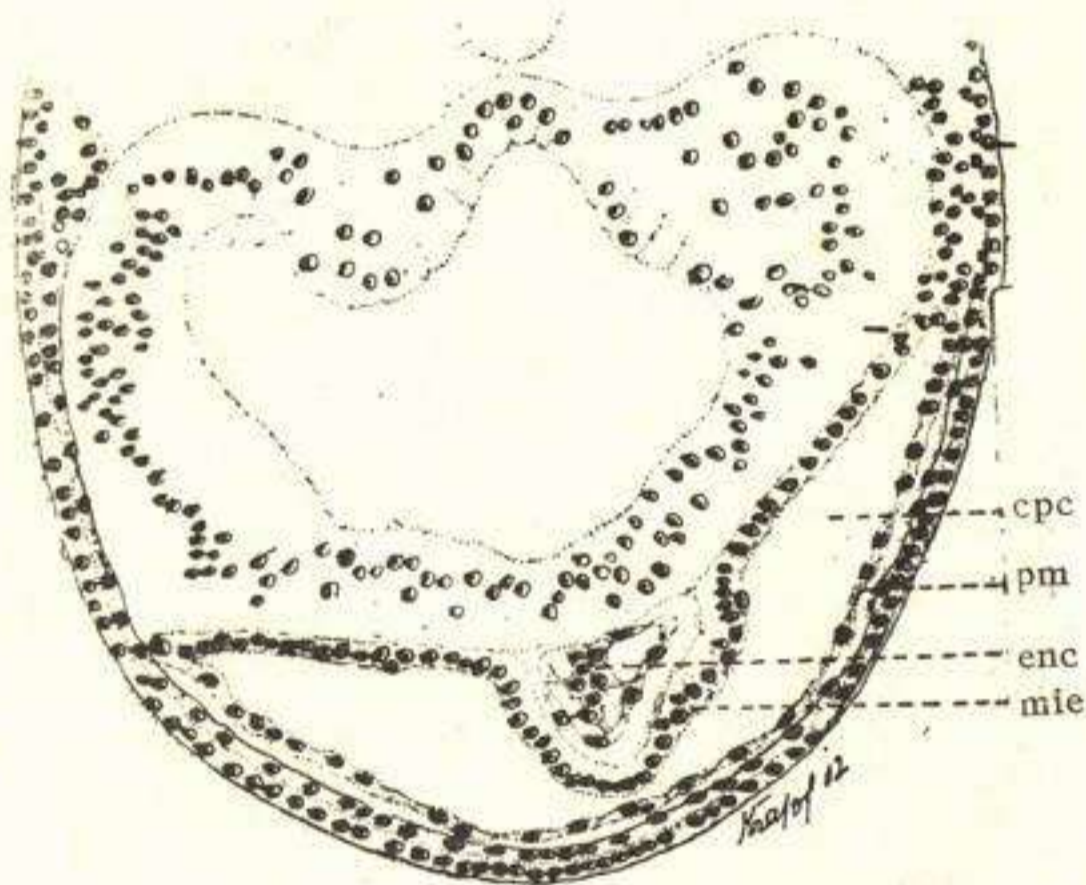


Fig. 279. Corte transversal de un embrión de tritón de 20 segmentos primitivos. — cpc, cavidad pleuro-pericardial; mie, mio-epicardio en formación; pm, hoja parietal del mesodermo; enc, utrículo endotelial cardíaco en formación. (Según Mollier. De su tratado en el *Handbuch* de O. Hertwig).

sionarse las dos en una (fig. 279, cpc). El tubo o utrículo, así formado (fig. 280, uc), crece y se ramifica, en parte, por un proceso idéntico al de su formación, es decir, por tiras de células vasoformativas unidas al tubo o a las mismas células vasoformativas de éste. El tubo cardíaco en su parte anterior obra como arteria y como vena en la posterior, queremos decir, que la sangre corre de atrás adelante.

En *ciclóstomos* el proceso formador del tubo o utrículo cardíaco se puede decir que es idéntico al descrito en el tritón. En *ganoideos*, que poseen huevos *holoblásticos*, v. g., en el *esturión* (*Accipenser sturio*), sigue siendo en substancia el mismo; bien que la circunstancia de no elevarse de la masa vitelina la cabeza, sino mucho más tarde, hace que el tubo cardíaco tenga hacia delante la porción venosa y hacia atrás la arterial y sólo en estadios más avanzados se coloca como corresponde. En peces con huevos *meroblásticos*, que son los más, el

tubo como tal, es también impar; pero sus células *vasoformativas* se originan en dos puntos simétricos a cada lado de la región indicada. El que no se formen dos tubos, uno a cada lado, como veremos sucede en *amnióticos*, se debe a la circunstancia de la mayor o menor precocidad en la formación del tubo cardíaco. Por otro lado; el que las células vasoformativas se originen por dos puntos simétricos, no hace el proceso, a nuestro juicio, substancialmente distinto del estudiado en anfibios; pues fuera de que también aquí podemos considerar mentalmente el esbozo del corazón, representado por el grupo de células vasoformativas, constituido por dos mitades simétricas; nos inclinamos a creer que su origen es también de hecho y positivamente par y simétrico; aunque confluyendo pronto en medio los elementos, enmascararían el fenómeno del origen par y simétrico.

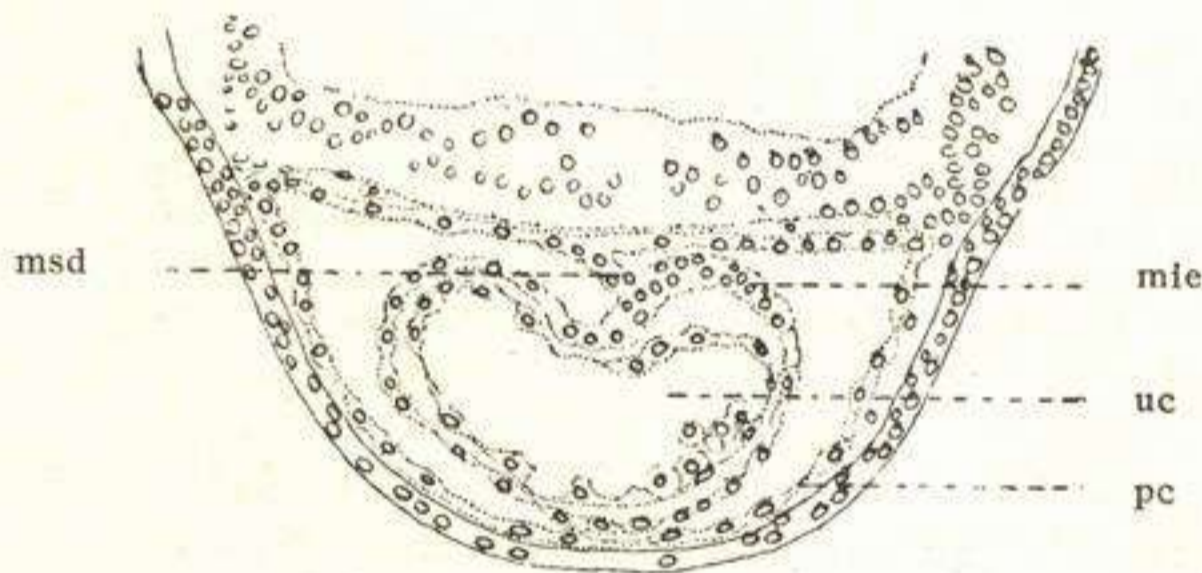


Fig. 280. Corte transversal de un embrión de tritón de 26 segmentos primitivos. — mie, mio-epicardio; msd, mesocardio dorsal; pc, hoja parietal del pericardio; uc, utrículo cardíaco. (Según Mollier. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

En *amnióticos*, por el contrario, no sólo los grupos de células vasoformativas es par y simétrico, sino también el mismo tubo endotelial cardíaco. Se debe esto a la precocidad de su formación, que es al tiempo en que las hojas blastodérmicas están aún totalmente extendidas sobre la masa vitelina: sobre lo cual ya dijimos lo suficiente en la primera parte (n. 89); aquí más bien hemos de describir el modo cómo el tubo par se convierte en impar y viene a adquirir el estado de tubo cardíaco único que hemos visto y descrito en anfibios. Esto sucederá cuando se forme un cuerpo embrionario distinto y separado de la masa vitelina y, en su consecuencia, el tubo digestivo cefálico. El proceso de la formación de un cuerpo embrionario lo estudiamos ya en la primera parte (n. 92 y sigs.). Aquí sólo haremos notar que por las dobladuras ántero-laterales de las hojas blastodérmicas se corren hacia abajo y hacia la línea ventral del embrión los tubos endoteliales cardíacos. Para mejor entender el proceso, nos podremos servir de los tres adjuntos esquemas (figs. 281, 282 y 283) de O. Hertwig, que aunque se refieren al huevo o embrión de gallina, se pueden aplicar sin inconveniente a todos los *amnióticos*.

En el primer esquema (fig. 281) se representa el estadio, en que el tubo endotelial del corazón cae ya hacia abajo, aunque todavía muy lateralmente. Nótese que las paredes laterales del entodermo están aún muy separadas y, por consiguiente, no está formado todavía el

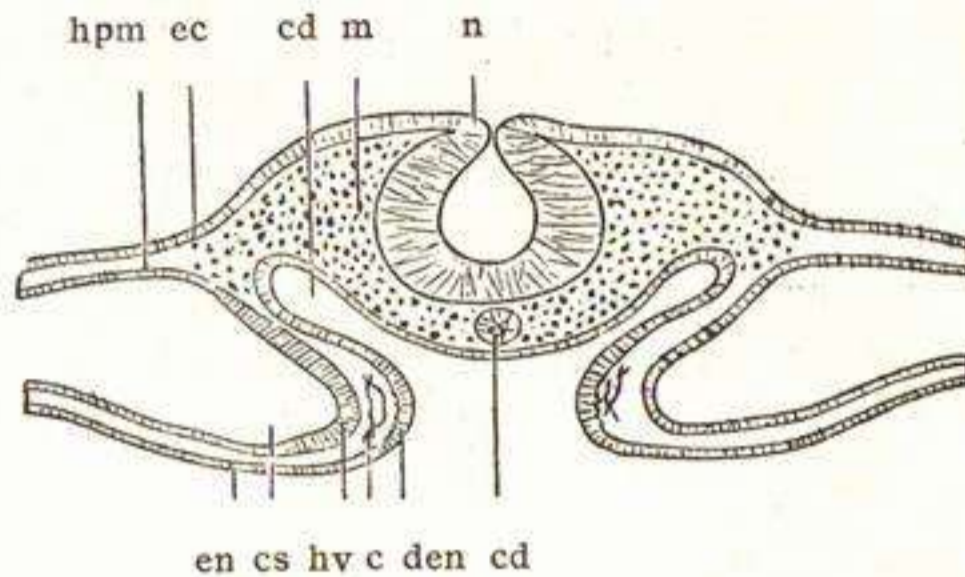


Fig. 281. Esquema para explicar la formación del corazón, en sus primeros estadios, en el embrión de gallina. — c, primer esbozo endotelial del corazón, a ambos lados, entre la hoja visceral del mesodermo y el entodermo; cd, cuerda dorsal; den, dobladura del entodermo para originar la cavidad del tubo digestivo abierta aún sobre la masa vitelina; cs, cavidad somática; ec, ectodermo; en, entodermo; hpm, hoja parietal del mesodermo; hv, hoja visceral del mesodermo; cd, cavidad del tubo digestivo; m, mesénquima de la cabeza; n, tubo nervioso. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

intestino cefálico. Entre ellas y la pared visceral del mesodermo, existe un espacio que es donde se forma el tubo cardíaco (fig. 281, c). La pared dicha visceral del mesodermo se ofrece bastante engrosada: es que se dispone para originar el *miocardio*. En el siguiente esquema,

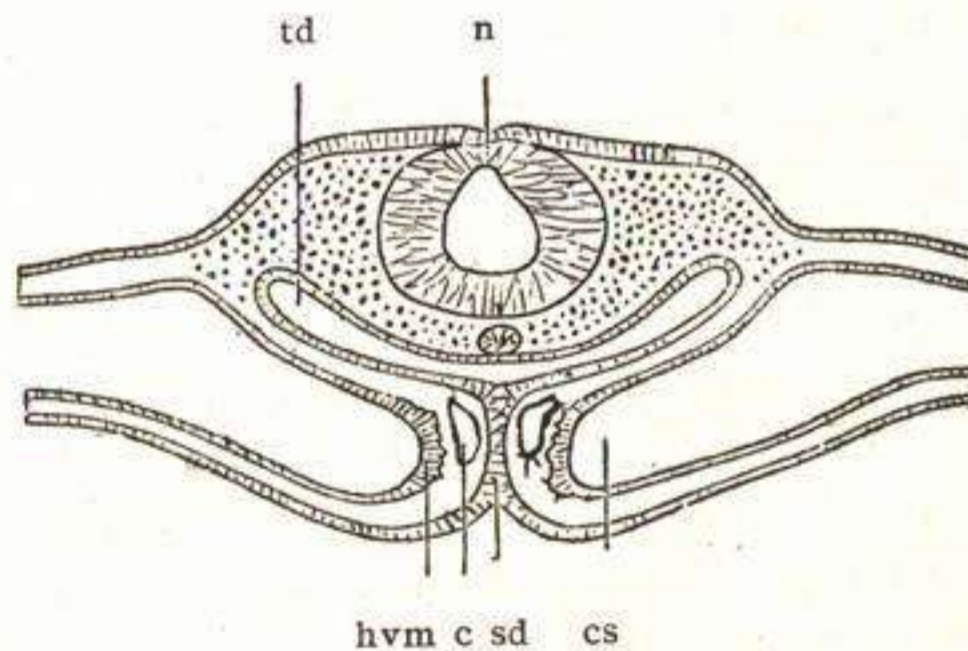


Fig. 282. Esquema para explicar la formación del corazón del pollo en un estadio más avanzado. — c, esbozo del tubo endotelial cardíaco; cs, cavidad somática o celómica; hvm, hoja visceral mesodérmica, espesada junto al esbozo del tubo cardíaco para formar el miocardio; td, tubo digestivo; n, tubo nervioso; sd, sutura de las dos hojas intestinales. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

las paredes laterales del entodermo se han juntado en medio y fusionado y forman un tabique que separa aún los dos tubos endoteliales cardíacos (fig. 282, sd). El tubo digestivo cefálico queda constituido y separado del vitelo. Las paredes viscerales del mesodermo se presen-

tan mucho más engrosadas que en el estadio anterior y anuncian la próxima formación de fibras musculares. En el tercer esquema, finalmente, tenemos el tabique entodérmico resuelto (fig. 283), permitiendo ponerse en contacto los dos tubos endoteliales cardíacos: los cuales no tardarán en fusionarse primero, y en resolver luego el tabique de fusión, quedando los dos tubos convertidos en uno. La pared visceral del mesodermo, por otro lado, envolverá y se unirá al tubo único, para formarle el miocardio. La cavidad mesodérmica, doble al principio y simple después por la fusión y resolución de sus paredes, delante del tubo, es la cavidad pleuro-pericardial, de que nos ocuparemos más adelante. Lo que acabamos de decir se aplica del mismo modo, como se ha indicado, a los mamíferos y al hombre.

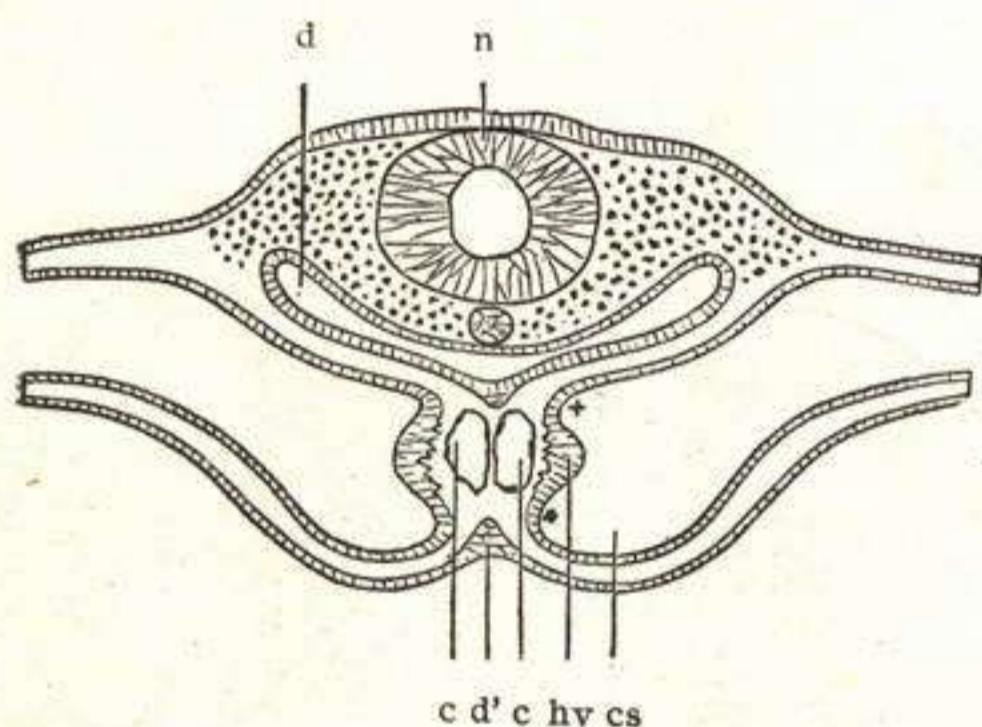


Fig. 283. Esquema para explicar la formación del corazón del pollo en un estadio mucho más avanzado. — c, utrículos endoteliales cardíacos; cs, cavidad somática o celoma; d, tubo digestivo cefálico o anterior; d', hoja entodérmica o intestinal extendida aún sobre el vitelo; hv, hoja visceral del mesodermo espesada junto al tubo cardíaco para constituir el miocardio. (Según O. Hertwig. De su libro. Die Elemente etc.).

Con esto hemos llegado al estadio de un solo tubo cardíaco que bien pronto es objeto de cambios que le irán transformando y llevando al estado de corazón definitivo con sus distintas cavidades. Veamos el cómo.

199. Transformación del tubo cardíaco. — Para la conformación definitiva del corazón, el tubo cardíaco ha de sufrir no pocas transformaciones, que iremos estudiando, fijándonos principalmente en el corazón del hombre y de los mamíferos que es el que más nos interesa, por una parte, y por otra, el más complicado. Las transformaciones del tubo cardíaco hasta llegar al estado del corazón definitivo, se efectúan mediante una serie de fenómenos de crecimiento desigual de las distintas partes; marchando todos a la obtención del estado definitivo.

El primer paso para esas transformaciones es un extraordinario crecimiento del tubo dentro del reducido espacio de la cavidad somá-

tica (*pleuro-pericardial*): de aquí la doble curvatura que sufre dicho tubo tomando la forma de S. Es de notar que al principio la doble curvatura de la S no cae en plano sagital medio, sino que su parte posterior o venosa, cae hacia la izquierda, y hacia la derecha su porción anterior o arterial (fig. 284). Ese crecimiento tan extraordinario del tubo en la reducida cavidad pleuro-pericardial, obliga notablemente a distenderse la pared anterior de ésta y a dilatarse la cavidad. Esto hace que se abulte la región anterior y haga gran prominencia o vientre que a manera de saco hernioso parece separarse del cuerpo embrionario. La prominencia está revestida naturalmente por la piel embrionaria que aquí llama Rathke *membrana inferior reuniente* (*membrana reuniens inferior*).

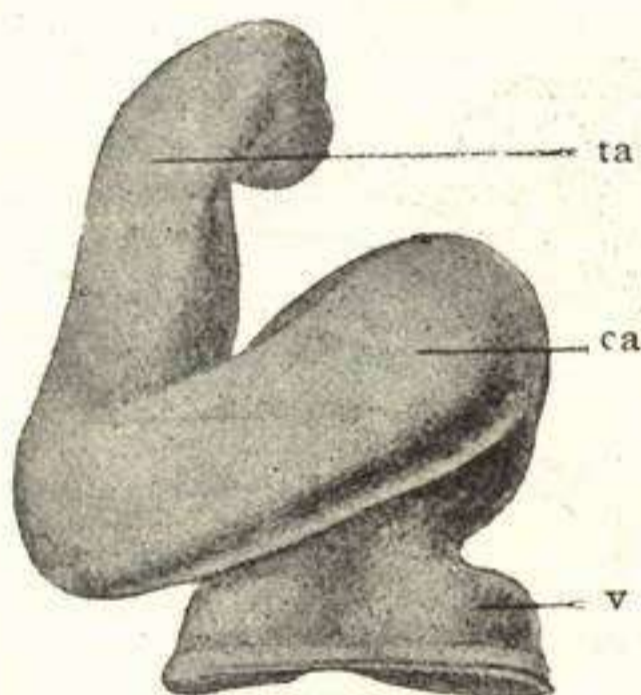


Fig. 284. Corazón utriculoso de un embrión humano de 2,15 mm. de longitud.—ca, futura cámara o ventrículo; ta, tronco arterioso; v, porción venosa del utrículo. (Según His. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

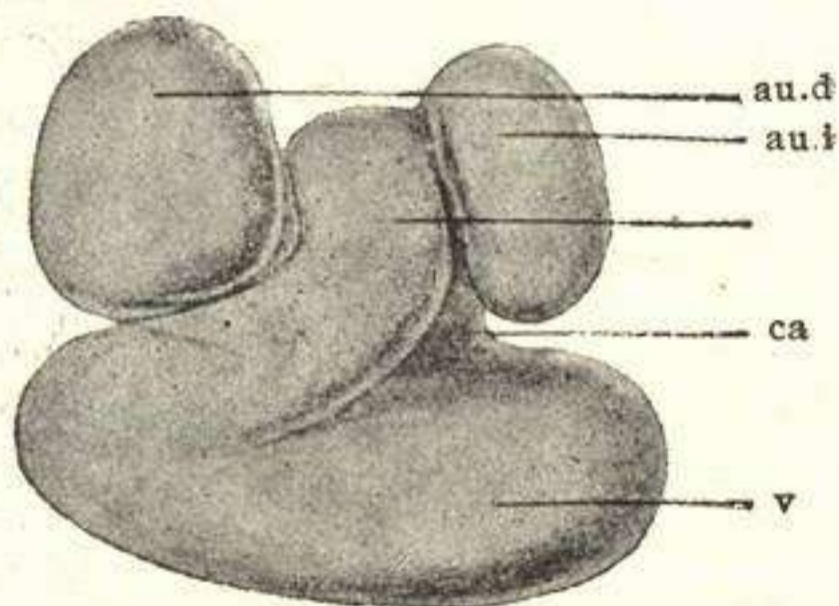


Fig. 285. Modelo del corazón humano de un embrión de 4,3 mm. según His.—ta, tronco arterioso; au.d, aurícula derecha; au.i, aurícula izquierda; ca, canal auricular; v, ventrículo. (Die Elemente de O. Hertwig).

En otro estadio más avanzado, y a medida que se pronuncia más y más la doble curvatura de la S, ocupa ésta el plano sagital; de modo que visto el corazón de frente, la curvatura anterior o arterial cubre la posterior o venosa, y es preciso verlo de perfil para hacerse perfecto cargo de ella. El cubrir la parte arterial o anterior a la venosa o posterior nace también de que la parte venosa crece hacia arriba por el dorso (parte posterior) de la formación; y la anterior, por el contrario, hacia abajo. Viene otro estadio en que son características dos circunstancias: la primera consiste en que la parte venosa experimenta arriba una notable dilatación a cada lado (fig. 285, au.d, au.i), formando como dos sacos, esbozo de las aurículas. La parte media del tubo en dicha región, por el mismo hecho de las dos dilataciones laterales, queda como deprimida, constituyendo una especie de ensilladura, que recibe la parte superior del tubo arterial: los dos sacos mencionados cogen en medio a dicha parte arterial superior, la cual

se llama desde luégo *tronco arterioso* (figs. 284 y 285, ta) y más adelante dará origen a las dos arterias, *aorta* y *pulmonar*. En este estadio, entre el tronco arterial y la dilatación ventricular existe un surco que se llama *estrecho de Haller* (*fretum Halleri*), en cuyo interior se formarán las *válvulas sigmoidales*. La otra circunstancia consiste en una especie de estrangulación o estrechamiento entre la parte venosa (súpero-dorsal) y la arterial (ífero-ventral). A este estrechamiento llamó Haller *canal auricular* (fig. 285, ca). No es que de hecho se haya estrechado aquí el canal o tubo cardíaco, sino que el estrechamiento relativo resulta de la dilatación que ha experimentado tanto la parte superior (región auricular) como la arterial inferior que corresponde a los futuros ventrículos (fig. 285, v): la región intermedia sin tanto

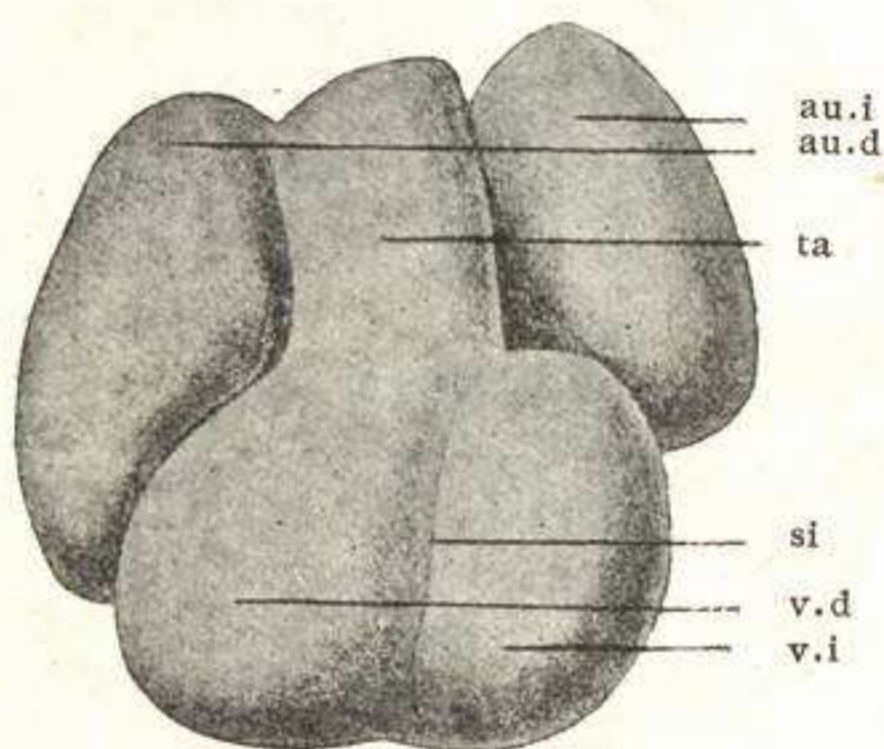


Fig. 286. Corazón de un embrión humano de la quinta semana.—au.d, aurícula derecha; au.i, aurícula izquierda; v.d, ventrículo derecho v.i, ventrículo izquierdo; si, surco interventricular; ta, bulbo arterioso. (Según His. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

crecimiento, queda con esto convertida en el *canal auricular*: canal que con igual o mayor derecho se podría llamar aurículo-ventricular. Su cavidad o su luz, en efecto, se aplasta de delante atrás, convirtiéndose en una hendidura transversal (fig. 291, F. av).

Dando un paso más en estos estadios evolutivos del corazón, observaremos que, a medida que aumentan los sacos laterales de la región venosa, extendiéndose hacia delante y tendiendo como a cubrir el *tronco arterioso* y aun algo la porción ventricular, ésta deja percibir, tanto en su cara anterior como en la posterior, un surco más o menos sagital (fig. 286, si), llamado *surco interventricular*, dividiendo exteriormente la región ventricular en dos partes, una derecha y otra izquierda: aquélla es la más estrecha. El surco mencionado es expresión de un tabique interno que se forma y que estudiaremos pronto.

Antes de estudiar las formaciones internas que complican las cavidades del corazón, hemos de echar una ojeada a la diferenciación histológica que sufren sus paredes; la cual comienza mucho ántes que

las indicadas complicaciones. El corazón en el estadio *esiforme* consta de dos tubos concéntricos, uno interno *endotelial* y otro externo *muscular*, siendo aquél como el molde interno de éste. Esto no es del todo exacto: porque primeramente el tubo interno, al principio, es expresión más perfecta de los límites de la cavidad cardíaca que el externo; porque de momento entre el tubo externo o muscular y el interno o endotelial, existe un espacio lleno de mesénquima que permite diferencia de conformación interna de los dos tubos. Este espacio se va llenando en estadios más avanzados; pero de distinta manera en la

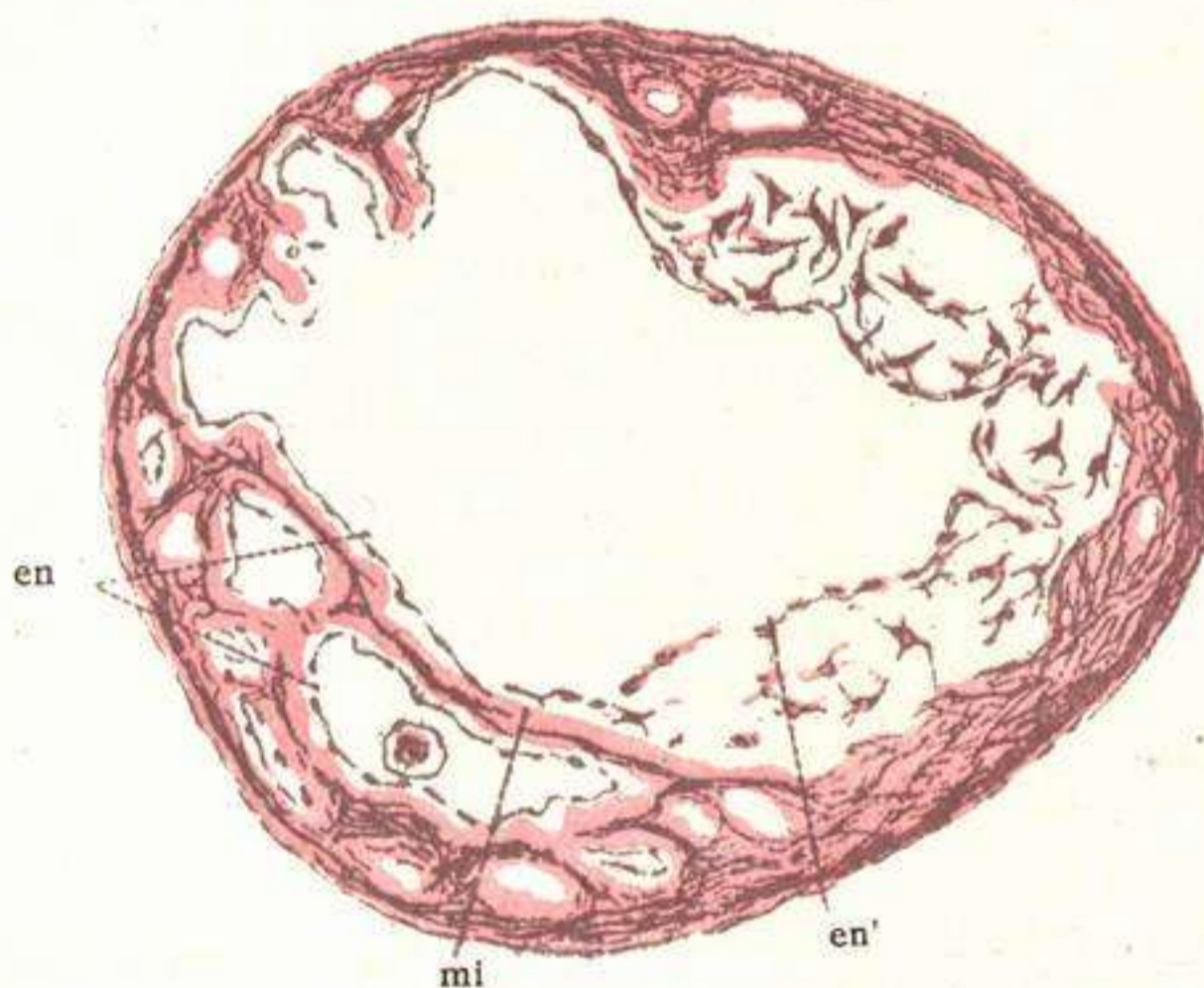


Fig. 287. Corte transversal de la cavidad ventricular del conejo de 2 mm. de longitud.—en, endocardio revistiendo todas las oquedades o sinuosidades del miocardio; mi, miocardio muy esponjoso; en', endocardio revistiendo un rodete mesenquimatoso. (Según Gurwitsch. De su Atlas de Embriología, traducido por Pou Orfila).

región auricular que en la ventricular. Allí la pared desarrolla una masa muscular unida y compacta y por igual en toda la extensión de la pared; aquí no, sino que la masa muscular toma hacia dentro de la cavidad cardíaca la forma de trabéculas, dando origen a una masa esponjosa. En las oquedades de la pared muscular, abiertas hacia dentro y cerradas hacia fuera, se introduce el endotelio, evaginándose y revistiendo los fondos de saco o senos y salientes de dichas cavidades (fig. 287, en). De aquí resulta que la cavidad de la región ventricular sea muy cavernosa. La sangre llena todos estos senos.

El corazón, en el estadio en que lo hemos dejado, no tiene en substancia más complicación que la del corazón definitivo de los peces: un utrículo continuo, bien que doblado en S, uno de cuyos extremos recoge las venas y obra como parte venosa, y el otro funciona

como arterial, ramificándose en arterias. Tenemos, en conclusión, una circulación sencilla: y así continúa, mientras no se complican o no se multiplican las cavidades internas. La complicación no se deja esperar mucho en todos aquellos animales que poseen pulmones, que son desde los anfibios para arriba. En el embrión humano comienza la complicación hacia el fin del primer mes; y tanto aquí como en los demás pulmonados está esto íntimamente relacionado con la formación de los órganos de respiración *aérea-pulmonar*. Como vimos (n. 35), los pulmones deben su origen a una evaginación del tubo digestivo en su

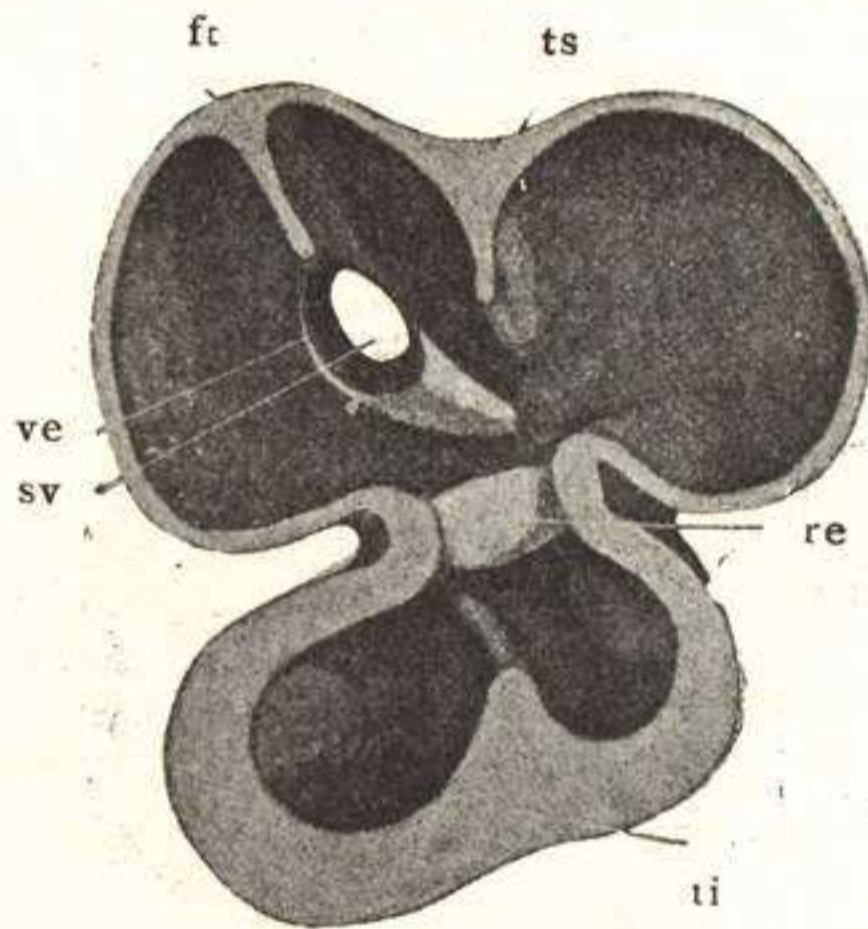


Fig. 288. Sección frontal del corazón de un embrión humano de 10 mm. de largo. Segmento posterior del corte. Arriba se ven las aurículas en amplia comunicación aún; y abajo se inician los dos ventrículos.—re, rodete endocárdico que estrecha la comunicación aurículo-ventricular, alargada horizontalmente y aplanada dorsoventralmente; ti, tabique inferior que, creciendo de abajo arriba, tiende a dividir en dos el único ventrículo primitivo; ts, tabique superior que creciendo hacia abajo tiende a dividir en dos la gran cavidad auricular primitiva; ft, falso tabique (tabique espúreo); sv, seno venoso que recibe directamente todas las venas; ve, repliegue destinado a formar la válvula de Eustaquio y la de Tebesio. (Según His. Del Atlas de Embriología de Gurwitsch-Pou Orfila).

región faríngea. La evaginación, por consiguiente, tiene lugar en la vecindad del corazón y el crecimiento del doble saco que representan los pulmones, es dentro de la porción de la cavidad somática, que hemos llamado *pleuro-pericardial*, como el mismo corazón. La arteria que lleva la sangre a los pulmones, arranca casi del mismo corazón, esto es, del último arco aórtico (fig. 304, P), de que nos ocuparemos más adelante: las venas que de los pulmones devuelven la sangre al corazón, son cuatro: dos para cada pulmón: las cuatro se reúnen, durante este estadio, en un tronco común que entra en la región izquierda de la cavidad auricular primitiva, es decir, antes de dividirse esta cavidad en dos por el tabique medio que en seguida

veremos, y no lejos de donde aparece; al paso que la restante sangre que del cuerpo viene al corazón, se recoge en el *seno venoso* (fig. 288, sv), que es una cavidad o dilatación, donde desembocan las venas onfalomesentéricas, umbilicales y los conductos de Cuvier, cuya descripción formará la materia de otro artículo.

De lo dicho se sigue que la sangre que sale del corazón y va a los pulmones, vuelve muy pronto al mismo corazón. Esta es una predisposición indispensable para formarse aquí una segunda circulación, la *circulación pulmonar*. Para ello, bastará que aparezca un tabique que divida en dos, así la cavidad auricular, como la ventricular y la

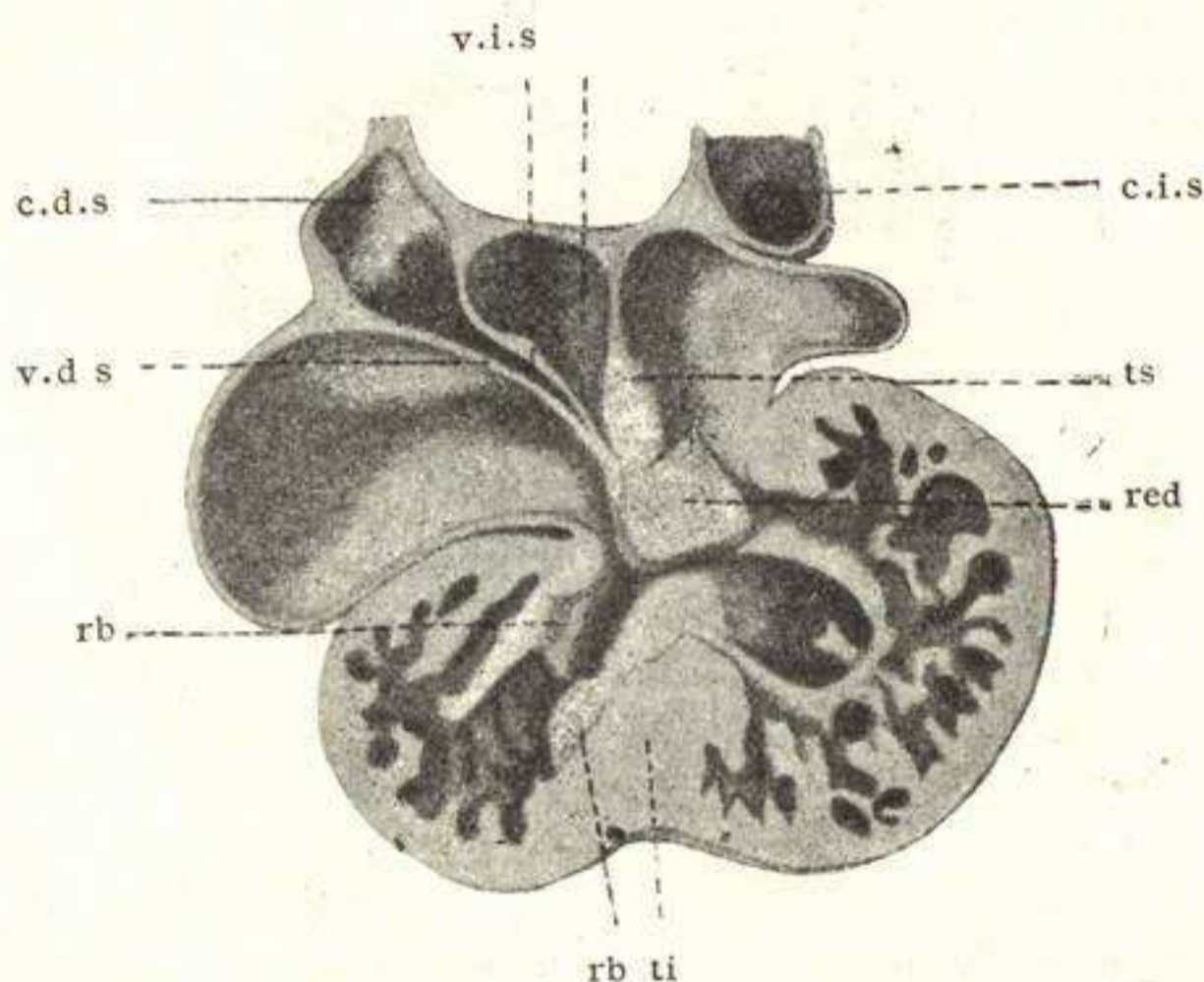


Fig. 289. Corte frontal del corazón de un embrión de conejo de 5,8 mm. de longitud. — c.d.s, cuerno derecho del seno venoso; c.i.s, cuerno izquierdo del mismo; v.d.s, válvula derecha del seno venoso; v.i.s, válvula izquierda del mismo; rb, rodete proximal del bulbo arterioso; ti, tabique inferior o interventricular; ts, tabique superior o interauricular; red, rodete endocárdico dorsal (labio dorsal de la hendidura aurículo ventricular, hendidura no muy visible en el corte por ser éste frontal y pasar por la misma hendidura). (Según Born. Del tratado de Hochstetter en el Handbuch de O. Hertwig).

del tronco arterioso. Para la circulación doble, basta en absoluto la división de la cavidad auricular y la del tronco arterioso, como sucede en anfibios y en parte también en reptiles; aunque en este caso, la sangre se mezcla en el único ventrículo: razón por la cual esta doble circulación se conceptúa *incompleta*. En aves y mamíferos, el ventrículo se divide perfectamente en dos compartimentos también: con lo cual la sangre, *en la vida extrauterina*, nunca se mezcla, y la circulación se llama en ellos por esta causa *doble y completa*. Estudiemos ahora la formación de los tabiques internos.

200. Tabiques cardíacos. — El primero en hacer su aparición es el tabique auricular que en el embrión humano comienza

ya en la cuarta semana. A este objeto, la pared súpero-posterior forma un repliegue o lámina sagital que crece hacia abajo y delante (fig. 288, ts), hasta encontrar el orificio o, mejor, la hendidura aurículo-ventricular que aparece ahora colocada transversalmente, por razón de un aplastamiento ventro-dorsal de las paredes del tubo, mencionado más arriba. El borde, tanto dorsal como ventral, de esta hendidura es a manera de rodete blando o almohadilla que Lindes ha llamado *labios aurículo-ventriculares*, y se deben a una excrecencia mesenquimatosa, revestida por el endotelio. El tabique interauricular, viene, finalmente, a soldarse en dichos labios en medio de la hendidura aurículo-ventricular (fig. 289, ts), con lo cual queda ésta dividida en dos, una

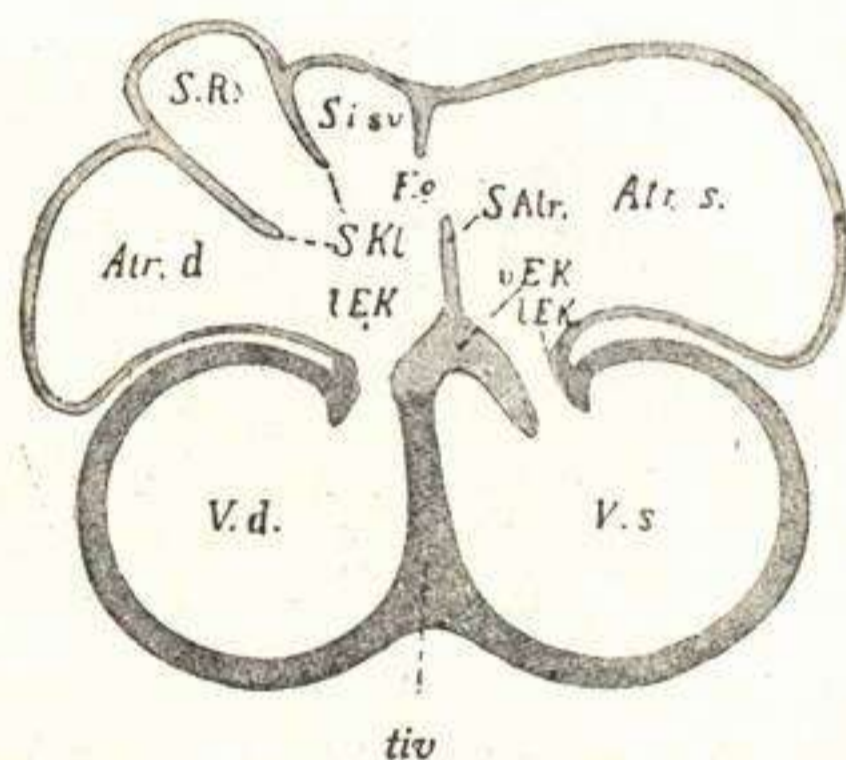


Fig. 290. Esquema para explicar la formación de tabiques en el corazón según Born, modificado por Hochstetter. Del tratado de este último autor en el Handbuch de O. Hertwig. — Atr. d, atrio o aurícula derecha; Atr. s, atrio o aurícula izquierda; Fo, agujero oval, por el que se comunica una aurícula con otra durante la vida intrauterina; lEK, rodetes endocárdicos laterales; Si sv, espacio interseptovalvular; SKl, válvulas del seno venoso; S.R., cavidad del seno venoso; vEK, rodete endocárdico soldado con el tabique; Vd, ventrículo derecho; Vs, ventrículo izquierdo; tiv, tabique interventricular.

derecha y otra izquierda. El tabique forma ahora el límite medio de las dos hendiduras resultantes. Debajo del tabique se ha fusionado al labio dorsal con el ventral y se forman dos nuevos rodetes, uno que constituye como el labio interno de la hendidura derecha; y otro, el de la izquierda. Cada hendidura posee tres labios o rodetes que la limitan y son los esbozos de las válvulas *tricúspide* y *mitral* (fig. 292, ri, rs, y el que queda literalmente).

Con la formación del tabique medio en la cavidad auricular se tendrían dos compartimientos (dos aurículas) completamente incomunicadas, si el tabique divisorio no hubiese dejado un orificio en su parte superior (fig. 290, Fo), ora sea que en este punto se haya rasgado la pared, v. g., por ser aquí más delgada, ora que de hecho haya sufrido aquí el tabique en formación, una interrupción de continuidad. Este orificio es el llamado *foramen ovale*. En algunos animales son

varias las perforaciones: así en *monotremas*, *marsupiales* y *saurópodos*. En la vida extrauterina o extraovular se cierran las perforaciones, por crecimiento del endocardio, cuando son muchas; y por formación de un tabique, en el hombre y probablemente en los demás placentarios, donde la perforación es única. El tabique de cierre aparece a la derecha del borde dorsal del *foramen ovale*. Consiste en un repliegue que va creciendo hacia el borde opuesto de dicho foramen, algo inclinado hacia la izquierda, de modo, que entre el borde opuesto y la lámina queda una hendidura. La lámina recibe el nombre de *válvula foraminia ovalis*. El borde opuesto es grueso y musculoso y se llama, al menos más tarde, *limbo de Vieussen*. En la

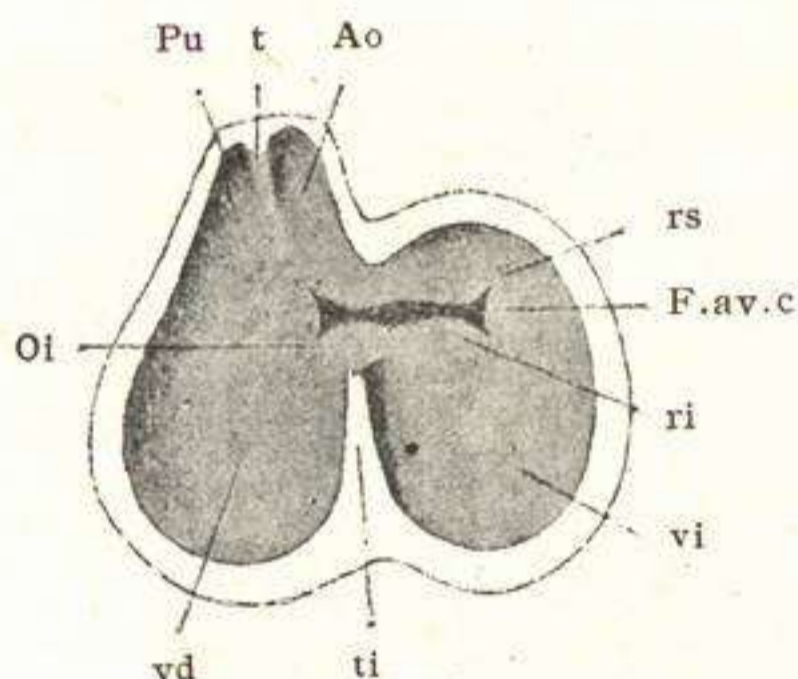


Fig. 291. Esta y la siguiente figura 292 son dos esquemas de Born para explicar el desplace del orificio aurículo ventricular primitivo de izquierda a derecha. — Corte frontal del corazón de embrión de conejo de 3,5-3,8 mm. — ti, tabique inferior o interventricular que en su crecimiento hacia arriba casi toca el rodete inferior del orificio aurículo-ventricular y divide la cámara del ventrículo en dos compartimentos; Oi, orificio interventricular; F.av.c, orificio aurículo-ventricular común; Ao, aorta; Pu, arteria pulmonar; t, tabique que divide el tronco arterioso en dos tubos secundarios, la aorta (Ao) y la arteria pulmonar (Pu); rs, rodete superior del orificio aurículo-ventricular; ri, rodete inferior; vd, ventrículo derecho; vi, ventrículo izquierdo.

vida extrauterina se suelda la lámina de la válvula del *foramen ovale* con el limbo de Vieussen, quedando el orificio interauricular cerrado definitivamente. La válvula se convierte en la parte membranosa del tabique interauricular.

No mucho más tarde comienza también a iniciarse la formación del tabique interventricular (figs. 288 y 289, ti), que dividirá la cavidad en dos ventrículos, derecho e izquierdo. El tabique se anuncia ya al fin del primer mes. Se origina de la pared pósteroinferior del ventrículo único y crece hacia arriba, yendo como al encuentro del tabique auricular; y hacia el tronco arterioso. La hendidura aurículo-ventricular que, al principio, está situada algo más hacia la izquierda (fig. 291, F. av. c), se corre después algo hacia la derecha; de modo que, al crecer el tabique interventricular hacia arriba y hacia el tronco

arterioso venga a dividir ambas formaciones por la mitad (fig. 292, ti). En el embrión humano a la séptima semana quedan cerrados los dos ventrículos.

201. Tronco arterioso. — Réstanos aún el estudio de la formación del tabique (figs. 291, t; y 292, tbo) que divide el tronco arterioso en dos tubos arteriosos que serán las dos arterias: la pulmonar y la aorta. El tabique se origina independientemente del que divide en dos compartimentos la cavidad ventricular, para que nadie pueda atribuir su formación a un mero proceso mecánico. Al principio,

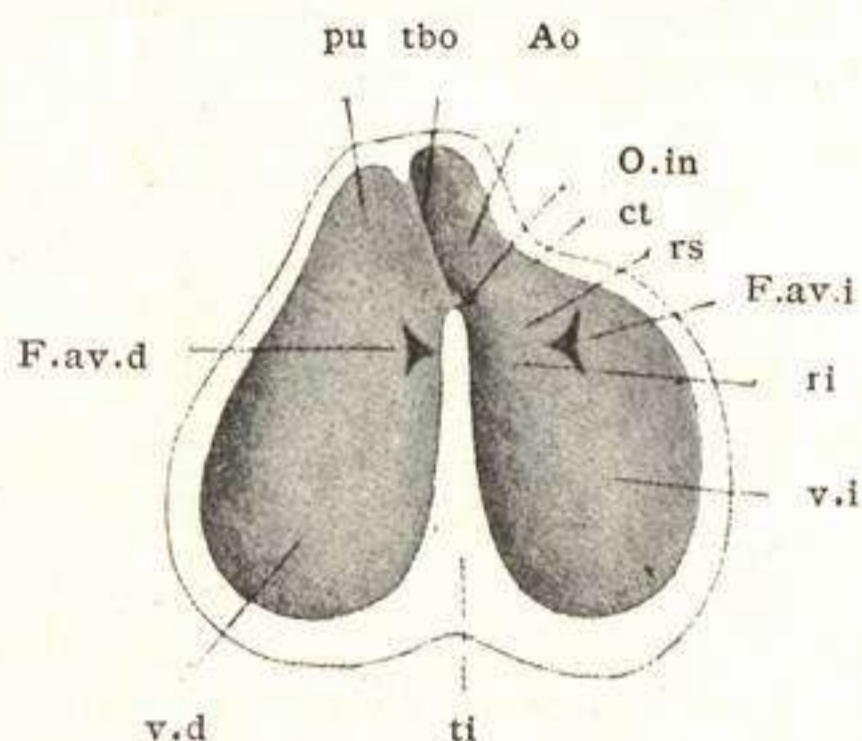


Fig. 292. Esquema de un corazón de conejo de 7,5 mm. de longitud.—F.av.d, orificio aurículo-ventricular derecho; F.av.i, orificio aurículo-ventricular izquierdo; O.in, orificio interventricular que una vez cerrado constituye el tabique membranoso interventricular; tbo, tabique del tronco arterioso, dividiéndole en dos: en la aorta (Ao) y en la arteria pulmonar (pu); ct, comenzamiento del tronco arterioso; ti, tabique inferior que ha dividido el ventrículo primitivo en dos: en el derecho (v.d) y en el izquierdo (v.i) y se ha juntado con en el tabique del tronco arterioso (tbo); ri, rodete endocárdico inferior o ventral; rs, rodete endocárdico superior o dorsal del orificio aurículo-ventricular. Queda además lateralmente otro rodete. Los tres rodetes o labios originarán las válvulas tricúspide y mitral. (Fig. 291 y 292, tomadas del libro de O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre etc.).

pues, el tronco arterioso posee una sola cavidad, es un solo tubo. Avanzando la organogénesis cardíaca, el tubo se aplanar; y aplanada aparece también su luz en forma de hendidura. En cada cara aplanada se origina interiormente un repliegue longitudinal, membranoso y laminar, debida a una excrecencia del mesénquima revestida de endotelio. Cada repliegue crece hacia el centro de la cavidad del tubo aplanado hasta encontrarse y fusionarse en medio y constituir el tabique divisorio. Con esto el único tubo del principio, se ha convertido en dos. En este tiempo la cavidad de cada uno de los dos tubos ofrece en el corte transversal y en esta región del tronco arterioso una luz triangular (fig. 293, b, c). El tabique crece también basípetativamente hasta encontrar el tabique de los ventrículos, con el que definitivamente se fusiona. Esta parte del tabique es membranosa y constituye la llamada

parte membranacea del septum ventriculorum. Así sucede en mamíferos y aves. En reptiles esta última parte queda abierta, constituyendo el *foramen Panizzae*; de manera que por este orificio se comunican entre sí, en estos animales, los dos ventrículos. Iniciada la formación interior aparece también exteriormente un surco longitudinal en cada cara aplanada del tronco arterioso: el surco va profundizando, cada vez más, hasta que encontrándose los dos surcos, dividen también exteriormente el tubo primitivo en otros dos. La adventicia o capa externa del tubo, al principio común (fig. 293, c), terminada la división externa de aquél, pasa a formar sendas adventicias. De los dos tubos resultantes, el que cae más hacia adelante, será la arteria *pulmonar*; el que cae más atrás, la *aorta*.

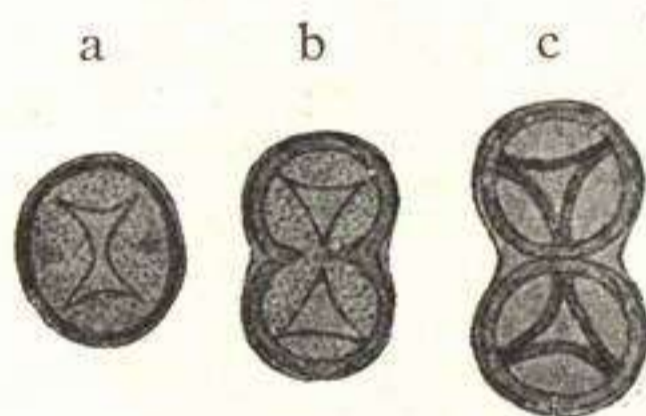


Fig. 293. Tres estadios esquemáticos para explicar la división del tronco arterioso en las dos arterias, pulmonar y aórtica; y juntamente la formación de las válvulas sigmoideas.

a, estadio, en que la luz del tronco arterioso toma (en el corte) la forma de reloj de arena por crecimiento del mesénquima, originando dos rodetes que obligan a invaginar la pared.

b, estadio, en que la luz del tronco arterioso se divide en dos, de forma triangular, iniciando las válvulas sigmoideas que resultarán del crecimiento, hacia el centro, de tres rodetes, correspondientes a los tres lados del triángulo que ahora forma la luz de cada arteria.

c, estadio, en que está hecha ya la división interna de los dos vasos arteriales, y se anuncia mucho más clara la forma de las válvulas sigmoideas (Según Hochstetter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

Cada una de estas arterias posee en estado de perfecta formación las llamadas *válvulas sigmoideas*. Su origen es el siguiente. En el estrecho de Haller, tocado más arriba (n. 200) se forman interiormente cuatro repliegues transversales u horizontales (fig. 293, a) por excrecencia del mesénquima, revestidos, como siempre, por endotelio. Cuando tiene lugar la división interior del tubo en dos, el tabique divisorio divide igualmente los dos repliegues laterales. Al tubo anterior (arteria pulmonar) le toca, en la división, el repliegue anterior con las dos mitades anteriores de los laterales; y al tubo posterior, el repliegue posterior con las dos mitades posteriores de los laterales. Los repliegues-mitades crecen horizontalmente y adquieren la magnitud de los repliegues enteros. Todos los repliegues toman más tarde la forma definitiva de bolsas semilunares y constituyen las *válvulas sigmoideas*.

202. Aurículas definitivas. — Para completar el cuadro, nos falta estudiar el estadio definitivo de las cavidades auriculares. Recordemos que al principio en la aurícula derecha no desemboca directamente ninguna vena: sólo se abre en ella (fig. 288, sv) el seno venoso. El orificio de este seno posee dos repliegues membranosos semilunares (dos válvulas), uno que forma el límite o borde externo (derecho) de dicho orificio (fig. 288, ve) y otro que forma el interno o izquierdo. Este último repliegue desaparece después, cuando la aurícula derecha transforma su cavidad primera en la definitiva. El otro se conserva y, dividiéndose en dos porciones, formará la *válvula de Eustaquio* o válvula semilunar de la cava inferior, y la de *Tebesio* o la válvula de la vena (seno) coronaria. El modo como vienen a desembocar, tanto estas dos venas como la cava superior en la aurícula derecha, es por la incorporación del seno venoso en dicha aurícula: de manera que el seno como tal desaparece, pero se conserva a su manera como parte integrante de la aurícula. Así se explica que desemboquen ahora en ésta las venas que ántes desembocaban en el seno. En el artículo sobre la formación del sistema venoso estudiaremos el origen y transformaciones de las venas mencionadas.

Por lo que mira a la aurícula izquierda, también su cavidad sufre cambios, ántes de llegar al estado definitivo. Porque, de momento, no recibe más que un tronco venoso, esto es, el que más arriba (n. 200) hemos visto resultaba de las cuatro venas pulmonares. En la cavidad definitiva de la aurícula derecha, desembocan después cuatro venas. ¿De dónde la transformación de un tronco venoso en cuatro? Sencillemente, aquí ha ocurrido un proceso análogo al de la aurícula derecha. El único tronco venoso que antes desembocaba en la cavidad de la aurícula izquierda, se ha dilatado mucho y ha sido absorbido por la aurícula, esto es, ha sido incorporado a la cavidad de dicha aurícula: con lo cual las cuatro venas que por su confluencia daban origen a aquel tronco común y único, vienen a abrirse ahora dentro de la cavidad auricular, por integrar a ésta su tronco venoso.

III. Las cavidades somáticas y el diafragma

203. Orientación. — Para mejor entender el origen y la formación del pericardio, será bueno recordar aquí de propósito la cavidad somática primitiva y sus ulteriores cambios hasta dar, como resultado definitivo, las cuatro cavidades llamadas *abdominal*, *pericardial* y las dos *pleurales*. La división de la cavidad primitiva en las cuatro dichas, es debida a la aparición de tabiques o gruesas placas de tejido mesenquimatoso, en cuyo interior se pueden encerrar órganos muy notables. Entre esas placas contaremos de un modo muy

particular al diafragma, que es, sin duda, el que más contribuye a la división de la cavidad somática primitiva.

204. Formación de las cavidades somáticas. —

Entendemos por cavidades somáticas las que no tienen, generalmente hablando, ninguna comunicación con el mundo externo, y son la continuación o el residuo de la cavidad mesodérmica. Sabemos, en efecto, por la primera parte de esta obra, que el mesodermo consta de dos hojas, *parietal* la una y *visceral* la otra; y que entre las dos existe real o virtualmente una cavidad que hemos llamado *celoma*. Esta cavidad, par en un principio e impar después, al menos en algunos puntos, se extiende a lo largo del cuerpo, llegando, hacia delante, hasta el punto en que comienzan a aparecer los arcos viscerales o faríngeos

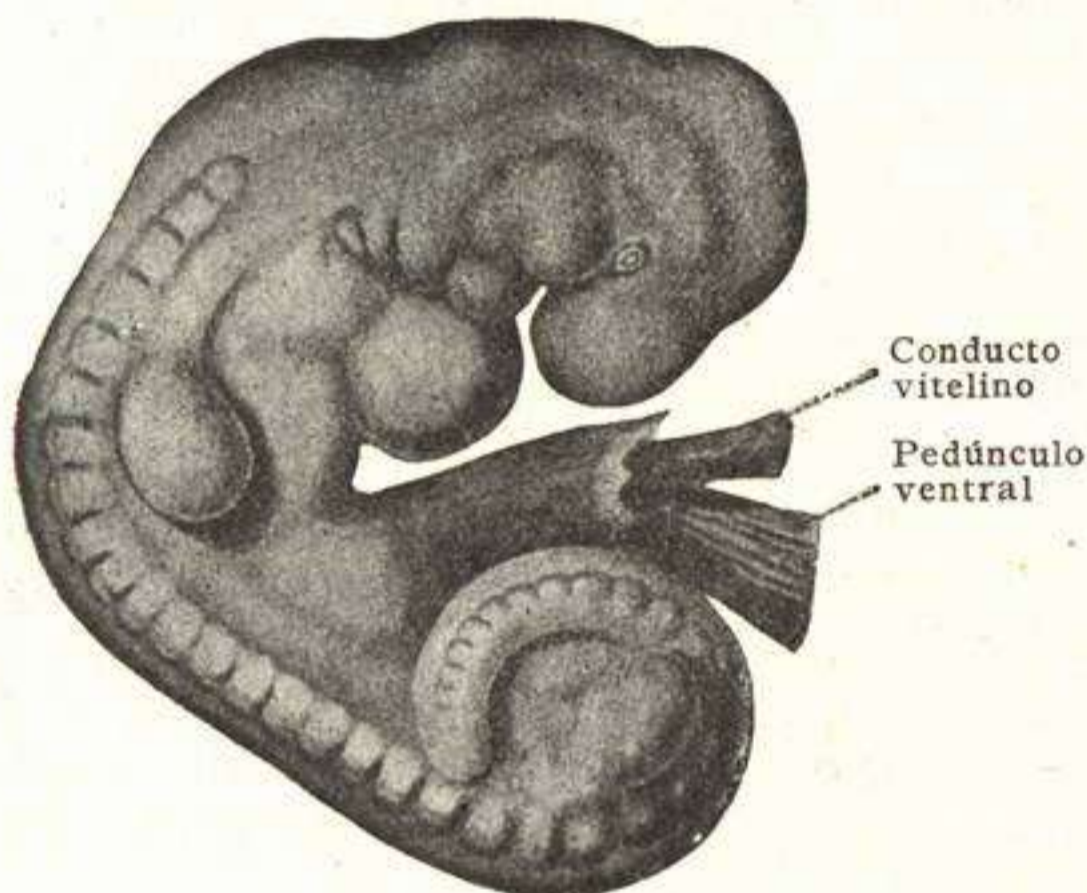


Fig 294. Embrión del simio *Cercopithecus cynomolgus*. A: 10. Debajo de la cabeza se ve un abultamiento o una bolsa notable que es debida al corazón, en ella encerrado. (Segun dibujo de Selenka. Tratado de Keibel en el Handbuch de O. Hertwig).

(branquiales de otros). De este paraje desaparece luego, a medida que se forman los indicados arcos; pues ya sabemos (n. 7 y 32) que el fondo de los surcos y bolsas faríngeos está constituido por una delgada membrana con dos hojas, una externa o ectodérmica y otra interna o entodérmica (fig. 35). En estos puntos el mesodermo ha sido rechazado a los lados, según dijimos en el lugar citado. Los arcos constan, por otra parte, de un eje mesenquimatoso y mesodérmico sin cavidad y están revestidos de epitelio ectodérmico por fuera y entodérmico por dentro. Así, pues, la cavidad celómica o somática, después de la aparición de los surcos y arcos faríngeos, tiene su límite anterior en el último de estos arcos. En la región anterior del celoma así limitado se desarrolla el corazón dentro del mesocardio. La cavi-

dad celómica que le rodea en gran parte (fig. 279, cpc) es la del pericardio primitivo (cavidad pericardial primitiva de Brachet) o, según otra denominación, cavidad *pleuro-pericardial*. Esta cavidad es muy grande, porque el corazón que se desarrolla dentro de ella, es un órgano de dimensiones relativamente extraordinarias en este primer período, y necesita ancho campo para expansionarse. De donde la prominencia herniforme que hace aquí la pared ventral del embrión (fig. 294). En este tiempo, esta cavidad pericardial se continúa caudalmente con la del celoma abdominal, y dorsalmente o por detrás del corazón, con el espacio que queda a uno y otro lado del esófago con su meso: en la abdominal se desarrolla el estómago y lo restante del tubo digestivo con el hígado y el sistema urogenital; en el espacio a los lados del esófago, los pulmones: por cuyo motivo se puede llamar este espacio *cavidad pleural* (fig. 295, C. pl. p).

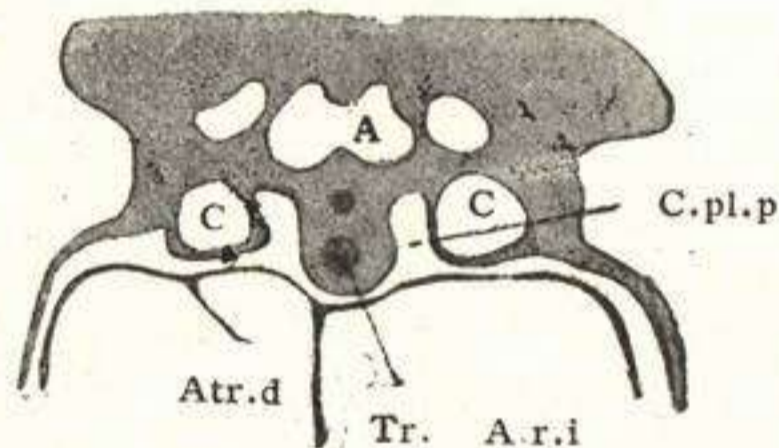


Fig. 295. Corte transversal de la región superior cardíaca de un embrión del conejito de Indias.—A, aorta; Atr. d. Atr. i. aurícula derecha e izquierda; Tr, tráquea; C, conducto de Cuvier; C.pl.p, canal pleuro-pericardial por comunicarse aún las dos cavidades, la pericardial y la pleural. (Según Hochstetter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

En estadios ulteriores cambian las cosas y las regiones de estas cavidades celómicas apuntadas tienden a aislarse las unas de las otras. El proceso inicial, para esta separación, se encuentra en el llamado *septo transverso* (*septum transversum*), esbozo del diafragma. Inmediatamente debajo del corazón, esto es, entre el corazón y el estómago, aparece en la pared ventral un repliegue o una placa transversal gruesa de tejido que hace saliente en la cavidad somática, con su borde dorsal y medio. Esta placa es el septo transverso y constituye como el camino que guía la parte terminal de la vena *ónfalo-mesentérica* para venir a encontrar el corazón, respectivamente el seno venoso.

El proceso de la formación comienza en un estadio muy precoz, cuando el utrículo cardíaco es aún doble en su porción venosa o posterior, recibiendo las venas onfalomesentéricas: el intestino está aún abierto (sin formar tubo) debajo (caudalmente) del corazón (fig. 296). En efecto; los dos venas onfalomesentéricas forman un abultamiento

notable en las paredes laterales. Al cerrarse el tubo digestivo, en la región inmediatamente debajo del corazón, se aproximan naturalmente hacia el medio dichas venas. Entre ellas se origina, del mesénqui-

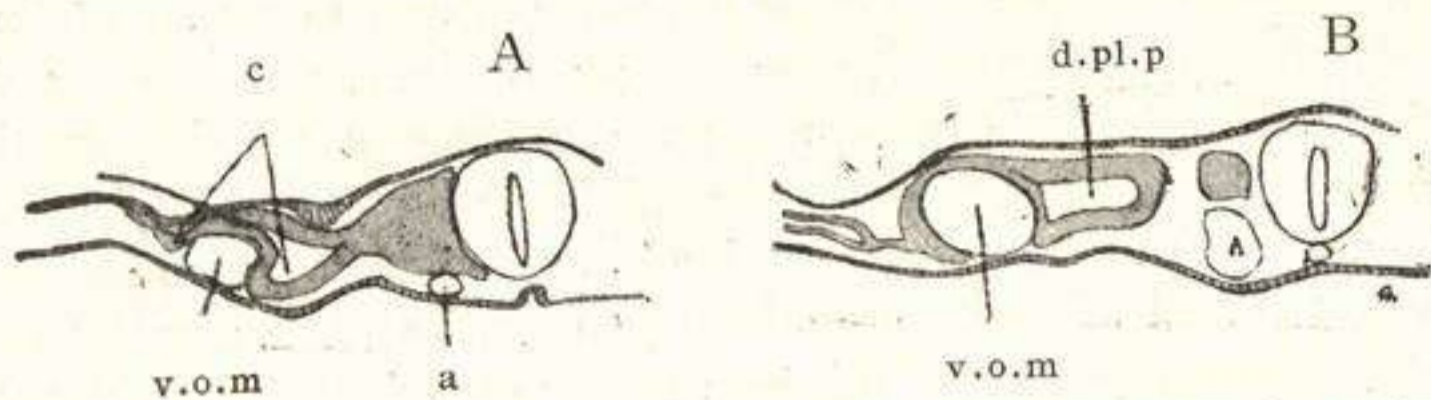


Fig. 296. A.—Corte transversal del disco embrional de un embrión de conejo con 8 segmentos primitivos. El intestino está abierto.—a, aorta; c, cavidad celómica, esto es, espacio entre las dos hojas mesodérmicas; v.o.m, vena onfalomesentérica o vitelina, la cual formada en la hoja visceral del mesodermo, al crecer se une o se suelda también con la parietal, dividiendo en dos porciones la cavidad celómica. en una porción dorsal más notable y otra lateral que será ventral, cuando se doble toda la pared hacia la región ventral para constituir el tubo digestivo cerrado y, se forme el cuerpo embrionario. Pero puede que esta porción de cavidad celómica lateral desaparezca pronto aun antes de doblarse la pared, como parece desprenderse de la figura 295, B. que representa un corte más adelantado (embrión con 11-12 segmentos primitivos).—A, aorta; d.pl.p, conducto pleuro-pericardial; v.o.m, vena énfalo mesentérica. (Según Hochstetter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

ma que las envuelve, una placa de tejido que es, propiamente hablando, el mesenterio ventral, en el que se desarrolla el hígado (fig. 297, h). Al desarrollarse el hígado en la placa de mesénquima, extiende

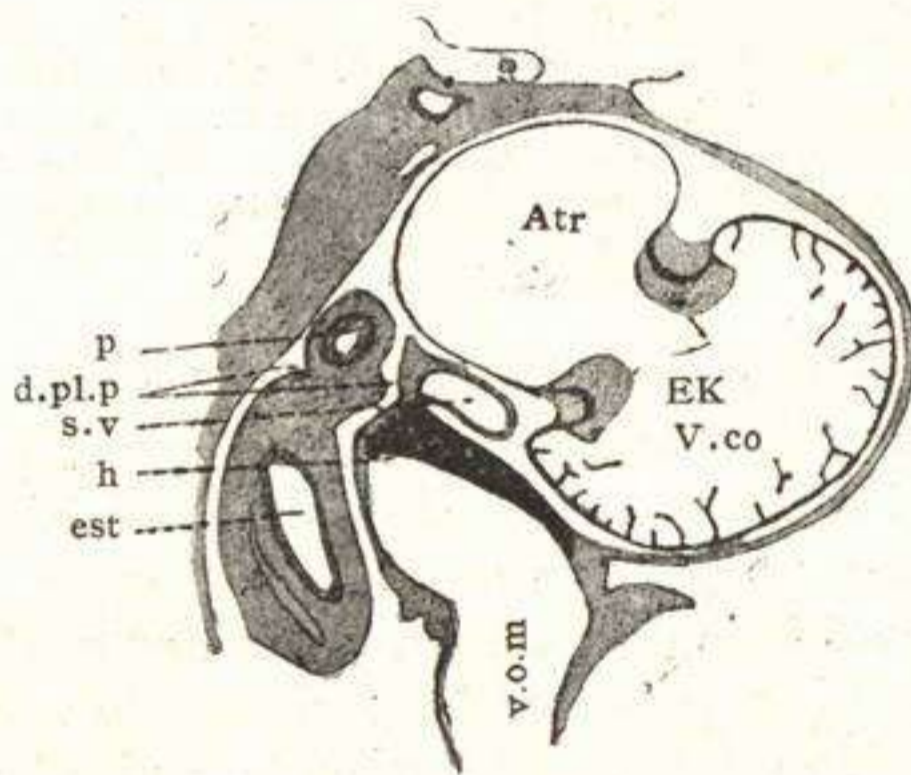


Fig. 297. Corte sagital, pero que no pasa por el medio sino más hacia la izquierda del plano de simetría, de un embrión de conejo de 12 días.—Atr, atrio o cavidad auricular; EK, rodetes del orificio aurículo-ventricular; V.co, ventrículo común; v.o.m, vena onfalomesentérica; d.pl.p, conducto pleuro-pericardial, por razón de comunicarse aún la parte anterior (pericardial) con la posterior (pleural); s.v, corte transversal del seno venoso; h, hígado; p, pulmón; est, estómago. (Según Hochstetter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

ésta por debajo del corazón, formándole el suelo, y con esto un tabique que separa la cavidad *pericardial* de la *peritoneal*. Este es el *tabique* o *septo transversum* (*septum transversum*). Más que transverso es algo

inclinado, ascendiendo ventro-dorsalmente, como se desprende de la fig. 297. En un estadio más avanzado yacen dentro del septo transverso todos los troncos venosos, es decir, el tronco ónfalo-mesentérico, los de las venas umbilicales y los conductos de Cuvier que originarán más tarde la cava superior, y recogen la sangre venosa del tronco, traída por las venas cardinales anteriores o jugulares y las cardinales posteriores.

La cavidad pericardial conserva aún su comunicación con la cavidad pleural. El conjunto de estas dos cavidades recibe el nombre de cavidad *pleuro-pericardial* (fig. 295, C. pl. p): en la pleural se desarrollan en seguida los pulmones. De manera que, aunque en este estadio no se puede pasar *directamente* de la cavidad pericardial a la abdominal, se puede indirectamente, a saber, mediante la cavidad pleural o dorsal, con la que comunican, como está dicho, tanto la abdominal

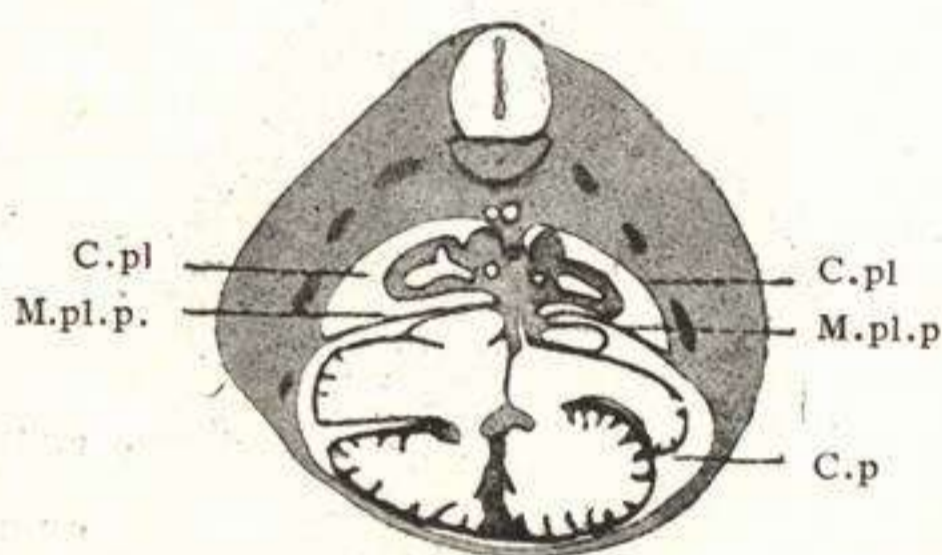


Fig. 298. Corte transversal de la región torácica de un embrión de conejo de 15 días.— M.pl.p, membrana pleuro - pericardial; C.p, cavidad pericardial; C.pl, cavidad pleural. (Según Hochstette. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

como la pericardial. La cavidad dorsal es par; forma como un canal a cada lado del esófago. Estos canales se llaman también *pleuro-pericardiales*, por comunicar aún en este estadio con la cavidad pericardial, como ya dijimos: allí es donde se desarrollan y expansionan luego los pulmones (fig. 298, C. pl).

Veamos ahora cómo se independizan las dos cavidades pleurales de la pericardial.

Hemos dicho que las venas ónfalo-mesentéricas, aun antes de cerrarse el tubo digestivo en la región respectiva, se habían unido a la hoja parietal del mesodermo: con esto se ha preparado el camino para que, al originarse el *septo transverso* debajo del corazón, por donde llegan aquéllas al seno venoso, los conductos de Cuvier encuentren puente para ir a desembocar en dicho seno; seno que constituye el término de las mencionadas venas.

El proceso no es difícil de comprender. Efectivamente; los conductos de Cuvier (fig. 295, CC), que recogen la sangre del tronco, corren por la pared lateral del cuerpo en dirección dorso-ventral y

más o menos horizontales hacia el septo transversal, en cuyo borde dorsal yacen. Ellos son los que, avanzando la evolución, toman una dirección cada vez más vertical, determinando lateralmente al salir de la pared y dirigirse al corazón, con el tejido que los envuelve, un tabique frontal (fig. 298, M. pl. p) que separa definitivamente la cavidad ventral (pericardial) de la dorsal (pleural). Este movimiento no pára hasta que los citados troncos venosos, envueltos con tejido y con la hoja pleuro-pericardial, llegan al medio, donde se forma una gruesa lámina de tejidos y órganos llamada *mediastino*, en la que se encuentran, en el organismo ya formado, los grandes troncos vasculares con el esófago y tráquea. Con esto quedan definitivamente separadas las tres cavidades torácicas, la pericardial (anterior o ventral), y las dos pleurales (posteriores o dorsales). La primera cubre el cora-

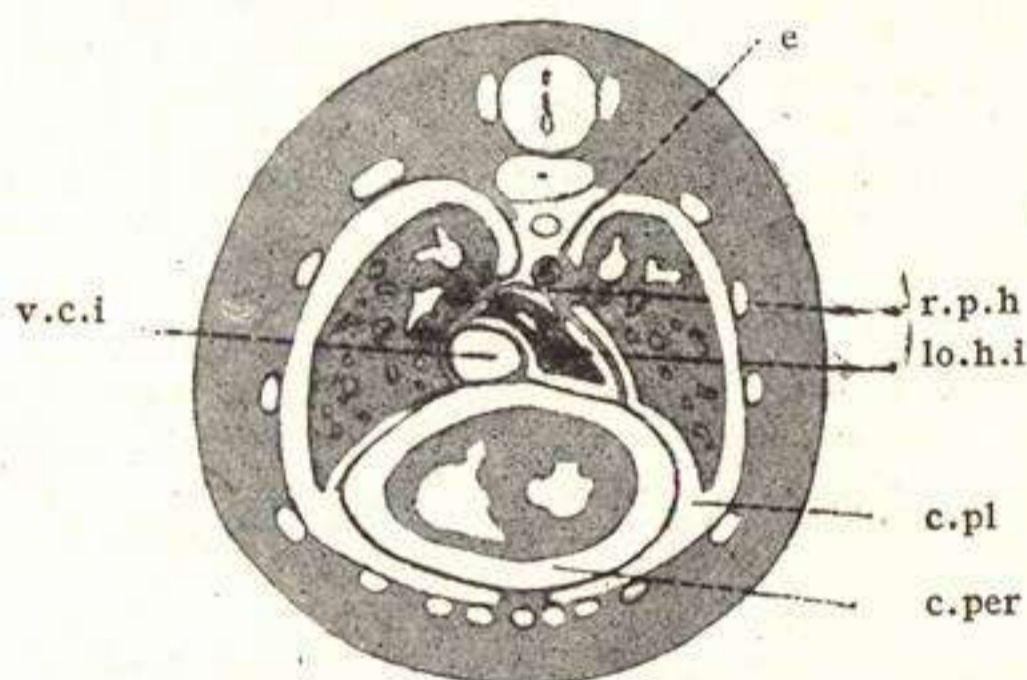


Fig. 299. Corte transversal de la región torácica de un embrión de gato de 25 mm. de longitud.— lo.h.i, lóbulo hepático infracárdico; e, esófago; c.per, cavidad pericardial; c.pl, cavidad pleural; v.c.i, vena cava inferior; r.p.h, receso o seno pulmo-hepático. (Según Hochstetter. De su tratado en el Handbuch de O. Hertwig).

zón, y su pared permanece unida al septo transversal y a la pared anterior del cuerpo, mediante el mesocardio anterior. Al principio es esta cavidad muy grande, aun después de aislada de las dos pleurales, y ocupa toda la región torácica-ventral; más tarde y a medida que se desarrollan los pulmones, cambian las relaciones. Las dos cavidades pleurales sirven de campo de expansión a los pulmones en desarrollo. Al crecer éstos, su masa, siempre envuelta con las pleuras, invade primero las partes laterales del corazón (fig. 299), y obliga a desprender el pericardio, primero, de las paredes laterales y luego también de las paredes anteriores: con lo cual queda el corazón en medio de los dos pulmones y casi cubierto por ellos por todas partes.

205. Diafragma definitivo. — Las dos cavidades pleurales, una vez independizadas de la pericardial, quedan todavía un tiempo en comunicación con la cavidad abdominal, ya que el *septo transversal* no llega hasta la pared dorsal. A uno y otro lado, pues,

del esófago queda una abertura, por donde se pasa de la cavidad pleural a la abdominal y viceversa. Entre tanto van creciendo los pulmones, llegando a tocar con su punta, por la abertura dicha, la superficie superior del hígado. El cierre definitivo tiene lugar, cuando el septo transversal se completa por la parte posterior, esto es, se convierte en una pared transversal que separa la cavidad torácica con todos sus órganos, de la abdominal con los suyos. Este cierre no se opera por el crecimiento del septo transversal hasta tocar la pared dorsal y soldarse con ella, como *a priori* podría imaginarse, sino por la formación de repliegues dorso-laterales (1) en la pared del tronco que crece y va al encuentro de la parte que hasta aquí hemos llamado *septo transversal*, con la que se fusiona: con esto se completa el tabique transversal que podemos considerar desde luego como *diafragma*, bien que para corresponder al diafragma definitivo y perfecto, ha de recibir la capa muscular, que es lo que caracteriza, propiamente hablando, el *diafragma* de los mamíferos. Pues, por lo demás, en todos los vertebrados se forma un *septo transversal* y un cierre definitivo entre la cavidad torácica (*pericardial* o *pleuro-pericardial*) y la abdominal (*peritoneal*). Sólo en *mixinoideos* (peces) se conserva la comunicación entre las dos cavidades; *secundariamente* también en *sela-cios*, mediante la formación del *canal pericardial-peritoneal* que cae delante del esófago. Los músculos del diafragma provienen de la musculatura de la pared del tronco y serían, según Kollmann, derivaciones de dos miótomos (n. 48) cervicales (2). Estos músculos se introducen por entre la lámina conjuntiva del diafragma y la dividen en dos: una superior, llamada *pleura diafragmática*; y otra inferior que es el *peritoneo diafragmático*.

De lo dicho se infiere que el diafragma reconoce un doble origen: la parte anterior es la primera en formarse y es de origen ventral; la posterior, de más reciente formación, es de origen dorsal. Esta es la que cierra definitivamente la abertura o comunicación entre la cavidad torácica y abdominal, según está ya declarado. Si por algún entorpecimiento de la marcha evolutiva, o no se cierra esta abertura o sólo incompletamente, por el orificio remanente podrá colarse el intestino y pasar a la cavidad superior, produciendo la hernia torácica.

Finalmente, hagamos notar que el hígado forma, al principio, como una sola masa con el diafragma; pero más tarde, el peritoneo que

(1) Según la exposición de la formación y cierre de las cavidades somáticas que hace Hochstetter (*Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere*, Bd. III, T. I. p. 71-84) el cierre de estos canales de comunicación entre la cavidad pleural y la peritoneal es un proceso, otra vez complicado, concurriendo al cierre varios repliegues o membranas, incluso el del mesonefros que más arriba (n. 86) hemos mencionado con el nombre de *ligamento diafragmático* (Kölliker).

(2) Conf. O. Hertwig: *Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere*, p. 364 (1907).

reviste toda esa masa, comienza a crecer por entre el cuerpo del hígado y la masa o lámina diafragmática, separando una parte de la otra, menos en una pequeña porción superior, donde el repliegue peritoneal mantiene el hígado unido y como colgado al diafragma, constituyendo el llamado *ligamento coronario*, que en unión del *ligamento teres* y el *suspensorio hepático*, estudiados más arriba (n. 40), dan la debida fijeza al cuerpo de aquella voluminosa glándula.

IV. Circulación vitelina, alantoidea y placentaria

206. Necesidad de aparatos circulatorios embrionarios. — Hemos estudiado la ontogénesis del corazón y de sus relaciones con órganos inmediatos; pero el corazón no es más que el centro del aparato circulatorio, el órgano propulsor para el movimiento de la sangre. Réstanos ver ahora el sistema de conductos, por donde se distribuye y corre aquélla; sistema de conducto que a una con el órgano central constituye el aparato circulatorio. Este aparato es uno de los que más cambios experimentan en los distintos estadios evolutivos, y se comprende. Porque no es éste como otros aparatos que se forman en el período embrionario o en la vida intrauterina para funcionar después de ella, sino que ha de entrar inmediatamente en función para ocurrir a las necesidades o exigencias del ser que se forma. El huevo en evolución es, en efecto, asiento de una incesante actividad: la multiplicación celular es continua y, por lo mismo, el gasto de substancias nutritivas y de oxígeno, para sostener el metabolismo celular (1), ha de ser forzosamente grande por extremo. De aquí la necesidad de que haya desde un principio vías de transporte que lleven los principios nutritivos y oxígeno desde los almacenes o fuentes a los puntos de consumo. Estas vías de transporte son los vasos del sistema circulatorio. Y como quiera que el cuerpo embrionario va cambiando casi continuamente las condiciones, según el estado de desarrollo, se comprende que el aparato circulatorio haya de sufrir modificaciones, adaptándose siempre a las nuevas exigencias que van surgiendo. Al principio, la gran fuente de principios nutritivos es el *saco vitelino*: en éste, pues, se establecerá un sistema circulatorio: bien así como al descubrirse una mina de productos naturales se construyen líneas férreas para la explotación y transporte de sus minerales. Luégo aparece en el embrión otra dependencia, la *alantoides*, con destino a la función respiratoria, principalmente; y allí se formará su circulación para recoger el oxígeno, supliendo en esta parte o completando con gran ventaja la circulación del saco vitelino: porque la circulación del saco vitelino, aunque suficiente al principio para sa-

(1) Véase nuestra Citología teórica, p. 187 y sigs. (1914).

tisfacen a las dos funciones, nutritiva y respiratoria, por ser menos las exigencias del embrión en sus primeros estadios evolutivos; no lo es después, cuando, aumentando cada vez más el cuerpo de aquél, se centuplican las necesidades; y es preciso ayudar al saco vitelino, poniéndole al lado otro aparato circulatorio que se encargue especialmente de la respiración: con lo cual puede la circulación del saco vitelino atender mejor a la parte nutritiva.

Esto vale particularmente para saurópsidos: en mamíferos y en el hombre suple la doble función del saco vitelino la circulación *placentaria*, como veremos.

207. Aparato circulatorio vitelino. — Para formarnos una idea exacta de la circulación del saco vitelino, llamada también *ónfalo-mesentérica*, y de su aparato, nos fijaremos en el huevo de gallina, parte por ser más fácil su estudio; y parte, porque en aves alcanza esta circunstancia gran esplendidez. Ante todo, hemos de tener presente que esta es la primera circulación; y que su aparato comienza, cuando el corazón no está representado aún más que por un tubo o utrículo. Este tubo, como ya hicimos notar en su sitio respectivo, se ramifica tanto en su porción cefálica o arterial, como en la caudal o venosa; sus ramificaciones son los primeros vasos, y se forman, según parece, a un mismo tiempo o casi a un mismo tiempo con el tubo cardíaco y por el mismo proceso de células vasoformativas. El tubo cardíaco, pues, se continúa hacia delante con el llamado tronco arterioso (n. 202), el cual se ramifica en la región del primer arco faríngeo, que por este tiempo se origina, y se divide en dos ramas. Cada rama se arquea luego para subir lateralmente a la región dorsal, donde, doblándose hacia atrás, corre a lo largo del cuerpo. Los dos arcos cogen en medio al intestino. Los dos vasos arteriales que en el dorso corren un tiempo paralelos a lo largo del cuerpo, son las llamadas *aortas primitivas*. Más tarde se juntan, para luego volver a separarse y dar, un poco más atrás, un grueso tronco (fig. 300, A. of. d.-A. of. i.) que es la arteria ónfalo-mesentérica o vitelina (derecha e izquierda). Cada una de estas arterias se ramifica y distribuye por la región periférica del saco vitelino, corriendo en el mesénquima entre el entodermo y hoja visceral del mesodermo. Sus últimas ramificaciones terminan en los capilares. La sangre que al principio es casi hialina, se va recogiendo de los capilares en las venillas que, confluyendo, forman vasos cada vez mayores, entre ellos el *seno venoso terminal* (fig. 300, s. v. t), hasta originar troncos notables denominados venas vitelinas *anteriores, laterales y posteriores*, según la región en que se forman; las cuales, finalmente, se reúnen en un solo tronco llamado *ónfalo-mesentérico* que entra en el corazón por la parte posterior.

Este es el aparato de la circulación del saco vitelino. La sangre

que por él corre, sale del corazón, respectivamente del tubo cardíaco, en virtud de sus contracciones que, según Preyer, en el huevo de gallina son de 130-150 por minuto. Comienza a contraerse el corazón aun antes de desarrollar músculos. Por las arterias descritas, llega

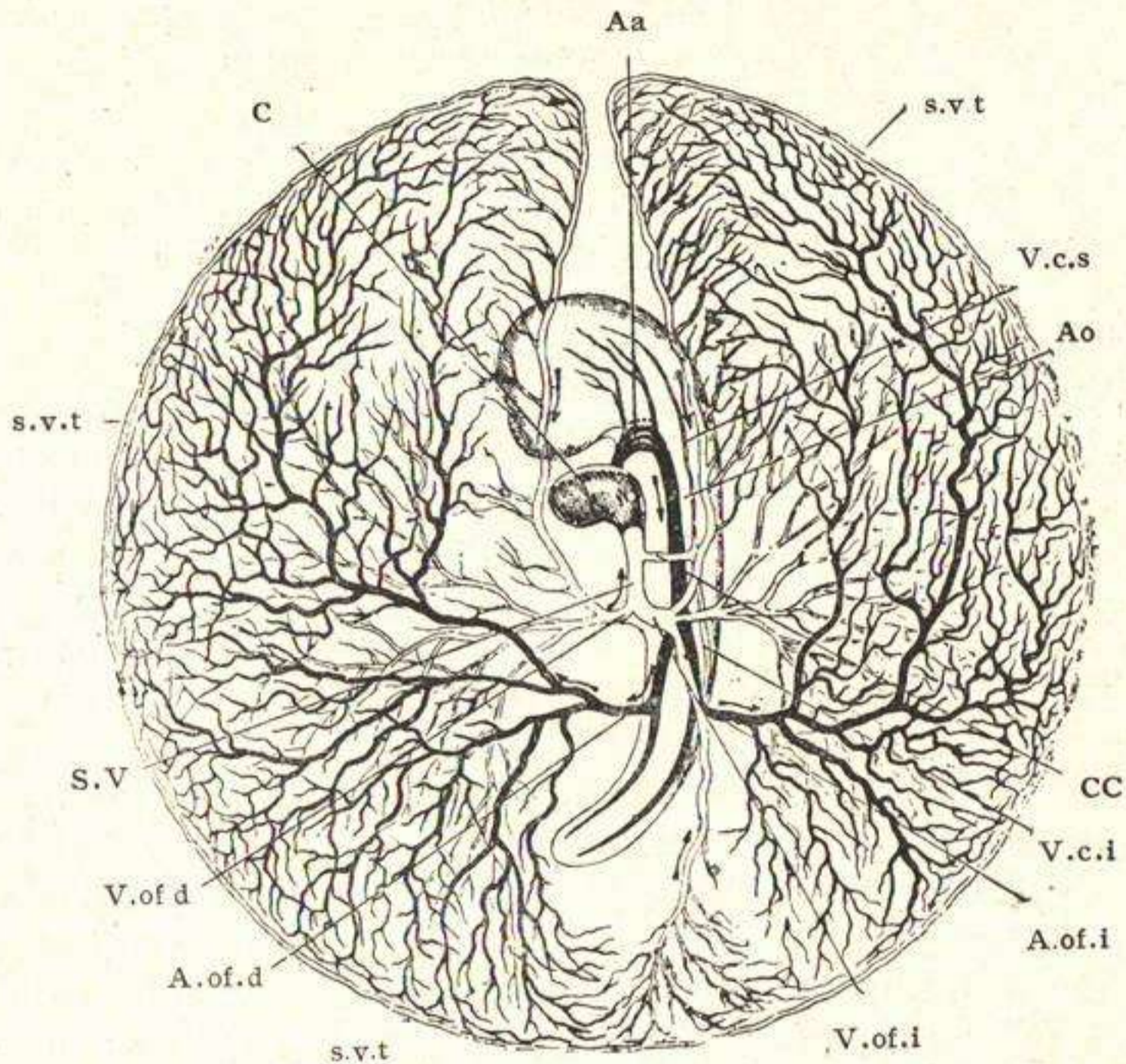


Fig. 300. Esquema para explicar la circulación del saco vitelino de un embrión de pollo al tercer día de incubación.

Se ha levantado de la masa vitelina todo el disco germinal, y dibujado su vista inferior. De aquí que aparezca (en el dibujo) a la derecha lo que es propio de la izquierda y viceversa. La parte del área opaca, donde se ha formado la espesa red de vasos, queda limitada hacia fuera por el seno terminal venoso, y constituye el área vascular: por fuera de ella se encuentra el área o masa vitelina: junto al mismo cuerpo embrionario no existe red vascular: de aquí que ahora como antes exista un limbo claro que es el área pelúcida o transparente.

Aa, arcos aórticos; Ao, aorta dorsal; C, corazón; A.of.d, arteria onfalomesentérica vitelina derecha; A.of.i, arteria onfalomesentérica izquierda; s v t, seno venoso terminal; CC, conductos de Cuvier; V.of.d, vena onfalomesentérica o vitelina derecha; V.of.i, vena onfalomesentérica o vitelina izquierda; V.c.i, vena cardinal superior (anterior); V.c.s, vena cardinal inferior (posterior); S.V, seno venoso del corazón. Las saetas indican la dirección de la sangre. (Según Balfour. Del libro: Die Elemente der Entwicklungslehre etc.).

la sangre al saco vitelino, en cuya superficie se distribuye. Aquí recoge los productos de la digestión, efectuada por las células entodérmicas y juntamente se oxigena (que esto es precisamente lo que exige que sea periférica la red capilar); y enriquecida con esto se dirige por las venas al corazón, entrando en él por las venas ónfalo-mesentéricas y por el seno venoso.

Pero aquí debemos llamar la atención sobre un punto, y es que por lo que acabamos de explicar sobre la disposición del aparato circulatorio ónfalo-mesentérico y la marcha de la sangre en él, no aparece claro cómo va a los tejidos y células lo que la sangre ha recogido en su paso por el saco vitelino; ya que la sangre que de allí viene, en llegando al corazón es de nuevo empujada hacia el saco vitelino, para repetir el mismo curso. A esto se contesta que la sangre que viene del saco vitelino, se mezcla en el corazón con la que viene de otras partes y esta sangre mezclada es la que se distribuye por todo el cuerpo, yendo parte de ella al saco vitelino. Por consiguiente, gran cantidad de substancias, aportadas a la mezcla por las venas vitelinas, irá, con la sangre mezclada, a distintos puntos del cuerpo embrionario, para sustentar la actividad de las células, cuyo crecimiento y reproducción continúa y determina el crecimiento y desarrollo de dicho cuerpo. Al saco vitelino no va precisamente la sangre que acaba de venir de allí, sino, sangre mezclada como a las demás partes, y, por lo mismo, parte de sangre muy pobre que llegó a un tiempo al corazón con la sangre del saco vitelino. Esta misma consideración hay que hacer respecto de la circulación *alantoidea* y *placentaria* de que pronto nos ocuparemos.

Esta es la circulación ónfalo-mesentérica en el huevo de aves; y se repite exactamente en el de los reptiles, dado que éstos forman con aquéllos un grupo embriológico muy característico que venimos llamando de los *saurópsidos*. Pero, aunque con modificaciones, no deja de existir esta circulación ónfalo-mesentérica en los demás grupos que poseen saco *vitelino*, que son la mayor parte de los peces, y los mamíferos y el hombre. Ciertamente que en éste y en los mamíferos placentarios, el saco vitelino no alcanza ni con mucho las dimensiones que presenta en saurópsidos; y es, además, de corta duración, como vimos en la primera parte; pero sea como fuere, su aparato circulatorio y su modo de funcionar es en lo substancial el mismo. Más adelante, en el artículo sobre las transformaciones del sistema venoso, tendremos que tratar de los grandes troncos venosos de esta circulación.

208. Aparato y circulación alantoidea. — Hemos dicho más arriba que al aparato circulatorio ónfalo-mesentérico, venía a auxiliarle otro que en saurópsidos se encargaba especialmente de la respiración. Este aparato es el de circulación *alantoidea*, muy desarrollado en saurópsidos que tomamos aquí por base de nuestra descripción, y fijándonos particularmente en el huevo de gallina. Sabemos por la primera parte que la alantoides es una dependencia embrionaria en forma de saco que, originándose en la pared del intestino caudal por una evaginación de éste, crece, se extiende y expansiona en la cavidad que llamamos *exocelómica*, esto es, por entre las

envolturas embrionales, la *serosa* por un lado y el *amnios* por otro; y aun invade también después el espacio entre la serosa y el saco vitelino. Se adhiere íntimamente a la serosa; y como quiera que ésta sea la envoltura embrional más periférica, la situación de la alantoides es la más favorable para servir a la respiración. Los vasos que acompañan la alantoides y que constituyen su aparato circulatorio, son los llamados *umbilicales*. Al formarse, en efecto, la alantoides lleva consigo dos vasos que representan la terminación de la aorta. Una vez llegada la alantoides a la serosa, extiende por ésta la red de vasos y capilares (fig. 301, Al), de los cuales nacen las venas que forman dos grandes troncos que se llaman *venas umbilicales* y terminan en el

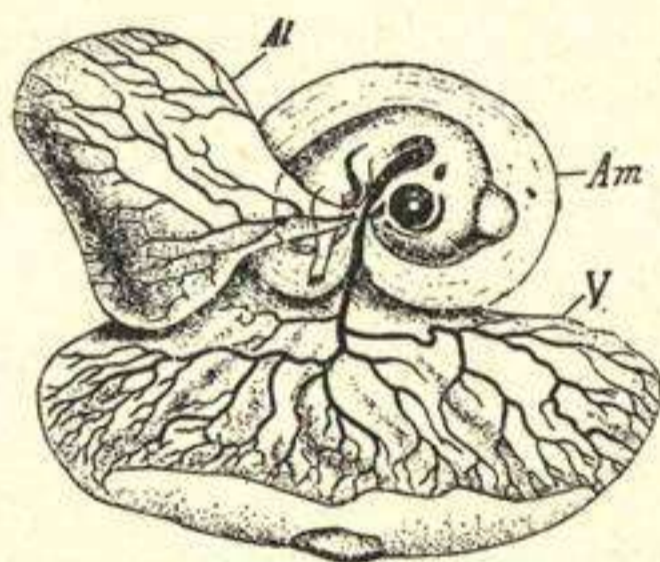


Fig. 301. Embrión de pollo.—Al, alantoides, en cuya superficie se ve la ramificación de vasos; Am, amnios; V, saco vitelino con los vasos de la circulación ónfalo-mesentérica; o, ojo. (Según Duval. Del Lehrbuch der Zoologie de Claus-Grobben).

conducto de Cuvier, muy próximas a la desembocadura de éste en el seno venoso. Más tarde cambian las cosas; porque la vena umbilical derecha pierde su independencia, por atrofiarse y desaparecer su última porción; pero como había contraído anastómosis con la vena umbilical izquierda, por estas ramificaciones recoge dicha vena umbilical izquierda la sangre de la vena umbilical derecha, y por lo mismo se convierte en un tronco venoso respetable. Esta única vena umbilical, a la larga, no desemboca en el conducto de Cuvier como ántes, sino directamente en el seno venoso. Y es que ella ha contraído también anastómosis con la vena hepática izquierda (*vena hepática revehens*); anastómosis que cada vez se hace mayor y acaba por recibir toda la sangre de la vena umbilical. Así las dos venas, la *umbilical* y la *hepática izquierda revehente*, tienen una terminación común, que desemboca directamente en el seno venoso por el borde posterior del hígado. Tal es la explicación de Hochstetter (1).

(1) Conf. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere p. 365 (1907).

Si comparamos ahora las dos circulaciones expuestas, la del saco vitelino u ónfalo-mesentérica y la alantoidea y su comportamiento durante la evolución del huevo, hallaremos que están en razón inversa, es decir, que la primera prevalece y está en su auge al principio, cuando la alantoidea, que es posterior, es insignificante aún. Empero, a medida que avanza la evolución, se reduce la circulación ónfalo-mesentérica, ya que el saco vitelino va agotando poco a poco su contenido; en cambio, la alantoidea sigue desarrollando una actividad cada vez mayor. La posición periférica de sus vasos capilares hace que pueda aprovechar el oxígeno del aire, así del que se encierra en la cámara aérea, hablando del huevo de gallina, como del que entra directamente del exterior por los poros de la cáscara. Y así continúan las cosas, hasta que el pollito, ya bastante formado, y robustecido su pico, comienza a picotear y a introducir éste en la cámara aérea para tomar el aire por las vías respiratorias y comenzar la respiración pulmonar, que lleva consigo un cambio muy notable en la misma circulación de la sangre. Este cambio de respiración sucede naturalmente poco antes de nacer.

En mamíferos *implacentarios* (*monotremas, marsupiales*) la circulación alantoidea viene a ser la misma que acabamos de describir en saurópsidos; en *placentarios*, aunque quizás al principio existe también esta circulación en mayor o menor escala, lo cierto es que la substituye en seguida la *placentaria*, toda vez que el fin principal de la alantoides parece ser aquí (1) el aportar a la serosa o al corion los vasos para la formación de la placenta.

209. Circulación placentaria. — Dado que en la primera parte nos ocupamos largamente de la placenta, no nos entretendremos aquí repitiendo conceptos. Nos bastará dar una sencilla idea de su circulación para ver su relación con la de la alantoides de los grupos estudiados.

Otra vez ocurren aquí dos arterias *umbilicales* que representan el remate o bifurcación de la aorta; arterias que acompañando, como en saurópsidos, la alantoides en su formación y desarrollo, la han enriquecido de vasos y capilares. Llegada también esta dependencia embrionaria a la región periférica, distribuye sus vasos por la serosa, primero, y por las vellosidades que ésta desarrolla al convertirse en corion. Las vellosidades del corion forman, según vimos en la primera parte, la placenta fetal. De los capilares de estas vellosidades nacen las venas que confluendo vienen a constituir dos grandes venas, las cuales entran en el cuerpo embrionario por el ombligo y van por encima del rudimento del hígado, al seno venoso. Pero aquí como en los

(1) Véase nuestro discurso de entrada en la Real Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona. Los órganos embrionarios, su significación y sus residuos (1921).

saurópsidos, se atrofia en parte la vena derecha, tomando la izquierda toda la sangre. Esta vena echa *vástagos* en su paso dentro del septo transversal, uno de los cuales se anastomosa por debajo del hígado con el sistema ónfalo-mesentérico que atraviesa a aquél: con lo cual parte de la sangre placentaria tiene que pasar por el hígado, y sale de él por las venas revehentes para desembocar, mediante la vena ónfalo-mesentérica, en el seno venoso. En un estadio más avanzado, en que el hígado está ya mucho más desarrollado, la anastómosis de la vena umbilical absorbe toda la sangre que viene de la placenta, convirtiéndose en vaso principal; por cuyo motivo la vía directa de la vena umbilical al corazón, respectivamente al seno venoso, se atrofia, y toda la sangre placentaria pasa ahora por el hígado.

Por lo que toca al papel fisiológico de esta circulación, que es la que sostiene toda la vida embrionaria o intra-uterina, bastará decir ahora que la sangre que arriba a la placenta, aportada por las arterias umbilicales, sin salirse de los capilares de la placenta fetal, toma de la sangre que llena las lagunas de la placenta materna, el oxígeno y las sustancias nutritivas, y abandona a aquélla el anhídrido carbónico y sin duda otros productos inútiles. La sangre de la placenta fetal, así renovada y muy oxigenada va por la vena (respectivamente venas) umbilical al corazón, donde se mezcla con sangre venosa que viene de otras partes: y esta sangre mezclada es la que empuja el corazón y distribuye por las arterias a todo el cuerpo; y naturalmente, parte de esta misma sangre mezclada va por las arterias umbilicales a la placenta, para repetir el mismo fenómeno estudiado.

V. Sistema arterial somático

210. Orientación. — Después de haber visto la ontogénesis del órgano central de la circulación, y el aparato de las circulaciones de las dependencias embrionarias, del saco *vitelino*, de la *alantoides* y de la *placenta*; réstanos estudiar la formación, el desarrollo y los cambios que sufre, desde su aparición hasta su estado definitivo, el sistema de arterias y venas somáticas, esto es, del mismo cuerpo del embrión. No puede ser nuestro ánimo perseguir, en un libro como este, de carácter elemental, la evolución y los cambios de todas las arterias y venas, sino únicamente de las principales, o lo que es lo mismo, de los troncos vasculares, más notables, tanto en el sistema arterial como en el venoso, dejando para los estudios monográficos la descripción detallada de los fenómenos ontogénicos de un vaso determinado, v. g., de segundo o de tercer orden, o la del sistema en toda una zona particularmente del cuerpo. Debemos advertir, además, que aun respecto de los grandes vasos hay mucha diversidad en

los distintos grupos de vertebrados. Aquí nos fijaremos principalmente en los mamíferos y en el hombre, sin perjuicio de hacer algunas llamadas a otros grupos, siempre que nos convenga.

211. Estadios evolutivos del sistema arterial.—

En el embrión humano de pocos milímetros, el corazón o tubo cardíaco se bifurca en su extremo anterior o arterial; cada una de sus dos ramas, como en parte ya hemos visto más arriba, al llegar al punto donde se forma en este tiempo el primer arco faríngeo (*branquial*), se encorva y origina un arco que desde la parte ventral, se dirige hacia fuera y hacia el dorso (fig. 302, Aa¹) y, llegado aquí (al dorso), corre hacia atrás, dando nacimiento con eso a las aortas primitivas: los dos arcos cogen en medio al tubo digestivo. Cuando aparece el

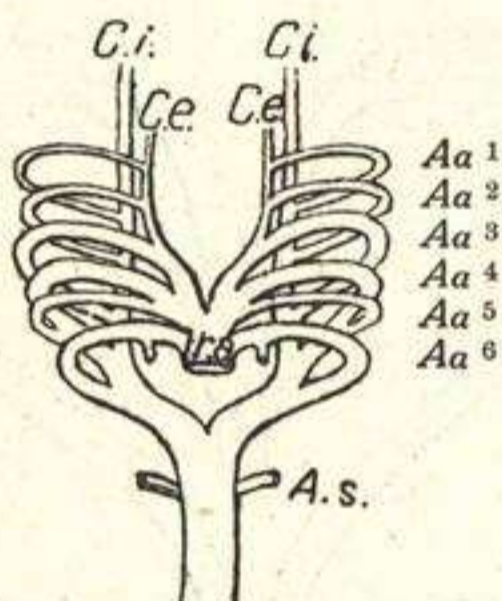


Fig. 302. Esquema de Hochstetter para explicar los arcos aórticos de los mamíferos.—Ce, carótida externa; Ci, carótida interna; Aa¹, Aa², Aa³, Aa⁴, Aa⁵, Aa⁶, arcos aórticos primero, segundo, etcétera; tra, tronco arterioso; A.s., arteria subclavia. (Del Handbuch de O. Hertwig).

segundo arco faríngeo, aparece también un segundo arco aórtico, entre el tronco arterioso y el primer arco formado (fig. 302, Aa²). El segundo arco se fusiona en el dorso con la aorta primitiva. Así sucesivamente y por el estilo después del segundo, se forma un tercer arco aórtico y luego un cuarto, quinto y sexto, según datos modernos (fig. 302), siempre en serie caudípeta, bien que no todos estos arcos coexisten. Así en el hombre y sin duda en los demás mamíferos.

Cada arco aórtico representa una gran vía que luego se ramifica, dando origen a otras arterias en su trayecto. Por de pronto el primer arco echa en su región ventral una ramificación hacia delante que es el verdadero origen de la carótida externa (fig. 302, ce), y otra en la región dorsal, antes de doblar hacia atrás, que será la carótida interna (fig. 302, ci), destinadas a cebar la masa encefálica que está formándose y el globo del ojo mediante la arteria oftálmica. Por el estilo van dando otras ramas para la región braquial, torácica, etc.

En los peces sufren los arcos aórticos un cambio muy notable, relacionado con la formación de las branquias. En efecto; ya desde

la base o región ventral, de cada arco, comienza éste a ramificarse extraordinariamente, deshaciéndose luego las ramificaciones en una red capilar (fig. 303) en los repliegues de la mucosa que se transforman en branquias. Hacia el dorso, la red capilar se convierte en un sistema de vasos epibranchiales que termina en la aorta dorsal o descendente (fig. 303). En perfecto estado de formación de la branquia, el arco arterial, como arco, desaparece, resuelto, cuanto a su región media, en la dicha red vascular branquial, representando el estado definitivo de estos vertebrados inferiores. En otros vertebrados, en cambio, y en ulteriores estadios, los arcos aórticos, máxime de los amnióticos y señaladamente del hombre y de los demás mamíferos, están sujetos a cambios tan profundos, que nadie sería capaz de reco-

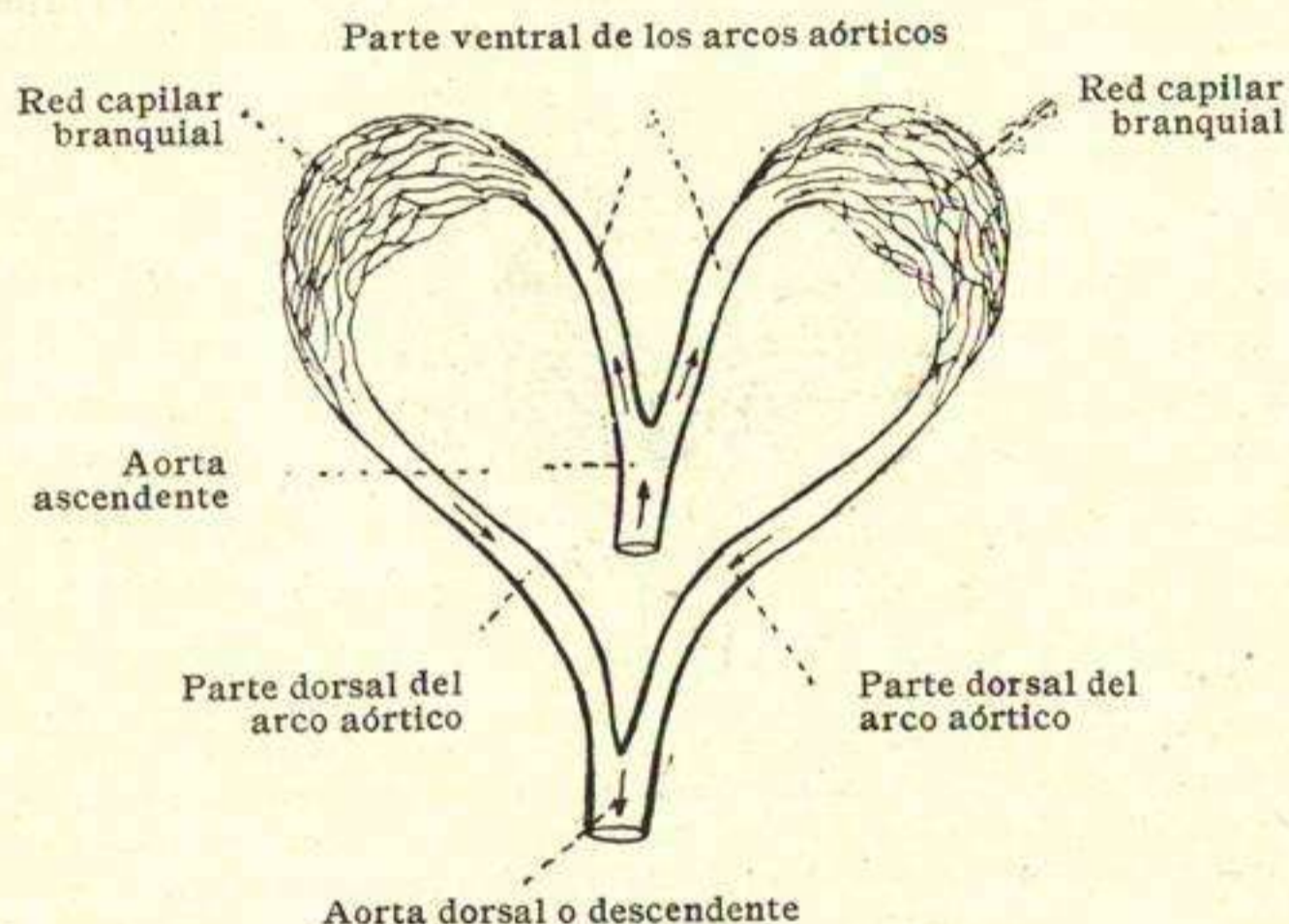


Fig. 303. Esquema para hacer ver que el arco aórtico branquial se deshace, en la branquia, en una red de vasos y capilares. (Original).

nocerlos. En unos puntos son muy conservativos; en otros se deshacen. Para dar una idea de estos cambios y de sus resultados, nos podremos servir de un esquema (fig. 304).

El primer arco pierde la porción que une las dos carótidas emanadas de él: de modo que la carótida externa arranca ahora de más abajo, lo mismo que la interna. El segundo arco desaparece. El tercero se conserva, a excepción de la parte que le une al cuarto arco, la cual se deshace. Con esto, el tercer arco se continúa hacia delante (cefálicamente) con la carótida interna. Pero los arcos que están sujetos a mayores metamorfosis, son el cuarto y último o sexto, si se forman seis. Para entender mejor sus cambios, advertimos, ante todo, que estos arcos son los más próximos al corazón, después de desaparecer el quinto, si llegó a existir. De aquí que, al dividirse el tronco arterioso por el tabique longitudinal en dos conductos, según vimos arriba (n. 202), uno de estos dos conductos se continúa con el

cuarto arco y con el sexto, el otro. Este arranca del ventrículo derecho, y del ventrículo izquierdo aquél. Con esto se ha iniciado el proceso de una doble circulación. Se ha iniciado, decimos; porque de momento, aunque al salir la sangre del corazón durante este estadio sigue dos caminos; con todo, como los arcos dichos se juntan, al principio, hacia atrás en la aorta común (fig. 304), vuelve a juntarse en ella la sangre que se había separado a la salida del corazón, salvo una determinada parte que se va a irrigar la cabeza y extremidades su-

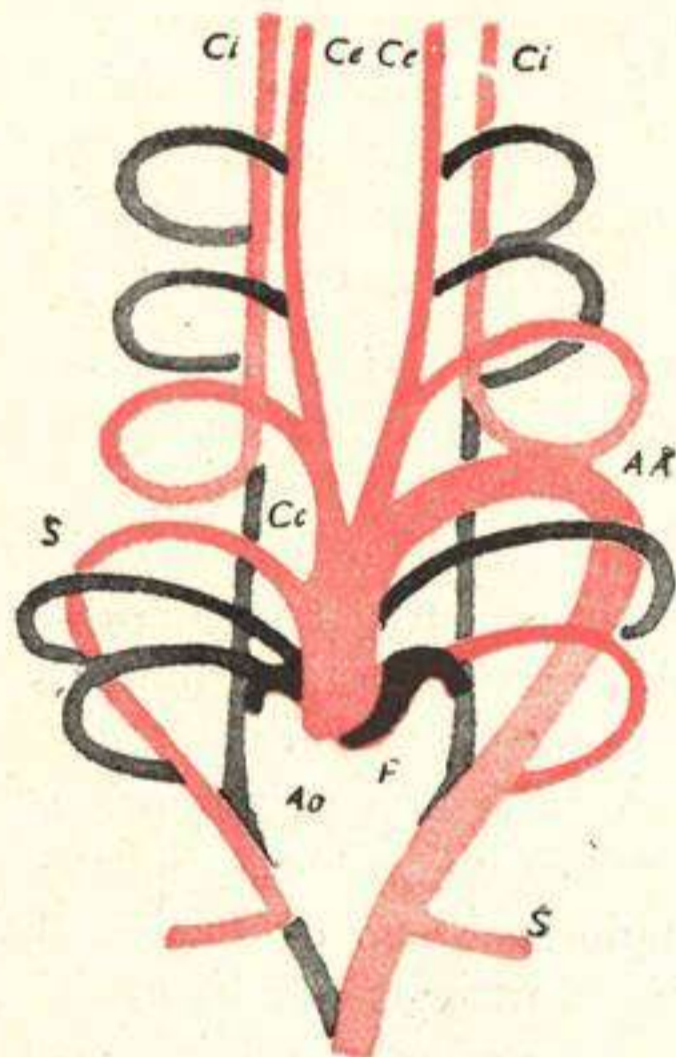


Fig. 304. Esquema para explicar las transformaciones que sufren los arcos aórticos. Las porciones en gris son las que desaparecen o se deshacen, a medida que avanza el desarrollo del embrión. Las porciones rojas-rosa son las persistentes, constituyendo el sistema de los grandes troncos del sistema aórtico; las rojas-pardas constituyen principalmente el sistema de la arteria pulmonar y persisten, a excepción del arco B, que es el conducto de Botall y que sólo está en actividad durante la vida fetal.—AA, arco aórtico; Ao, aortas primitivas cuyos trayectos grises desaparecen; B, conducto de Botall; P, Arteria pulmonar; S, Subclavia; Cc, carótida primitiva; Ce, carótida externa; Ci, carótida interna. (Esquema de Hochstetter, cotizado en el Atlas de Embriología de Gurwitsen, traducido por Pou Orfila.

periores, y otra pequeña parte que ha ido a los pulmones por ramas laterales del último arco.

Ulteriores cambios convierten en definitiva la doble circulación, tan prematuramente iniciada. En efecto; el cuarto arco se convertirá en el cayado de la aorta, en el lado izquierdo, y en la arteria subclavia en el derecho, después de haber perdido aquí (en la derecha) este cuarto arco la comunicación con la aorta común o descendente (fig. 304, S, a la izquierda mirando la figura). Por otra parte, creciendo mucho el arco izquierdo aparece en seguida como un gran tronco encorvado que arranca del corazón por un extremo: el cuarto arco de la derecha aparece como si fuese una gruesa rama nacida del

cayado de la aorta, y como si de la dicha rama naciese a su vez hacia arriba una rama secundaria que es la carótida primitiva derecha (esto no aparece claro en la figura 304, pues corresponde a un estadio ulterior), que se divide pronto en las dos carótidas, interna y externa. El cuarto arco derecho, pues, constituye, al separarse del opuesto, un tronco que ha recibido el nombre de *arteria anónima braquiocefálica* y también *tronco braquiocefálico*. En el lado izquierdo arranca del cuarto arco hacia arriba la carótida común izquierda, dividiéndose luego en dos, en la interna y en la externa, como se divide en el lado derecho. La subclavia izquierda resulta de una ramificación del mismo cuarto arco (fig. 304, S, a la derecha mirando la figura): en el lado derecho, la ramificación homóloga aparece como la terminación del cuarto arco. De aquí que no tengamos en el lado izquierdo un tronco braquiocefálico, como lo tenemos en el derecho.

Cuanto al último arco, hay que tener en cuenta las siguientes metamorfosis, cuyo objeto es la producción de la circulación pulmonar. El arco pierde en el lado derecho su comunicación con la aorta común o descendente (fig. 304); pero se conservan las ramas que había echado hacia los pulmones, cuyo tronco constituye la rama derecha de la arteria pulmonar. El arco izquierdo ha echado también, en su mismo lado, sus ramas hacia los pulmones, cuyo tronco de unión es la rama izquierda de la arteria pulmonar. Además, en el lado izquierdo conserva el arco su unión con la aorta descendente. Esta comunicación es el llamado *conducto de Botall* (fig. 304, B), y persiste durante toda la vida intrauterina: por su medio se mezcla siempre la sangre que proviene del ventrículo izquierdo con la que proviene del ventrículo derecho. Notemos que, en todo caso, existe ya una doble circulación desde el momento en que de la arteria pulmonar y, por consiguiente, del ventrículo derecho, va sangre a los pulmones, y de aquí vuelve por las venas pulmonares al corazón, esto es, a la aurícula izquierda. Esta segunda circulación será perfecta, cuando al nacer el fruto, se dilaten los pulmones por la entrada del aire atmosférico; con lo cual la afluencia de sangre hacia allí, es muy grande: se desarrollan extraordinariamente los vasos y capilares del sistema pulmonar, mientras que por la misma razón deja de pasar sangre por el conducto de Botall, el cual se transforma en una tira de tejido conjuntivo.

212. Asimetría del aparato circulatorio arterial.

— En conclusión, tenemos que en el hombre y demás mamíferos (en otros amnióticos los cambios son bastante diferentes) los arcos primitivos han ido poco a poco sufriendo cambios tan profundos que no queda más vestigio de ellos que las curvaturas de los grandes vasos, *cayado de la aorta*, y la curvatura inicial de las dos ramas de la arteria pulmonar. Una de las consecuencias que llevan consigo esas metamorfosis es que la simetría inicial ha desaparecido por completo: los

vasos del lado izquierdo se han llevado la mejor parte, y están destinados a irrigar no sólo la región de la cabeza, cuello, tórax y extremidad superior de este lado, sino también todo el abdomen y las extremidades inferiores; los vasos de la derecha, por el contrario, sólo irrigan la parte correspondiente de la cabeza, cuello, tórax y extremidad superior derecha.

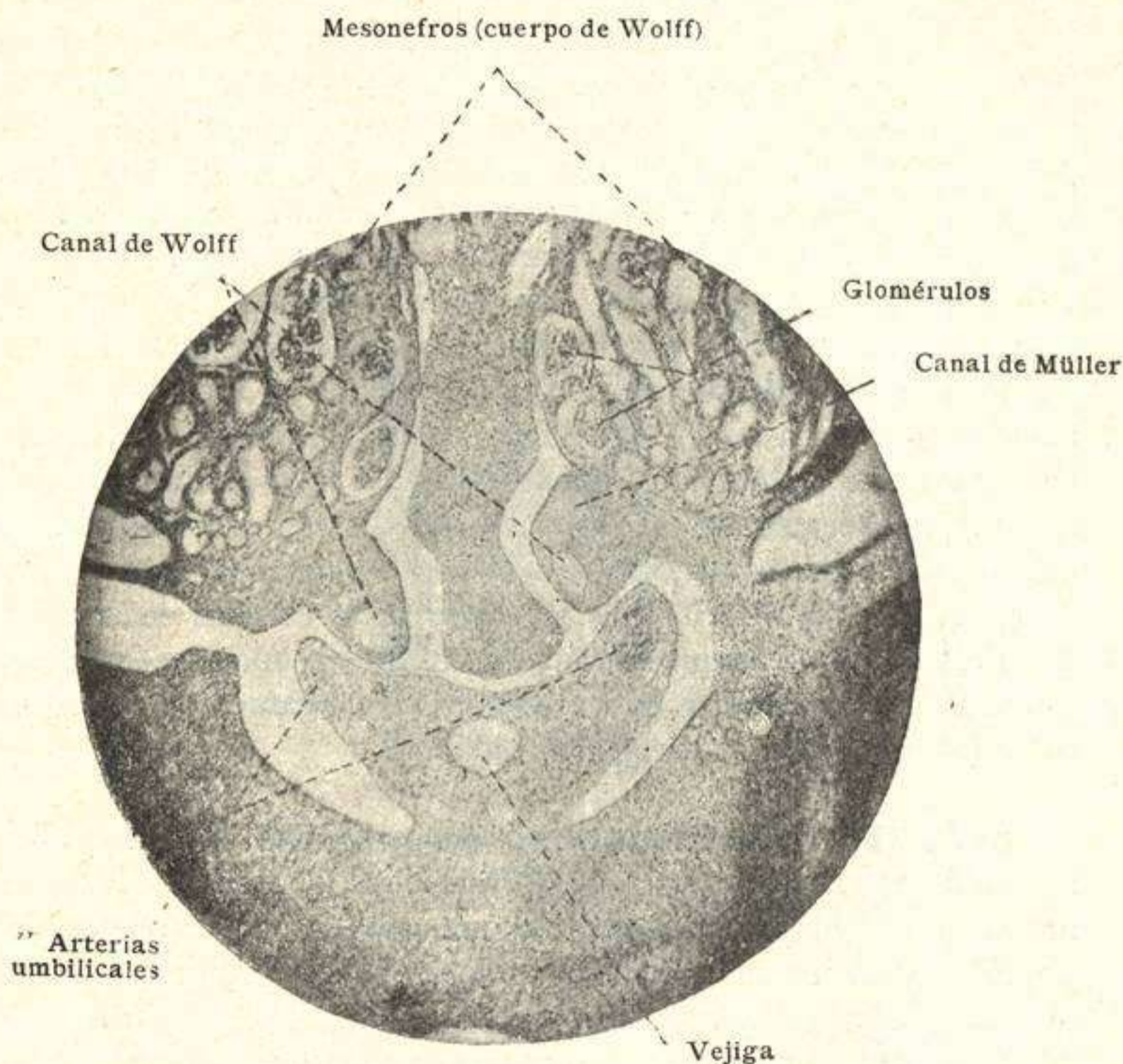


Fig. 305. Corte transversal de un embrión de conejo de 15^o días, pasando por debajo del hígado. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

213. Desplazamiento de los grandes troncos vasculares. — Los grandes vasos arteriales, lo mismo que los venosos, de que trataremos luégo, sufren paulatinamente un desplazamiento; de suerte que, apareciendo en la región del cuello, bajan luégo hasta la cavidad torácica, donde permanecen definitivamente. Este hecho explica cierto fenómeno, a primera vista inexplicable, respecto del recorrido del nervio *laríngeo inferior* o *recurrente*. Este nervio se desprende del vago a la altura de la laringe, y al tiempo de su formación abraza el cuarto arco arterial, antes de distribuirse por la región faríngea. Pero como los arcos o las formaciones, de ellos derivadas, descienden, según acabamos de decir, obligan al mencionado nervio que abraza dichos arcos, a formar una larga asa con dos ra-

males, uno descendente que es el del origen del nervio, y otro ascendente, que es el terminal.

214. Arterias de la aorta descendente. — La aorta común es definitivamente la aorta descendente; la cual va dando en su recorrido varias arterias; las *torácicas* en la región de este nombre; el *tronco celiaco* a la altura del estómago; la *mesentérica superior* y la *inferior* que son impares, y no lejos de su terminación las ya mencionadas arterias *umbilicales*. Estas últimas arterias recorren primero la pared dorsal; de aquí pasan a las paredes laterales de la pelvis para alcanzar la pared anterior o ventral y acompañar la alantoides (fig. 305) y constituir las dos arterias del cordón umbilical, al cual integran, yendo, finalmente, a la placenta. En su origen se forman otras dos arterias, llamadas *ilíacas*, una interna, llamada también *hipogástrica*, que va a irrigar los órganos de la pelvis, y otra externa que, yendo a la extremidad inferior, se convierte en femoral, etc. El remate mismo de la aorta viene representado por una delgada arteria, llamada *sacral media*. Esto durante la vida intrauterina. Después del nacimiento, se atrofian las arterias umbilicales, a excepción del pequeño tronco de origen, llamado *ilíaca común*, que se divide en las dos mencionadas arterias ilíacas: lo restante de ellas se convierte en dos tiras conjuntivas que acompañan al *uraco*, una a cada lado, y son conocidas en Anatomía con el nombre de ligamentos *vésico-umbilicales laterales*, que se dirigen al ombligo.

215. Indicación sobre anomalías. — La aparición de los arcos arteriales y las transformaciones que sufren, explican las múltiples variedades y anomalías que pueden ocurrir en los troncos subaórticos, tanto en el hombre como en la serie animal, y cuyas formas se pueden ver en los libros de Anatomía. Aquí nos basta llamar la atención sobre su origen: pues es cosa fácil de comprender que cualquier perturbación en la marcha normal de la aparición y metamorfosis de estos arcos, llevará como inmediata consecuencia una disposición de los vasos distinta de la normal o más ordinaria y regular. La causa perturbadora de la marcha normal no es preciso que sea siempre de orden mecánico. Los factores perturbantes quizás sean, tanto aquí como en otros casos, de orden más bien físico-químico, provocando fenómenos de irritabilidad extravagante, cuyos efectos serían la desviación de las formaciones.

VI. Sistema venoso

216. Orientación general. — En el artículo precedente hemos estudiado la formación y metamorfosis de los tubos o con-

ductos que parten del corazón, esto es, los tubos o conductos que llevan la sangre del corazón afuera; y que en conjunto componen el sistema arterial; en éste, nos ocuparemos de los que terminan en él o, lo que es lo mismo, de los que llevan la sangre hacia el corazón. Las metamorfosis son aquí tan profundas e interesantes como en el sistema arterial. Al principio, los grandes vasos venosos son pares y simétricos, como lo eran los arcos arteriales, ántes descritos, tanto en el mismo cuerpo embrionario, como en sus dependencias, saco vitelino, alantoides y placenta. Cuanto a los del cuerpo embrionario mismo, los vasos venosos principales son: las dos venas *yugulares* (fig. 306, cs), que vienen de la región cefálica y corren en la pared por encima de los arcos faríngeos y se juntan con las venas *cardinales* (fig. 306, ci),

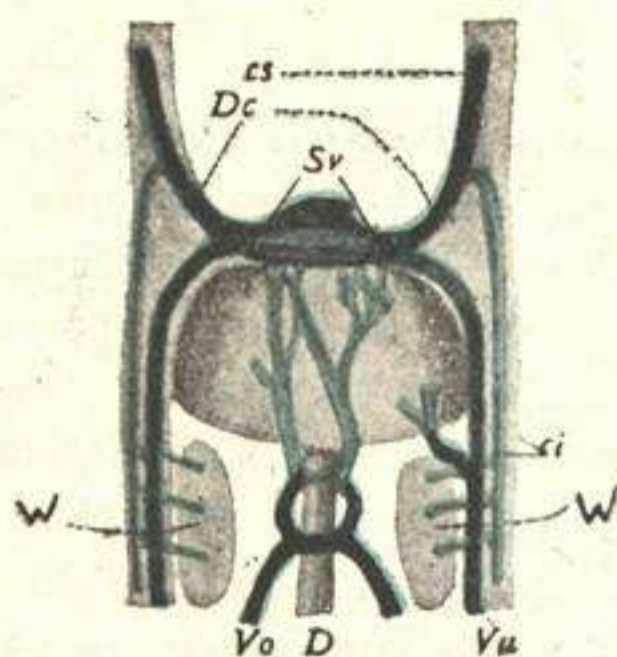


Fig. 306. Esquema de Hochstetter para ver la disposición primitiva del sistema venoso en los embriones de mamíferos.—D, tubo digestivo (intestino); Vo, vena onfalomesentérica (par); Vu, vena umbilical (par), en la izquierda aparece un vástago que va a unirla a la onfalomesentérica y asumirá después dentro del hígado toda la corriente; W, cuerpo de Wolff; ci, vena cardinal posterior o inferior (par); ce, vena yugular (cardinal anterior o superior) (par); Dc, conducto de Cuvier; Sv, seno venoso. (Figura cctizada en el Atlas de Gurwitsch, traducido por Pou Orfila).

que vienen de la región caudal y recogen la sangre de los mesonefros (fig. 306, W). Las primeras también se llaman *cardinales anteriores*, y *cardinales posteriores* las últimas, como en los peces. El tronco que resulta de la confluencia de las yugulares con las venas cardinales recibe el nombre de *conducto de Cuvier* (fig. 306, Dc). Los *conductos de Cuvier* corren algo al sesgo dorso-ventralmente en la pared lateral, yendo hacia el septo transversal para desembocar en el seno venoso, que no nos es del todo desconocido; así como éste desemboca en la cavidad auricular derecha.

Pero los conductos de Cuvier no son los únicos vasos que se abren en el seno venoso; allí van a parar asimismo las venas ónfalo-mesentéricas, provenientes del saco vitelino, que son al principio los vasos venosos de mayor grosor, y corren a los lados del duodeno y del estó-

mago, contrayendo luégo anastómosis, y de allí se dirigen también al septo transverso, donde se halla el seno venoso del corazón que recoge toda la sangre. Por el estilo, van al seno venoso las venas umbilicales, que son igualmente dos y corren, después de entrar en el cuerpo embrionario, en la pared ventral, una a cada lado, hacia el septo transverso y al seno venoso. Finalmente, se forma a la derecha de la aorta y entre los mesonefros un vaso venoso único, impar desde un principio (fig. 307, ci), el cual, muy insignificante en su aparición, acaba por recoger toda la sangre de la parte inferior, y desemboca asimismo en el seno venoso o, mejor, en la terminación de la vena vitelina. Estas son las principales venas y su curso en los primeros estadios evolutivos, aun ántes de la constitución definitiva del corazón. Veamos ahora los múltiples cambios que sufre el sistema, para llegar al estado definitivo.

217. Cambios en el seno venoso y formación de venas cavas. — Para dar una idea exacta de los numerosos e importantes cambios en el sistema venoso, comencemos por la transformación del mismo seno venoso, a donde, como está dicho, van a parar mediata o inmediatamente todos los troncos venosos, a excepción de la vena pulmonar que, como ya vimos, tiene distinto destino. En los primeros estadios, pues, ninguna vena desemboca *directamente* en la aurícula. Más tarde desembocan directamente en ella, no por otra causa que porque el seno venoso es absorbido también, según se dijo, por la misma aurícula, a la cual definitivamente integra, formando su porción membranosa. Con esto los conductos de Cuvier que, como está dicho, recogen la sangre de las venas yugulares y de las cardinales, ya no desembocan en el seno venoso, dado que éste, como tal, ha desaparecido, sino en la aurícula, y forman de momento dos cavas superiores; y en esta forma doble se encuentra la cava en reptiles, aves y muchos mamíferos. En otros mamíferos, en cambio, y sobre todo en el hombre, el estadio de doble cava superior es transitorio. Para entender mejor los cambios, tengamos presente que las venas yugulares son troncos muy notables y, recogiendo más abajo la sangre de la subclavia que viene de los miembros superiores en formación, se convierte en un tronco venoso muy grande (fig. 307, j), que parece la continuación del conducto de Cuvier. El gran calibre y desarrollo de estos dos troncos venosos se comprende en seguida, si se tienen en cuenta dos circunstancias: primero, el que la cabeza o región anterior del embrión es relativamente mucho mayor que la posterior, a causa del gran desarrollo de la masa encefálica: lo cual hace que la cantidad de sangre que pasa por dichos troncos haya de ser por precisión también muy grande. Además, las venas cardinales van perdiendo importancia, a medida que se desarrolla la vena cava inferior, de que pronto nos ocuparemos. De manera que, comparando la parte inferior

del cuerpo del embrión con la superior, se nota en este tiempo un gran predominio de ésta sobre aquélla.

También se observa pronto un predominio de la parte derecha sobre la izquierda en el desarrollo del sistema venoso, máxime en la región superior; así como, por el contrario, encontramos en el sistema arterial un predominio del lado izquierdo sobre el derecho. Cuanto al sistema venoso y refiriéndonos a la parte superior, el predominio es

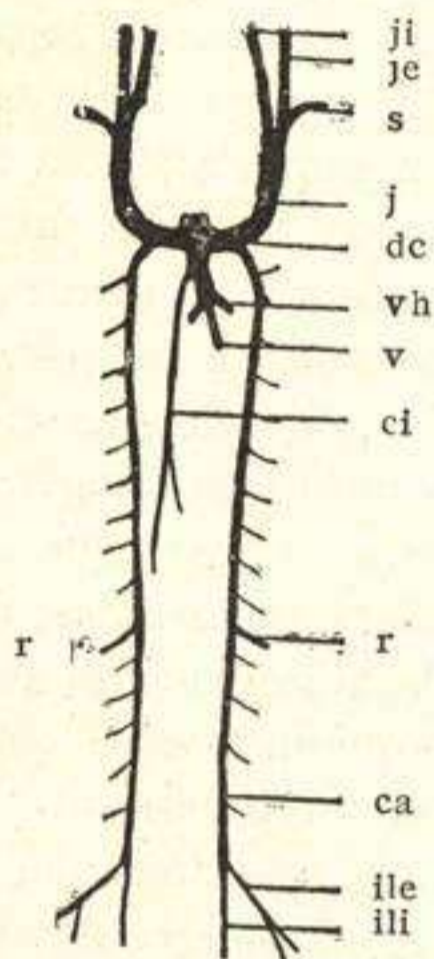


Fig. 307. Esquema de O. Hertwig para explicar el estado primitivo del sistema venoso de los mamíferos.—ji; yugular interna; je, yugular externa; s, subclavia; j, yugular común (cardinal anterior o superior); dc, conducto de Cuvier; vh, vena hepática revehente; v, vena umbilical; ci, vena cava inferior; r-r, renales; ca, cardinal posterior (inferior); ile, ilíaca externa; ili, ilíaca interna.

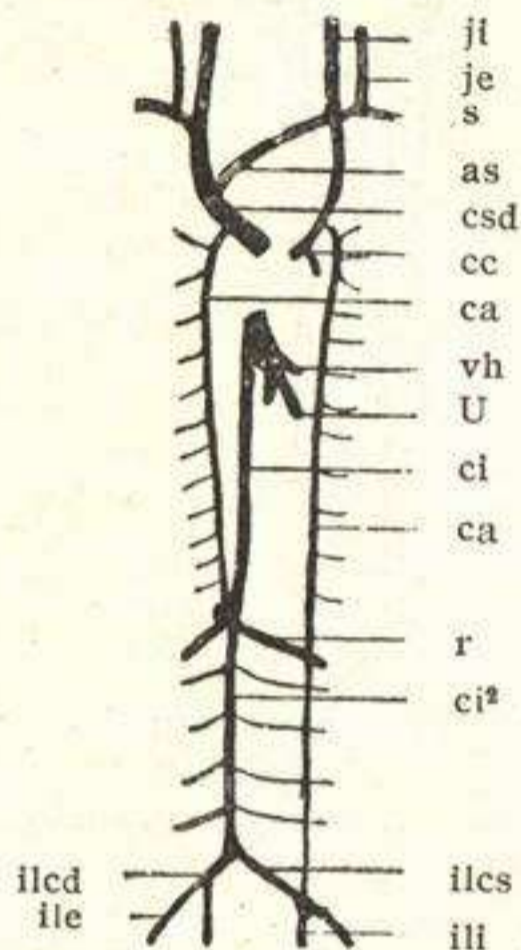


Fig. 308. Esquema del mismo autor para un estadio más avanzado con las complicaciones consiguientes.—je, yugular externa; ji, yugular interna; s, subclavia; as, vena anónima izquierda (anastomosis de la cava superior derecha con la izquierda); csd, cava superior derecha; cc, vena coronaria del corazón; ca, venas cardinales posteriores (inferiores); vh, vena hepática revehente; U, vena umbilical; ci, vena cava inferior en su porción de formación independiente; ci², vena cava inferior en su porción preformada por la cardinal derecha; r, vena renal; ilcd, ilíaca primitiva derecha; ilcs, ilíaca primitiva izquierda; ile, ilíaca externa; ili, ilíaca interna

debido a una circunstancia que favorece mucho la parte derecha y menos la izquierda, y es que la *cava superior izquierda*, que así llamamos al tronco braquiocefálico después de recoger igualmente la vena cardinal inferior respectiva, en su paso hacia la aurícula derecha, tiene que correr algo al sesgo, pasando del lado izquierdo al derecho; mientras que la cava derecha no, sino que casi verticalmente entra en el corazón. Así se comprende que vaya adquiriendo esta última cava predominio sobre la otra. Pero no está aquí todo. La cava superior derecha contrae una anastomosis (fig. 308, as) con la cava izquierda, poco antes de su término; anastomosis que, partiendo del punto de unión

de las yugulares con la subclavia izquierda, va a encontrar, describiendo un arco más o menos perfecto, la cava derecha por un punto, algo más abajo de la confluencia de las yugulares y subclavia derecha. Esta anastómosis se hace cada vez mayor por afluir hacia ella la sangre

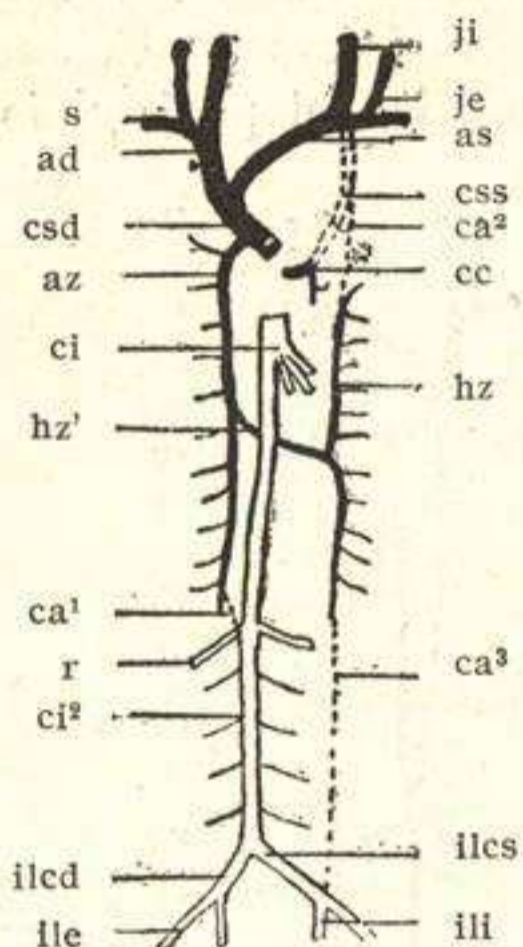


Fig. 309. Esquema del mismo autor representando el estado definitivo.—ji, yugular interna; je, yugular externa; s, subclavia; ad, vena anónima braquio - cefálica derecha; as, vena anónima braquio - cefálica izquierda; csd, vena cava superior derecha; css, pedazo deshecho de la cava superior izquierda; ca¹, ca², ca³, trayectos en que se ha deshecho la vena cardinal (posterior), perdiendo en ca², la unión con la vena cava superior izquierda que también se ha deshecho en este punto); cc, vena coronaria del corazón; r, vena renal; ci, vena cava inferior (región de formación independiente); ci², porción de la misma preformada por la cardinal posterior derecha; az, vena ázigos; hz, vena hemiazigos; hz', anastomosis de la vena hemiazigos con la ázigos; ilcd, ilíaca primitiva derecha; ilcs, ilíaca primitiva izquierda, ile, ilíaca externa; ili, ilíaca interna. (Los tres esquemas son del libro: Die Elemente etc. de O. Hertwig).

del lado izquierdo, al paso que la porción terminal de la cava izquierda se reduce cada vez más, no sólo por razón de que la anastomosis desvía en gran parte la sangre, llevándola directamente a la cava derecha, sino también, porque las venas cardinales, cuya sangre recogen las cavas superiores, pierden importancia, a medida que se desarrolla la vena cava inferior. En estadios más avanzados se atrofia completamente la porción de cava superior izquierda que se extiende desde el punto de origen de la mencionada anastomosis que une las dos cavas, hasta poco antes de desembocar en la aurícula (fig. 309, css). La última porción, por el contrario, que yace en el surco coronario con su desembocadura en la aurícula, se conserva y recoge la sangre de las venillas y venas que recubren el mismo corazón: y se conoce en Anatomía con el nombre de vena *coronaria* (figs. 308 y 309, cc). Su desembocadura directa en la aurícula representa el residuo de la vena cava superior derecha y posee una válvula, llamada de Tebesio; porque la desembocadura cae bastante hacia abajo dentro de la aurícula.

Terminados todos estos cambios, tenemos que la cava superior derecha es la única encargada de recoger toda la sangre de la cabeza, del cuello y

de las extremidades superiores, y juntamente la de la región torácica, excepción hecha, como está dicho, de la del mismo corazón. Las venillas y venas de la región torácica, se reúnen en las dos *venas ázigos* (fig. 309, az, hz) que, como pronto veremos, son el residuo de las dos venas cardinales transformadas. Con esto ha desaparecido por completo la simetría primitiva del sistema venoso en la mitad superior.

Viniendo ahora a la mitad inferior del cuerpo, hallaremos cambios no menos notables en el sistema venoso que nos ocupa.

La disposición primitiva ya la conocemos: dos venas cardinales, simétricas, como en el estado definitivo de peces, recogen la sangre del mesonefros, de las hipogástricas (ilíacas internas) (fig. 307, ili); de las ilíacas externas (fig. 307, ile), y las crurales que son la continuación de éstas, y la llevan al conducto de Cuvier. Durante este primer tiempo, pues, reina perfecta simetría. Esta desaparece pronto, merced a la formación del sistema de la vena cava inferior.

Da principio a este sistema la aparición, a la derecha de la aorta, de una vena impar (fig. 307, ci), ya indicada más arriba, que será definitivamente la *cava inferior*. Se origina de la porción terminal de la vena vitelina y crece hacia abajo y hacia la vena cardinal derecha, a la cual toca en la región de la vena renal (fig. 307, r) y allí se anastomosa o fusiona con ella: de modo que en este estadio se convierte la vena cava inferior en un tronco ya notable, constituido por dos porciones: una superior (de la vena renal al corazón) de origen independiente (fig. 307, ci); y otra inferior (de la vena renal a las ilíacas), preexistente como parte inferior de la vena cardinal derecha (fig. 307, ci²). Además, a la misma altura, en que la vena cava inferior se ha anastomosado con la vena cardinal, ha contraído nueva anastomosis con la cardinal izquierda (fig. 308, r). De modo que a partir de la región renal, la cava inferior parece dividirse en dos ramas que bajan paralelas hasta la pelvis. Y si la Anatomía registra casos (raros) de semejante disposición en el sistema venoso, no hay que atribuirlo más que a una inhibición de la marcha evolutiva, que deja al organismo en este estadio.

Pero lo ordinario y normal es que la cava inferior experimente un extraordinario desarrollo, transformándose en el gran vaso venoso de la mitad inferior del cuerpo, recogiendo y llevando al corazón toda la sangre de la mitad inferior del cuerpo y de sus extremidades. El desarrollo se explica fácilmente, si se tiene presente que este gran vaso venoso está en las mejores condiciones, para llevar la sangre al corazón; pues cae más hacia la derecha y por lo mismo su curso es más recto para ir a la aurícula derecha; al paso que las venas cardinales posteriores (inferiores) han de subir hasta las venas yugulares o cardinales anteriores (superiores) y torcer más o menos su camino para desembocar en ellas. Esto por un lado; por otro, la cava inferior ha producido, poco antes de su bifurcación en la ilíacas, una anastomosis que va al otro lado para recoger la sangre de las ilíacas de aquel lado (fig. 308, ilcs).

Esto supuesto, está el camino muy expedito para entender los demás cambios. Ante todo, es de fácil comprensión que las venas cardinales se atrofien y desaparezcan en gran parte o en algunos trayectos: primero, porque los mesonefros que irrigan, se atrofian y des-

aparecen; y, en segundo lugar, porque la vena cava inferior, recibiendo tanta sangre, por fuerza ha de aumentar extraordinariamente su volumen. Por esta causa, de la vena cardinal izquierda desaparece todo el trayecto que va desde la región renal a la ilíaca primitiva (fig. 309, ca³). Pero también desaparece la porción de su parte superior, que la unía a la cava superior izquierda (fig. 309, ca²), sin duda por razón de la dificultad de subir la sangre hacia arriba. Queda, no obstante, de esta vena cardinal izquierda la porción torácica, cuya sangre no va como hasta entonces a la cava superior izquierda, ya que en este trayecto está ésta atrofiada (fig. 309, css); ni tampoco a la cava inferior, sino que contrayendo, delante de la columna vertebral y detrás de la aorta, una anastómosis con la vena cardinal derecha (fig. 309, hz'), lleva a ésta la sangre. Esta vena cardinal derecha ha sido algo más afortunada y ha conservado no sólo la parte torácica, sino también su unión con la cava superior, donde desemboca (fig. 307, az). Así, pues, tenemos en la región torácica izquierda una vena, residuo de la cardinal, que se llama vena *hemiázigos* (fig. 309, hz) y es afluente del residuo de la vena cardinal derecha, que se llama en adelante vena *ázigos* (fig. 309, az), la cual, como está indicado, desemboca en la vena cava superior.

Por lo dicho se ve confirmado lo que ya habíamos dicho, que la simetría primitiva del sistema venoso desaparece por completo, tanto en la mitad superior del cuerpo, como en la inferior, llevándose la mejor parte el lado derecho, como el izquierdo se la lleva en el sistema arterial.

218. Aparato circulatorio hepático y sus cambios ontogénicos. — Para terminar la ontogénesis del aparato circulatorio, réstanos decir algo de la circulación en el hígado. El hígado, así como es la glándula mayor de nuestro organismo, así es una de las más precoces en la formación. Estudiamos en su propio lugar (ns. 36 y sigs.) su ontogénesis: allí dijimos que la red de tiras hepáticas huecas o sólidas tenían las mallas ocupadas por vasos, los cuales formaban una riquísima red (fig. 47); de manera que el conjunto venía a resultar una doble red, de la que la una era como el negativo de la otra y viceversa. La razón de tanta sangre es la rapidez y extensión del crecimiento del hígado. Ahora se pregunta: ¿de dónde viene esta sangre? o ¿qué fuentes son las que ceban el hígado?—Las fuentes son diversas, según los distintos estadios evolutivos. La primera fuente la encontramos en las venas ónfalomesentéricas que son las más importantes al principio. Estas venas son primitivamente dos (fig. 306, Vo) y vienen del saco vitelino. En entrando en el cuerpo, corren a lo largo del intestino, en la región del duodeno y estómago, una a cada lado. En el duodeno contraen dos anastómosis, muy próximas entre sí o contiguas: ambas anastómosis son en forma de anillo (fig. 310, A),

abrazando el duodeno. De estos dos anillos, pierde después el posterior el arco o ramal derecho; y el arco o ramal izquierdo, el anterior, según ha demostrado His. De aquí resulta que a partir de este punto para adelante, la vena ónfalomesentérica es única y rodea en espiral el duodeno (fig. 310, parte negra de los anillos), recogiendo en la región del páncreas la vena mesentérica y continuándose hasta el seno venoso.

Pero como en la región del duodeno y en el mismo mesenterio ventral se ha originado el hígado y su masa, creciendo en él y aumentando en grandes proporciones, la vena ónfalomesentérica le envía ramificaciones, llamadas venas hepáticas *advehentes* (fig. 310, Va),

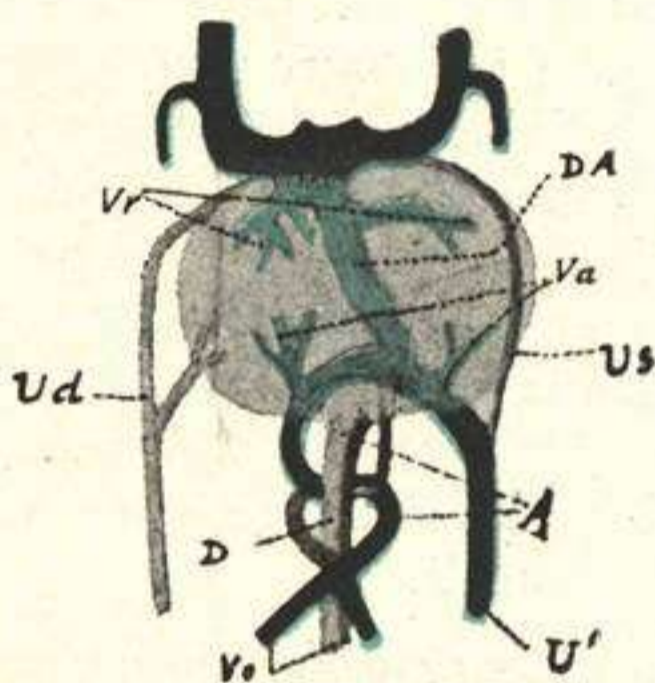


Fig. 310. Esquema de Hochstetter para explicar las transformaciones del sistema venoso en la región del hígado.—A, doble anillo de la vena ónfalo-mesentérica al rededor del duodeno; Vo, venas ónfalo-mesentéricas; D, duodeno; Ud, vena umbilical derecha atrofiada; Us, vena umbilical izquierda; U', tronco de la vena umbilical derecha en plena actividad, que entra en el hígado; Va, venas aferentes (advehentes) del hígado; Vr, venas eferentes (reverentes); DA, conducto venoso de Arancio. (Del Atlas d'Embriología de Gurwitsch, traducido por Pou Orfila).

las cuales se resuelven en el interior del hígado en una red capilar que, convirtiéndose en venillas y venas, cada vez mayores, forman las venas *hepáticas revehentes* (fig. 310, Vr); las cuales, saliendo por el dorso del hígado, van a la porción terminal de la vena ónfalomesentérica y por su medio al seno venoso. Notemos de pasada que el tramo de la vena ónfalomesentérica, que va directamente al seno venoso, se atrofia, y toda la sangre ha de pasar por el hígado.

En los primeros estadios evolutivos basta esta fuente sanguínea. Pero como avanzando la evolución, disminuye mucho, por un lado, el contingente de esta fuente por agotarse el saco vitelino, y, por otro, el hígado se hace cada vez más voluminoso, no le basta la sangre que le puede suministrar la vena ónfalomesentérica y tiene que buscar otro manantial. Este otro manantial es la vena umbilical. Expliquemos el proceso.

Las venas umbilicales son al principio, según dijimos, asimismo dos y simétricas (figs. 306, Vu; 310, Ud, Us): viniendo de la placenta y entrando en el cuerpo, corren por la pared ventral, donde recogen algunos vasos y van por encima del hígado al seno venoso. Por consiguiente, durante este primer período su curso es muy distinto del que encontramos después, cuando la parte terminal de la *única vena umbilical* aparece situada en la parte inferior del hígado. ¿De dónde el cambio?—He aquí como lo explica His. De las dos venas umbilicales, la derecha (fig. 310, Ud) se atrofia y desaparece en parte, y si queda algún residuo, es formando alguna vena de la cubierta abdominal: la izquierda, en cambio, echa vástagos laterales, al pasar por el septo transversal, anastomosándose con venas vecinas. Uno de estos vástagos va a encontrar la región anular de la vena ónfalo-mesentérica por debajo del hígado: se fusiona con ella y con ella envía sangre al hígado por las venas *advehentes*. Procediendo la evolución, la parte *directa* de la vena umbilical (ya única por el atrofiamiento de la derecha), esto es, la parte que llevaba la sangre *directamente* al seno venoso (fig. 310, Us), se atrofia; y la anastómosis, formada debajo del hígado para unirse a la vena vitelina u ónfalo-mesentérica, se convierte en vía principal, y la sangre de la placenta pasa toda, por algún tiempo, por el hígado a una con la de la vena vitelina. No existe aún el *conducto venoso de Arancio*.

El conducto venoso que acabamos de mentar (fig. 310, DA), está destinado a llevar directamente parte de la sangre de la vena umbilical a la vena cava, y toma cada vez mayor cuerpo. El origen de este conducto es una anastómosis de la vena umbilical con la vena cava; anastómosis que está aposentada en el surco sagital izquierdo de la cara inferior del hígado. La razón de este canal directo se ha de buscar en el crecimiento general, así del cuerpo del embrión como de la placenta, de la cual viene tanta sangre que el hígado no la puede recibir toda, y, por lo mismo, parte de ella ha de ir directamente al corazón, respectivamente a la cava inferior. La sangre, pues, que viene de la placenta, se divide en dos corrientes, al llegar a la puerta del hígado: una de estas corrientes entra dentro de la glándula misma por las venas *advehentes* (fig. 310, Va), mezclada con la de la vena ónfalomesentérica; y por las *revehentes* (fig. 310, Vr) va a la cava inferior; y otra va directamente a este gran tronco venoso por el *conducto de Arancio* (fig. 310, DA). Y así continúan las cosas hasta el fin de la vida intrauterina o mientras dura la circulación placentar. Pero en cuanto cesa ésta después del parto, se atrofia tanto la vena umbilical como el conducto de Arancio, convirtiéndose aquélla en una tira de conjuntivo, llamada *ligamento teres del hígado* (*ligamentum teres hepatis*), o por otro nombre, *ligamento hepático umbilical* (*ligamentum hepato-umbilicale*); y éste, en otra tira de lo mismo, conocida con el nombre de *ligamento venoso* (*ligamentum venosum*), ence-

rrado en el surco sagital izquierdo del hígado. La razón del atrofia-
miento de estos vasos es, porque en el parto cesa la circulación pla-
centar y no pasa sangre por la vena umbilical, y, en su consecuencia,
se atrofia ésta en estos trayectos intraabdominales.

Réstanos por ver el estado definitivo de la circulación en el hígado.
Agotada la vena vitelina y terminada la circulación placentar, es
claro que algún otro vaso ha de tomar la función de aquéllos y cebar
la glándula hepática. Esta función asume ahora sólo la vena mesen-
térica que en períodos más jóvenes se había asociado y confluído con
la vena vitelina. La vena mesentérica, con el crecimiento del intestino,
se ha hecho un vaso muy respetable y puede sostener ella sola la circu-

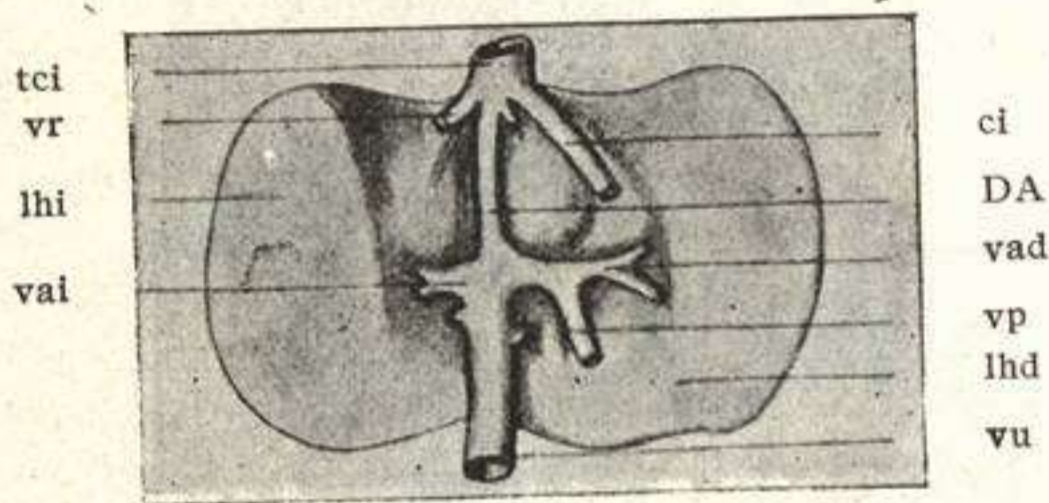


Fig. 311. Hígado de un feto humano de 8 meses, visto por abajo.—lhd, lóbulo hepático derecho; lhi, lóbulo hepático izquierdo; vu, vena umbilical; vp, vena porta; vad, vena advehente derecha; vai, vena advehente izquierda; vr, vena revehente; DA, conducto de Arancio; ci, cava inferior; tci, término de la cava inferior. (Según Gegenbaur. Del libro: Die Elemente der Entwicklungslehre etc. de O. Hertwig).

lación hepática, con el nombre de *vena porta* (fig. 311, vp). La sangre, pues, que viene de los intestinos entra por la vena porta en el hígado y por las venas *advehentes* (fig. 311, vad, vai) se distribuye y deshace en una red capilar, propia de la glándula, y recogiénose luégo por las venas *revehentes* (fig. 311, vr) y supra-hepáticas va a la cava inferior.

219. Circulación intra- y extrauterina. — Para resumir en parte la materia y ver juntamente el camino definitivo de la circulación, al pasar el organismo de la vida intrauterina a la vida extrauterina, estudiemos brevemente la marcha de la sangre en el feto y después del nacimiento. La sangre que por las venas umbilicales viene de la placenta, que es la arterial y buena, entra en el cuerpo por el ombligo (fig. 312) y va al hígado, en cuya entrada o puerta se divide en dos corrientes: una que directamente va a la cava inferior por el conducto venoso de Arancio, donde se mezcla naturalmente con la sangre venosa que viene de las paredes de la mitad inferior del cuerpo y de sus extremidades; la otra corriente de la vena

umbilical entra en el hígado por las venas advehentes, mezclándose con la sangre de la vena mesentérica, y sale por las venas *revehentes* y supra-hepáticas para entrar también en la cava inferior. Esta vena,

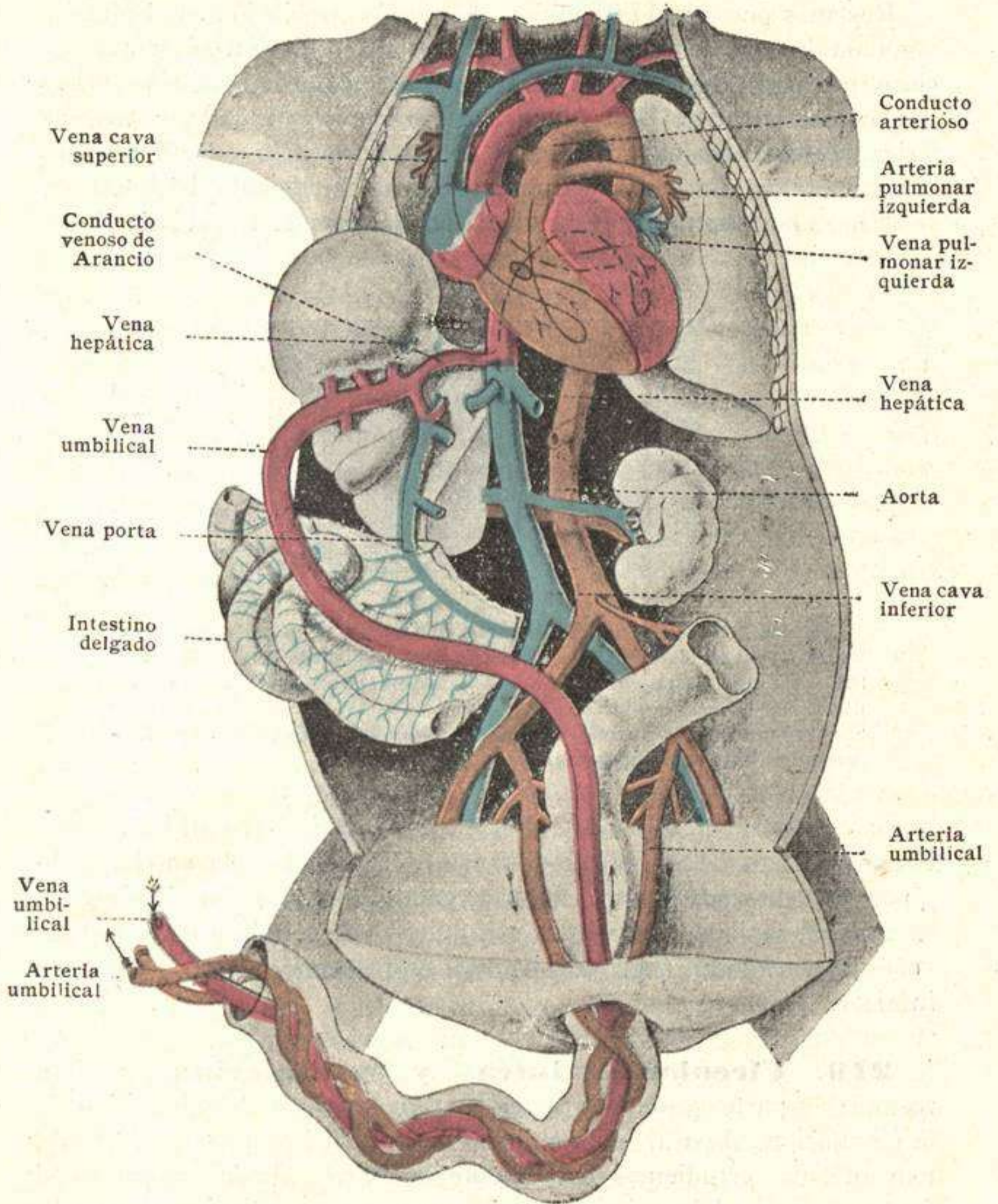


Fig. 312. Circulación en el feto. Según Kollmann. Explicación parte en el texto y parte en la misma figura. (Del Embriologisches Praktikum de A. Opperl).

pues, al llegar al corazón lleva sangre mezclada. Al penetrar en la aurícula derecha, encuentra aquí tal disposición del suelo, acondicionada por la válvula de Eustaquio, que la mayor parte de la sangre se

dirige hacia la aurícula izquierda y penetra en ella por el orificio oval, cuya válvula se abre hacia dentro de dicha aurícula izquierda. La sangre restante de la vena cava inferior se mezcla con la que viene de la cabeza, tórax y miembros superiores, haciéndose fuertemente venosa, y baja al ventrículo derecho: al contraerse éste, es empujada la sangre hacia la arteria pulmonar, y parte de ella va a los pulmones y otra parte por el conducto de Botall (fig. 304, B) a la aorta descendente, donde se mezcla con la sangre que viene del ventrículo izquierdo que es ciertamente más arterial: pues proviene principalmente de la cava inferior que ha recogido la sangre de la vena umbilical. Esta sangre, pues, es llevada y distribuida por todo el cuerpo: la que por las carótidas y subclavias va a la cabeza y extremidades superiores, es algo más arterial que la que se distribuye por la aorta descendente, por no haberse mezclado con la que lleva el conducto de Botall del ventrículo derecho, que, como está dicho, es fuertemente venosa, a la aorta descendente. Esta se ramifica hacia abajo en las dos arterias umbilicales que llevan la sangre de nuevo a la placenta para repetir el círculo descrito.

Esta circulación varía más o menos, según el estado más o menos avanzado del embrión: sobre todo, hacia los últimos meses se suceden cambios, cuyo fin es preparar el camino para el estado definitivo de la circulación extra-uterina. En efecto; a medida que se desarrollan los pulmones, afluye hacia ellos mayor cantidad de sangre; y esto ha de influir forzosamente en la cantidad de este plasma que vaya por otras vías y, en su consecuencia, en la presión que en las cavidades o vasos ejerza. Por de pronto, la presión de la sangre en el ventrículo derecho será menor, ya que la sangre encuentra, al salir por la arteria pulmonar, ancho campo de expansión. Por lo mismo la cantidad de sangre que va por el conducto de Botall a la aorta descendente disminuirá. Por el contrario, aumentará la presión en el corazón izquierdo, al menos a causa de la mayor cantidad de sangre que viene de los pulmones. Así se comprende que se vaya estrechando el conducto de Botall y el orificio oval de la pared interauricular: con lo cual se pronuncia cada vez más la circulación pulmonar y con ella la doble circulación de la sangre que posee el organismo en la vida extra-uterina. Esta circulación doble y perfecta se obtiene a consecuencia del parto. Porque, en penetrando el aire en los pulmones, éstos se dilatan mucho y su sistema vascular adquiere proporciones muy grandes. La cantidad de sangre, pues, que pasa por él, es enorme. Como, por otra parte, ha cesado la venida de la sangre de la placenta, la vena cava inferior lleva menos sangre que antes; lo cual hace que en el corazón derecho disminuya notablemente la presión, y aumente en el izquierdo. La consecuencia de todo esto es que el orificio oval interauricular se cierre; la válvula de este orificio se suelda con el borde del limbo de Vieussen. El conducto de Botall queda sin circulación

y se convierte en el ligamento del mismo nombre. Como resultado de todos esos cambios, tenemos que toda la sangre que entra en la aurícula y ventrículo derecho, traída por la cava superior, inferior y la coronaria del corazón y que es totalmente venosa, es llevada por la arteria pulmonar, única y exclusivamente a los pulmones, donde se hace arterial por la riqueza del oxígeno que allí adquiere, y va por las venas pulmonares a la aurícula y ventrículo izquierdo, para ser conducida por la aorta y repartida a todo el organismo mediante las arterias, arterillas y capilares, hasta que, empobrecida de oxígeno o convertida en venosa, vuelve al corazón derecho por las cavas y la coronaria mencionada para repetir de nuevo el círculo.

VII. Sistema linfático

220. Orientación. — Además del aparato de la circulación sanguínea, existe otro para el movimiento de la linfa, plasma de color blanco, por carecer de *eritrocitos*. Ciertamente que su importancia no es tanta como la de la sangre y su papel fisiológico es subsidiario. El aparato circulatorio de la linfa es de estructura más sencilla y de curso muy irregular. Es fácil confundir, al menos los vasos pequeños y capilares linfáticos con hendiduras más o menos pronunciadas de los tejidos. Pero puede ayudar a distinguirlos la presencia de un endotelio, si bien de curso flexuoso o irregular. Se disputa entre los autores sobre el origen histológico de los capilares linfáticos. Según unos, terminan ciegamente en fondo de saco, debiendo entrar en ellos la linfa por endósmosis; según otros, su extremidad es abierta y la linfa entra directamente en ellos (1). En el trayecto de los vasos linfáticos se hallan emplazados los llamados *ganglios linfáticos* que son fuentes de pequeños leucocitos, que por asociarse a la linfa, han recibido el nombre de *linfocitos*. Pero no son los ganglios linfáticos las únicas fuentes de leucocitos; sino que existen otras, entre las que ocupa el primer lugar, el *bazo*, notable órgano, así por su magnitud como probablemente por su múltiple función. A todos estos órganos comprendemos también en el sistema linfoideo.

221. Vasos linfáticos. — El origen embriológico de los vasos linfáticos es aún poco conocido, para dar sobre él un juicio definitivo y seguro. Los relativamente escasos datos que poseemos, se prestan a varias interpretaciones. Ninguna investigación poseemos sobre el particular en *peces* y *anfibios urodelos*, y las que poseemos en anuros, debidas a Jourdain, no parece que resuelvan la cuestión

(1) Conf. Ph. Stöhr: Lehrbuch der Histologie, p. 120 (1906).

del primer origen de los vasos linfáticos. Tampoco en reptiles se ha investigado el primer origen de los vasos linfáticos. En aves y mamíferos existen más datos. Según Sala (1), los conductos torácicos en el pollo, deberán su origen a tiras u cordones celulares que aparecen a la mitad del octavo día de incubación, que luego se ahuecan y al décimo día están ya formados, habiéndose puesto antes en comunicación con la vena cava superior. La unión de estos conductos con los grandes vasos linfáticos inferiores o abdominales está establecida al duodécimo día. Los corazones linfáticos, *pasajeros* en el pollo, pero de duración en otras aves, se originarían, según dicho autor, por hendiduras del conjuntivo al lado de los miótomos caudales, a la altura de las 5 primeras venas coccígeas.

Más escasos son los datos sobre mamíferos, máxime sobre el primer origen de los vasos linfáticos. La tendencia general, tanto en este como en los demás grupos, es explicar el origen de los vasos que nos ocupan, por hendiduras que se forman en el mesénquima; hendiduras, en cuyas paredes se ordenarían las células para tomar la forma de endotelio.

222. Ganglios (glándulas) linfáticos. — Cuanto al origen de los ganglios linfáticos, los autores parece están más contestes. Se deberían a una trama de vasos linfáticos, en cuyas mallas se meterían trabéculas de conjuntivo, llevando, según Saxer (2), gran riqueza de finísimos vasos linfáticos. A las trabéculas de conjuntivo acompañarían gran cantidad de linfocitos, cuya multiplicación llevaría consigo el que los vasos linfáticos primitivos, invadidos por las trabéculas conjuntivas, fueran como rechazados hacia la parte periférica para formar allí un *seno externo* que rodea el nudo o ganglio linfático. Continuando la multiplicación celular de los elementos libres o linfocitos, se formarían los folículos y todo el cuerpo linfático se redondearía o abovedaría todo alrededor.

223. Bazo. — Terminaremos este corto artículo con el órgano linfoideo más importante, el bazo, sobre cuyo origen se puede decir que hay tantas opiniones como autores. Se han hecho estudios sobre el origen de este órgano en todas las clases de vertebrados, como se puede ver en la gran obra: *Handbuch der Entwicklungslehre*, de O. Hertwig, que tantas veces citamos (Bd. III, T. II, p. 152-156). Pero hay tanta divergencia de pareceres, que para no enredar al discípulo con datos que no poseen la suficiente unidad, nos contentare-

(1) Conf. *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere*. Bd. III, Teil II, p. 150-151 (1906).

(2) Conf. *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere* Bd. III. Teil II, p. 152 (1906).

mos con las siguientes indicaciones: 1.º Hay unidad de pareceres, cuanto al lugar de la aparición del bazo: este lugar es el mesenterio dorsal en la porción del duodeno: allí aparece el primer esbozo de este órgano (fig. 313), junto al páncreas dorsal, algo posterior en tiempo a esta glándula: circunstancia que habrá inclinado a algunos autores a señalarle un origen pancreático. 2.º Se presenta el primer esbozo, generalmente bajo la forma de un pelotón de células debajo

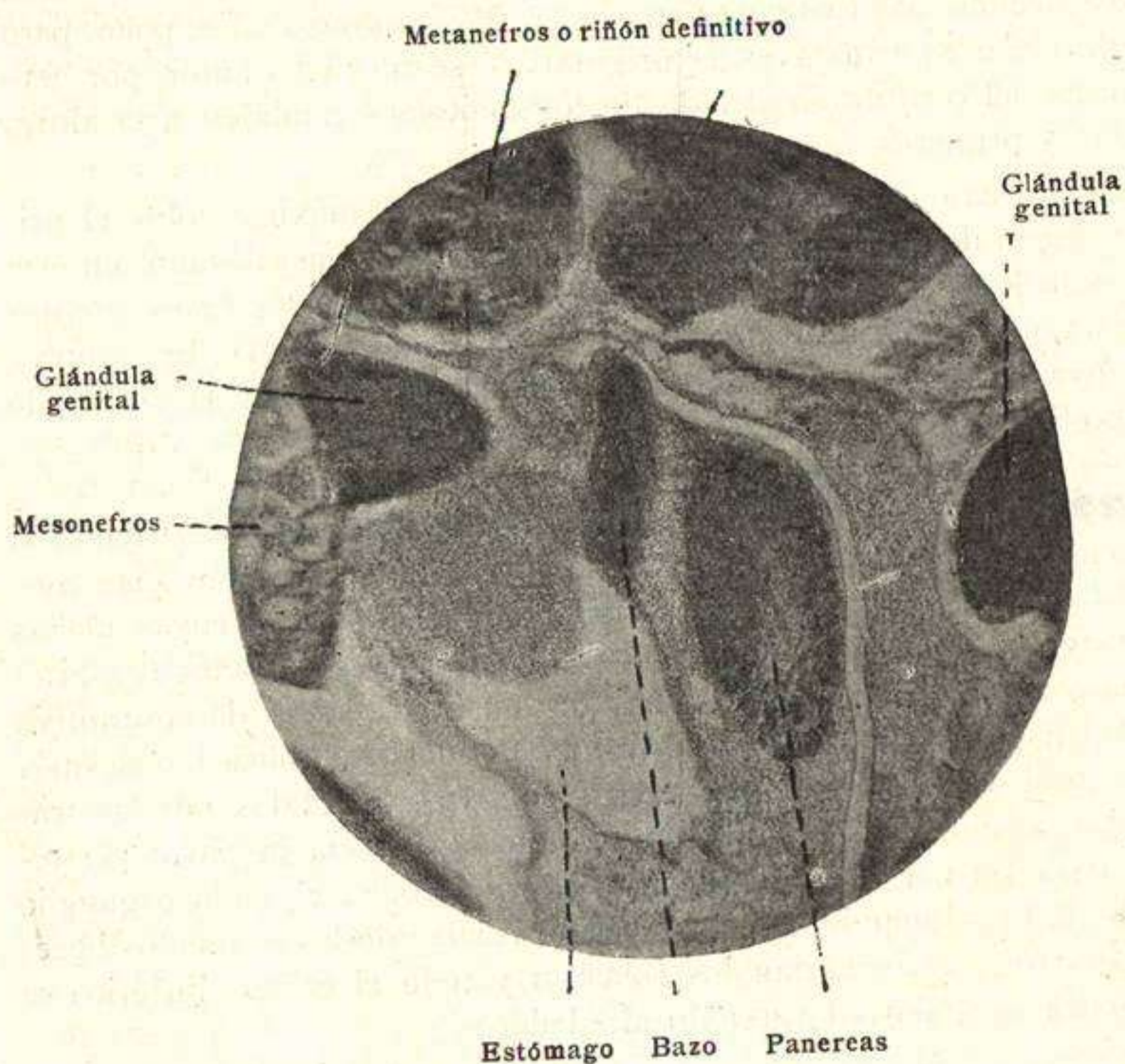


Fig. 313. Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

del epitelio celómico o no lejos de él: de aquí la duda de si provienen de este epitelio las células que forman el esbozo. Otros han creído en su origen entodérmico y emigración hasta el lugar, donde aparece el esbozo. Pero sin duda que lo más probable es que el grupo de células sea formación *in situ*; y, según esto, que el esbozo sea de origen puramente mesodérmico. 3.º Una vez iniciado el esbozo, crece y se desarrolla hacia la izquierda, constituyendo una prominencia en la cavidad celómica (fig. 313). Respecto de la diferenciación histológica, hemos de suponer que los procesos son aquí análogos, si no idénticos, a los descritos en la formación de los ganglios linfáticos.

VIII. Neuro - esqueleto primitivo

224. Orientación. — En su respectivo lugar (n. 187 y siguientes) nos ocupamos del dérmato-esqueleto, derivado del *ectodermo*; ahora nos toca estudiar el neuro-esqueleto, que es de origen mesenquimatoso; esto es, producto de la hoja *intermedia*. Con todo, el neuro-esqueleto primitivo, llamado *cuerda dorsal*, en *Amphioxus* se deriva del entodermo, como vimos; y del entodermo se hace derivar también en los demás grupos de vertebrados, si no en virtud de los mismos hechos, al menos en virtud de la teoría y de la interpretación que se da a aquéllos. Pero, como la cuerda dorsal no forma más que el neuro-esqueleto primitivo, no el definitivo, y este último es, a todas

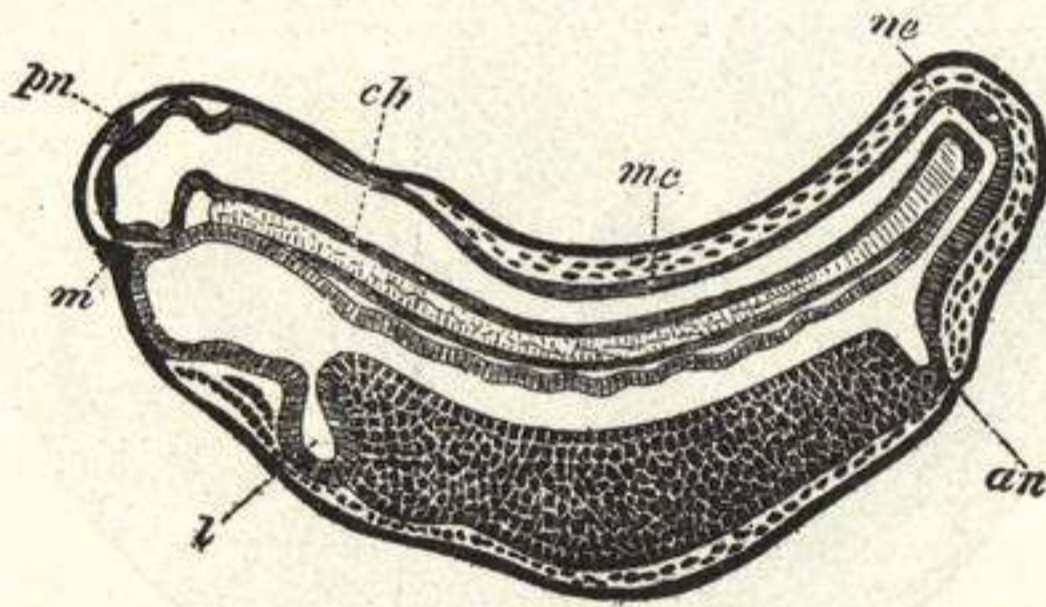


Fig. 314. Corte longitudinal sagital de un embrión de *Bombinator* (anfibio).— m, boca; an, ano; pn, glándula pineal o coronario; ch, cuerda dorsal; mc, canal medular; ne, canal neurentérico, esto es, comunicación del canal nervioso con el intestinal; l, esbozo del hígado. El conducto o trazo que se extiende desde el ano al canal neurentérico es el llamado intestino caudal o postanal. (Según Goette. Del Handbuch etc. de O. Hertwig).

luces, de origen mesenquimatoso; de aquí que el neuro-esqueleto, en general, se considere derivado de la hoja intermedia. Primero expondrémos el neuro-esqueleto primitivo, y luego el definitivo. Al esqueleto en cuestión se le conoce también con el nombre de *esqueleto axial*, y el de *endo-esqueleto*: la primera de estas dos denominaciones alude a que dicho esqueleto constituye el eje de los vertebrados; y la segunda es lo mismo que esqueleto interno en oposición al dérmato-esqueleto, el cual por razón de su topografía se puede llamar con mucha propiedad *exo-esqueleto*.

225. Cuerda dorsal. — Queda indicado que el neuro-esqueleto primitivo de los vertebrados es la *cuerda dorsal* (notocordio), cuyo origen estudiamos en la primera parte. Este órgano se presenta

debajo del sistema nervioso (fig. 314, ch) a manera de un palo o cordón flexible y se extiende desde la parte anterior de la base del mesencéfalo hasta la extremidad caudal del organismo. Su desarrollo está en relación directa de su función. En vertebrados inferiores, *Amphioxus*, peces y anfibios, adquiere notable desarrollo (fig. 315): sus células se dilatan mucho, se llenan de jugo hialino y ofrecen una membrana bien desarrollada; de forma que su aspecto recuerda el de un parénquima vegetal (1). Sólo las células periféricas permanecen

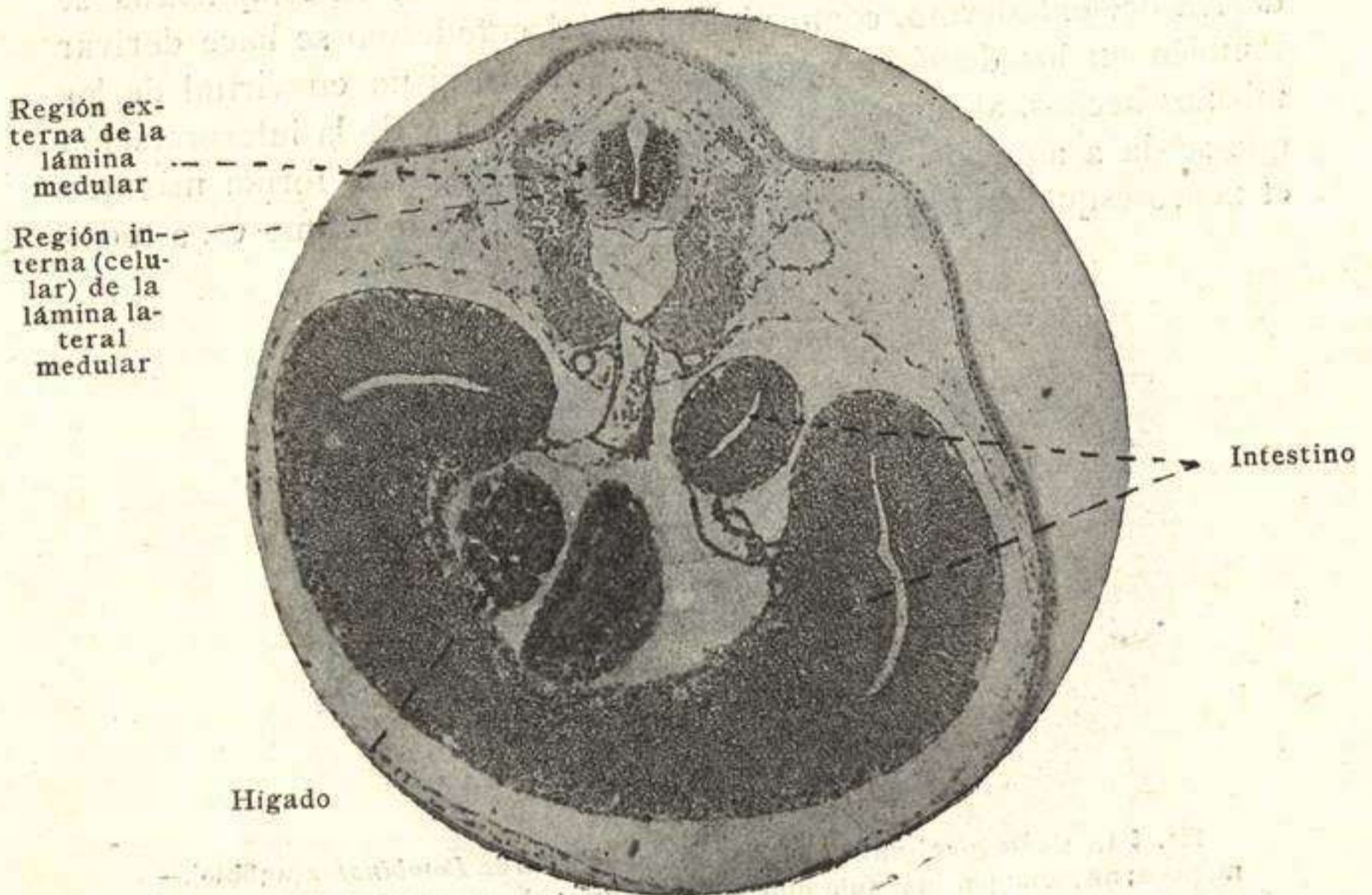


Fig. 315. Corte transversal de una larva de *Pelodytes punctatus* o de *Rana esculenta*. — N. B. Debajo de la médula, se ve un campo claro bastante notable que es la cuerda dorsal cortada transversalmente. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

pequeñas y constituyen una especie de epitelio (fig. 316, cp), máxime en vertebrados inferiores o anamnióticos. Toda la formación va protegida por una vaina o funda que es una membrana homogénea y recia, y recibe el nombre de vaina de la cuerda dorsal (fig. 316, vfe). En vertebrados superiores o amnióticos, la cuerda dorsal parece rudimentaria: un cordón constituido en sección transversal por un rosetón de células (fig. 52, centro de la vértebra), que recuerda un tubo o glándula en formación: he aquí todo el neuro-esqueleto primitivo de estos animales. La razón de estos se ha indicado ya. En efecto; en los vertebrados inferiores la cuerda dorsal se forma para obrar *de hecho*

(1) Conf. nuestra obra: *Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales*, p. 5 (1921).

como esqueleto; puesto caso que el *Amphioxus*, los peces y las larvas de los anfibios, apenas salidos del huevo con un cuerpo generalmente muy diminuto llevan vida independiente y se mueven y trasladan de un punto a otro en las aguas. Su cuerpo, pues, necesita desde luego un eje, por un lado, suficientemente resistente, donde encuentren apoyo todos los órganos de la economía; y flexibles, por otro, para facilitar los movimientos curvilíneos principalmente. Ahora bien; ninguna disposición se podía excogitar más apta para ello que la cuerda dorsal, cuyas células por su turgescencia dan al órgano la

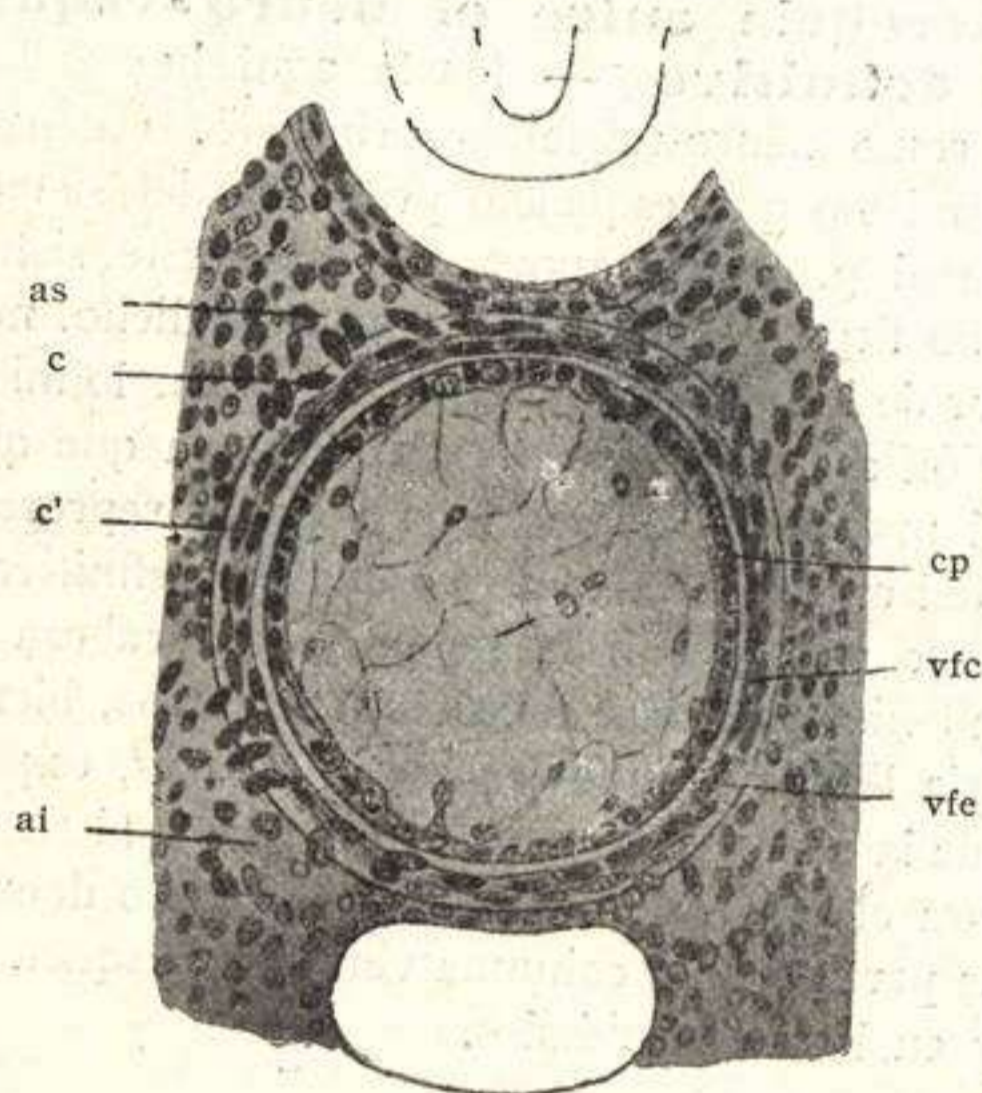


Fig. 316 Porción de un corte transversal del embrión del selacio *Mustelus laevis* (gato de mar). El disco blanco dorsal de la figura es la cuerda dorsal.—cp, capa epitelial; vfc, vaina fibrosa celular (externa); vfe, vaina fibrosa elástica (interna); as, arco superior; ai, arco inferior; c, células que emigran a la vaina fibrosa celular; c', células que han llegado a la vaina. (Según Hasse copia de H. Schauinsland, en el Handbuch de O. Hertwig).

consistencia esquelética necesaria, como se pone tieso un tubo o utrículo de goma, si se hincha de agua; sin perder, por otra parte, la suficiente flexibilidad. Los amnióticos, en cambio, que no pasan por el estado de larva, no necesitan en el período formativo intraovular o intrauterino ejecutar movimientos notables en las distintas partes del cuerpo; y la formación de una cuerda dorsal que alcanzase el desarrollo que vemos en vertebrados inferiores, sería en estos vertebrados cosa poco menos que superflua. Y si alguno preguntase por qué se forma, si no ha de tener función, responderíamos que, aunque no lleguen a ejercer el papel de verdadero esqueleto, no carece, por eso, de función y finalidad. Pues, por de pronto, sirve de punto cen-

tral para la formación del esqueleto definitivo; y aun puede ser que las células que la constituyen ejerzan algún quimiotactismo positivo, para atraer hacia aquel centro los elementos mesenquimatosos, o provoquen en ellos la proliferación necesaria para engendrar los elementos que han de servir como de piedras de construcción del neuro-esqueleto definitivo.

IX. Neuro - esqueleto definitivo: columna vertebral

226. Diferencia entre el neuro - esqueleto primitivo y el definitivo. — Hasta aquí hemos hablado de la cuerda dorsal como neuro-esqueleto primitivo. La palabra neuro-esqueleto es lo mismo que esqueleto protector del sistema nervioso; y la cuerda dorsal protege y apoya sin duda este sistema. Pero la cuerda dorsal no llega por delante, como está dicho, más que hasta el límite anterior de la base del mesencéfalo. Y por lo mismo no puede prestar protección a toda la masa encefálica, ya que queda por delante de ella el prosencéfalo que viene luégo a representar la masa predominante del encéfalo. El neuro-esqueleto definitivo, por el contrario, lo protege todo, tanto la región de la cabeza como la del tronco; y se extiende, además, a las extremidades, bien que en este caso mejor sería llamarlo *endo-esqueleto*, esto es, esqueleto interno, prescindiendo de la especial protección que presta al sistema nervioso. Por lo cual, para el estudio ordenado del esqueleto definitivo, lo dividiremos en tres partes: en la columna vertebral (esqueleto del tronco), en la cabeza y en las extremidades.

227. Tejido esquelotógeno: vértebras cartilagineas. — En todos los vertebrados el neuro-esqueleto primitivo se convierte en definitivo mediante las transformaciones que sufre el mesénquima alrededor de la cuerda dorsal, constituyendo, primero, un esqueleto *membranoso*, luégo *cartilagíneo* y, finalmente, en la mayor parte de vertebrados, también *óseo*. Estudiemos, ante todo, el comportamiento del mesénquima, para formar el esqueleto membranoso.

Vimos en la primera parte (n. 85) que el mesénquima que produce el esclerótomo se multiplicaba y derramaba alrededor de la cuerda dorsal, fusionándose en medio la masa venida de ambos lados; y que no sólo abrazaba la cuerda dorsal, sino que, subiendo más arriba, se corría también por los lados y por encima del tubo nervioso (fig. 317, sq). Con esto, tanto la cuerda dorsal como el sistema nervioso, quedan envueltos y protegidos por mesénquima o conjuntivo embrionario que representa una especie de *esqueleto membranoso*: más bien hay que llamarlo tejido *esquelotógeno*. No hay en

este primer período segmentación de la masa conjuntiva. La formación de segmentos o vértebras tiene lugar en el período siguiente: tratándose del embrión humano, al principio del segundo mes, con la formación del *esqueleto cartilágneo*. En efecto; en una serie de zonas

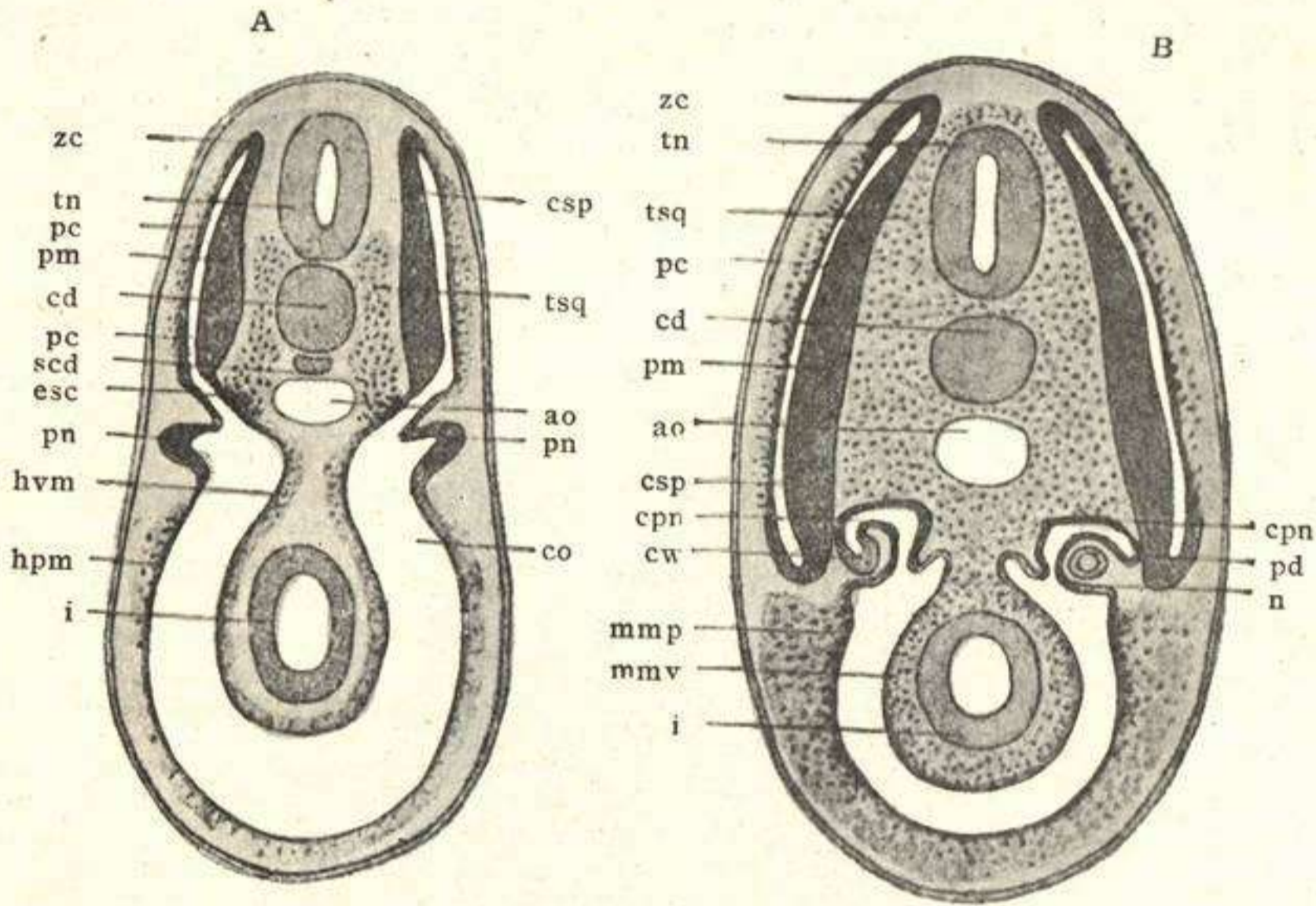


Fig. 317. A.—Esquema de un corte transversal de embrión joven de selacio, en que se ve la cavidad superior del mesodermo, que corresponde a los segmentos primitivos, en comunicación con la inferior o que corresponde a la lámina lateral; además se expresan los puntos principales de la formación del mesénquima.—zc, zona de crecimiento en que la placa miotómica se convierte en placa cutánea; tn, tubo nervioso; pc, placa cutánea; pm, placa miotómica (miótomo); cd, cuerda dorsal; scd, cordón subcordal; esc, origen del tejido esqueletógeno; pn, pronefros; i, intestino; csp, cavidad del segmento primitivo; tsq, tejido esqueletógeno; ao, aorta; co, celoma o cavidad somática. (Según Wijhe, modificado por O. Hertwig. Del libro de éste: *Die Elemente etc.*.)

B.—Esquema de un corte transversal de embrión de selacio más avanzado que el de la figura A, para demostrar los puntos principales de los productos del mesodermo.—zc, zona de crecimiento, en que la placa miotómica se convierte en placa cutánea; tn, tubo nervioso; tsq, tejido esqueletógeno; pc, placa o lámina cutánea; cd, cuerda dorsal; pm, placa o lámina miotómica (miótomo, esto es, origen de la musculatura); ao, aorta, csp, cavidad del segmento primitivo, próxima a desaparecer; cpn, canal urinífero pronefrol; cw, conducto del pronefros; mmp, mesénquima de la hoja parietal del mesodermo; mmv, mesénquima de la hoja visceral del mesodermo; i, intestino; pd, punto o extremo de desprendimiento del canal urinífero del segmento primitivo; n, nefróstoma o abertura del canal urinífero en la cavidad somática. (Según Wijhe, modificado por O. Hertwig. Del libro de éste: *Die Elemente etc.*.)

metaméricas, el conjuntivo embrional se hace rico en células: cada zona aparece como un campo empedrado de núcleos. Las células segregan luego substancia amorfa intercelular, separándose unas de otras, con el carácter propio del tejido cartilágneo. En cortes frescos

el tejido aparece blanco (fig. 318). Estos cartílagos representan el cuerpo de la vértebra.

Hemos dicho que el tejido esquelético se metamorfoseaba en cartílago en zonas *metaméricas* que son las verdaderas vértebras primitivas. Entre vértebra y vértebra queda un espacio o una porción de tejido sin metamorfosearse: estas delgadas porciones que conservan el carácter conjuntivo, constituyen los *ligamentos intervertebrales* (fig. 319). Tanto en las zonas cartilagueas como en las láminas

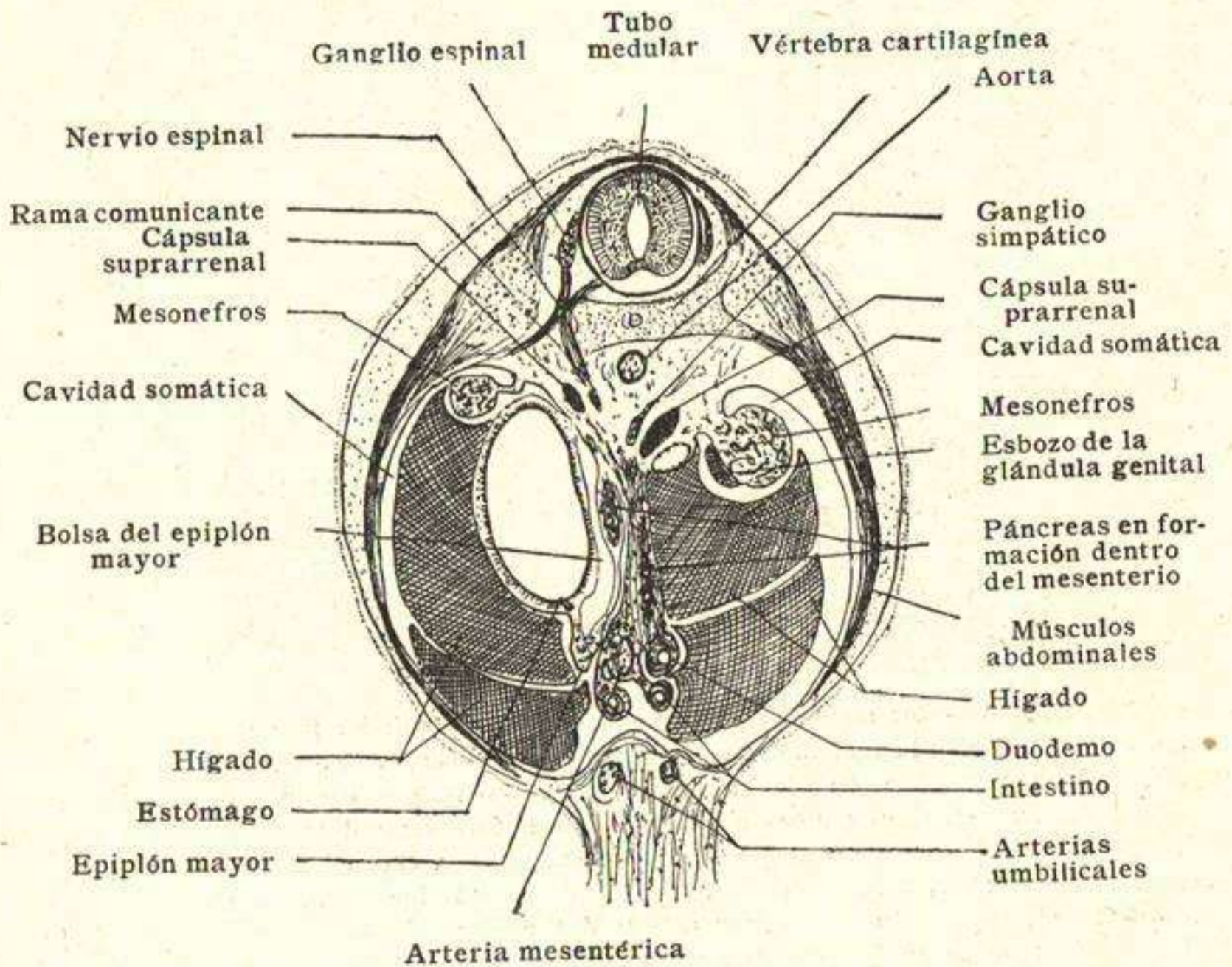


Fig. 318. Corte transversal del embrión de conejo de 15 días pasando por el estómago. En él se ve claramente el desarrollo del páncreas dentro del mesenterio. El corte coge también algo del cordón umbilical. (Original).

conjuntivas que separan aquéllas, existe la cuerda dorsal, atravesándolas interior y longitudinalmente. Pero en ella se nota una diferencia de desarrollo, según la zona recorrida. En el interior de la zona cartilaguea o vértebra primitiva se reduce cada vez más hasta que por fin desaparecerá del todo, al osificarse la vértebra. En la zona conjuntiva o en el disco intervertebral, por el contrario, aumenta, y el histólogo logra distinguirla, aun en el estado de perfecta formación de la columna vertebral, en medio de dicho disco: sus células forman, por proliferación, el llamado *núcleo celular gelatinoso*. En el estado de vértebras cartilagueas, la cuerda dorsal, vista longitudinalmente, ofrece un aspecto de rosario de perlas o de cuerpos fusiformes (fig. 320).

Poco más tarde que el cartílago del cuerpo de la vértebra, se forma el de sus arcos. Son dos estos cartílagos, uno a cada lado de la parte posterior y se originan independientemente del cartílago del cuerpo vertebral (fig. 321), bien que luégo se sueldan con él y aparecen como dos pequeños apéndices posteriores suyos. Así, v. g., en el embrión humano de ocho semanas. Su crecimiento es paulatino. En un embrión humano de 3 cm. del fin del segundo mes o principios del tercero, los hallamos en tal estado que dejaban por detrás una buena porción de sistema nervioso, cubierto sólo por el esqueleto

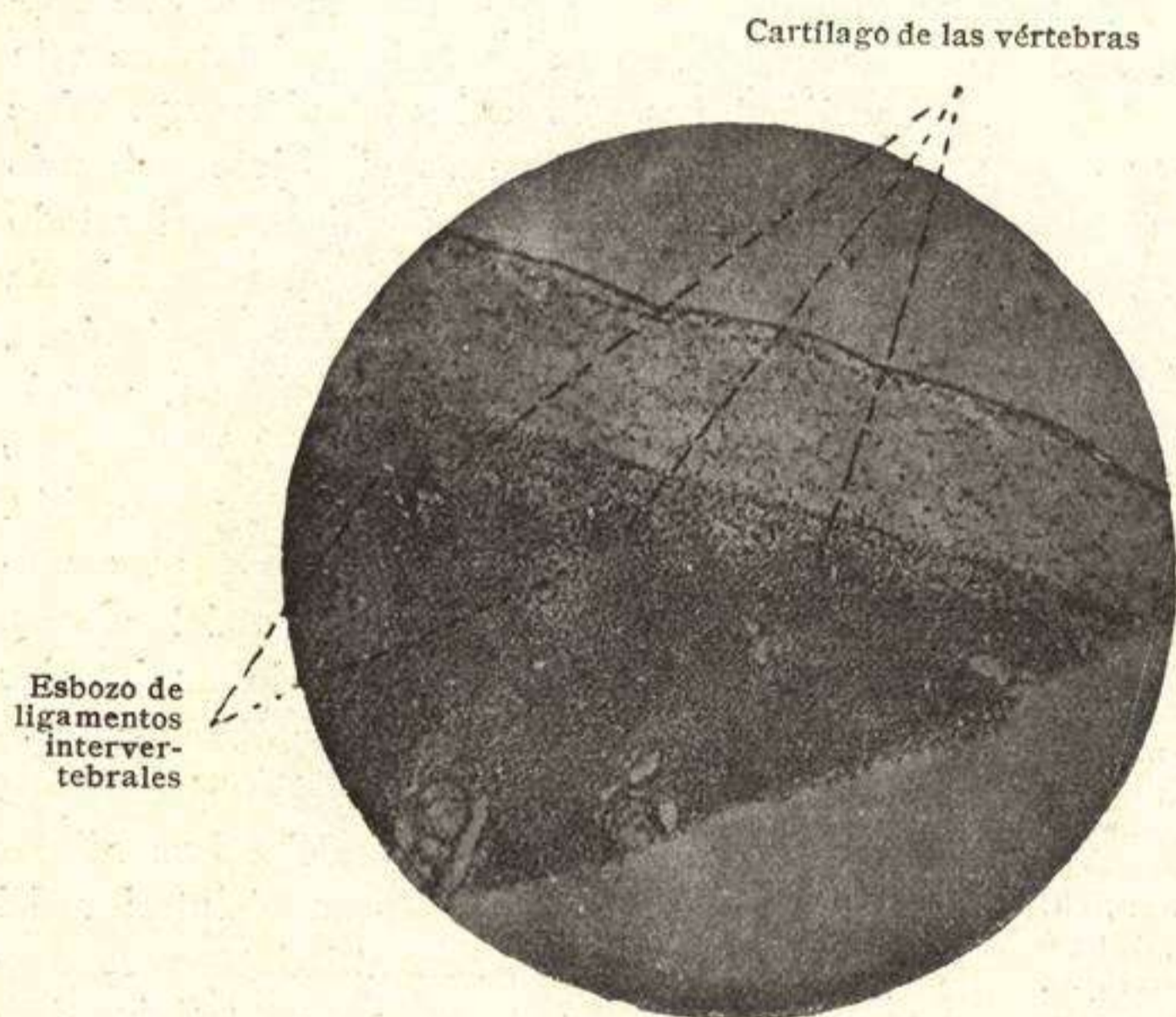


Fig. 319. Corte sagital de un embrión de conejo de 15 días. (Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

membranoso. En el tercer y cuarto mes se sueldan por detrás, abrazando todo el tubo nervioso y comienzan también a originar hacia atrás la apófisis espinosa cartilaginosa. La parte conjuntiva que queda sin metamorfosearse histológicamente entre los arcos de las distintas vértebras, constituirá los ligamentos.

Notemos aquí una circunstancia, altamente teleológica, en la formación de las vértebras, cartilagíneas al principio y óseas después; y es que el cuerpo de la vértebra se origina siempre en el lugar correspondiente entre dos segmentos musculares; y por lo mismo, cada segmento muscular cae también entre dos vértebras: estos órganos alternan. ¿Por qué? Porque la columna vertebral ha de llenar dos papeles fisiológicos: por una parte, ha de tener la debida consistencia como

eje del organismo, donde en último término han de encontrar apoyo todos los demás órganos de la economía; y, por otra, su rigidez no ha de ser tal que no se compadezca con el movimiento que ha de ejecutar el cuerpo. Ahora bien; para esta última función es de todo punto indispensable que las fibras musculares (respectivamente los músculos) no tengan ambas inserciones en una misma vértebra: pues, en este caso, sería imposible producir movimiento ninguno por falta de articulación entre los dos extremos. Se ve, pues, la necesidad de esta disposición y alternación de los mencionados órganos.

228. Vértebras óseas. — Dejando a un lado lo que ocurre en la serie de vertebrados, para no alargar excesivamente esta

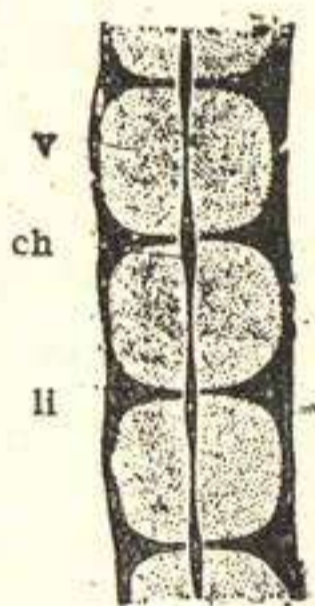


Fig. 320. Corte frontal de la columna vertebral cartilaginosa de un embrión humano de 8 semanas.—v, cuerpo de la vértebra; ch, cuerda dorsal; ii, ligamento intervertebral. (Según Kölliker. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

obra y fijándonos sólo en los mamíferos y, sobre todo, en el hombre que es el objeto que más nos interesa, no dura mucho tiempo el estado cartilaginosa de las vértebras: apenas terminada la metamorfosis cartilaginosa, se sucede la ósea, y la vértebra *primitiva* se transforma, por la *osificación*, en vértebra definitiva. El proceso histológico metamorfoseante es muy conocido. Invaden el cartílago vasos sanguíneos, penetrando de la parte periférica al centro del cuerpo, destruyendo el cartílago, excavando su interior y llenándole de capilares y células, llamadas *medulares*. Alrededor de la excavación el cartílago se incrusta de carbonato de calcio. Las células medulares que han penetrado en el interior del cartílago con los vasos, se multiplican y se convierten en *osteoblastos*, esto es, en células formadores de hueso. Allí forman un núcleo o centro de osificación, que comienza su labor de producir capas de hueso que van invadiendo el cartílago de dentro a fuera hasta hacerle desaparecer.

En cada vértebra se originan tres centros de osificación: uno en cada una de las dos bases del arco, y son los primeros que aparecen, y uno en el centro del cuerpo de la vértebra. Al quinto mes la osificación del cuerpo de la vértebra llega a la parte periférica. Cada vértebra consta, en este estadio, de tres cuerpos óseos, unidos por tejido cartilaginosa en la base de los arcos y en la parte posterior de éstos: aquí el cartílago se continúa con la apófisis espinosa. La soldadura de las porciones óseas de los arcos entre sí tiene lugar más tarde; pues los últimos restos del cartílago de unión desaparecen sólo después del nacimiento: en el primer año de la vida extrauterina se sueldan los dos arcos óseos y se osifica la apófisis: la desaparición de las tiras

cartilagineas que separan los arcos óseos del cuerpo óseo de la vértebra y, por consiguiente, la soldadura de todas las partes óseas en un solo hueso, tiene lugar entre el tercero y octavo año.

229. Costillas y esternón. — Integran el esqueleto del tronco las *costillas* y el *esternón*, protegiendo las paredes laterales y ventrales de todo o de parte del cuerpo. Las costillas hacen su primera aparición en el embrión humano en el segundo mes, en las inme-

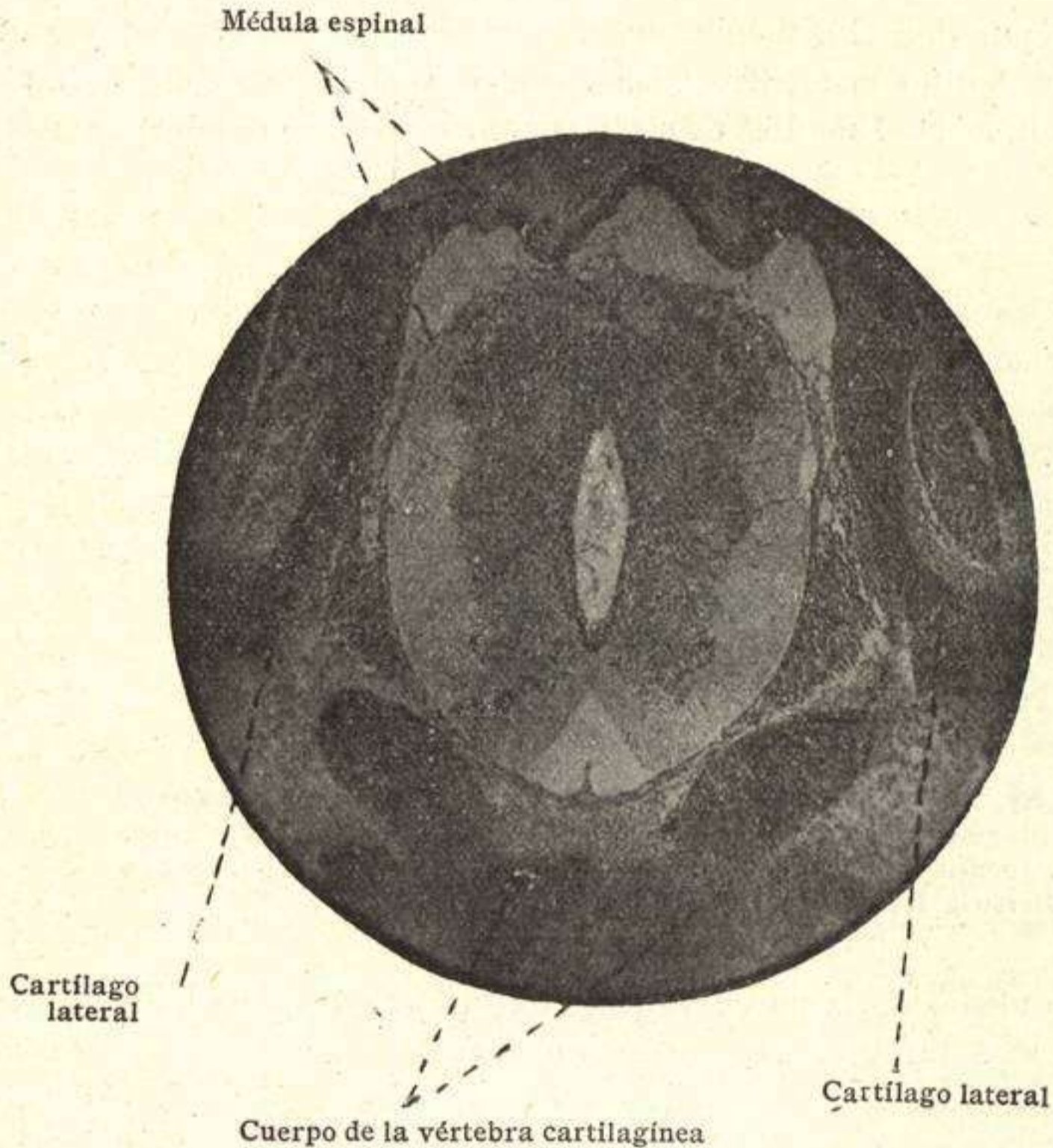


Fig. 321. Corte transversal de un embrión de conejo de 18 días. Microfotografía del Laboratorio Biológico de Sarriá).

diaciones de las vértebras, aunque independientemente de ellas. El conjuntivo que separa los segmentos musculares (*ligamenta intermuscularia*), comienza a metamorfosearse, tomando naturaleza cartilaginosa, junto a la columna vertebral y de allí se propaga el cartílago por la pared lateral del cuerpo hasta la ventral. En peces, muchos anfibios y en reptiles se forman y desarrollan costillas en todos los segmentos; en aves y mamíferos sólo se desarrollan en la región torácica, aunque no deje de formarse un rudimento de ellas en las demás vértebras, con destino a otros fines, como expondremos luégo.

La unión y soldadura de las costillas con las vértebras es un efecto posterior.

Cuanto al esternón, que sólo falta en peces, su origen se debe a dos cartílagos simétricos: el órgano definitivo es impar por la fusión y soldadura de estos cartílagos. El modo de originarse es relativamente sencillo. Fijándonos en el hombre, las siete primeras costillas creciendo lateral y ventralmente vienen a soldar entre sí sus bordes anteriores en la pared ventral, dando origen, no lejos de la línea media, a una tira cartilaginosa. Las dos piezas cartilagíneas están al principio separadas por una tira membranosa; pero bien pronto crecen y van como a su mutuo encuentro para fusionarse y soldarse en la línea media: con lo cual de los dos cartílagos simétricos resulta un solo

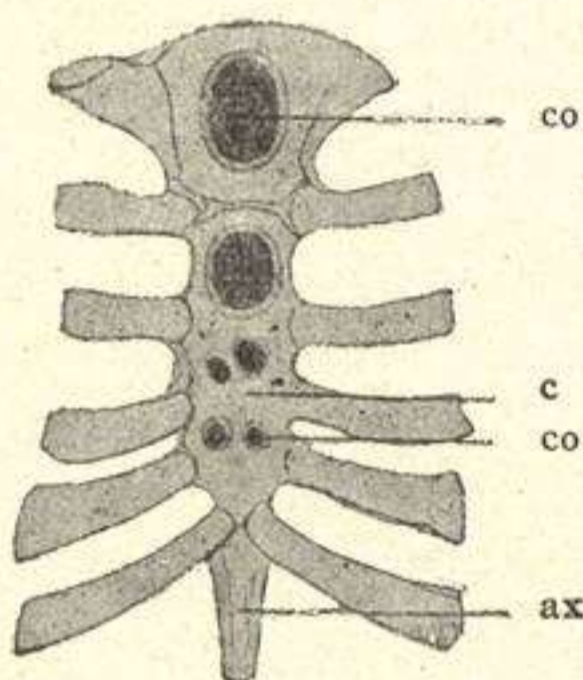


Fig. 322. Externón y extremidad ventral de las costillas en estado cartilaginosa con algunos centros de osificación, de un niño de dos años. ax, apófisis xifoidea; co, centros de osificación; c, cartílago. (Según O. Hertwig: De su obra: Die Elemente etc.).

cuerpo en medio de la pared ventral, que es el esternón en estado de cartílago. Más tarde el esternón se independiza, quedando unido sólo por articulaciones con las costillas que le originaron. Las demás costillas tienen su extremidad libre, bien que más tarde las tres siguientes suelen soldarse, no en medio para continuar caudalmente el esternón, sino con la parte cartilaginosa de las costillas precedentes, antes de articularse con el esternón. Tanto las costillas como el esternón se osifican más tarde, mediante la aparición de centros; en aquéllas ya comienzan en el segundo mes, y en éste al sexto mes de la vida intrauterina, continuando su acción en la vida extrauterina (fig. 322).

Por este doble origen del esternón se explican ciertas anomalías o casos patológicos congénitos, como la llamada fisura o hendidura longitudinal del esternón (*fissura sterni*); otras veces se encuentran agujeros en el cuerpo del esternón o en la apófisis *xifoidea*. Todos estos son defectos que obedecen a la falta de soldadura o a su imperfección.

230. Variedad de vértebras. — No todas las vértebras son iguales ni mucho menos; y se distinguen muy bien por sus caracteres morfológicos las vértebras *cervicales* de las *torácicas*, y éstas de las *lumbares*, *sacrales* y *coxígeas*. Nace esto del diverso grado de desarrollo de las costillas en las diversas regiones, de su soldadura con las vértebras en unos puntos y en otros no, etc. Cuanto a las vértebras *cervicales*, es de notar que delante de ellas se originan también en esta región costillas rudimentarias, las cuales se sueldan látero-ventralmente con el cuerpo de la vértebra y dorsalmente con el arco vertebral, dejando en medio un agujero o canal para el paso de la arteria vertebral. Este rudimento de costilla en unión de la parte soldada del arco vertebral, es lo que constituye la llamada *apófisis transversal*. Según O. Hertwig, se ha de llamar más bien *apófisis lateral*, ya que es un cuerpo compuesto en parte por la vértebra (por el arco) y en parte por la costilla rudimentaria. La séptima vértebra puede tener un rudimento de costilla algo mayor y dejar de soldarse: con lo que deja de existir, en este caso, el agujero transversario. Es un caso de anomalía. Las dos primeras vértebras cervicales divergen algo de las demás. La primera, el *atlas*, carece de cuerpo; su cuerpo está representado por la *apófisis odontoides* de la segunda vértebra, llamada *axis*. Embriológicamente, es fácil comprobar esto, puesto caso que en el cuerpo del *axis*, incluyendo la mencionada apófisis, se encuentran dos centros de osificación, uno detrás de otro: el anterior corresponde a la apófisis dicha, y el posterior al cuerpo propiamente tal del *axis*: al paso que en el *atlas* no existe centro de osificación que corresponda a su cuerpo. Por una especie de anomalía, el cuerpo de esta primera vértebra se desprende de sus arcos y se suelda con el cuerpo de la vértebra siguiente, constituyendo su *apófisis odontoides*. Los arcos del *atlas* crecen hacia abajo de la apófisis: entre ellos se forma un cartílago que en el primer año desarrolla un centro de osificación y a los cinco o seis años se suelda con los arcos laterales, constituyendo el *arco anterior*. De aquí que el atlas forme una especie de anillo, en cuya luz se introduce y en cuya base descansa su propio cuerpo, soldado y transformado en apófisis de la vértebra siguiente.

Las vértebras lumbares poseen asimismo su apófisis transversal que debe ser llamada igualmente *apófisis lateral*, toda vez que en dicha apófisis se encierra igualmente un rudimento de costilla como en las cervicales.

De lo dicho acerca de las costillas rudimentarias, tanto cervicales como lumbares, se explica la presencia de costillas supernumerarias que de vez en cuando ocurren: hecho que ningún transformista puede invocar en favor de su teoría, a no ser que esté en ayunas de las formaciones embriológicas, como por desgracia sucede muchas veces. Una hipertrofia del rudimento y nada más.

En la región sacral las cinco vértebras, libres en el embrión y en

estado cartilagíneo, se sueldan después y pierden completamente su movilidad, constituyendo el hueso sacro, especie de cuña empotrada entre los huesos ilíacos. Las tres primeras vértebras tienen también sus apófisis *laterales*; pues en su cuerpo entra asimismo un rudimento de costilla. La prueba de ello la da otra vez el estudio embriológico, dado que cada una de estas vértebras posee cinco puntos de osificación: los dos propios de los arcos, el del cuerpo de la vértebra y los dos de las llamadas *masas laterales*, que no son otra cosa que los rudimentos de costillas. Las tiras de cartílago que separan unas vértebras sacrales de otras, se osifican mucho más tarde, entre el segundo y sexto años después del nacimiento; y sus discos intervertebrales comienzan a osificarse sólo hacia los 18 años para terminar a los 25 próximamente.

Finalmente, el coxis resulta de 3-5 vértebras que hacia los 30 años se sueldan entre sí y a veces con el sacro: sus centros de osificación aparecen muy tarde.

X. Esqueleto de la cabeza en general

231. Generalidades. — Comparando el esqueleto de la columna vertebral que acabamos de ver, con el de la cabeza que pasamos a estudiar, salta luego a la vista la gran diferencia del uno al otro, no sólo accidental, sino también fundamentalmente, y sería perder tiempo empeñarse en querer homologuizar sus puntos. La razón de tan profunda diferencia no puede ser otra que el destino fisiológico de cada uno. En la cabeza de los vertebrados tienen, efectivamente, su asiento los órganos de los principales sentidos: ojos, oído y olfato, cada uno de los cuales vindica para sí, no sólo campo para su emplazamiento, sino también disposiciones anatómicas peculiares. Relacionado principalmente con esto está sin duda el voluminoso desarrollo del sistema nervioso en esta región del cuerpo, cuya masa requiere especial protección por parte del esqueleto. Además, en la parte inferior de la cabeza se halla la abertura anterior del tubo digestivo, en la cual se albergan los órganos de la trituración o masticación de los alimentos. Todo esto hace que el esqueleto, que en todas partes ha de estar adaptado a su objeto de prestar protección y apoyo a todos estos órganos, se presente aquí tan profundamente modificado que es imposible establecer líneas de comparación entre el esqueleto de la cabeza y el de la columna vertebral.

Y nadie puede decir que la diversidad que encontramos en el esqueleto, es efecto de la acción o actividad, v. g., de los músculos, ya que su formación es independiente de la acción de éstos: sólo en sentido de finalidad debemos admitir esa dependencia; lo cual se verá mejor con la exposición de los datos que van a ocuparnos.

232. División. — Para proceder con mayor orden en el estudio de la cabeza, dividiremos ésta, como se acostumbra en Anatomía, en dos regiones: en el cráneo que aloja en su interior la gran masa del encéfalo y da asiento en la periferia a los aparatos de los tres sentidos superiores, ojo, oído y olfato; y en la cara, cuyos huesos están más al servicio de las funciones digestivas. En cada una de estas dos regiones se han de estudiar tres pasos en la formación del esqueleto, como en la de la columna vertebral: es a saber, el esqueleto *membranoso*, el *cartilagíneo* y el *óseo*. Comenzaremos por el cráneo.

XI. Cráneo membranoso y cartilagíneo

233. Esqueleto craneal membranoso. — Aquí como en la columna vertebral el primer paso para la formación del esqueleto es la aparición del mesénquima o tejido conjuntivo embrional, interpuesto entre el ectodermo y el sistema nervioso (fig. 323). Sabemos que la *cuerda dorsal* llega por delante hasta el límite anterior del mesencéfalo. Así, pues, como en la región de la columna vertebral, el mesénquima rodeaba primero la *cuerda dorsal* y luego también el tubo nervioso, formando a todo una envoltura membranosa; de la misma manera, en la región del cráneo, el mesénquima rodea la cuerda dorsal y se derrama luego hacia la parte anterior, lateral y superior de él. Con esto tenemos ya una especie de caja conjuntiva o un primer esbozo de esqueleto, esto es, el esqueleto *membranoso*, aunque con más propiedad se debería llamar tejido esquelético. Hasta aquí los procesos evolutivos del esqueleto craneal son idénticos a los de la columna vertebral: en ambas regiones se halla como esqueleto, durante esta primera fase, una masa conjuntiva común y continua alrededor de la cuerda dorsal y del sistema nervioso. No será lo mismo en el siguiente estadio.

234. Esqueleto craneal cartilagíneo. — Bien pronto comienzan las metamorfosis del esqueleto membranoso, convirtiéndole en cartilagíneo. También aquí es alrededor de dicha cuerda dorsal, donde principia el fenómeno. A uno y otro lado de la extremidad de ella se forma, en efecto, un cartílago (fig. 324, Tr) que crece hacia delante, originándose dos gruesas barras longitudinales, dejando en medio un hueco: las dos barras cartilagíneas son las *barras craneales de Rathke*. Detrás de estas barras y a uno y otro lado de la misma cuerda dorsal se forma al mismo tiempo otro cartílago (fig. 324, PE): estos dos otros cartílagos reciben el nombre de *paracordales*. Los cartílagos paracordales crecen luego por debajo y por encima de la cuerda dorsal, la cual queda por el mismo hecho envuelta totalmente por cartílago (fig. 325, B); y no sólo envuelven los

cartilagos *paracordales* a la cuerda dorsal, sino que se fusionan con las barras craneales. Por su parte éstas continúan creciendo hacia delante para invadir nuevos campos del esqueleto craneal membranoso. Dejan en medio (figs. 324 y 325), como hemos indicado, un hueco o una cavidad, en que se aloja el infundíbulo del cerebro (n. 134), y la hipófisis, proveniente de la región bucal, según expusimos en su lugar. Por debajo de la hipófisis se forma más tarde un cartílago laminar que lo aísla de la región de la cara y la encierra en la cavidad craneal.

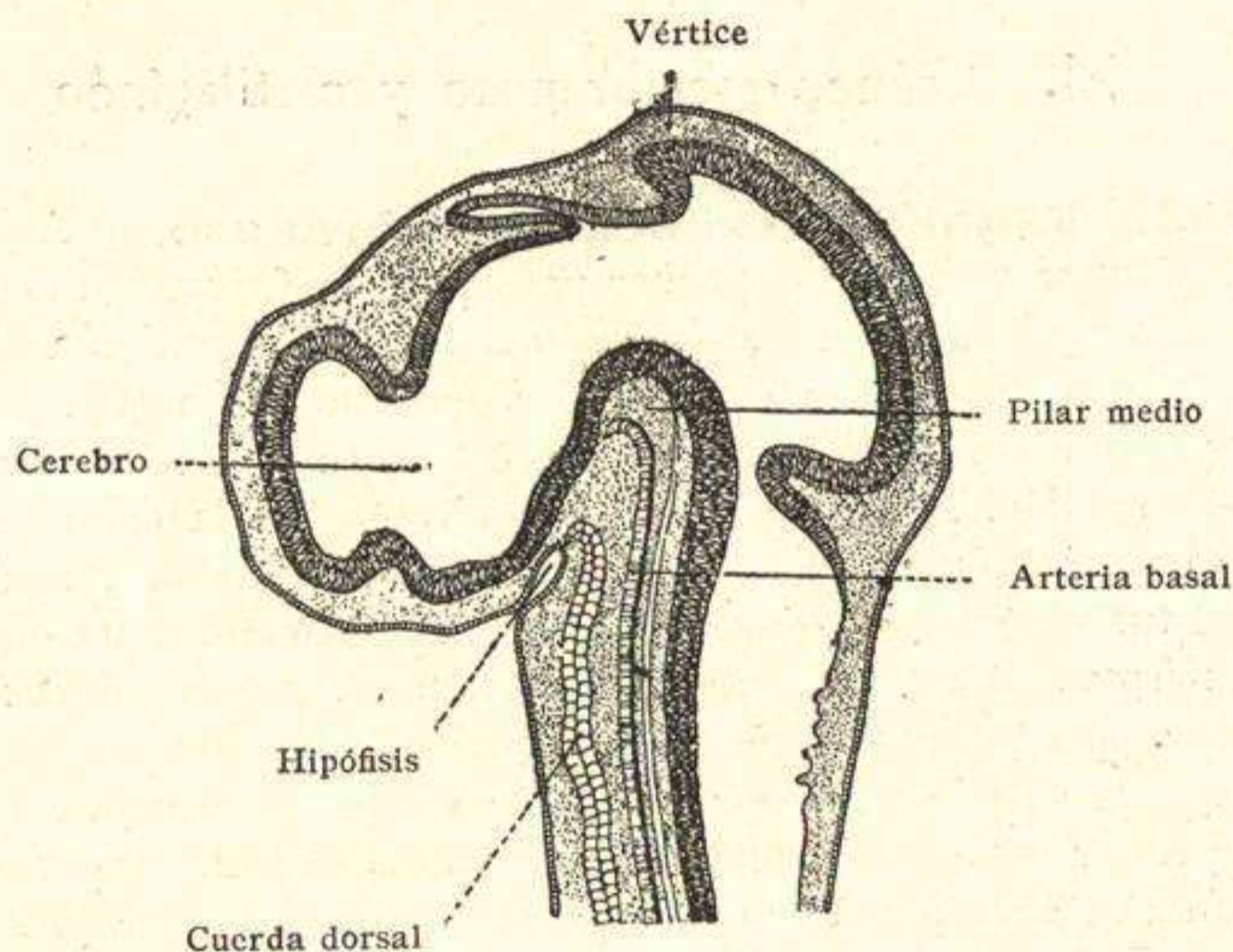


Fig. 323. Corte sagital medio de la cabeza de un embrión de pollo de 4 días y medio. Nótese que entre la epidermis y el sistema nervioso aparece una masa de conjuntivo embrional que constituye el esqueleto membranoso. (Según Mihalkovics. Del *Traité d'Anatomie humaine* de Poirier-Charpy).

Por lo que concierne a ulteriores estadios del esqueleto craneal cartilagíneo, llamado asimismo *primordial* del mismo nombre, hemos de hacer diferencia entre vertebrados inferiores y superiores. En algunos vertebrados inferiores el esqueleto que nos ocupa, es cartilagíneo toda la vida, v. g., en los *selacios*. En este caso, los cartílagos estudiados adquieren gran desarrollo y grosor: y la transformación del esqueleto membranoso en cartilagíneo se propaga lateral y dorsalmente hasta formar alrededor de todo el sistema nervioso una especie de caja gruesa, compacta y muy resistente, dejando sólo las aberturas necesarias para el paso de nervios y vasos, con las fosas o cavidades que han de albergar los aparatos sensoriales.

En esta caja continua y compacta distinguen los autores diversas regiones, significadas con diferentes nombres, según el principio de división. Si éste es la referencia a la cuerda dorsal, la región anterior,

esto es, la comprendida entre la silla turca, representada por lo que Rathke llama *pilar medio* (fig. 323) (1), y el límite anterior, se llama *precordial*, y *paracordial* la restante (Kölliker); y también *evertebral* la primera y *vertebral* la otra (Gegenbaur). Si el principio de división se busca en los órganos que demarcan regiones en el cráneo, se divide éste en región *etmoidal*, donde se aloja el olfato; *orbital*, que coge el globo del ojo; *laberintial*, donde reside el oído; y, finalmente, *occipital*, que es la parte posterior y se continúa con la columna vertebral.

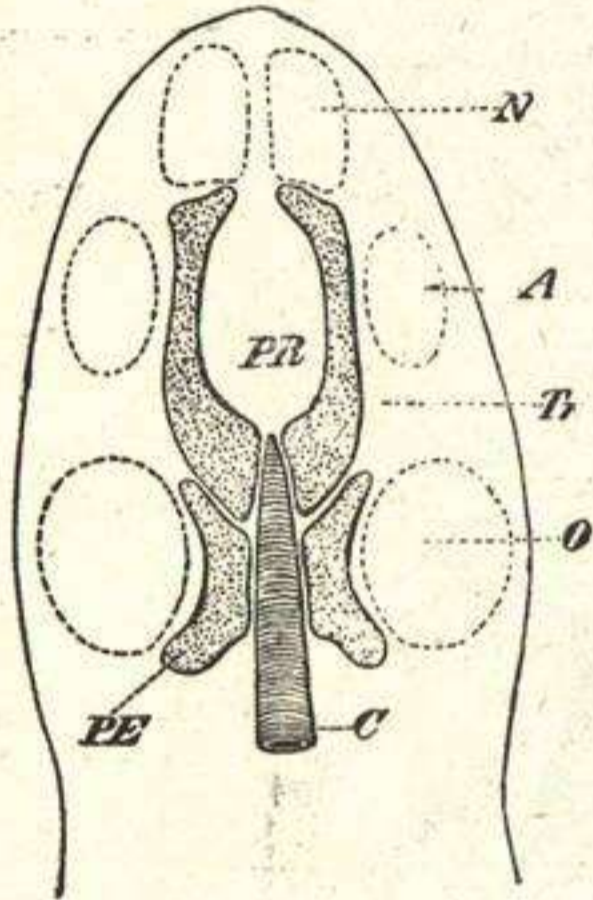


Fig. 324. Esquema del primer esbozo del cráneo cartilagíneo.—C, cuerda dorsal; PE, cartilagos paracordales; Tr, barra de Rathke; PR, foseta para la entrada de la hipófisis; N, foseta olfatoria (nasal); A, vesícula ocular; O, vesícula del oído. (Según Wiedersheim. Del libro: Die Elemente de Entwicklungslehre de O. Hertwig).

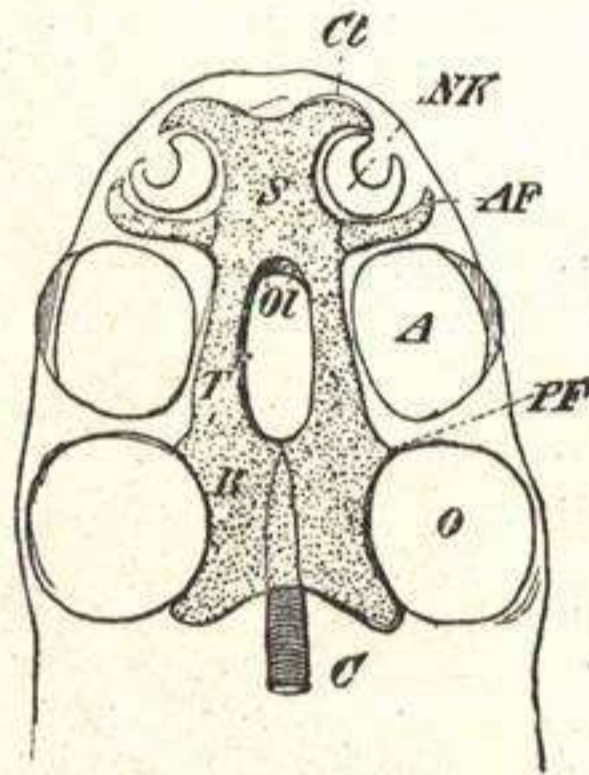


Fig. 325. Esquema como el anterior en un estadio más avanzado.—A, vesícula del ojo; O, vesícula del oído; C, cuerda dorsal; B, placa basal; S, tabique nasal divisorio; Tr, barra de Rathke; Ct, prolongaciones anteriores de la placa etmoidal; AF, prolongaciones laterales de la misma placa; ambas prolongaciones tienen por objeto alojar el sentido del olfato; PF, prolongación post-orbital de la placa basal. (Según Wiedersheim. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

En vertebrados superiores, máxime en mamíferos y señaladamente en el hombre, cuya evolución nos interesa especialmente, la metamorfosis cartilagínea no es completa: sólo afecta la base del cráneo y la porción lateral, contigua a la base, y la occipital, en gran parte: la cubierta del cráneo, o sea, la región ocupada después principalmente por los huesos frontales y parietales y porción escamosa del temporal y occipital permanece membranosa y delicada; y si bien más tarde se osifica, es esto de condición, con todo, que no pase por algún estado cartilagíneo, sino *directamente* del conjuntivo al óseo; y los huesos resultantes de esta transformación *directa* del conjuntivo recibirán,

(1) Conf. Paul Poirier: *Traité d'Anatomie humaine*. t. I, p. 181 (1911).

tanto aquí como en la cara, el nombre de huesos de *revestimiento* (*Belegknochen* de los alemanes) o *secundarios*.

Una muy clara y exacta idea del esqueleto cartilagíneo, tanto craneal como visceral, en el feto humano del tercer mes (8 cm.), nos

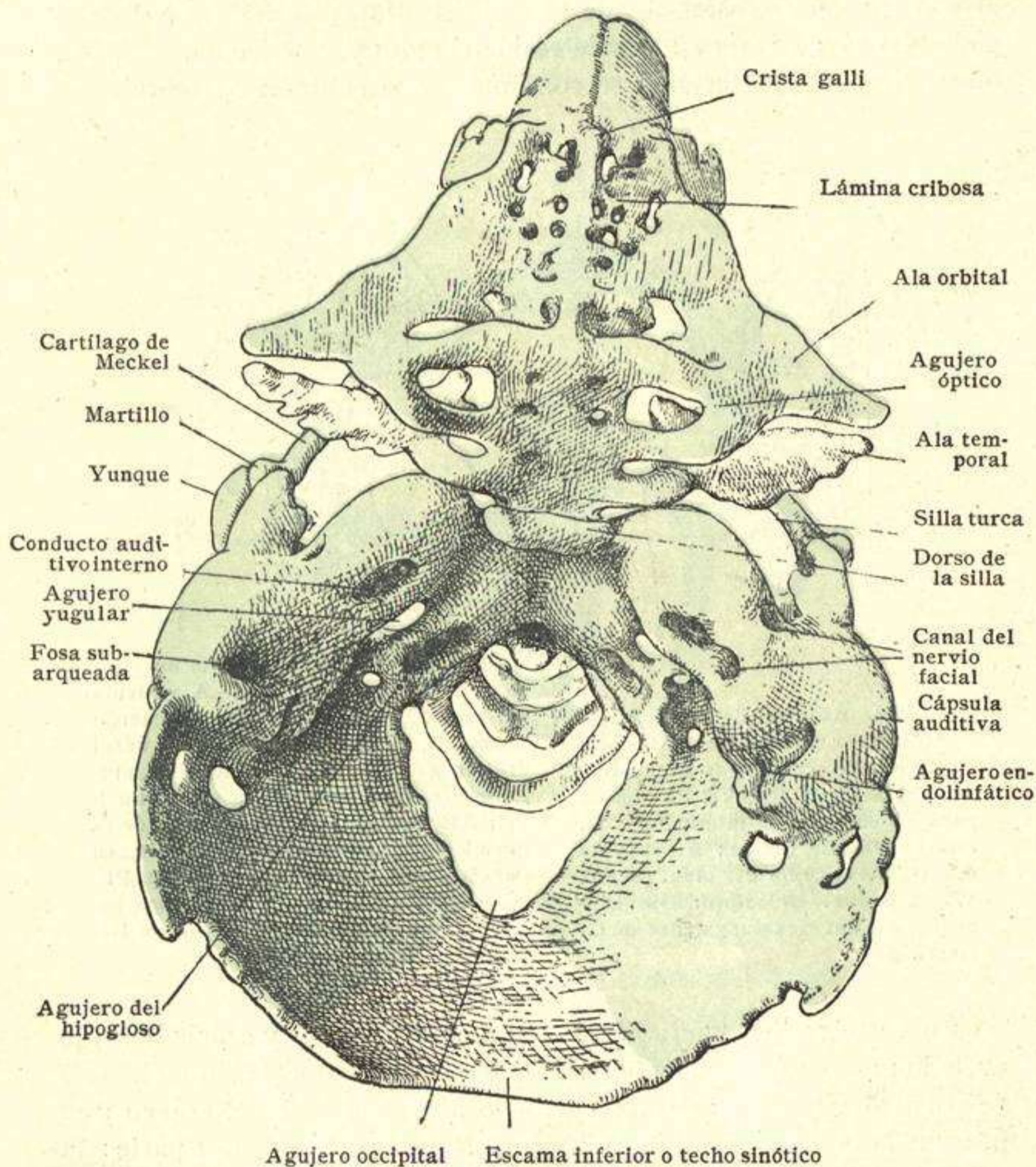


Fig. 326. Modelo del cráneo primordial de un embrión humano de 8 cm. desde la coronilla a la región coxígea. (Según copia de Ziegler del modelo original hecho en el Instituto de O. Hertwig en Berlín).

la dan las figs. 326 y 327 del tratado de Gaupp en el Handbuch der Entwicklungslehre etc., de O. Hertwig. La vista de estas figuras hacen ver pronto las distintas partes del esqueleto craneal y visceral cartilagíneo, mucho mejor que grandes explicaciones de palabra. El

color gris azul representa la parte cartilaginosa; el color gris claro la osificación del cartílago en este estadio. En la figura 326 no se han dibujado los huesos de revestimiento o secundarios; en la 327 se han dibujado en amarillo.

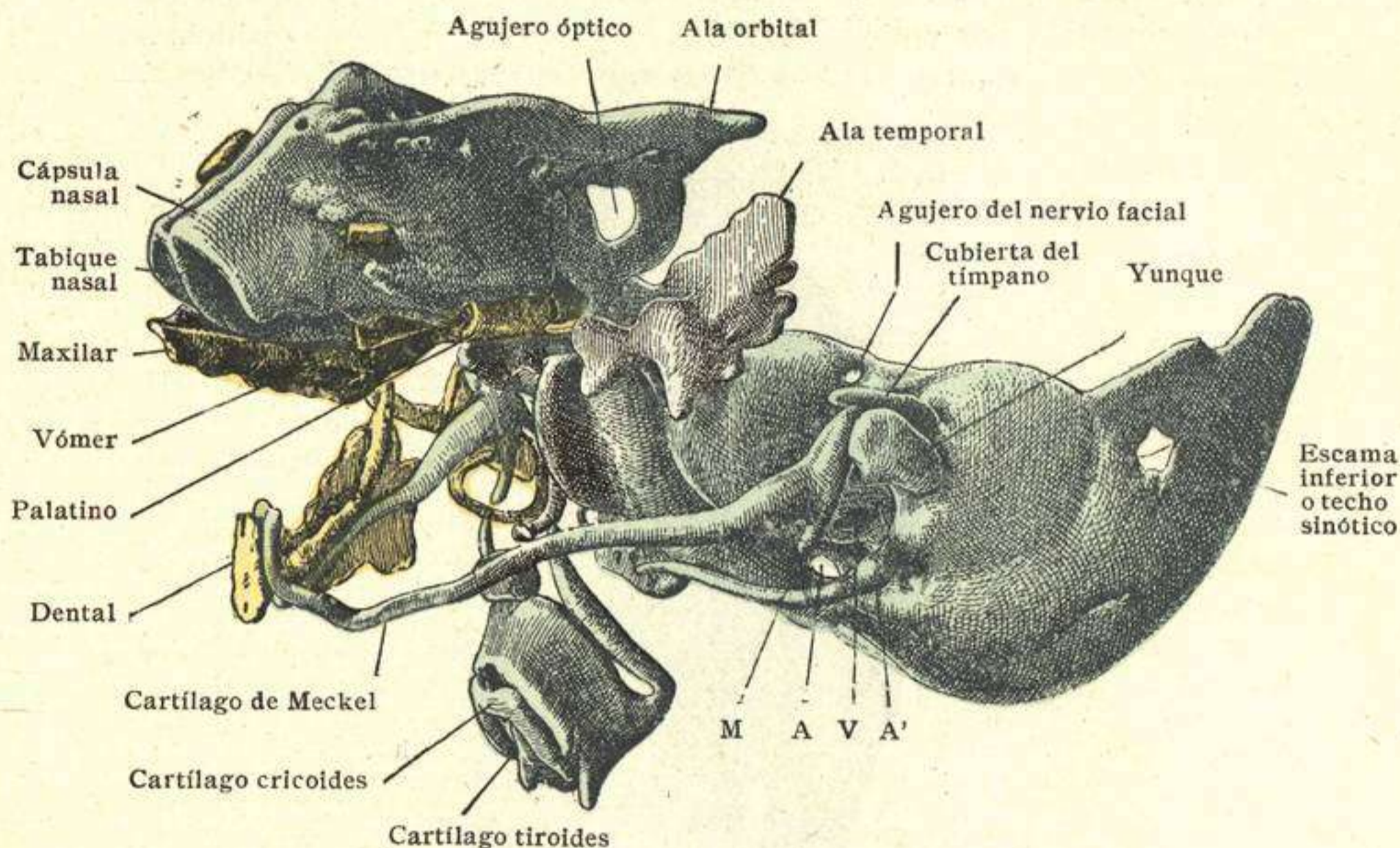


Fig. 327. El modelo anterior visto de lado. En esta figura se ven los huesos de revestimiento del lado derecho. — M, mango del martillo; A, agujero del hipoglosa; V, ventana del caracol; A', apófisis estiloidea.

XII. Esqueleto visceral membranoso y cartilaginosa

235. Esqueleto visceral membranoso. — Debajo del cráneo e integrando en gran parte la cabeza, se forma el *esqueleto visceral*, llamado así porque está destinado *principalmente* a prestar servicio al aparato digestivo y al respiratorio: esto es, a la vida vegetativa como el craneal a la sensitiva. Decimos *principalmente*, porque ni el esqueleto craneal deja de ayudar a la función vegetativa, ni el visceral a la sensitiva. Basta recordar, por una parte, que el etmoides, esferoides y frontal integran las fosas nasales para la función respiratoria; y por otra, que el hioides y los maxilares sirven de esqueleto a las cavidades bucales, donde entre otros órganos se aposenta la lengua, asiento de los *corpúsculos* gustativos.

También respecto del esqueleto visceral podemos y debemos distinguir varios estadios evolutivos: el *membranoso*, el *cartilaginosa* y el *óseo*. El membranoso abarca desde la aparición de los arcos faríngeos (branquiales o viscerales) hasta su parcial metamorfosis cartila-

gínea. Ya estudiamos más arriba (n. 7) la aparición de esos arcos faringéales, y aun la transformación de algunos de ellos, al hablar de la formación de las fosas nasales (n. 178) y del oído (n. 175). Bastará recordar aquí que los arcos, al principio y en estado membranoso, están formados substancialmente por una masa mesenquimática, revestida por epitelio (ectodermo y entodermo). Aquí podemos

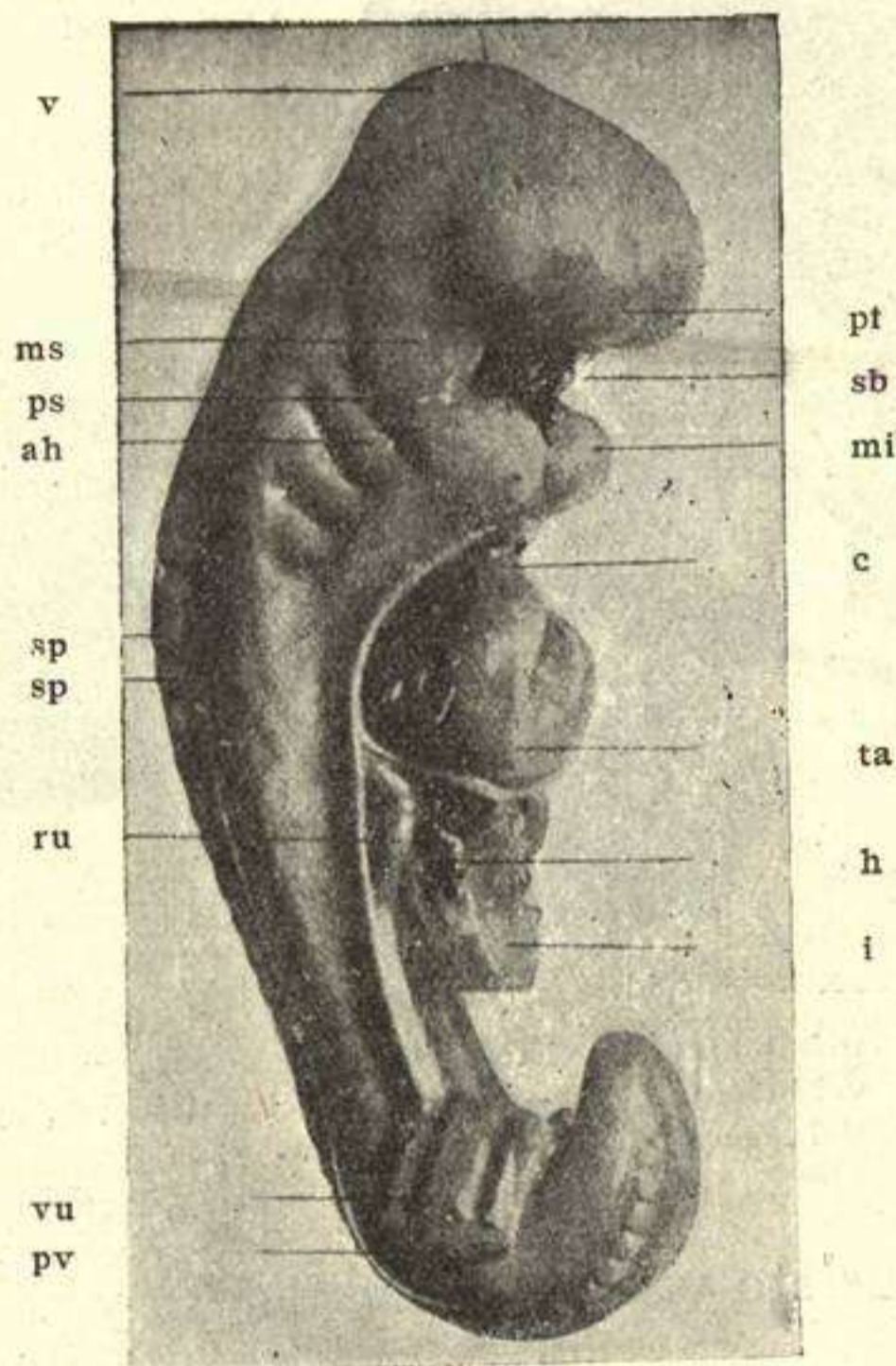


Fig. 328. Embrión humano de la tercera semana. — pf, prominencia frontal; v vértice; sb, seno bucal; ms, saliente o prominencia del maxilar superior; mi, saliente del maxilar inferior; ps, primer surco faringéal o visceral; ah, arco hiodeo; c, corazón; ta, tronco arterioso; sp, segmentos primitivos; h, hígado; i, intestino cortado; ru, región umbilical; pv, pedúnculo ventral con los vasos umbilicales (vu). (Según el modelo de His. Del libro de Hertwig. Die Elemente etc.).

añadir que se desarrollan también más tarde fibras musculares estriadas y vasos. El primer arco que es el mandibular, se divide luego por un seno ventral (fig. 328) en dos protuberancias, una superior, esbozo del maxilar superior, y otra inferior que lo es del maxilar inferior. Vimos ya en el lugar, ántes citado, cómo en mamíferos y en el hombre las protuberancias del maxilar superior crecían hacia el medio, y formaban hacia dentro de la boca una prolongación laminar que dividía en dos pisos la cavidad bucal primitiva, aumentando con esto el piso o compartimiento superior que es el de las fosas nasales.

El siguiente arco faringeal o visceral es el *hioideo*, denominando los arcos por lo que serán después o por su futuro destino. Los restantes serán los branquiales en peces y anfibios por desarrollar luego branquias, y simplemente *viscerales* o *faringeales* en los restantes vertebrados, ya que en ellos tendrán, como veremos, distinta aplicación.

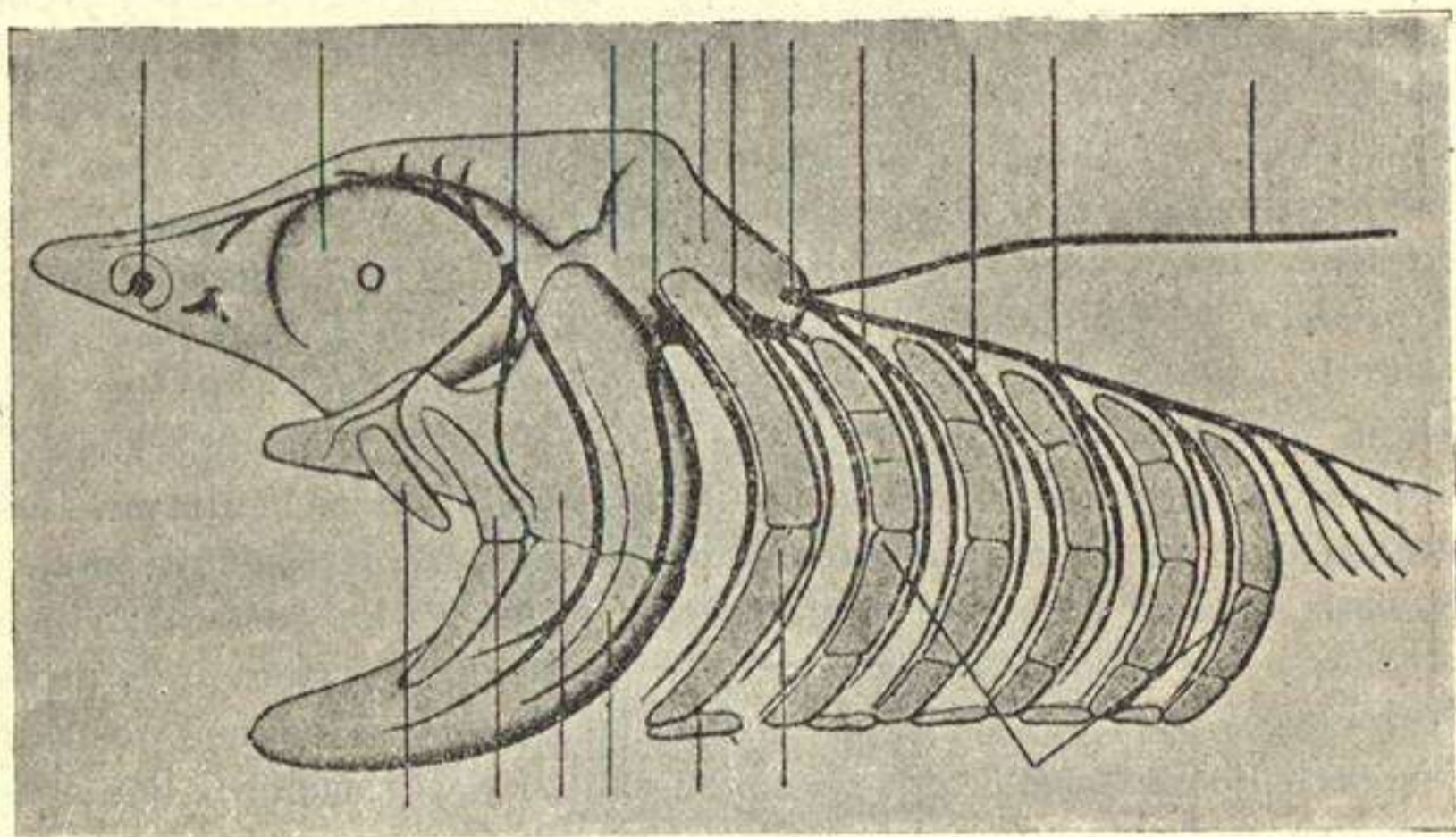
236. Esqueleto visceral cartilagíneo. — El esqueleto visceral membranoso se condrica también, parcialmente cuando menos; bien que hay mucha diferencia, en esta parte, entre unos vertebrados y otros. En selacios, cuyo esqueleto es cartilagíneo toda la vida, los arcos viscerales se condrican en su totalidad. El primer arco que es el maxilar, como sabemos, forma dos grandes piezas cartilagíneas: una superior, llamada *palato-cuadrado* (fig. 329, pc) y corresponde al maxilar superior; y otra inferior o mandibular (fig. 329, m) que es el maxilar inferior: los maxilares inferiores se unen en la línea media por una tira de conjuntivo. En ambas piezas se desarrollan los dientes. La hendidura entre el arco maxilar y el siguiente, se conserva bajo la forma de un pequeño orificio que los alemanes llaman *Spritzloch*, y que nosotros podríamos denotar con la expresión *orificio de desagüe* (fig. 11, s). El segundo arco, el *hioideo* (fig. 329, hi), según acabamos de indicar, origina dos cartílagos, uno superior, conocido con el nombre de *hiomandibular*, y de *hioides* el inferior. Los dos arcos se unen ventralmente mediante otra pieza cartilagínea impar, llamada *cópula*: pieza que igualmente se halla en los restantes cinco arcos que son los *branquiales* y debe corresponder al esternón de otros vertebrados superiores. Los arcos branquiales están compuestos por una serie de cartílagos (fig. 329, ab). Las demás formaciones que aparecen en la figura 329, no hacen ahora tanto al caso: como se indica al pie de ella, son: la nariz, el ojo, los nervios craneales con algunas ramificaciones y algunas regiones anatómicas.

En vertebrados superiores, señaladamente en mamíferos y en el hombre, así como el número de arcos viscerales es diverso y diverso también en parte el destino de ellos, así es también divergente e incompleta la condricación. Fijándonos, como siempre, con preferencia en el hombre, en el primer arco, que es el maxilar, se forma a cada lado un cartílago notable, llamado de Meckel (figs. 326 y 327). Los dos cartílagos se unen por delante o ventralmente a favor de una tira de conjuntivo. Hacia atrás, cada cartílago llega a la región del oído y su extremidad constituye o al menos integra, según parece, el *martillo* y el *yunque* de la caja del tambor (figs. 326 y 327). El siguiente arco, que es el *hioideo*, se condrica también en parte. Efectivamente, su región superior se convierte en cartílago, para constituir en definitiva la apófisis estiloidea (*processus styloideus*) de la región mastoidea del temporal: su porción media, que en muchos mamíferos se desarrolla y convierte en un cartílago respetable, no se condrica en el

hombre y forma el ligamento estiloideo (*ligamentum styloideum*): su parte inferior se condriifica y origina las astas menores del *hioides*. Recordemos de pasada que el surco externo y el surco o la bolsa interna, entre el primero y segundo arco visceral, se transforman, según vimos más arriba (ns. 174 y 175), aquél en el conducto auditivo externo y éste en la caja del tambor.

El tercer arco se condriifica asimismo en su porción ventral para originar las astas mayores del *hioides*, cuyo cuerpo es debido a la formación de un cartílago impar en la línea ventral media, entre el segundo y tercer arco visceral, y corresponde a la cópula de los arcos viscerales de los selacios.

n o tr rl fa ro gl va rb rb rb rl



cl cl pc m chi hi ab

Fig. 329. Demostración esquemática del esqueleto craneal y visceral y de los nervios craneales de un selacio. — cl, cartílagos labiales; pc, palato-cuadrado; m, mandíbula; chi, cópula del arco hiodeo; hi, arco hiodeo; ab, arcos branquiales; n, nariz; o, ojo; tr, trigemino; rl, región laberíntica; fa, facial; ro, región occipital; gl, glossofaríngeo; va, vago; rb.rb.rb, ramos branquiales del vago; rl, ramo lateral del mismo. (Según O. Hertwig. De su libro: Die Elemente etc.).

Finalmente, el cuarto y quinto arco, entendiendo por éste la pared posterior que limita el cuarto surco faríngeo, por condriificación darán origen al cartílago *tiroides* de la laringe.

Por la enumeración de formaciones que acabamos de hacer, derivadas de los arcos viscerales, se ve que por ningún lado aparece un hueso que integra la cadena de huesecillos del oído medio, llamado *estribo*. Su origen es discutido. O. Hertwig, estribando en las investigaciones de Baumgarten, Jacoby y Zondes, considera dicho hueso como una formación particular e independiente, originada en la parte superior del arco *hiodeo*. Su perforación nace de que su tejido de formación es atravesado por la *arteria estapedia*, rama de la carótida interna:

arteria estapedia que, si bien en algunos mamíferos se conserva indefinidamente, v. g., en *insectívoros* y *roedores*; en otros, con todo, y especialmente en el hombre, se atrofia después y desaparece. Que el estribo pertenece, según esto, a la región del segundo arco visceral, y el martillo y el yunque al primero, parece desprenderse, como discurre O. Hertwig, de la distribución de los nervios en esta región: porque el musculito del estribo (*musculus stapedius*) es inervado por el nervio del segundo arco visceral, rama del facial; al paso que el músculo tensor del tímpano (*musculus tensor tympani*) lo es por una rama del trigémino que es el nervio del arco maxilar. Bueno es traer a la memoria aquí que todos esos huesecitos son de origen extra-



Fig. 330. Forma anómala de la cabeza con doble fisura labial de un fruto humano a término. (Según Martín Saint-Ange. Del *Traité Tératologie* de Geoffroy Saint-Hilaire).

timpánico, es decir, se han formado en el mesénquima de la pared de la caja del tambor, viniendo por el crecimiento a hacer prominencia en la cavidad, siempre revestidos por la mucosa de la misma, hasta que reduciéndose el mesénquima, en cuyo seno se han formado, y contrayéndose en su consecuencia la superficie de la pared, se ha agrandado la cavidad timpánica y han quedado colgando dentro de ella (aunque adheridos a la pared), los huesecitos de referencia. Este estadio no tiene lugar, sino después del nacimiento, cuando por efecto de la entrada del aire atmosférico en la cavidad del oído medio por el conducto de la trompa de Eustaquio, parece que el mismo aire fuerza, aun mecánicamente, a dilatarse la cavidad timpánica.

237. Consecuencias teratológicas. — Ya en más de una ocasión hemos advertido que las perturbaciones que puede sufrir la marcha de las formaciones embriológicas, llevaban como conse-

cuencia la aparición de anormalidades y defectos de conformación, pertenecientes a la teratología. Quizás en ninguna parte se hace esto tan visible como en el esqueleto visceral, por razón de que este esqueleto contribuye como el principal factor a la configuración de la cara; y así cualquier defecto que aquí ocurra, es mucho más notado. Del hecho de que la mandíbula superior se origina de las dos prolongaciones laterales (maxilares) y otra media (frontal) debidamente fusionadas, se desprende *a priori* que cualquier causa que impida dicha fusión, bastará para que aparezcan hendiduras en esta región. El defecto tendrá sus grados, según que el impedimento de la fusión sea sólo uni- o bilateral. En este segundo caso aparecerá la mandíbula superior con dos hendiduras, correspondientes a los dos surcos que separan, en los primeros estadios evolutivos, las prolongaciones maxilares de la frontal, la cual a su vez puede sufrir defectos evolutivos: como consecuencia de esto, aparecerá la mandíbula superior con ancha hendidura media (fig. 330).

Algunas veces el defecto puede estar sólo en el interior de la boca. Si las prolongaciones horizontales de los maxilares que concurren a formar en cielo de la boca, separando de ella las fosas nasales primitivas (n. 178), no se desarrollan o no se fusionan; tendremos que las fosas nasales se abrirán en la boca (*boca o garganta de lobo*); exteriormente no aparece ninguna deformidad. Otras veces, es sólo el labio superior el que se interesa en la anormalidad, presentando una hendidura o defecto central: este defecto suele conocerse con el nombre de *labio de liebre o leporino*.

XIII. Osificación del esqueleto de la cabeza

238. Nociones. — Hemos visto que al llamado con alguna impropiedad esqueleto membranoso ha sucedido el esqueleto cartilagíneo en mayor o menor extensión. Hablando del hombre, sólo la base y partes laterales del esqueleto craneal (figs. 326 y 327) se habían condricado, mientras que la parte superior o el techo había permanecido membranoso. En el esqueleto visceral era aún menor la parte cartilagínea respecto de la que permanecía membranosa, al tiempo de la transformación cartilagínea. En otros mamíferos la transformación cartilagínea del esqueleto membranoso alcanza mayores proporciones; y así, en general, descendiendo en la escala zoológica. En *peces y anfibios* se forma, ántes del óseo, un esqueleto cartilagíneo completo.

Del esqueleto primordial cartilagíneo se pasa al óseo y definitivo de dos maneras: unas veces el cartílago mismo se osifica, en todo o en parte; otras, el conjuntivo que recubre el cartílago, o que le recubriría si el esqueleto cartilagíneo fuese completo, se osifica *directamente* sin pasar por el estado cartilagíneo. En el primer caso, a saber, cuando

precede cartílago, el hueso resultante se llama *hueso primordial* y también se puede llamar *hueso de substitución*; porque substituye al cartílago y al esqueleto, por él formado; mientras que en el segundo caso, esto es, cuando el conjuntivo que recubre la parte cartilaginosa o que la recubriría, de ser general la condricación del esqueleto membranoso, se osifica *directamente*, el hueso que se origina, se llama *hueso*

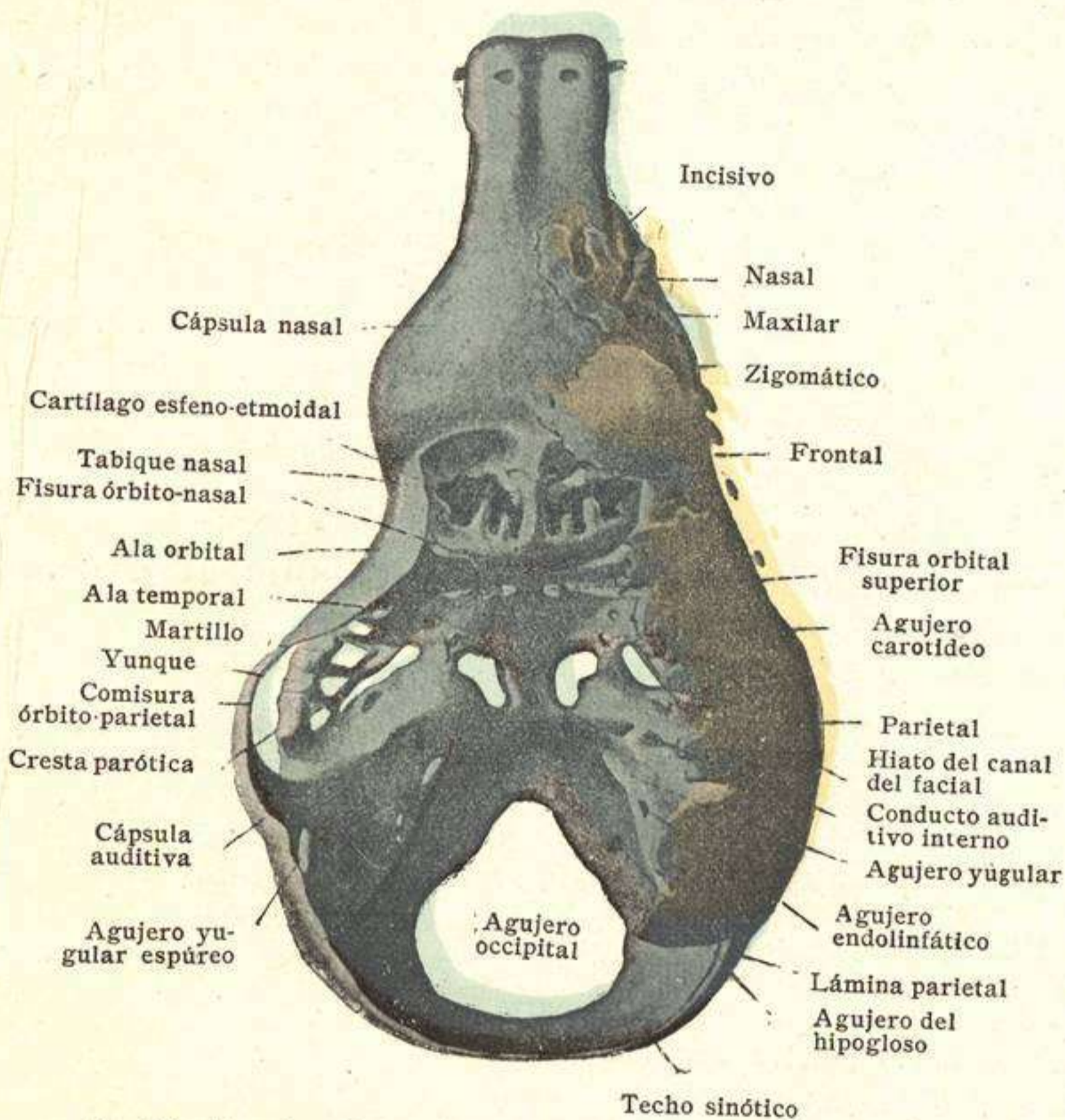


Fig. 331. Esqueleto de la cabeza de un embrión de topo de 27,3 mm. de longitud desde la coronilla al coxis. En la parte derecha se ven los huesos de revestimiento pintados de amarillo; en la izquierda, se han quitado para ver mejor la disposición del esqueleto primordial cartilagíneo en azul. $\frac{1}{3}$ del modelo. (Según E. Fischer. Tratado de Gaupp en el Handbuch de O. Hertwig).

de revestimiento o *hueso de cubierta* (fig. 331); porque, en efecto, recubre el cartílago, formándole como una cápsula externa. En *peces* y *anfibios* es fácil distinguir y aun separar el cráneo primordial, o sea, la cápsula interna, constituida por huesos primordiales, de la externa, compuesta por huesos de revestimiento, aun en el estado adulto. En mamíferos y en el hombre sólo al principio se logra esto. Pero, a medida que avanza la evolución, se hace esto cada vez más difícil y, finalmente, imposible; y esto por varias razo-

nes. 1.^a Porque ya la parte cartilaginosa del cráneo primordial es muy imperfecta (la base del cráneo y algo por los lados y por la parte posterior, respecto del esqueleto craneal; y respecto del visceral, es aún más insignificante la porción condricada): por lo cual el hueso que se forme, donde no precedió cartílago, será único y no dará lugar a distinguir el esqueleto primordial del definitivo. 2.^a El cartílago que constituía o integraba el esqueleto primordial, desaparece en gran parte, osificándose: y como la constitución del hueso primordial o de substitución es la misma que el de revestimiento o de cubierta, no es fácil distinguir, mucho menos separar, los dos esqueletos. 3.^a Además, aunque de distinto origen, se fusionan con el tiempo los huesos primordiales con los de revestimiento: éstos pierden su situación superficial y llenan los huecos que pudieran existir entre las masas de distinto origen. 4.^a En fin, los huesos que en animales inferiores se mantienen toda la vida aislados, se fusionan en los superiores y de un modo particular en el hombre; de manera que es imposible señalar el límite entre unos y otros. Y esto tanto entre huesos de un mismo nombre, primordiales o de revestimiento, como entre los de distinto nombre, esto es, entre aquéllos y éstos.

239. Modo de osificación: endocondral y pericondral. — Cuanto al modo de la transformación del esqueleto primordial en el óseo, podemos, ante todo, fijarnos en la metamorfosis que sufre el cartílago osificándose. Esta metamorfosis puede suceder de dos maneras, generalmente combinadas, llamadas respectivamente osificación *endocondral* y *pericondral*. En la endocondral, el centro del cartílago comienza por excavarse, merced a la entrada de vasos y de células libres, que allí acuden con los vasos y cuidan de destruir el cartílago y formar, en substitución suya, islas de sustancia ósea. Las células que originan el hueso, se llaman *osteoblastos*: y así avanza la formación hacia la parte periférica. Por su lado, el conjuntivo que envuelve inmediatamente el cartílago y la daba crecimiento, comienza también a ordenar en serie sus células más internas, las cuales forman capas óseas hacia dentro, con el nombre de *osteoblastos*. Esta es la osificación *pericondral*.

La osificación pericondral, si bien nos fijamos, es una osificación directa del conjuntivo, porque el pericondrio es de naturaleza *conjuntiva*. Si así es, el proceso de osificación del pericondrio es, en lo esencial, el mismo que en los huesos de revestimiento, que, como hemos dicho, resultan de una transformación directa del conjuntivo. De hecho es así; porque también aquí se ordenan ciertas células y se convierten en *osteoblastos*, los cuales van engendrando capas de hueso, y por división celular nuevas series o capas de osteoblastos. Las capas de osteoblastos, tanto aquí como en la osificación pericondral, no forman precisamente líneas rectas, sino muchas veces sinuosas; y los

senos de osteoblastos, cerrando sus bordes de entrada, originan los canales de Havers (fig. 332).

Es de advertir que, aunque en la formación de huesos de revestimiento hablábamos de una *transformación directa* del tejido conjuntivo en el óseo, la frase no es del todo exacta ni correcta, y sólo se quiere significar con ella que del conjuntivo se pasa al óseo sin preceder estado cartilagíneo; aquí como allí la formación del hueso es más bien una *neoplasia*. Y decimos esto, porque en los libros de His-

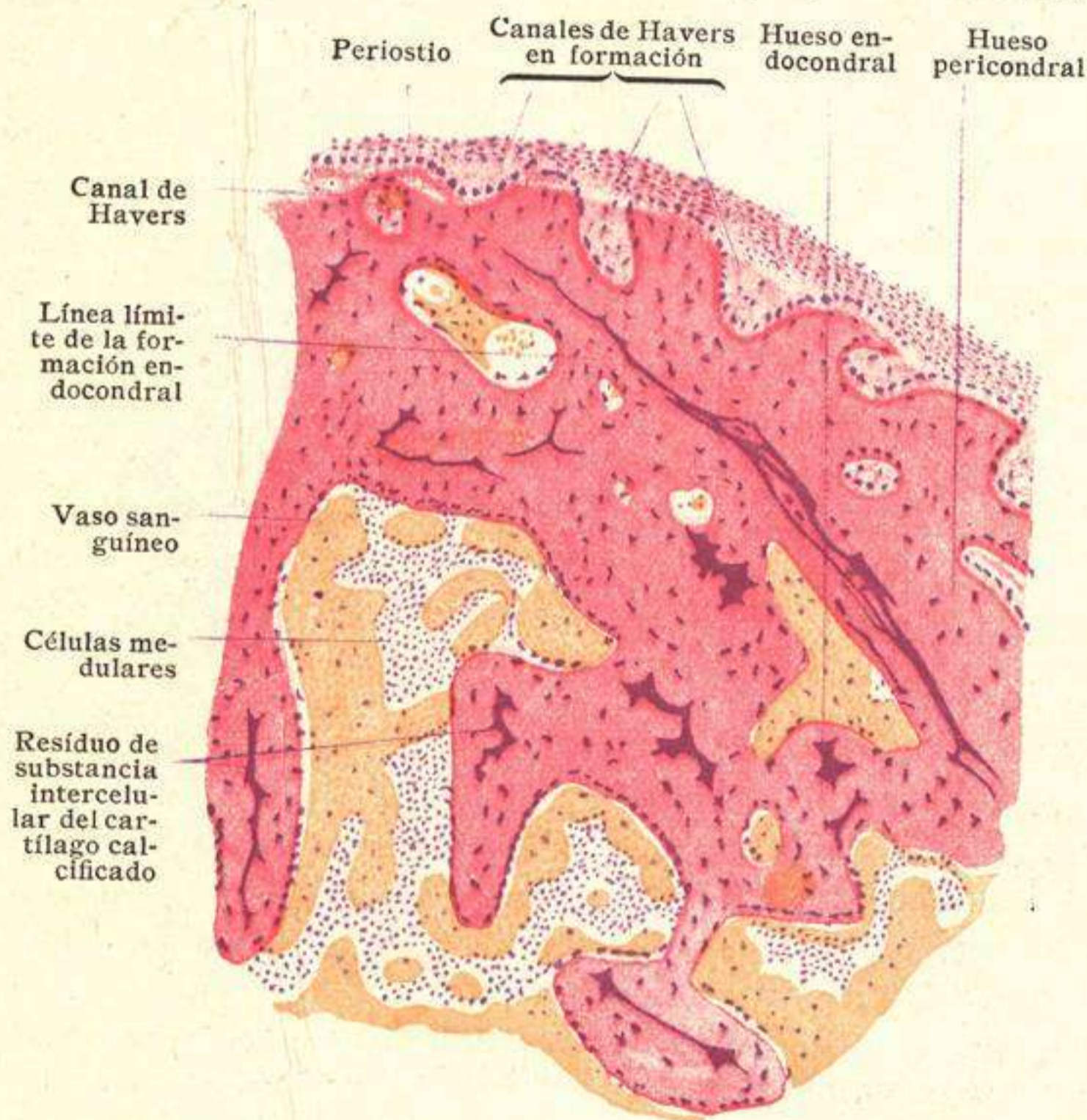


Fig. 332. Fragmento de un corte transversal del húmero de un feto humano de 4 meses. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie der Menschen).

tología se hace mérito de un proceso de osificación (raro en general) por incrustación calcárea directa del cartílago o del tejido conjuntivo: lo cual sería con toda propiedad, verdadera *transformación directa* de dichos tejidos, y se debería llamar *metaplasia*. De aquí la distinción del origen del hueso en dos tipos: tipo *neoplásico*, y tipo *metaplásico*. Como ejemplos de este último tipo se citan puntos de la cavidad articular del temporal, de la sutura palatina, del maxilar inferior, de la tuberosidad del radio, de la espina del omóplato, y de la extremidad de las últimas falanges, donde el cartílago *parece* transformarse directamente en hueso (fig. 333). El histólogo alemán, Ph. Stöhr, no

está por esas metaplasias y cree que en estos casos no se trata sino de tejido conjuntivo periostial con células indiferentes, de las cuales unas se convierten en elementos cartilagineos y otras en óseos (1).

240. Huesos primordiales o de substitución y huesos de revestimiento o de cubierta en el esqueleto de la cabeza. — Dada la noción de estas dos clases de huesos, no resta sino que indiquemos aquí brevemente, a cuál de las dos clases pertenecen los diversos huesos que componen el esqueleto de la cabeza. En tesis general, podemos sentar que todos los huesos que forman la base del cráneo, son *primordiales* o *de substitución*, por haberles precedido el esqueleto primordial cartilagineo; por el

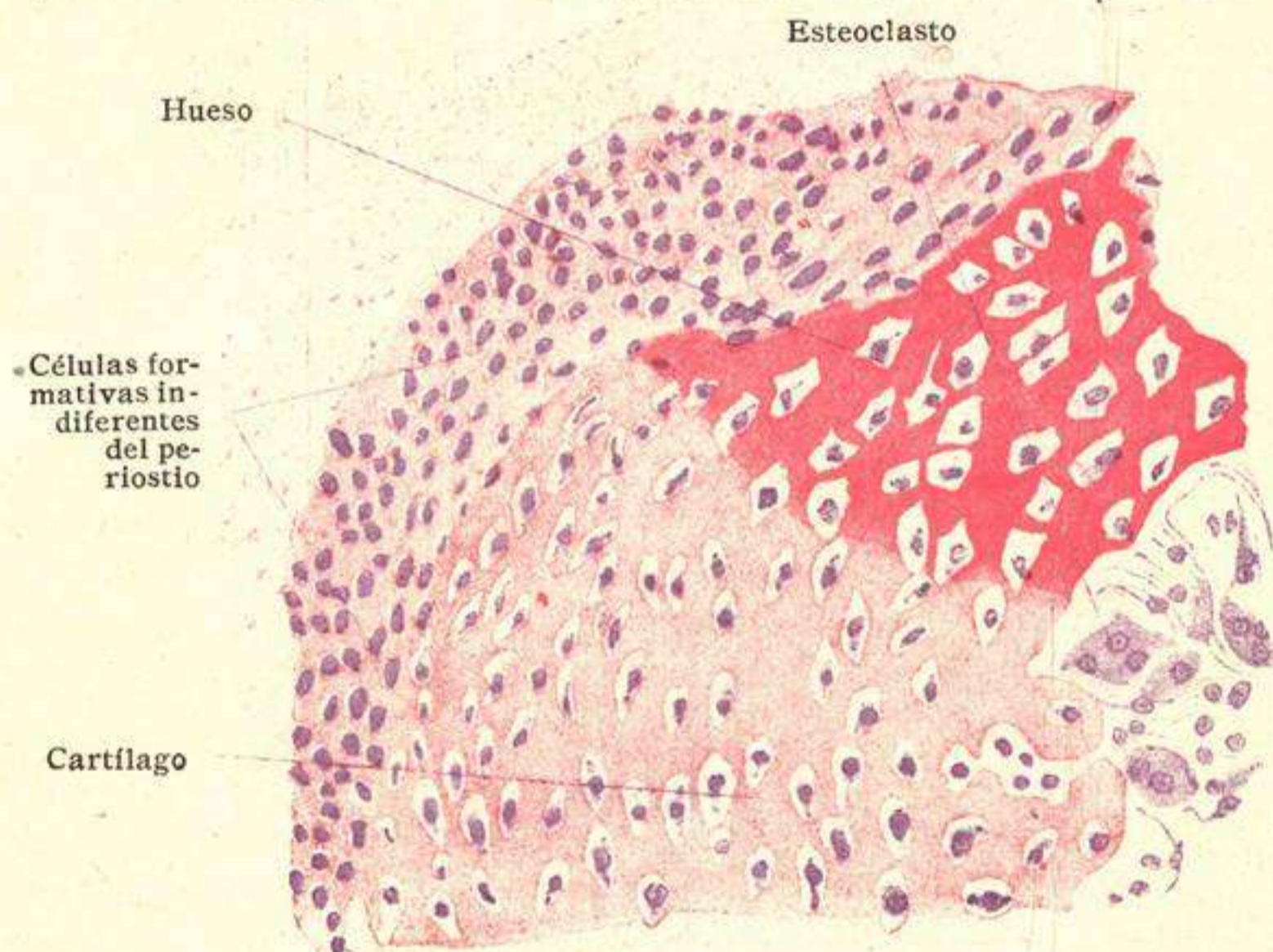


Fig. 333. Fragmento de un corte de la parte dura del paladar de un gato recién nacido. (Según Stöhr. De su Lehrbuch der Histologie).

contrario, todos los que constituyen el techo, son de revestimiento o de cubierta. Bajando al particular, son huesos primordiales: el *occipital*, excepto su región escamosa; el *esfenoides*, menos la lámina interna de su apófisis pterigoides; el *etmoides* y las *conchas*; el *peñasco* y la región *mastoidea* del temporal; los huesecitos del oído: *martillo*, *yunque* y *estribo*; el cuerpo y astas del *hioides*. Por el contrario, son huesos de revestimiento, la *región escamosa* del occipital; la *escama* del temporal; el *anillo* o el *hueso timpánico*; la *lámina interna* de la apófisis pterigoides del esfenoides; el *frontal*; los *parietales*; los *palatinos*; el *vómer*; los *nasales*; los *lacrimales* o *ungüis*; los *malares* o *pómulos*; y el *maxilar superior*.

(1) Conf. Ph. Stöhr: Lehrbuch der Histologie, p. 151 (1916).

XIV. Osificación en particular

241. Occipital. — La osificación del esqueleto primordial comienza en algunos puntos muy pronto, al tercer mes, hablando del hombre, y se indican estos puntos en las figuras 326 y 327, por el color gris claro, v. g., el de las alas temporales del esfenoideas. Los huesos definitivos son muchas veces el resultado de la fusión de varios huesos embrionales. El occipital desde luego es efecto de la soldadura de cinco huesos. En el cráneo primordial está representado por una masa anular cartilaginosa, extendida alrededor del agujero occipital. Esta masa comienza a osificarse por cuatro puntos distintos, llamados centros o núcleos de osificación: uno en la parte anterior, esto es, delante del orificio occipital; otro detrás; y otros dos a los lados. Creciendo e irradiándose la osificación, se originan cuatro huesos distintos, correspondientes a los cuatro centros: uno anterior en la base del cráneo que se llama *occipital basal*; otro posterior, bautizado con el nombre de *occipital superior*; y dos laterales, denominados *occipitales laterales*. Estos cuatro huesos conservan su individualidad en peces y anfibios; en animales superiores no, como veremos.

Para integrar el occipital definitivo en el hombre y en los mamíferos, se origina un hueso de revestimiento en la región superior. Aquí el tejido conjuntivo se osifica por dos centros, y produce un hueso llamado *interparietal*. Este hueso de revestimiento comienza en el tercer mes de la vida intra-uterina a fusionarse con el occipital superior para formar su escama, bien que hasta el nacimiento, queda exteriormente un surco, indicando el diverso origen de cada uno. Al tiempo del nacimiento la escama, los occipitales laterales y el basilar están aún separados por tiras de cartílago, y sólo más tarde se sueldan: la escama con los occipitales laterales, durante el primer año de la vida extra-uterina; y éstos con el basilar durante el período del tercer al cuarto año. Así tenemos en definitiva que el occipital es el resultado de cinco huesos soldados, cuatro primordiales y uno secundario.

242. Esfenoideas. — No menos interesante es la historia ontogénica del esfenoideas. Es en su mayor parte hueso primordial o de substitución, como dijimos. El cartílago que le precede comienza a osificarse por dos pares de centros: un par anterior y otro posterior; esto es, en la parte anterior y en la posterior de la silla turca. A los lados, se forman otros centros para las grandes y pequeñas alas. En el hombre los de las grandes alas aparecen los primeros entre todos los demás centros del esfenoideas.

Al principio, están naturalmente separados todos estos huesos por

tiras o zonas cartilagíneas y así permanecen en vertebrados inferiores. En vertebrados superiores se fusionan. En la mayoría de los mamíferos las alas menores se sueldan con el cuerpo anterior del esfenoideas; y las mayores con el posterior: quedando aislados los dos cuerpos: en estos animales, pues, existen dos esfenoideas, el anterior y el posterior, separados por una tira de cartílago. En el hombre también se osifica la tira de cartílago y se fusionan los dos cuerpos del esfenoideas en uno solo. La serie cronológica de estas soldaduras es la siguiente. En el sexto mes se sueldan las alas anteriores con el cuerpo anterior; poco antes del nacimiento se suelda el cuerpo anterior con el posterior: al cuerpo único resultante se asocian y sueldan en el primer año de la vida extrauterina las alas posteriores: éstas crecen hacia abajo, originando la lámina externa de la *apófisis pterigoides*; al paso que la lámina interna de la misma es un hueso de revestimiento que se esboza entonces.

243. Temporal.— También es formación compleja el hueso *temporal*, entrando asimismo en su constitución definitiva huesos de revestimiento. El peñasco y la región mastoidea de este hueso es primordial y se osifica merced a la presencia de varios núcleos; y no menos son primordiales los huesecitos que se encierran en el oído: *martillo*, *yunque* y *estribo*, de que nos ocuparemos después. Al temporal se une más tarde la *apófisis estiloides*, hueso asimismo primordial. En cambio, el hueso (anillo) timpánico y la región escamosa son huesos de revestimiento. Por lo que toca al primero de estos últimos, en un principio representa el marco de la membrana del tímpano: aparece hacia la parte exterior de la caja por fuera del martillo y del cartílago de Meckel en el tejido conjuntivo. Más tarde se ensancha el anillo y se convierte en una placa ósea que presta apoyo esquelético al conducto auditivo externo. En el hombre y en muchos mamíferos la placa ósea se suelda con el peñasco, menos en una pequeña hendidura que queda entre los dos huesos, llamada *fisura petrotimpánica* o *de Gläser*, ocasionada por el paso de la cuerda del tímpano (nervio derivado del facial) y del vástago largo del martillo: formaciones anteriores a la osificación, y que ésta ha respetado, dejándolas intactas en su sitio.

Por otro lado, la escama del temporal es también, como queda indicado, hueso de revestimiento y a su tiempo se suelda asimismo con los anteriores. En otros mamíferos y en vertebrados inferiores, los tres huesos conservan su individualidad con los nombres respectivos de *hueso petroso* (*os petrosum*), *timpánico* (*os tympanicum*) y *escamoso* (*os squamosum*).

244 Etmoides.— Es un hueso primordial, originado por la osificación de la parte posterior de la cápsula nasal cartilagínea,

mientras que la parte anterior de ésta se conserva cartilaginosa, formando gran parte del tabique medio y los cartílagos de las alas de la nariz.

245. Huesos de revestimiento del cráneo. — Ya los conocemos (n. 241). Su osificación comienza al tercer mes de la vida intrauterina. De ellos conservan su individualidad los *parietales*, el *frontal*, los *nasales*, los *ungüis* y el *vómer*. El frontal es al principio par, y par persiste hasta el segundo año después del nacimiento. Nótese que los nasales y unguis son huesos de revestimiento de la cápsula cartilaginosa de la nariz. El vómer debe su origen a la osificación del conjuntivo a uno y otro lado del tabique nasal y en su parte inferior. Son, pues, al principio dos huesos; pero se sueldan o fusionan luego en medio con desaparición, en este punto, del cartílago del tabique.

246. Hueso malar. — El *hueso malar* (*pómulo*, *hueso zigomático*) se origina independientemente de la cápsula craneal cartilaginosa en el seno del conjuntivo y debajo del ojo; y se une luego con el maxilar, con la apófisis zigomática de la escama del temporal, integrando el arco zigomático, y con el frontal en muchos mamíferos, y con el frontal y esfenoidal en los primates. En el hombre hace su primer aparición hacia fines del segundo mes de la vida intrauterina. Se había creído por autores más antiguos que poseía dos o tres centros de osificación. Los más recientes trabajos de investigación de K. Toldt han dado por resultado que el *malar* no tiene, de ley ordinaria, más que un centro de formación (1).

247. Huesecillos del oído. — Así como en el esqueleto del cráneo hemos visto predominar los huesos primordiales o, cuando menos, representar un papel muy notable; así, por el contrario, figuran estos huesos, en el esqueleto visceral, como en segunda línea; al paso que los de revestimiento se llevan la mejor parte. Como paso entre una y otra parte esquelética, craneal y visceral, podemos tocar los huesecitos del oído: *martillo*, *yunque* y *estribo* (2). Todos estos huesos son primordiales: insignificantes por su tamaño, no dejan de tener su alta significación para el sentido del oído que integran. Ya en el cuarto mes aparecen revestidos de una capa ósea, dimanada del periostio. En su interior suelen quedar, en este tiempo, núcleos cartilaginosos que pueden persistir toda la vida. Dice O. Hertwig que nuevas investigaciones han puesto en claro que el martillo es un

(1) Conf. el tratado de E. Gaupp. en el Handbuch de O. Hertwig, p. 815. B. III. T. II. (1906).

(2) En los libros alemanes no encontramos individualizado el hueso llamado lenticular: será considerado como apófisis del yunque.

hueso compuesto; pues el vástago largo sería un hueso de revestimiento sobre el cartílago de Meckel, en la porción incluida entre el peñasco y el hueso timpánico (fig. 334, 6); y mientras el cartílago se atrofia y reduce, el hueso de revestimiento se soldaría con el cuerpo principal del martillo (1).

Del hiodes y de sus astas hemos ya hablado más arriba. Los demás huesos del esqueleto visceral son todos huesos de revestimiento, formados alrededor de la cavidad bucal. Toquémoslos brevemente.

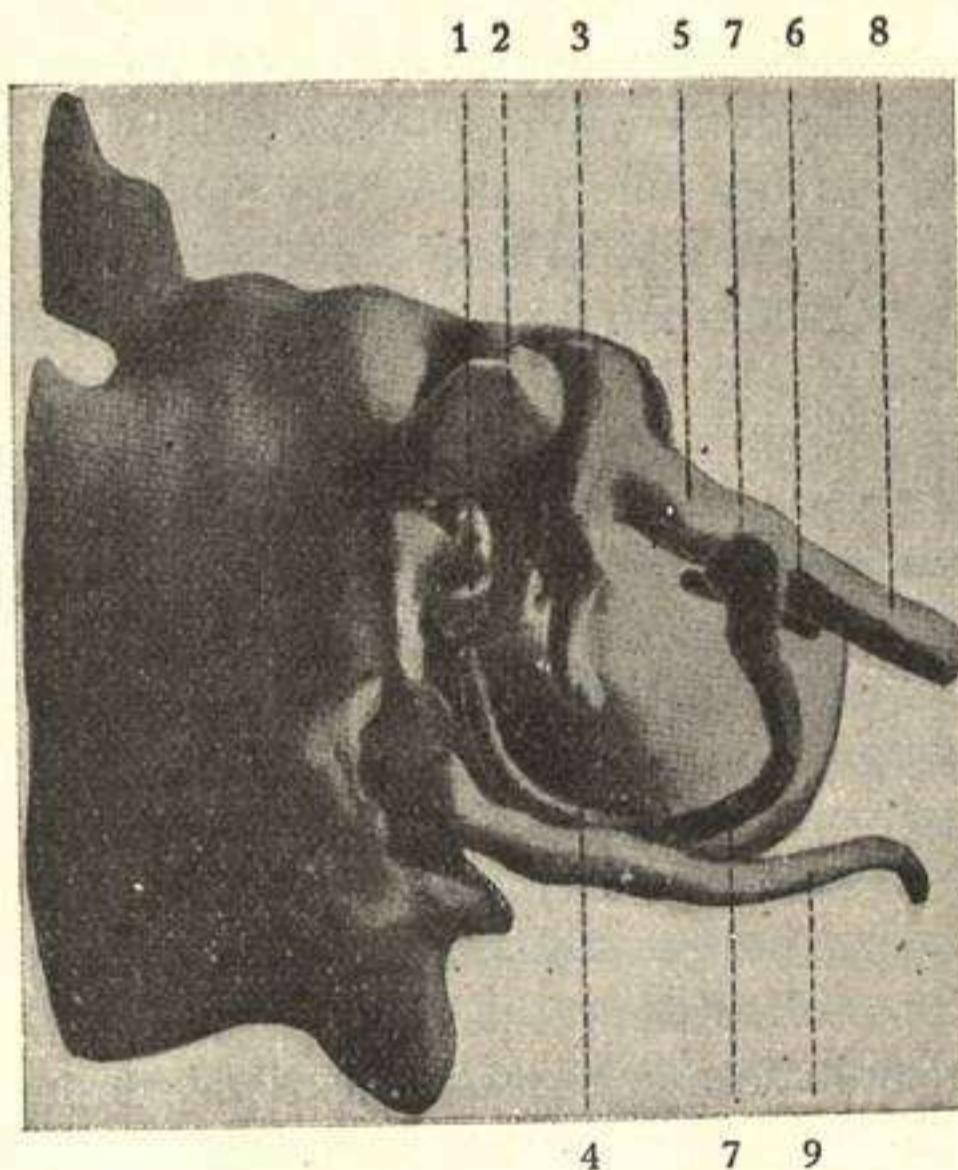


Fig. 334. Región laberíntica de un embrión humano del modelo de la figura 326 y 327, aumentada.—1, estribo; 2, yunque; 3, martillo; 4, manubrio del martillo, 5, vástago largo del martillo, continuándose con el cartílago de Meckel; 6, hueso angular; 7, anillo timpánico; 8, cartílago de Meckel; 9, apófisis estiloideas. (Del libro Die Elemente de O. Hertwig).

248. Maxilar superior. — La mandíbula superior resulta de dos pares de huesos, esto es, de dos laterales y dos medios; aquéllos provienen de las prolongaciones maxilares superiores que, como sabemos (n. 236), constituyen la mitad superior del primer arco visceral (fig. 328, ms), y aparecen a los lados de la cápsula nasal cartilaginosa; los dos medios deben su origen a la prolongación frontal que aparece entre los orificios nasales primitivos, y prestarán el suelo para la formación de los incisivos. Este par medio hace su primera aparición a las ocho semanas, según Th. Kölliker, y forma verdaderos *intermaxilares* (*premaxilares*). En la mayor parte de los mamíferos se conservan los cuatro huesos: en otros y en el hombre los intermaxi-

(1) O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre p. 101 (1907).

lares se sueldan muy pronto con los maxilares, después de unirse las prolongaciones maxilares con las nasales. Es fácil conocer en calaveras jóvenes la soldadura en una línea que se dirige desde el agujero incisivo (*foramen incisivum*) transversalmente hacia fuera.

Los maxilares superiores desarrollan una lámina horizontal hacia dentro de la boca, según ya estudiamos, en la formación de las fosas nasales (n. 148). Esta lámina, en unión de otra parecida de los palatinos, constituyen el cielo óseo o duro de la boca.

Los palatinos que acabamos de mencionar, forman su cuerpo en la pared lateral y en el techo de la boca. También la lámina par, llamada *hueso pterigoideo*, pertenece a esta región (*os pterygoideum*). El hueso pterigoideo que conserva su individualidad en muchos mamíferos, se suelda en el hombre con el esfenoides, constituyendo la lámina interna de su apófisis pterigoides.

249. Mandíbula inferior. — Conocemos ya su origen. Se forma de la mitad inferior del primer arco faringeal o visceral (fig. 328, mi). Es, pues, par en un principio. En él se desarrolla el cartílago de Meckel, cuya extremidad craneal está relacionada, según vimos, con la formación de los huesecitos del oído (*martillo y yunque*). En la extremidad visceral se tocan y se fusionan los dos cartílagos en mamíferos, al paso que en el hombre queda entre los dos un espacio intermedio. El cartílago desaparece después. La formación par del principio se conserva par toda la vida en muchos mamíferos, uniéndose los dos maxilares inferiores, portadores de los dientes, mediante una sínfisis conjuntiva. En el hombre y otros mamíferos, se sueldan, constituyendo definitivamente un solo hueso. Los dos huesos que luégo se sueldan, son de revestimiento, como ya se indicó; y se forman directamente del conjuntivo por la cara externa del cartílago de Meckel.

XV. Esqueleto de las extremidades

250. Idea general. — Las extremidades de los vertebrados, ora se presenten bajo la forma de aletas (peces), ora bajo la de alas, brazos y piernas, etc., deben ser consideradas como apéndices ventrales del tronco. Decimos como apéndices ventrales del tronco, porque tanto la Embriología como la Anatomía dan, para considerarlas así, datos incontestables, como, v. g., la inervación de dichas extremidades, la cual depende del ramo ventral de los nervios espinales. Aparecen las extremidades muy pronto: en el embrión humano al fin del primer mes (fig. 335, es, ei). Su primer esbozo se ofrece en forma de tuberosidad a cada lado del tronco: su crecimiento es ventro-caudalmente, sobre todo hablando de las extremidades superiores. Bien

pronto la tuberosidad se convierte por el crecimiento en un cuerpo alargado, y más o menos cilíndrico. En un estadio más avanzado, se anuncia una división en dos partes, mediante un surco transverso: la parte proximal (junto al tronco) será el *brazo* o el *muslo*, y la distal o libre, el *antebrazo* o *pierna*. Y así como por el surco indicado el esbozo primitivo se divide en dos, así la porción distal, por otro surco hacia su extremidad libre, insinuará el rudimento de la mano o del pie; mano o pie que bien pronto tomará la forma de pala, en cuyo

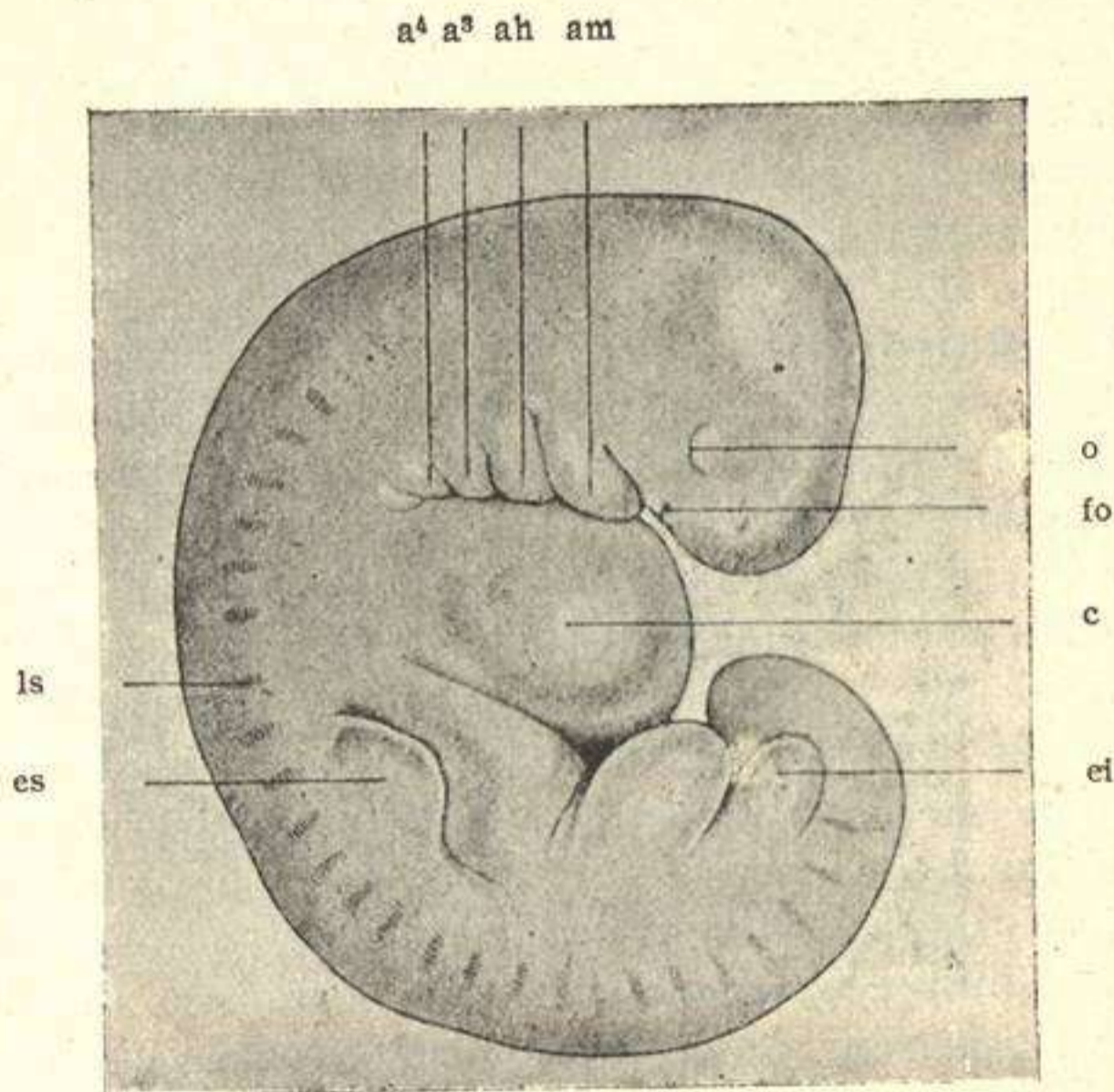


Fig. 335. Embrión humano de la cuarta semana, de cuatro mm. de longitud nuco-coxígea. — o, ojo; fo, foseta olfatoria; am, arco mandibular ah, arco hioideo; a³ a⁴, tercer y cuarto arco faríngeo; c, abultamiento de la pared anterior del cuerpo, producido por el corazón; ls, límite de dos segmentos primitivos; es, extremidad superior; ei, extremidad inferior (Según Rabl. Del libro: Die Elemente de O. Hertwig).

borde se configuran luego los esbozos de los dedos, indicados por surcos poco profundos al principio (fig. 336) y muy notables después. Hagamos notar, finalmente, que tanto las extremidades superiores como las inferiores tienen, al principio, la parte de flexión dirigida hacia dentro y la de extensión hacia fuera; de manera que el radio y el dedo pulgar de la extremidad superior y la tibia y el dedo mayor de la inferior miran cefálicamente; y el cúbito y el dedo meñique de la extremidad superior y el peroné y el dedo pequeño de la inferior, miran caudalmente. Después giran unos 90 grados, tanto las extremidades superiores como las inferiores, éstas en sentido contrario de aquéllas: de aquí resulta que la cara ventral de las extremidades

superiores sea homóloga a la dorsal de las inferiores; y viceversa, la dorsal de aquéllas, a la ventral de éstas. Esta circunstancia demuestra palmariamente la necesidad que tiene el anatómico de conocer a fondo la Embriología, para hacerse perfecto cargo de todas las relaciones de estos órganos.

Hablando más arriba (n. 52) del origen de los músculos, se hizo notar en los selacios que en la formación de las extremidades (aletas), concurrían varios segmentos primitivos o somitas: lo cual quiere decir

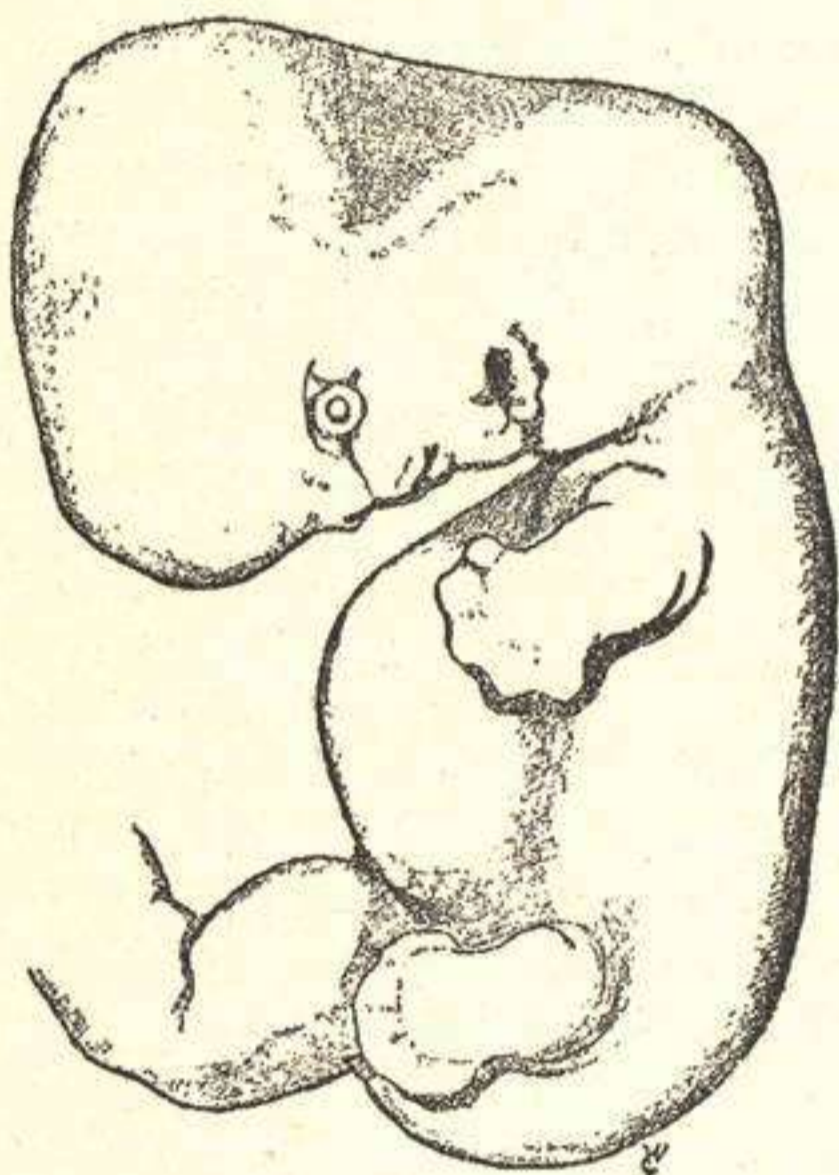


Fig. 336. Embrión humano de 14 mm. Nótese en las extremidades tanto superiores como inferiores la disposición especial, dirigiendo las palmas de las manos y la planta del pie hacia dentro. Nótese asimismo los surcos para esbozar los dedos, máxime en las extremidades superiores. (Del *Traité d'Embriologie humaine* de Poirier).

que las extremidades corresponden a varios segmentos del tronco: idea que confirma perfectamente la especial distribución de nervios; y esta distribución de nervios prueba asimismo lo que acabamos de ver respecto de la rotación de las extremidades alrededor de su eje longitudinal. Ante todo, son varios los nervios espinales que inervan las extremidades. Fijándonos en las extremidades superiores, entran en ellas nervios, procedentes desde el quinto *cervical* hasta los primeros *dorsales*. Pero adviértase que los que proceden del quinto al séptimo nervio cervical, por medio del nervio *axilar* y el *músculo-cutáneo*, son los que inervan el lado del radio; mientras que los que

inervan el lado del cúbito (nervio *cutáneo, medio y ulnar*) parecen tener su origen en los nervios espinales siguientes (1).

En su primera aparición no parecen las extremidades superiores guardar la relación topográfica que tienen después; pues se encuentra su rudimento muy abajo del corazón y a la altura del hígado (fig. 335, es). Nace esto de que la columna vertebral y las vísceras crecen con cierta independencia entre sí. Además, el fenómeno es más aparente que real. Porque si uno se fija en la serie de segmentos primitivos que corresponden a las futuras vértebras, podrá observar que el rudimento de las extremidades aparece a la altura del segmento (respectivamente de la futura vértebra) que corresponde al estado definitivo. La ilusión nace de que el crecimiento y desarrollo del tronco se realiza caudípetamente: de aquí resulta que en la parte anterior (cefálica) se encuentran los segmentos primitivos y las vértebras muy desarrolladas y el espacio que ocupan es notable; al paso que hacia atrás los segmentos son pequeños, están menos desarrollados y ocupan menos extensión. La impresión es como si los rudimentos de las extremidades apareciesen mucho más abajo de lo que correspondería, siendo así que en realidad están en su sitio.

También hemos de tener presente, para estar bien orientados, que el desarrollo del esqueleto de las extremidades es *centrífugo*, esto es, del tronco afuera: de manera que, v. g., en la formación de la extremidad superior aparece primero el brazo que el antebrazo y éste primero que la mano; y en la misma mano primero es el carpo que los dedos, etc. Finalmente, de ley ordinaria se adelantan las extremidades superiores a las inferiores, como se adelanta la parte anterior o cefálica del cuerpo a la posterior o caudal, al menos cuando la evolución es directa sin pasar por el estadio de larva. Porque en anfibios *anuros* que, como nadie ignora, pasan por el estado de renacuajo, con cola y sin patas, la prioridad de la formación de las extremidades anteriores parece no cumplirse, ántes se creyó (2) por muchos autores, entre otros por Wiedersheim (1892) y Mehnert (1897), que aquí la prioridad estaba invertida y que primero se formaban las patas posteriores que las anteriores. Ciertamente así es respecto de la manifestación externa: que no habrá naturalista que haya dejado de observar que en la metamorfosis de los anuros, v. g., de las ranas, rompen primero las extremidades posteriores. No obstante esto, según otros autores, unos antiguos como el fundador de la Embriología v. Baer, y Rathke, y otros modernos, Jordán (1888) y Lignits (1897), la formación de extremidades es aquí sincrónica, esto es, a un tiempo.

(1) Así Schwalbe, aducido por O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre p. 408. (1907).

(2) Conf. el tratado de Braus en el Handbuch der Entwicklungslehre de O. Hertwig. Bd. III, T. II. p. 238 (1906).

En el esqueleto de las extremidades se pueden considerar tres estadios como en el de las demás partes estudiadas, el estadio *membranoso*, el *cartilagíneo* y el *óseo*. Aquí podemos prescindir del primer estadio que no tiene particular dificultad ni interés. Basta saber que el tejido mesenquimatoso, que representa este estadio, se torna muy celular, al transformarse en cartilagíneo, como ya hemos hecho notar oportunamente, hablando del esqueleto céfalo-raquídeo.

Para proceder con el debido orden, nos fijaremos primero en las extremidades superiores y luego en las inferiores. En las extremidades superiores estudiaremos, primero, la cintura escapular, y luego las extremidades, propiamente dichas; y lo mismo haremos en las extremidades inferiores, viendo, primero, la cintura pelviana y en seguida las extremidades propiamente dichas.

251. Cintura escapular. — La cintura escapular, al principio, está constituida por dos arcos cartilagíneos de abertura interna, uno derecho y otro izquierdo. Cada arco se descompone en dos piezas, articuladas en medio: una posterior que llega a la columna vertebral, y otra anterior que viene a parar hacia la línea media ventral. La pieza posterior es el omóplato, de cuerpo laminar y más o menos triangular: en su parte superior presenta dos apófisis, el *acromion* y la apófisis *coracoidea*; esta última llega en las aves hasta la línea ventral media y, una vez osificada, recibe el nombre de hueso *coracoides*.

El omóplato comienza ya al tercer mes a osificarse por el cuello (*collum scapulae*); quedan, con todo, cartilagíneos mucho tiempo los bordes, la espina y el acromion: que en parte se conserva así aun en los recién nacidos. Aparecen allí núcleos de osificación accesorios durante la infancia. La apófisis coracoides que algunos consideran como la pieza ventral del arco, rudimentaria en el hombre y muy desarrollada en las aves, como está dicho, persiste cartilagínea aún. En el primer año de la vida extrauterina recibe un centro de osificación, transformándose en hueso (*os coracoideum*) que hasta los 17 años permanece separado del omóplato por una tira cartilagínea, que permite separar un hueso de otro. Más tarde se osifica también la tira cartilagínea y se fusionan los dos huesos, quedando el *coracoideo* convertido en la apófisis coracoides del omóplato. El acromion puede en algunos casos quedar aislado de la espina, constituyendo entonces el hueso *acromial* (1).

La parte anterior del arco escapular viene representada por la clavícula; la cual, según Goette y Hoffmann, sería hueso de sustitución por estar preformado por cartilago. No es de esta opinión Gegenbaur. Este autor cree más bien que la clavícula es *hueso de*

(1) Conf. Poirier: *Traité d'Anatomie humaine*, t. I. p. 433 (1911).

revestimiento. Todo nace de que la clavícula es un hueso muy prematuro en su formación: aparece ya en la séptima semana en el embrión humano y se origina, según parece, de un tejido indiferente, bien que luego surgen en sus extremos cartílagos epifisarios con poca substancia intercelular y sirven, como en los demás huesos, para el crecimiento en longitud. Kölliker menciona un núcleo de osificación que se desarrollaría en la extremidad esternal entre los 15 y 20 años y que a los 25 estaría soldado con el cuerpo principal (1).

252. Consideración general sobre las extremidades. — El esqueleto de las extremidades, propiamente dichas, está muy bien preformado en cada una de sus partes o huesos, primero por el tejido precondral, caracterizado, como está dicho, por sus numerosas células o núcleos celulares y, luego, por los cartílagos individualizados, correspondientes a los diversos huesos definitivos, cada uno con la forma que presentará el hueso de substitución. Cada cartílago está rodeado o aislado por su pericondrio. La osificación es bastante precoz en los huesos grandes o, mejor, largos, y más tardía en los pequeños o cortos que son los que constituyen el *carpo*. En aquéllos comienza ya al principio del tercer mes de la vida intrauterina. Otra diferencia se nota entre huesos largos y cortos y es que en éstos la osificación es completamente *endocondral* (n. 240): desde el pericondrio penetran en el interior del cartílago tiras conjuntivas, llevando vasos y numerosos elementos celulares, y comienzan a destruir por el centro (interior) el cartílago, originando un sistema de lagunas o tejido esponjoso. Los elementos celulares se transforman en osteoblastos y se ordenan en serie para producir láminas de huesos, invadiendo, previa calcificación y destrucción después, el cartílago desde el centro a la periferia. La osificación de estos huesos cortos, según acabamos de indicar, es tardía, es decir, suele suceder después del nacimiento, excepto la del *astrágulo* (*talus*), *calcáneo* (*calcaneus*) y *cuboides* del pie (*os cuboideum*).

La osificación de los *huesos largos* es parte pericondral y parte endocondral. El pericondrio deja, finalmente, de producir nuevas células cartilagíneas que aumenten el grosor del cartílago: en su lugar produce osteoblastos que dan capas o láminas de hueso alrededor del cartílago que, en general, es cilíndrico. Con ésta se forma alrededor de éste una vaina ósea (fig. 337). Pero mientras periféricamente se originan esas capas óseas, no deja de tener lugar en el interior del cartílago su osificación *endocondral* por un proceso parecido al estudiado en los huesos cortos. Tiras conjuntivas con vasos y abundante elemento celular penetran en el interior del cartílago y lo destruyen. Así se originan las lagunas de la médula. En la región periférica de

(1) Conf. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre etc. p. 410 (1907).

las cavidades u oquedades se forma tejido óseo esponjoso. Este tejido es pasajero; pues a la postre también se deshace, constituyendo en el interior una cavidad común que se llena de parénquima blando, que llamamos médula, con abundantes vasos.

Pero lo que acabamos de decir de la osificación peri- y endocondral, no se aplica de momento a las extremidades del hueso en

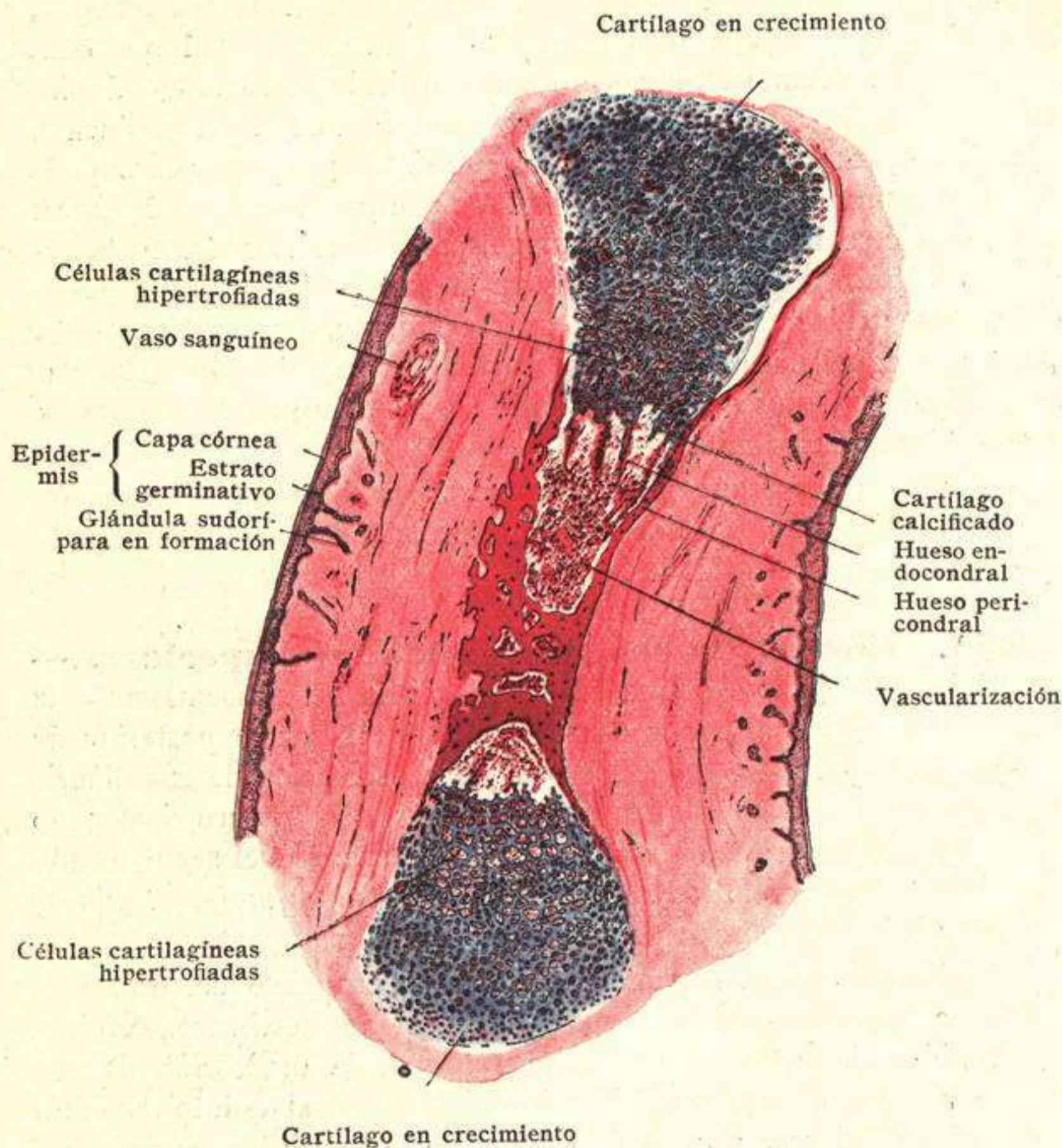


Fig. 337. Corte longitudinal de un dedo de feto humano de cinco meses. (De una preparación del Laboratorio Biológico de Sarriá. Dibujo de L. Roca).

formación: en las extremidades que los anatómicos llaman *epífisis*, en oposición a la parte alargada que une los dos extremos y se llama *diáfisis*, persiste el cartílago y se multiplica, contribuyendo con eso al crecimiento en longitud del hueso: de manera que en estos primeros estadios de osificación cada hueso largo afecta la forma de dos embudos, unidos por su parte estrecha, con el interior lleno de tejido

cartilagíneo, al menos hacia los extremos del tubo. Pero nótese que, a medida que se va formando en las epífisis nuevo tejido cartilagíneo, se reabsorbe el inmediato al hueso de la diáfisis, para ser substituído por tejido óseo: de este modo va creciendo el tubo del hueso largo. Así continúan las cosas hasta poco ántes del nacimiento o de los primeros años de la vida extrauterina. Entonces sobreviene una nueva complicación: porque en el interior de cada epífisis se instala un punto de osificación que transforma la epífisis cartilagínea en ósea, salvo la porción o capa más periférica de la extremidad que conserva su naturaleza cartilagínea para constituir el cartílago de incrustación de la articulación; y salvo también una estrecha línea o faja que separa la diáfisis ósea de la epífisis; faja que representa la zona del último crecimiento del hueso: porque es ahora la única parte, donde se forma nuevo cartílago, para sucesivamente transformarse en hueso, hasta que, llegada ya la pubertad, termina el organismo, respectivamente el hueso, su crecimiento, en cuyo caso desaparece de igual manera esa zona cartilagínea: y del hueso tubular de la diáfisis y de los dos de las epífisis se constituye definitivamente el único hueso largo adulto.

Notemos, en fin, que pueden aparecer también puntos de osificación secundarios o accesorios que, fusionados con el hueso principal, producen tuberosidades.

253. Huesos de las extremidades superiores.—

a) El *húmero* (brazo) osifica su diáfisis en la octava semana de la vida intrauterina, ántes, por consiguiente, que la parte posterior de la cintura escapular (n. 252): los puntos de osificación de sus diáfisis aparecen después del nacimiento, al principio del primero o segundo año. Puntos accesorios de osificación se observan en el segundo año y producen el tubérculo mayor y menor (*tuberculum majus et minus*) y en el quinto año sobre los cóndilos (epicóndilos).

b) El *cúbito* y el *radio* que forman el esqueleto del otro segmento de las extremidades superiores, llamado antebrazo, comienzan también, la octava semana intrauterina, la osificación de sus diáfisis, al paso que sus epífisis sólo del segundo al quinto año después del nacimiento. Puntos de osificación accesorios aparecen mucho más tarde (después del nacimiento o durante la infancia) en las extremidades de estos huesos, desde luego en las apófisis estiloides.

c) Los huesos *carpianos* (todos cortos) ofrecen variedad cronológica en orden a su osificación. El *escafoides* (*naviculare*) se osifica entre el sexto y octavo año después del nacimiento. El *semilunar* (*lunatum*) en el quinto año; el *piramidal* (*triquetrum*) en el tercer año; el *pisiforme* (*pisiforme*) en el duodécimo año; el *trapecio* (*multangulum majus*) en el quinto año; el *trapezoide* (*multangulum minus*) entre el sexto y octavo año; el *hueso grande* (*capitatum*) en el primer año,

lo mismo que el *unciforme* (*hamatum*). Todos estos huesos se osifican por un solo centro de osificación.

d) *Metarcarpianos*. Los cinco metarcarpianos son huesos largos. Su osificación empieza en la octava semana intrauterina. Es de notar que estos huesos largos no poseen más que una epífisis, una sola zona en crecimiento y ésta en el extremo distal (fig. 338, línea de puntos), menos el metarcarpiano del pulgar que la posee, según observó Meckel (1) en el extremo proximal (fig. 338), como veremos sucede en las

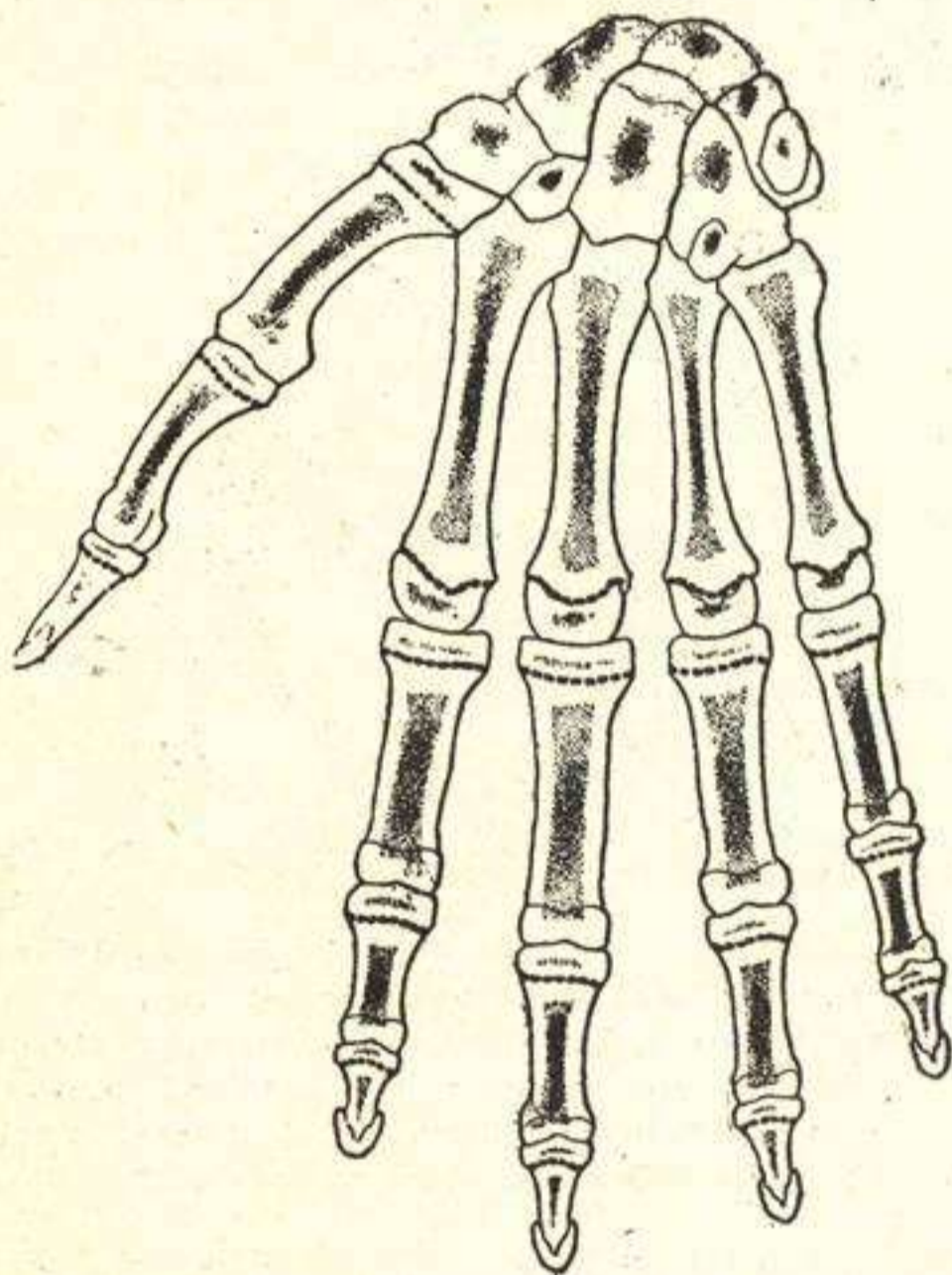


Fig. 338. Esqueleto de la mano en osificación. Las líneas de puntos indican las zonas de crecimiento en longitud. (Según Poirier. De su *Traité d'Anatomie humaine*).

falanges de los dedos. El punto de osificación de estas epífisis se inicia en el tercer año después del nacimiento.

a) *Falanges*. Las falanges son tres para cada dedo: una inmediata a los metarcarpianos y se llama primera falange y también falange metarcarpiana; la siguiente, llamada *media*, y la tercera y última, conocida asimismo con el nombre de *ungual* por razón de su inmediación con la uña. En castellano y en francés, en vez de primera, segunda y tercera falange, se dice de igual modo falange, falangina y falangeta o falangita. El pulgar no posee más que la falange media y la unguinal,

(1) Conf. P. Poirier - A. Charpy. *Traité d'Anatomie Humaine*. Tome premier: Embriología-osteología. p. 480. (1911).

esto es, falangina y falangeta. Cada falange, como queda indicado, posee una sola epífisis y ésta se halla en el extremo proximal, esto es, junto al hueso precedente (fig. 338). La osificación de la diáfisis de estas falanges comienza próximamente por el mismo tiempo que la de las diáfisis de los metacarpianos; el punto epifisario, en cambio, según Poirier (1), al cuarto año de la vida extrauterina.

254. Cintura pelviana. — La cintura pelviana, ya preformada por el tejido precursor inmediato al cartílago, esto es, por tejido conjuntivo muy celular, se condrica de modo que se formen dos o tres cartílagos que luego se fusionan (fig. 339, a y b). De aquí

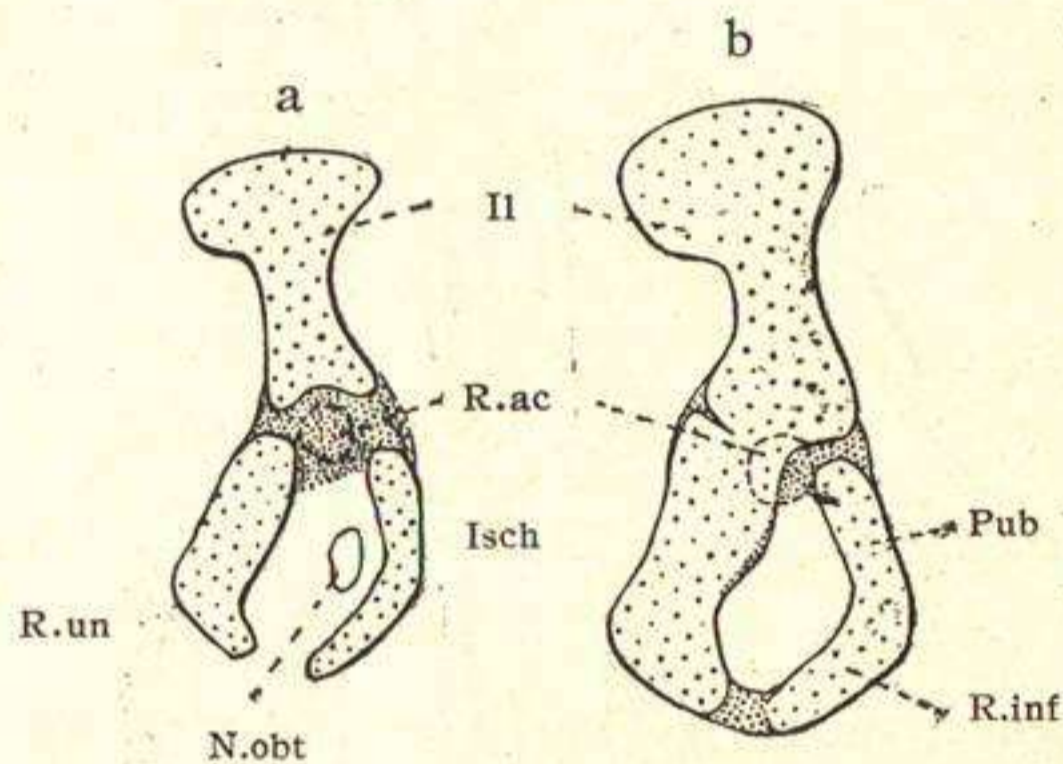


Fig. 339. Dos estadios evolutivos, a y b, de la cintura pelviana de un embrión de oveja.—Il, iliún; Isch, isquiún; Pub, pubis; R.un, rama de unión del isquiún, porque creciendo se unirá (alguna vez completamente) con el extremo ventral del pubis, arqueado desde un principio; R.inf, rama inferior (descendente) del pubis; N.obt, nervio obturador; R.ac, región acetabular. (Según Mehnert. Tratado de Braus en el Handbuch de O. Hertwig).

resulta una lámina o tabla más o menos vertical, con dos vástagos. En el punto de unión de las piezas cartilagueas existe la fosa acetabular: desde ella se dirigen los vástagos mencionados hacia delante (fig. 339), limitando una hendidura o un hiato grande que es el agujero obturador: los dos vástagos se fusionan hacia delante (muchas veces incompletamente), mediante el crecimiento del extremo ventral del isquiún, hasta encontrar el extremo, también ventral, del pubis, que desde un principio se presenta en forma de arco (fig. 339, Pub., R. inf.). Además, los de un lado se reúnen con los del lado opuesto, mediante una sínfisis, de momento conjuntiva. La parte tabular corresponde al iliún, y los dos vástagos mencionados, el superior al pubis, y el inferior al isquiún. El cartílago del pubis se originaría individualmente, según Rosenberg, y sólo más tarde se fusionaría, en el acetábulo, con los demás. El cartílago único resultante se osifica al fin del tercer mes de la vida intra-

(1) Obra poco ha citada, p. 537.

uterina por tres centros, formándose respectivamente los tres huesos llamados: *ilion*, *pubis* e *isquion*. Los huesos van creciendo poco a poco hacia el acetábulo. Al tiempo del nacimiento distan aún mucho de haberse fusionado: la cresta iliaca es todavía cartilaginosa durante este tiempo, lo mismo que el fondo y los bordes del acetábulo y el trecho que une la tuberosidad isquiática con la del pubis (fig. 340). En el octavo año después del nacimiento, se sueldan el pubis con el isquion; de condición que en este tiempo la cintura pelviana consta de dos huesos: del ilion y del isquio-pubis. Finalmente, en la pubertad se suelda este último hueso con el ilion, resultando dos grandes huesos, uno a cada lado; los coxales, unidos por delante por la sínfisis de los pubis y articulados por detrás con el sacro.

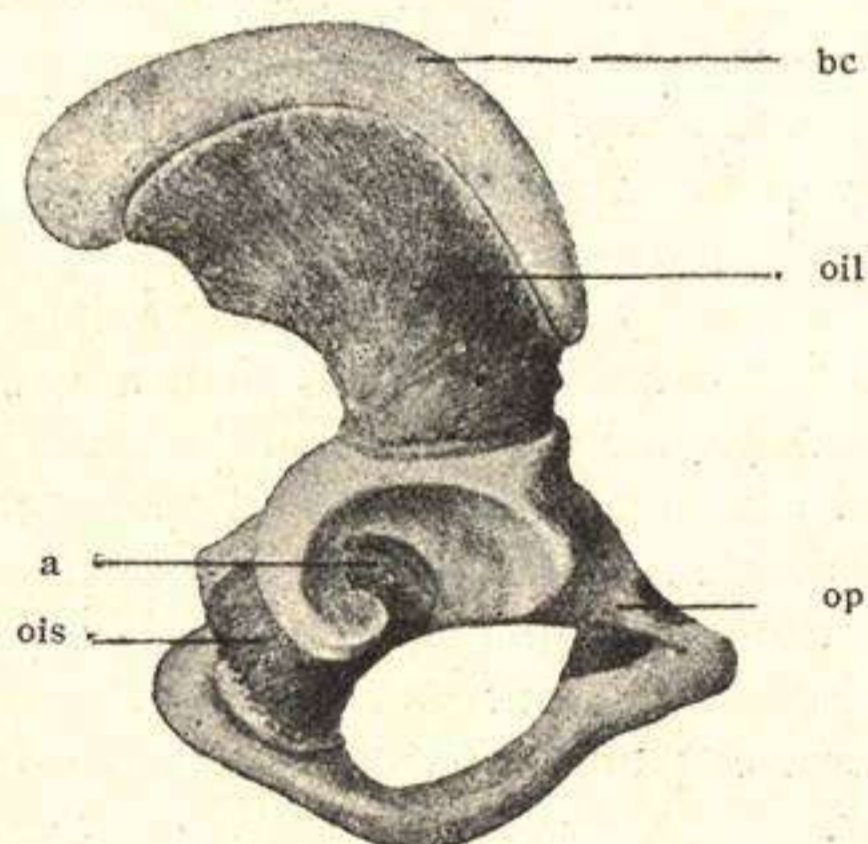


Fig. 340. Vista lateral de la mitad de la cintura pelviana, de un niño recién nacido. Tamaño natural. Lo liso y más claro, es cartílago; lo más obscuro y estriado o fibroso, hueso.—bc, borde del cartílago; a, acetábulo; op, pubis; ois, isquion; oil, ilion. (Según Bonnet. Del Embryologisches Praktikum de A. Opperl).

Además de los tres centros mencionados, que dan origen, primero, a los tres huesos dichos y luego al coxal, se forman centros accesorios, cuyos productos suelen fusionarse con los de aquéllos e integrar los coxales. Uno de los más importantes de estos núcleos es el que se forma alguna vez en el mismo acetábulo, llamado *hueso acetabular* (*os acetabuli*). Todos esos núcleos suelen soldarse hacia el fin del crecimiento.

255. Extremidades inferiores. — a) *Fémur*. El mayor hueso largo es el fémur que constituye el esqueleto del primer segmento de las extremidades inferiores, llamado *muslo*. Su diáfisis empieza a osificarse la séptima semana intrauterina; y poco antes del nacimiento se forma también un punto de osificación en la epífisis

distal, esto es, en la de junto a los huesos de la pierna. Este punto de osificación último tiene su importancia en cuestiones forenses, como dice O. Hertwig; pues sirve de manifiesta señal de si el fruto ha sido llevado a término. Luégo del nacimiento se origina un punto de osificación en la epífisis proximal o en la cabeza del fémur. Obsérvese que aquí falta la exactitud de la evolución o el desarrollo ontogénico centrífugo. Tampoco faltan en este importante hueso, cuya estructura mecánica ha servido de argumento para demostrar las formaciones teleológicas, puntos accesorios de osificación. Así en el quinto año se forma uno en el trocánter mayor, y el décimo tercio o décimo cuarto, otro en el trocánter menor.

b) *Rótula (patella)*. El esbozo cartilagíneo de la rótula aparece hacia la décima semana de la vida intrauterina, y su osificación por un solo punto hacia los tres años de la vida extrauterina (1).

c) *Tibia y peroné (tibia et fibula)*. La tibia comienza a osificar su diáfisis muy pronto. Según Poirier (2), ya a los 35 días de la vida intrauterina aparecería un punto primitivo de osificación. Los puntos de osificación de las epífisis se presentan entre el primero y tercer año de la vida extrauterina, y primero, en la proximal y después en la distal. Un punto de osificación accesorio viene a formar la tuberosidad anterior. Cuanto al peroné, la osificación diafisaria comenzaría aproximadamente por el mismo tiempo que en la tibia (3): la de las epífisis también después del nacimiento; según O. Hertwig, un año más tarde que en la tibia y asimismo, primero, en la proximal y luégo en la distal. En esta última parte no concuerdan los datos de Poirier, para quien primero aparecería el punto inferior (que suponemos distal) y más tarde el superior.

d) *Huesos del tarso*. El *astrágalo (talus)* y el *calcáneo (calcaneus)* reciben el punto de osificación en el sexto y séptimo mes intrauterino; el *escafoides* en el primer año después del nacimiento. El hueso *cuboides (cuboideum)* del mismo tarso comienza a osificarse poco ántes del nacimiento y puede servir de medio de comprobación en medicina forense. De los tres huesos, llamados cuñas, el primero (*cuneiforme primum*) y el segundo (*cuneiforme secundum*) se osifican en el tercer año; y el tercero (*cuneiforme tertium*) el cuarto año (4).

e) *Huesos metatarsianos*. En general se aplica aquí lo visto más arriba en los metacarpianos, y lo mismo se ha de decir de las falanges. Viniendo al particular, notemos que cada metatarsiano se osifica desde luégo por un punto primitivo, encargado de osificar la diáfisis:

(1) Conf. Poirier: obra citada, p. 530.
 (2) Conf. Poirier: obra citada, p. 537.
 (3) Poirier dice que el punto primitivo diafisario aparece en el peroné del trigésimo al cuádrugésimo día de la vida intrauterina. Obra citada p. 543.
 (4) Conf. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre p. 411 (1907).

y este punto aparece durante el tercer mes de la vida intrauterina. Además, cada metatarsiano posee una diáfisis en el extremo distal (menos el primer metatarsiano que la posee en el extremo proximal), y la diáfisis recibe su punto de osificación hacia el cuarto año (1).

f) *Falanges*. Cada dedo del pie está constituido también como los de la mano por tres falanges, primera, segunda y tercera; o, si se prefiere, por una falange, una falangina y una falangeta. El dedo

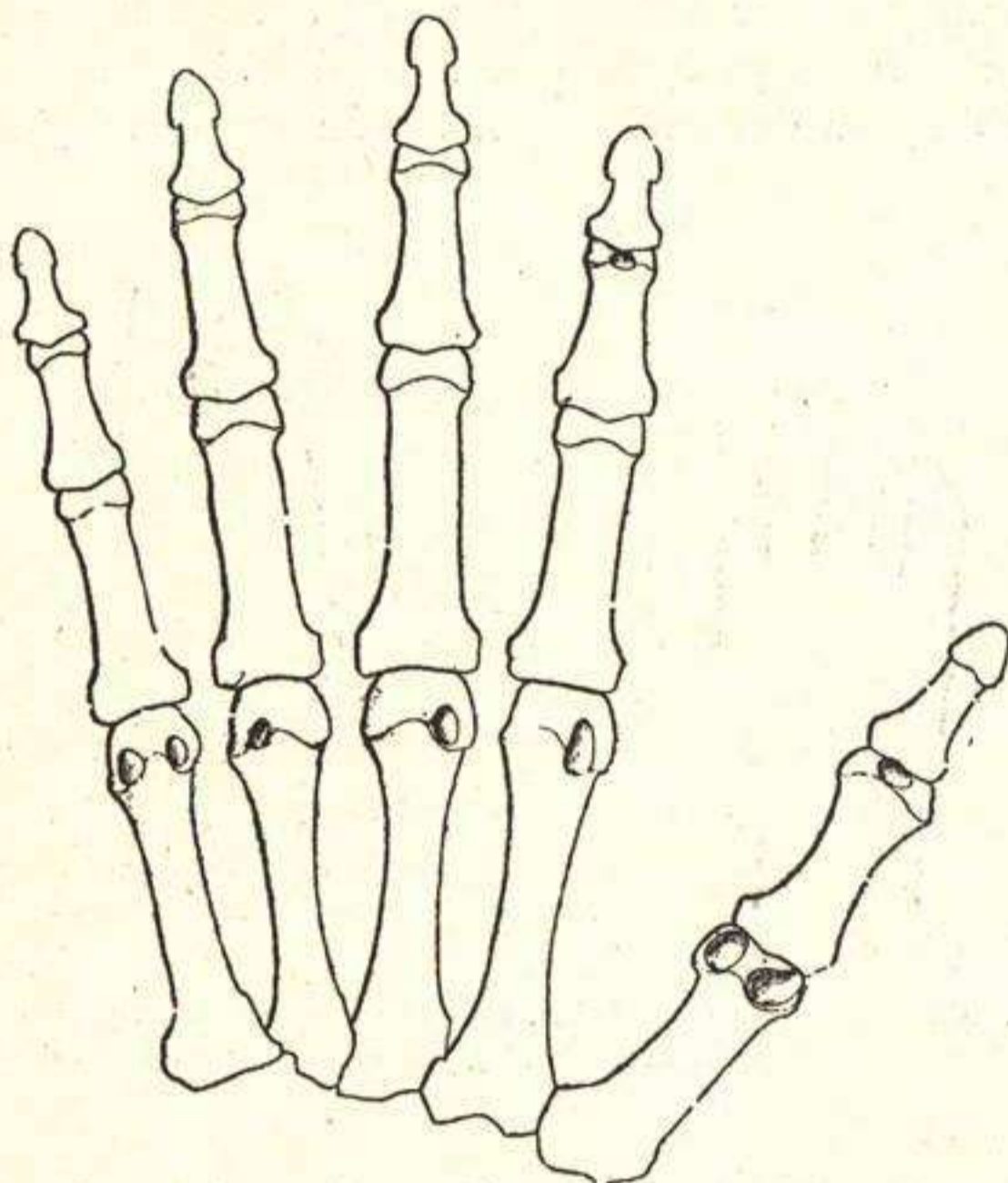


Fig. 341. Esquema de la mano con varios huesos sesamoideos. (Según Poirier. Del *Traité d'Anatomie humaine* de Poirier-Charpy).

grueso, con todo, carece de la segunda falange (2). La osificación diafisaria comienza desde el fin del segundo mes (3). La epifisaria, de tres años para adelante.

256. Huesos sesamoideos. — La rótula la consideran algunos como el tipo de los huesos *sesamoideos*. Llámense así ciertas formaciones huesosas que aparecen, generalmente hablando, junto a las articulaciones. Son huesos pequeños, cortos, a guisa de granos

(1) Conf. Poirier, *ibidem* p. 567.

(2) Conf. J. Calleja y Sánchez: *Nuevo compendio de Anatomía humana* p. 243 (1879). Item, L. Testut: *Tratado de Anatomía Humana*. T. I. p. 447. (4.^a edición).

(3) Conf. O. Hertwig: *Die Elemente der Entwicklungslehre*, p. 414 (1907).

de sésamo. Abundan particularmente en el esqueleto de la mano y del pie: de manera que se pueden considerar en estos puntos como *normales* o casi normales (fig. 341).

El origen de los huesos sesamoideos, estudiados por Nesbitt, Thilencies, Retterer, Pfitzner y otros, es el de los demás huesos cortos: se encuentran a los tres meses de la vida embrional preformados por cartílago. Su aparición, como observa Thilencies, no puede explicarse por alguna causa mecánica, dado que aparecen ántes que puedan entrar en actividad las causas que se podrán invocar para producirlos: se trata, pues, de fenómenos hereditarios. La osificación tiene lugar después del nacimiento. Según Rambaud y Renauld, co-

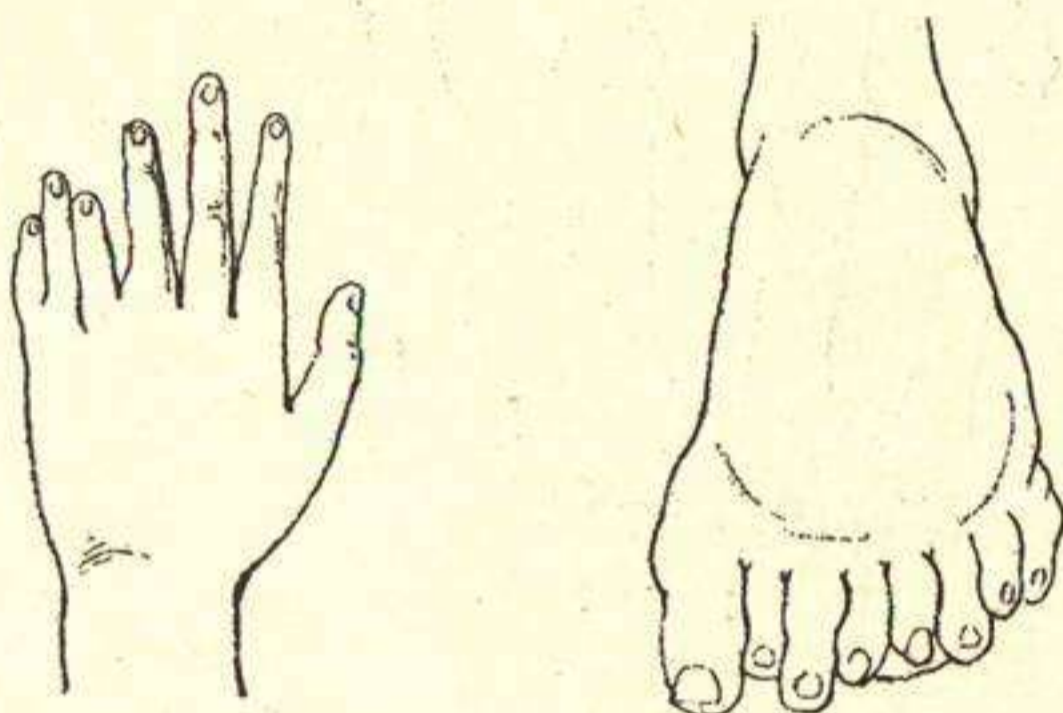


Fig. 342. Mano con siete dedos, tres de ellos pequeños; y pie con ocho. (Según Morand. Del Traité de Tératologie de Geoffroy Saint-Hilaire).

menzaría la osificación hacia los cinco años. Con todo, Nesbitt dice haber visto un punto de osificación en los sesamoideos del pie al tiempo del nacimiento (1). El modo de osificarse es el propio de los huesos cortos (n. 253, c).

257. Origen de casos teratológicos en las extremidades. — Sin duda que los casos de anomalías orgánicas son más frecuentes en las extremidades que en otras partes del cuerpo, o, cuando menos, son también aquí muy llamativos y notados. El origen de las anomalías o de casos teratológicos hay que buscarlos en los hechos embriológicos. El embrión es un cuerpo sumamente plástico y tierno, y, por otro lado, aunque no le falten sus defensas que le ponen al abrigo de la acción de los agentes patológicos *ordinarios*, no lo hacen de los *extraordinarios*: y es fácil comprender que pue-

(1) Conf. Poirier, obra citada p. 567

dan ocurrir, por virtud de causas de naturaleza mecánica o química, ora una perturbación de la marcha evolutiva de los gérmenes o rudimentos de los órganos, que les desvía de su camino ordinario, ora una inhibición en su primera aparición o en su ulterior desarrollo. Cuando hay perturbación y desvío, unas veces el germen del órgano puede sufrir una división y dar origen a una *polimelia* (1) o pluralidad de un órgano determinado, v. g., a una *polidactilia* (2) (fig. 342), esto es, seis o más dedos en la mano o pie; o fusión de gérmenes y entonces resulta la *simelia* (3), esto es, fusión o conjunción de miembros (fig. 343). Otras veces, hay disminución de miembros por avortamiento de alguno de ellos y se tiene una *ectromelia* (4), v. g., *ectrodactilia*, si hubiese desaparecido un dedo. La inhibición lleva consigo o una ausencia absoluta del miembro, o un estado rudimentario, según que la inhibición obre en la primera aparición del germen o en estadios más adelantados.

258. Acondroplasia.— Un efecto muy notable de las perturbaciones embriológicas es la *acondroplasia* que tocaremos brevemente aquí como una de las causas del nanismo, por afectar los huesos largos de las extremidades, tanto torácicas como abdominales. Consiste la *acondroplasia*, como indica su mismo nombre (5), era un trastorno o perturbación que sufre el cartílago epifisario, encargado, como sabemos, de prolongar el hueso largo y con él la extremidad que aquél integra: la perturbación interesa también la pelvis y la base del cráneo. Tres regiones se pueden distinguir en el cartílago epifisario, la *hialina* o *de proliferación*, la *de grandes condroblastos seriados* y la *de calcificación* que es la inmediata a la diáfisis osificada. La primera pierde o atenúa en la acondroplasia su actividad proliferante; la siguiente muestra irregularidad en la seriación de sus grandes elementos, y la de calcificación falta o puede faltar. En su lugar suele

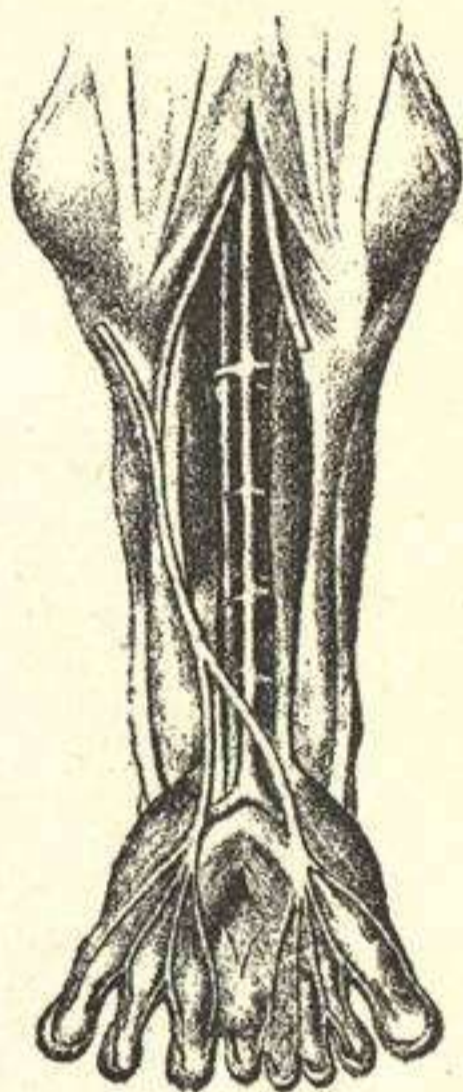


Fig. 343. Caso de simelia humana. Figura destinada a mostrar la disposición de los troncos vasculares y la distribución de nervios. (Según Geoffroy Saint-Hilaire. De su *Traité de Tératologie*).

- (1) De πολύς, mucho; y μέλος, miembro.
 (2) De πολύς, mucho; y δάκτυλος, dedo.
 (3) De σύν, con; y μέλος, miembro.
 (4) De ἐκτρώω, aborto; y μέλος, miembro.
 (5) De α primitiva = no, de χόνδρος, cartilago; y πλάσις (πλάσσω) formación (formo)



encontrarse un haz conjuntivo derivado, a lo que parece, del periostio; haz conjuntivo que podría ser la causa de la interrupción de la osifi-

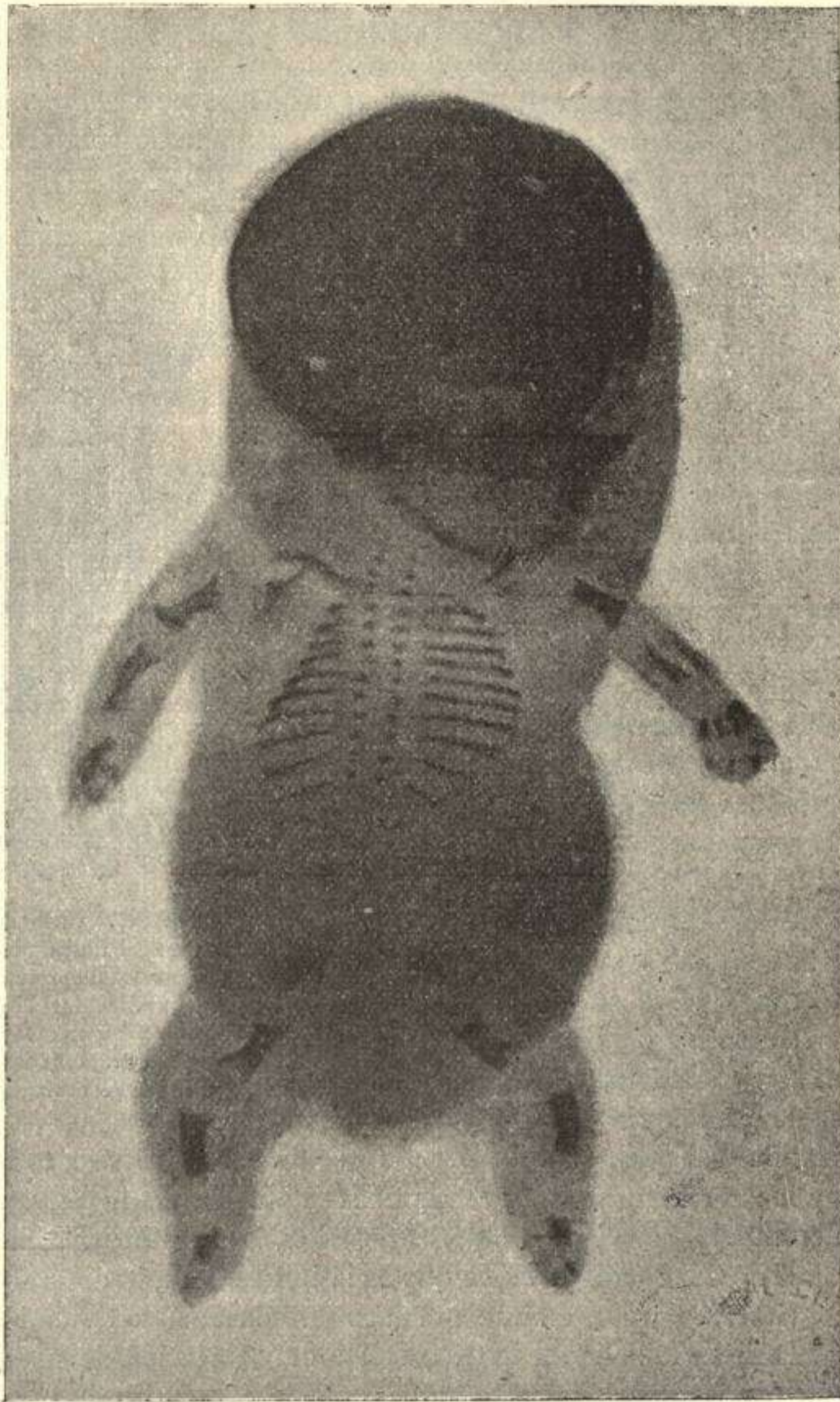


Fig. 344. Radiografía de un feto acondroplásico. Llama desde luego la atención la desproporción y anormalidad de los huesos largos, o sea, de los huesos de las extremidades, si se comparan con los del feto normal prematuro de la figura 345. (De un trabajo del Dr. Nubiola).

cación *endocondral*, por osificarse más tarde pericondralmente e impedir la osificación endocondral, propia del cartílago. Pero también

podría ser que la interpolación o entrada y penetración del conjuntivo fuese ya efecto de la perturbación de la actividad del cartilago



Fig. 345. Radiografía de un feto normal prematuro de 8 meses. (Del trabajo del Dr. Nubiola).

epifisario. El haz conjuntivo no lo ha encontrado Nubiola (1913) en un feto acondroplásico; en otro (1914), sí: en aquél se habría osificado ya, como supone el mismo Nubiola. Ni parece tampoco cons-

tante la altura a que aparece el conjuntivo, cuando existe. El citado autor lo encontró entre la diáfisis osificada y la zona cartilaginosa; otros lo han descrito como interpolado entre la zona hialina del cartílago y la de los grandes condroblastos seriados. No es de extrañar la diversidad de datos: porque en un órgano, perturbado en su marcha evolutiva, todo es posible, ya que la característica es aquí la irregularidad.

El resultado final es la falta de osificación endocondral en los extremos de la diáfisis y, en su consecuencia, la falta del crecimiento del hueso largo: por lo cual quedan muy cortas las extremidades, fenómeno que recibe el nombre de *micromelia* (1). Compárese si no la figura 344, radiografía de un feto acondroplásico, nacido prematuramente, con la figura 345, que es otra radiografía de un feto normal del octavo mes. Salta a la vista la cortedad de los huesos largos en unas y otras extremidades y, en su virtud, la de las extremidades mismas. Con estos defectos de las extremidades se juntan otros que afectan al cráneo y a la pelvis.

Se han propuesto muchas teorías para explicar la etiología de la acondroplasia *verdadera*, que es la que hemos expuesto; y decimos *verdadera*, porque corren con este nombre otros trastornos. La intoxicación de la madre, el atavismo, la formación de una nueva variedad por mutación y, sobre todo, la endocrinología, se han señalado como causas de la acondroplasia. Nada cierto se puede aseverar al presente sobre este punto.

Casasayas, J., y Fornells, F., describieron (1917) otro caso notable de acondroplasia, acompañada de un estudio histo-patológico de las principales glándulas endocrinas. Parece haberles llamado especialmente la atención el timo con su abundancia de corpúsculos de Hassal.

Existe otra causa de las anomalías y es la herencia, pero esta causa quizás no sea tan cierta, o por lo menos esté mal interpretada.

XVI. Articulaciones

259. Indicación general. — Los huesos forman entre sí articulaciones de varias clases, según la mayor o menor movilidad de unos sobre otros.

Se habla en Anatomía de articulaciones *sincondrósicas*, *anfiartrósicas*, *diartrósicas* y *sinartrósicas*: las primeras y las últimas no permiten movimiento o sólo muy escaso, y por lo mismo no merecen el nombre de articulaciones. Las anfiartrósicas permiten algún movi-

(1) De μικρός, pequeño; y μέλος, miembro.

miento de flexión; y las últimas, un movimiento abundante y variado. A todas esas articulaciones precede un estadio evolutivo común. En efecto; los dos cartílagos precursores de los dos huesos que se han de articular, aparecen aislados y muchas veces bastante separados el uno del otro, mediante una zona intermedia (fig. 346, zi), constituida por una capa media de tejido mesenquimatoso (fig. 346, cm), y dos otras capas limitantes de tejido condrógeno (fig. 346, cch), a cuyas expensas crece cada cartílago en longitud por sus extremos, eproximándose el uno al otro. Por lo demás, este tejido condrógeno se halla no sólo en el extremo del cartílago, sino también en todo su alrededor; y si el del extremo contribuye al crecimiento longitu-

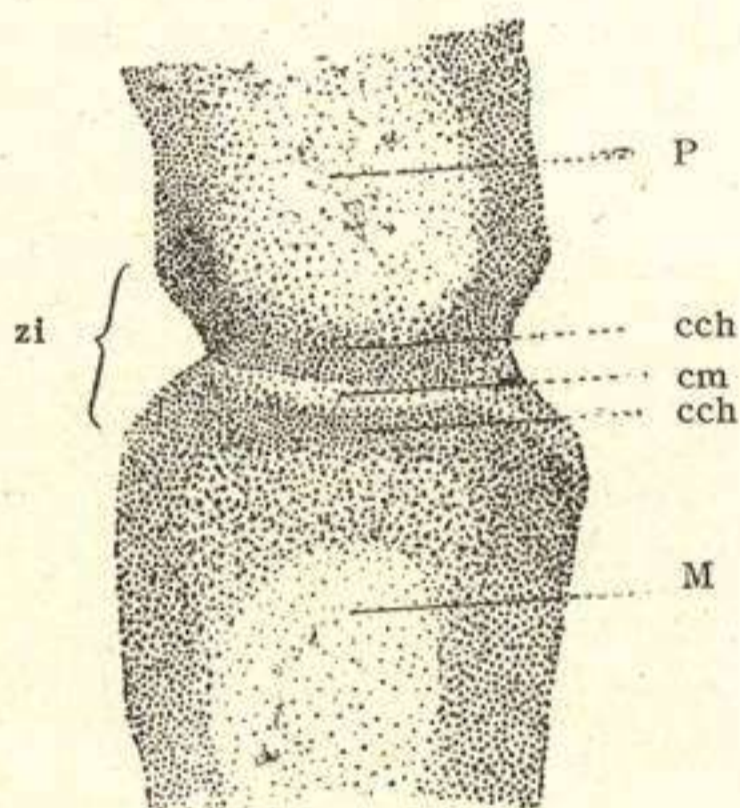


Fig. 346. Corte longitudinal del metacarpo y primera falange de un embrión humano de 27 mm.—M, metacarpo; P, primera falange; zi, zona intermedia; cm, capa mesenquimatoso; cch, capa condrógena. (Según Schulin. Del Traité d'Anatomie de Poirier-Charpy).

dinal por añadir nuevas capas de cartílago, el lateral contribuye por la misma razón al crecimiento en grosor del mismo cartílago. La capa media es de tejido mesenquimatoso menos diferenciado, y se continúa lateralmente con el tejido mesenquimatoso ordinario. Esta capa es la que o desaparece del todo o se torna fibrosa o cartilaginosa, según los casos, que pasamos a especificar.

260. Articulaciones sincondrósicas.—La misma palabra ya indica la naturaleza de estas articulaciones: los dos huesos se unen por cartílago. Los dos cartílagos precursores de los huesos articulados continúan creciendo, el uno contra el otro; el tejido de la zona intermedia se adelgaza, invadida por la zona condrógena y luego por el cartílago, y desaparece al fin: con lo cual se fusionan los cartílagos: único medio de unión entre los dos huesos que substituyen los cartílagos primitivos. Tal sucede con la articulación esternal de la primera costilla.

261. Articulaciones anfiartrósicas. — Las articulaciones anfiartrósicas permiten, como queda dicho, algún movimiento de flexión. Nace ello del modo de unión de los dos huesos que se articulan, como, v. g., las vértebras. En sus articulaciones, el tejido que hemos llamado *zona intermedia*, se torna fibroso con haces compactos y resistentes, constituyendo el ligamento interarticular (en nuestro caso intervertebral). El residuo de la capa condrógena acaba por transformarse toda en cartílago, y reviste el hueso adulto en forma de delgada lámina interpuesta sobre el ligamento interarticular y la superficie del hueso.

262. Articulaciones diartrósicas. — En esta clase de articulaciones, que son las más complicadas y las que con mayor propiedad merecen el nombre de tales, al estadio evolutivo común

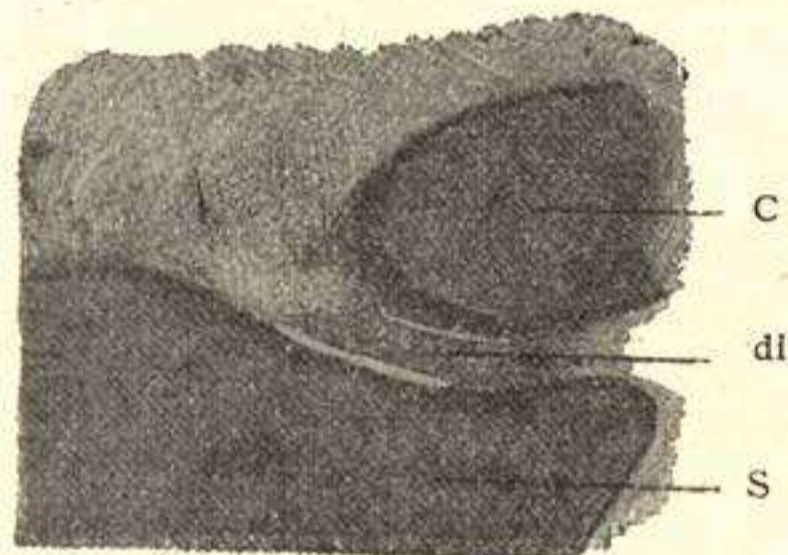


Fig. 347. Corte frontal de la articulación esterno-clavicular izquierda de un embrión humano de 45 mm.—C, clavícula; S, cabeza del esternón; di, disco interarticular, o esbozo del ligamento interarticular. (Según Poirier. Del *Traité d'Anatomie de Poirier-Charpy*).

a todas las articulaciones, sigue otro, en que el tejido de la zona intermedia se hiende y da origen a una cavidad, limitada por el cartílago de incrustación de las superficies de los dos huesos articulares, último residuo de la capa condrógena. Estos cartílagos de incrustación no poseen pericondrio. La cavidad o hendidura de la articulación queda lateralmente limitada por conjuntivo, transformado en la pared de la cápsula articular: esta pared diferencia su capa interna alrededor de la cavidad articular, para constituir la bolsa sinovial. Sobre la cápsula articular periféricamente se modifica el tejido conjuntivo, tomando carácter muy fibroso y compacto, para formar los ligamentos periarticulares. Lo dicho de la cavidad articular se entiende, cuando las superficies articulares se corresponden y se ponen en contacto en toda su extensión, como, v. g., en la articulación coxofemoral. Pero es el caso que no siempre sucede esto, sino que algunas veces o en algunas articulaciones, v. g., en la esterno-clavicular, el tejido de la zona intermedia existe en mucha

mayor cantidad, y no desaparece, antes forma un cojinete llamado disco interarticular (fig. 347, di), en que descansan las superficies articulares, bien que en este caso se suelen originar dos hendiduras, una del lado de cada superficie articular, o si place, se forma una sola hendidura o cavidad, dividida en dos por el mencionado disco interarticular que han llamado también *cartilago intermedio*.

Cuando las dos superficies articulares en parte se tocan y en parte no, como sucede en muchas articulaciones, se abre una hendidura

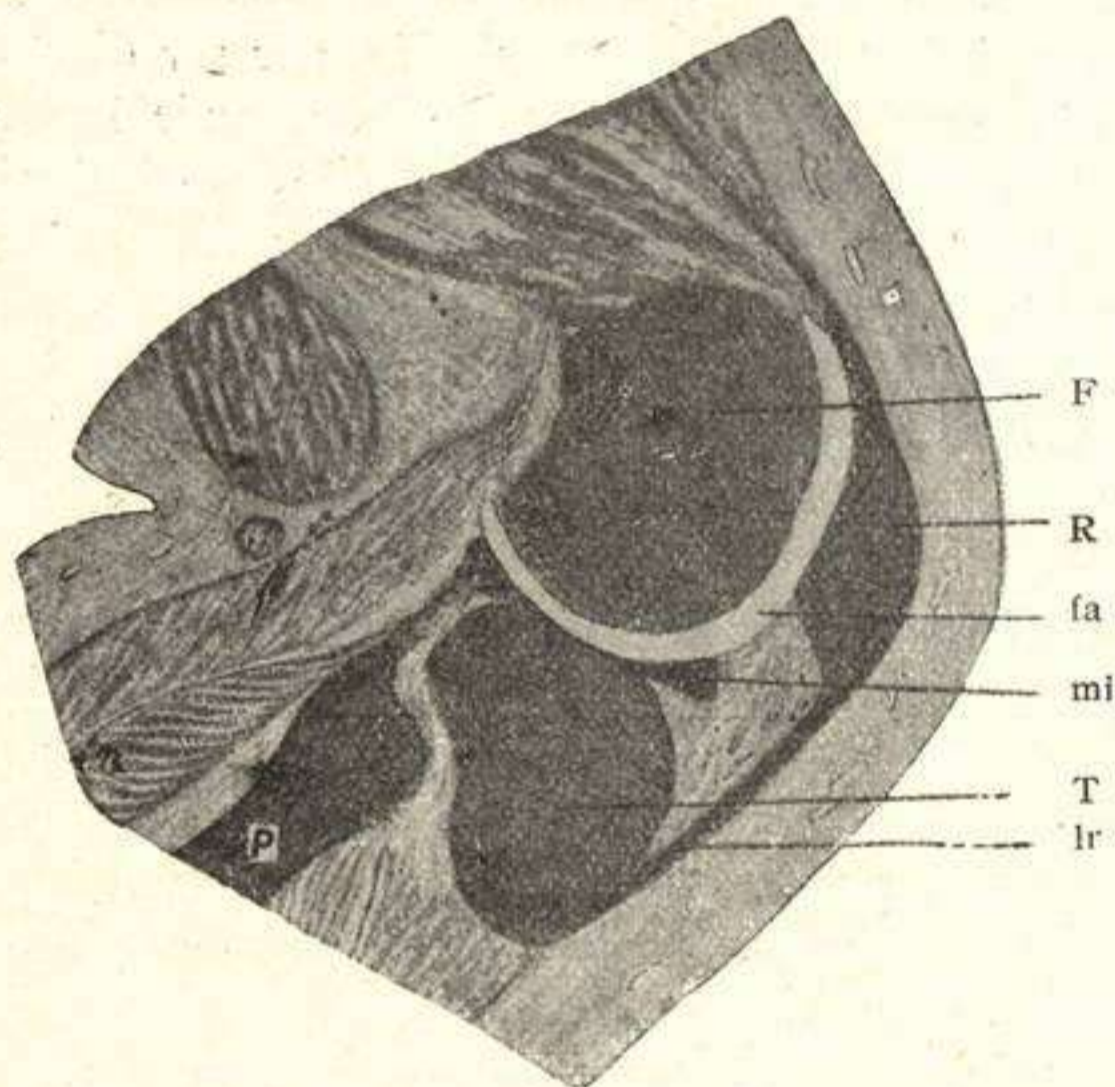


Fig. 348. Corte sagital de la articulación de la rodilla, pasando por el cóndilo externo del fémur e interesando la tibia, el peroné y la rótula.—F, fémur; T, tibia; P, peroné; R, rótula; fa, hendidura articular, mi, parte anterior del menisco que sirve para integrar el molde articular, recibiendo el fémur. En la figura se ve también la cara posterior del menisco. El menisco entero forma una circunferencia; lr, ligamento rotuliano. (Según Poirier. Del *Traité d'Anatomie de Poirier-Charpy*).

o cavidad, desde luego entre las superficies articulares de contacto: la parte de la articulación, en que no se ponen en inmediato contacto las superficies de los dos huesos, se llena de tejido conjuntivo, formando un cojinete que se adapta a la superficie de los huesos y sirve para suavizar el movimiento. Este cojinete constituye los meniscos fibrosos o fibrocartilagíneos. La cavidad articular se propaga periféricamente, ramificándose por entre los meniscos y la superficie del hueso. Ejemplo de esta modalidad de articulaciones nos ofrece la articulación de la rodilla (fig. 348).

263. Articulaciones sinartrósicas. — Son sencillamente las uniones de los huesos del cráneo y, de un modo particular,

de los huesos de revestimiento. Ya sabemos que estos últimos huesos son efecto de una directa transformación del tejido conjuntivo en el óseo. Al crecer estos huesos, unas veces fusionan completamente sus masas (ejemplo, los dos *frontales*); otras veces, no, sino que queda, al menos al principio, una delgada capa de conjuntivo que verifica la unión o sutura de ellos: la unión definitiva se realiza por la especial disposición de su superficie con dentellones o superficies escamosas.

264. Articulaciones de la mandíbula inferior.—

Merece especial mención esta articulación por ser diartrosis y ocurrir en un hueso de revestimiento. En esta articulación, el cóndilo (parte articular) del maxilar inferior y la foseta articular en la escama del temporal están revestidos de conjuntivo; conjuntivo que a primera vista parece cartílago y por tal se suele describir; pero el microscopio otra cosa dice, revelando sólo la presencia de capas de fibras conjuntivas, al fin como integrando una articulación de un hueso de revestimiento.

265. Tiempo de la aparición de las articulaciones.—

No se trata aquí de señalar el momento preciso de la aparición de cada articulación: se desprende esto de lo dicho acerca de la formación de las diversas piezas esqueléticas. En general, se puede decir que del tercer al cuarto mes de la vida embrional existen ya en substancia todas las partes de las articulaciones; bien que las piezas esqueléticas estén aun en gran parte en estado cartilagíneo. Pero lo que aquí principalmente conviene poner de relieve, es que las superficies articulares ofrecen ya su perfecta conformación, sin que hayan podido intervenir en su configuración la acción de los músculos ni otras causas mecánicas. Todo lo cual nos dice muy alto que la función no crea el órgano, a no ser que tomemos la expresión en sentido únicamente finalista, esto es, en cuanto la obtención de un fin, o digamos, de un servicio futuro obliga a los órganos a tomar cierta conformación, adecuada a su función.

REPETITORIO

O BREVE COMPENDIO DE LA DOCTRINA DE ESTE TOMO

ADVERTENCIA: Como hemos hecho en el primer tomo, ponemos a continuación también un breve resumen de la doctrina del presente, para que el discípulo, después de haber estudiado y preparado bien toda la materia, la pueda repasar en breve tiempo y disponerse mejor al examen.

1.º Hemos dividido el estudio de la organogénesis, fijándonos en el origen de los órganos, esto es, según que provengan de una u otra de las cuatro hojas primitivas, llamadas *ectodermo*, *entodermo*, *mesodermo* y *hoja intermedia*. Y porque de ley ordinaria concurren a la formación de los órganos varias de estas hojas, hemos puesto los ojos, para atribuirlos a una de ellas determinada, en el origen de la parte específica y característica de cada órgano.—Introducción.

2.º *Tubo digestivo*. Así entendido el principio de división, hemos derivado del *entodermo* el tubo digestivo, cuya formación es fácil de entender en los huevos *holoblásticos*; puesto caso que en éstos el entodermo se forma por invaginación, constituyendo desde el principio un tubo, llamado *arquénteron*. En huevos *meroblásticos* toma el entodermo forma de tubo sólo más tarde, por dobladura de sus hojas hacia abajo y hacia dentro del huevo. Una vez constituido el tubo, tienen lugar en él varias modificaciones: *perforaciones o aberturas*, *extraordinario crecimiento en longitud* y *formación de órganos anejos o glándulas*.—Cap. I, Art. I.

3.º *Aberturas*. Las perforaciones del tubo digestivo son: el *ano*, la *boca* y las *aberturas* de la faringe, mal llamadas *branquiales*. El ano es, en *Amphioxus* y en anfibios, el residuo del blastóporo (figs. 3, 4, 5 y 6); y del canal primitivo, que es el equivalente del blastóporo, en amnióticos. Allí es, donde la pared del embrión se reduce a dos hojas epiteliales, el *ectodermo* y el *entodermo* (figs. 7 y 8), constituyendo la *membrana anal*: la cual después se perfora y su abertura pone en comunicación el tubo digestivo con el mundo externo.—La abertura bucal se origina en el extremo anterior del tubo digestivo, donde la pared está reducida, otra vez, a dos capas epiteliales, al *ectodermo* y *entodermo*, formando el fondo del seno bucal

(figs. 9 y 10).—Las aberturas *faringeales* (*branquiales*) se hallan inmediatamente después de la boca, esto es, en la región de la faringe, a cada lado del cuerpo. Primero se originan aquí una serie de surcos o bolsas, tanto por el lado externo como por el interno (fig. 11). Estos surcos, cuyo fondo está reducido asimismo al *ectodermo* y *entodermo*, no siempre se perforan. Lo hacen ciertamente en *peces* y *anfibios*, donde se forman branquias que son los órganos de respiración acuática (fig. 11, 8); en amnióticos, no se abren, al menos de un modo general.—Cap. I, Art. II.

4.º *Crecimiento del tubo digestivo.* El crecimiento extraordinario en longitud que experimenta el tubo digestivo, en algunos animales, y su diferenciación de partes obliga a distinguir en él regiones o tramos. El tubo digestivo queda unido y como colgado a la pared dorsal mediante una lámina de tejido, gruesa al principio (fig. 14) y más delgada luego (fig. 15) que se llama *mesenterio*, y recibirá distintos nombres, según la parte diferenciada del tubo digestivo que une a la pared dorsal: *mesogastrio*, *mesocolon*, etc. Y dado que el mesenterio se origina del mesodermo, no sólo existe en la región dorsal, sino también en la ventral del tubo digestivo. Las regiones que bien pronto se pueden distinguir en este tubo, son: *boca*, *faringe*, con la dilatación de la *laringe* o esbozo del aparato pulmonar, hablando de amnióticos; el *esófago*; el *estómago*, cuerpo fusiforme al principio; *intestino* y *cloaca*.—Cap. I, Art. III.

5.º *Nuevos cambios del tubo digestivo.* Procediendo adelante los fenómenos evolutivos, el estómago ejecuta dos movimientos, uno alrededor de su eje sagital y otro alrededor de su eje longitudinal, cuyo efecto es dar al órgano la posición definitiva (figs. 17, 18, 19, 20). Estos movimientos afectan también a los órganos inmediatos, relacionados o conexiónados con el estómago, como esófago, los nervios vagos, el hígado, el duodeno y el mesogastrio que da origen al *epiplón mayor* con su bolsa.—El intestino por su parte crece extraordinariamente y permite distinguir el *duodeno*, el *intestino delgado*, el *intestino grueso* y el *recto* (figs. 17, 18, 19, 20); porque, primero, forma una larga asa de convexidad ventral (fig. 18), cuya rama descendente y parte de la ascendente son el esbozo del intestino delgado; y lo restante de la ascendente, el del intestino grueso. Doblándose más tarde esta rama ascendente sobre la descendente (fig. 19), origina el *colon transverso* y el *colon descendente*. El extremo derecho del colon transverso que ya en la figura 19 se ofrece en forma de fondo de saco, crecerá hacia abajo y constituirá el *colon ascendente* (fig. 20), con el ciego y su apéndice vermiforme (fig. 21). Todos estos cambios interesan naturalmente al mesenterio, adquiriendo nuevas adherencias y dando origen a ligamentos (fig. 22).—Cap. I, Art. III.

6.º *Dientes*. Estos órganos duros que se forman en la cavidad bucal, se originan, lo mismo que los dientes cutáneos de los selacios (figs. 23 y 24), mediante tres clases de tejido: *epitelial*, *mesenquimatoso* y *conjuntivo*. El epitelio de la boca, para concurrir a la formación del diente, se hunde o se invagina dentro del lecho mesenquimatoso en forma de lámina (fig. 25); y en la región inferior de la lámina hundida, se origina el molde del diente: el molde, que afecta la forma de cápsula, es a la vez el órgano esmaltífero; al paso que el mesénquima que llena luego el molde, se convierte en la llamada *membrana dentífera*; porque sus elementos, ordenados en forma epitelial, constituyen los *odontoblastos*, o sea, los elementos encargados de segregar la *dentina* o *marfil*: lo restante del mesénquima que ha llenado el molde, se transforma en la *pulpa del diente* (fig. 26, s). Finalmente, en la base del diente se calcifica directamente más tarde el tejido conjuntivo, para transformarse en la variedad de hueso que aquí llamamos *cemento del diente*. En animales *polifiodontes* como los selacios, y *difiodontes* como el hombre, detrás de los primeros dientes (*dientes de leche* en el hombre) se forman otros (*dientes de substitución*), por la actividad de la lámina dentífera (fig. 25).—Cap. I, Art. IV.

7.º *Lengua, folículos linguales y glándulas salivares*. La lengua reconoce por origen (figs. 30, 31, 32) un tubérculo impar (anterior) y dos tubérculos pares (posteriores). Entre aquél y éstos existe un surco en forma de V que indica la región de las *papilas circunvaladas* (fig. 32) y en cuyo fondo se abre al principio el *foramen caecum*, relacionado, según His, con la formación del cuerpo tiroides.—Los *folículos linguales* y los que constituyen el cuerpo de las *amígdalas*, se originan por evaginación del epitelio, en el conjuntivo, formando pequeñas cavidades, en cuyas paredes se forman los acúmulos de linfocitos (fig. 33).—Los tres pares de glándulas salivares se forman asimismo por evaginación del epitelio bucal.—Cap. I, Art. V.

8.º *Órganos de la faringe*. a) *Cuerpo tiroides*. Dejando a un lado las branquias de peces (fig. 34) y anfibios que se forman aquí, el *cuerpo tiroides* es de origen impar, en la región de los dos tubérculos linguales (fig. 36), crece evaginándose dentro del mesénquima; formando, primero, trabéculas cilíndricas y diferenciando más tarde los folículos específicos que segregan la substancia coloidal (figs. 37 y 39).—b) *Timo*. Es de origen par y nace del tercer surco o seno faringeal: crece luego, originando yemas (fig. 40) y especificando más tarde sus tejidos con las dos clases de substancia, *cortical* y *medular* (fig. 41).—c) *Pulmones*. Estos órganos de respiración aérea traen su origen de la pared ventral del tubo digestivo inmediatamente después del esbozo del cuerpo tiroides (fig. 42). El surco o canal ventral primitivo toma la forma de tubo que crece dentro de la masa mesenquimatosa entre

el seno bucal y el corazón. Bien pronto el tubo se divide en dos ramas, esbozo de los bronquios (fig. 43), cuyas extremidades, dividiéndose y ramificándose una y mil veces (fig. 44) vienen a formar definitivamente las vesículas pulmonares, y, en el interior de éstas, los alvéolos.—Cap. I, Art. VI.

9.º *Hígado*. Esta glándula, la más voluminosa del cuerpo, se origina en la pared ventral del duodeno, bajo la forma de una canal (fig. 46), cuyos extremos representan, el anterior el esbozo del parénquima hepático; y el posterior, el de la vejiga de la hiel. La canal misma como estrangulándose del duodeno origina el *conducto colédoco*. El esbozo hepático, creciendo y ramificándose y anastomosando sus bordes, da origen a la red del parénquima hepático (fig. 47), cuyas mallas llenan los vasos aportados allí por las venas ónfalo-mesentéricas en un primer principio; luégo es la vena umbilical la que principalmente sostiene la circulación en el hígado, y, finalmente, la vena porta.—Como quiera que el hígado se desarrolla dentro del mesenterio anterior o ventral (fig. 45), recibe de este mesenterio varios ligamentos: la parte de este mesenterio que se halla entre el estómago, duodeno y el hígado, origina el *epiplón menor* (fig. 50); la que se halla entre el hígado y la pared abdominal, el *ligamento suspensorio*.—Cap. I, Art. VII.

10.º *Páncreas*. También se origina del duodeno, y lo hace por tres evaginaciones de su pared. Ante todo, se forma una evaginación en la pared dorsal que, creciendo y echando brotes, produce un cuerpo glandular dentro del mesenterio (fig. 52). El conducto que une este cuerpo con el duodeno es el conducto de Santorini (fig. 51, ds). En la pared ventral del mismo duodeno se originan otras dos evaginaciones, a los lados de la evaginación del hígado; pero de las dos evaginaciones pierde pronto una la comunicación con el duodeno; la otra la conserva mediante un conducto que se llama de Wirsung. Este conducto contrae una anastómosis con el de Santorini, anastómosis que, llevando el producto pancreático del uno al otro conducto, hace que puedan desaparecer sin inconveniente una de las dos vías de comunicación con el duodeno. En unos animales, en efecto, se conserva el de Santorini (perro, caballo), y se pierde el de Wirsung; otras veces es al revés (hombre, oveja); y otras veces, finalmente, se conservan los dos (cerdo).—Cap. I, Art. VIII.

11.º *Glándulas, vellosidades y folículos*. Las glándulas del estómago (pépsicas), las del duodeno y las criptas de Lieberkühn del intestino son debidas a evaginaciones de la pared del tubo digestivo en sus respectivas regiones. Las vellosidades son invaginaciones o, mejor, dobladuras hacia el interior del intestino; y los folículos son

acúmulos de linfocitos (fig. 54, f) en la pared del intestino, emanados de la sangre o linfa.—Cap. I, Art. VIII.

12.º *Origen de los músculos.* Los músculos están constituidos por células alargadas y contráctiles, a causa de la diferenciación de parte de su protoplasma que toma la forma de fibrillas contráctiles, muy difíciles de revelar en células musculares lisas (fig. 55) y muy visibles en las estriadas con sus dos substancias, *isótropa* y *anisótropa* (fig. 56).

En invertebrados, se hallan formas musculares que sirven de base para comprender mejor el origen y formación de los músculos en los vertebrados. Existen, efectivamente, en el grupo de celenterados los llamados epitelios musculares, por cuanto en ellos el epitelio de su capa externa (fig. 57) (la organización de estos animales se reduce a un saco con doble pared, esto es, constituido por ectodermo y entodermo) desarrolla fibrillas musculares (fig. 58). Así el epitelio desempeña una triple función, actuando no sólo como órgano de defensa y de sensibilidad, sino también como órgano contráctil. Aumentando la necesidad de ejecutar contracciones cada vez mayores, se impone la de aumentar en grosor o extensión la parte muscular del epitelio, resultando, ora *sinuosidades musculares* (fig. 59), cuando el aumento de superficie es irregular; ora *hojas musculares* (fig. 60), cuando el desarrollo de superficie es regular; ora *cajas musculares*, cuando el seno se cierra por arriba, como sucede en la lombriz de tierra (fig. 61); ora, en fin, *cilindros primitivos*, que en su forma más sencilla ocurren ya en celenterados (fig. 62), pero cuya perfección se alcanza de un modo particular en vertebrados (figs. 65 y 66) con el nombre de *haces primitivos*.—Cap. II, Art. I.

13.º *Miótomo.* Miótomo es el lugar de origen de los músculos en general; pero aquí se llama así por antonomasia el punto que origina la musculatura del tronco, probablemente también la de las extremidades. En *Amphioxus* y *ciclóstomos* es la pared visceral o interna del segmento primitivo (figs. 63 y 64) la que modifica y transforma sus células en elementos musculares equiparables, al menos al principio, a las *cajas musculares* de invertebrados. Cada célula de dicha pared se alarga horizontalmente, a guisa de tabla, hacia la pared opuesta que persiste con carácter de epitelio (figs. 63 y 64): en su interior se desarrollan luego las fibrillas de substancia contráctil, empezando por la base de la célula, esto es, por la parte de junto al sistema nervioso y a la cuerda dorsal.—En *anfibios* es también el segmento primitivo el originador de los músculos: las células de la pared interna de dicho segmento crecen, se multiplican y se corren hacia la cavidad del mismo, llamada *miocèle*: allí se alargan paralelamente al cuerpo del animal y desarrollan luego fibrillas contráctiles

en su interior (fig. 65), representando verdaderos *cilindros musculares* (fig. 66).—Algo modificado accidentalmente se ofrece el miótomo de amnióticos (reptiles, aves y mamíferos): en ellos la cara o pared interna del segmento primitivo se invierte principalmente en el *esclerótomo*, esto es, en fuente de mesénquima, tejido precursor de toda una familia de tejidos, llamados de sostén (conjuntivo, cartílago, óseo, etc.) y lo restante, su cara o pared externa, en el *miótomo* (figs. 67 y 68).—En selacios el miótomo se halla, en gran parte, en la cara interna del segmento primitivo sobre el esclerótomo (fig. 69). Los músculos de las aletas de estos selacios se derivan del miótomo del segmento primitivo (fig. 71); pero no parece que sin más ni más podamos elevar a la categoría de una ley universal que en todos los animales los músculos de las extremidades se originan también del miótomo, indicado para la musculatura del tronco.—Cap. II, Art. I.

14.º *Sistema urogenital.* El sistema urogenital, como indica el mismo nombre, es complejo. Es interesante por muchos conceptos. Para su estudio ordenado conviene tratar, primero, lo que tiene de particular cada sistema, el renal y el genital, y, luego, lo que es común a entrambos.—Cap. II, Art. II.

15.º *Cuerpos renales.* En la serie animal se habla de *pronefros*, *mesonefros* y *metanefros*, que vienen a ser tres estados de desarrollo del sistema renal. Hay vertebrados que poseen definitivamente riñones que corresponden al *pronefros* (*Amphioxus*, *mixinoideos*); otros que, primero, desarrollan *pronefros*, los cuales están en función durante un tiempo determinado, para ser más tarde substituídos por el *mesonefros* que será el órgano de secreción renal definitivo (*anfibios* y *peces* en general). Finalmente, los hay también en los que a un *pronefros rudimentario*, sigue un notable *mesonefros* y a éste el *metanefros* que es en ellos el riñón definitivo (amnióticos, o sea, *reptiles*, *aves* y *mamíferos*).—Cap. II, Art. II.

16.º *Lugar de origen del sistema renal.* El punto de donde dimana el sistema renal, es el pedúnculo del segmento primitivo (figs. 72 y 73), hueco unas veces, otras no; o la región que le corresponde y recibe varios nombres (*pedúnculo segmental*; *lámina intermedia*, *masa celular intermedia*, *tejido nefrógeno*). El lugar de origen es de suyo metamérico, bien que no siempre aparezca clara la metamerización, al menos en toda la extensión de la zona, a que se extiende la formación del sistema renal.—Cap. II, Art. II.

17.º *Pronefros.* Consta de parte *glandular* y parte *eliminadora*. La glandular está compuesta a su vez por la parte *secretora*, representada por los tubos *pronefrales*, y por la parte *filtradora*, llamada

glomérulo. Cada tubo pronefrol se origina, en el caso más típico, de una evaginación de la pared externa del pedúnculo hueco del segmento primitivo (fig. 73). El glomérulo respectivo es un apelonamiento de capilares que forma una arteria, derivada de la aorta: se emplaza en frente de una dilatación del tubo pronefrol, llamada *cámara interna* (figs. 73, C; 75 y 78). Púedese formar también otra cámara que recibe el nombre de *cámara externa*, representada por la región superior del celoma o cavidad somática que, en este caso, se aísla casi por completo de la cavidad restante (fig. 78).—Cuanto al tubo excretor o eliminador, notemos que recibe varios nombres: *canal del pronefros*, *canal de Wolff*, *canal segmentario*. Su primer origen se debe a la fusión de los tubos pronefrols segmentarios (figs. 74 y 77). Esta primera parte que recibe directamente los tubos pronefrols, se llama *conducto colector*. Lo que resta del tubo, hasta llegar a la cloaca, se ha formado o por crecimiento libre del *conducto colector* (*selacios*, *gimniofiones*, *amnióticos*), o por transformación del mesodermo (*peces* y *anfibios*).—El pronefros parece evidentemente entrar en función en peces, excepto los selacios, y en anfibios: en amnióticos es insignificante, y puede que no sea sino un preparar el terreno al mesonefros.—Cap. II, Art. III.

18.º *Mesonefros*. El *mesonefros* se forma en todos los vertebrados, excepción hecha de *Amphioxus* y *mixinoideos*; y su formación es tanto más precoz, cuanto más insignificante es el *pronefros*: de manera que en peces y anfibios, donde el cuerpo del pronefros es notable e indudablemente entra y persiste en función durante mucho tiempo, el mesonefros tarda en aparecer; en amnióticos, por el contrario, es precoz.—El sitio de su aparición es también la región indicada (16.º), entre el segmento primitivo y la lámina lateral (inmediatamente después del pronefros, de ley ordinaria). Esta región unas veces se presenta bajo la forma de pedúnculo hueco (*selacios*), otras ni siquiera en forma de pedúnculo (*teleosteos*). En todo caso, se diferencian en dicha región los tubos mesonefrols; los cuales, creciendo hacia el canal del pronefros o de Wolff, vienen a abrirse en él, y él sirve ahora de conducto excretor al mesonefros, como ántes al pronefros. En selacios, los tubos mesonefrols se abren, por un lado, en el celoma, mediante el *nefróstoma*, y, por otro, en el citado canal de Wolff (fig. 87): en los demás vertebrados, lo ordinario es que los tubos mesonefrols no posean *nefróstoma*.—Es propio del mesonefros la formación de corpúsculos de Malpighio, compuestos como en el metanefros o riñón definitivo de amnióticos, como veremos, de un glomérulo y de una cápsula de Bowman (fig. 89).—Excepto en la región anterior, los tubos mesonefrols se complican por la formación de tubos *secundarios* que se abren en el principal o primario (fig. 89), y de *terciarios* que se abren en los secundarios (fig. 89). Con esto se

hace el mesonefros un cuerpo respetable, prominente en la cavidad somática (fig. 88). El mesonefros es el riñón definitivo de peces y anfibios.—Cap. II, Art. IV.

19.º *Metanefros.* El metanefros o riñón definitivo de los amnióticos (reptiles, aves y mamíferos), reconoce un origen doble. La parte medular o de los tubos rectos en general, debe su origen a una evaginación del canal de Wolff, casi en su desembocadura en la cloaca (fig. 90): esta evaginación, en forma de yema hueca, creciendo hacia el tejido metanefrógeno que se halla, según se indicó, entre los segmentos primitivos y la lámina lateral detrás del mesonefros, da origen por sucesivos brotamientos dicotómicos a la pelvis, a los cálices, a los conductos papilares y a los colectores que en conjunto constituyen los tubos rectos (fig. 93). Por su lado, el tejido metanefrógeno se modifica y adapta a la extremidad de los brotes de los tubos medulares, dividiendo su blastema (masa o materia formatriz), también dicotómicamente, como exige la división dicotómica de aquéllos (figs. 91, 92). Más tarde diferencia este blastema la cápsula de Bowman, a la que acude un vaso para formar el glomérulo sanguíneo, el tubo contorneado, el asa de Henle con su delgado ramal descendente y el grueso ascendente, la pieza intercalar y la pieza de unión (fig. 93). Como los tubos rectos de la médula, partiendo de los cálices del riñón, se irradian hacia la corteza, se presentan los de cada cáliz constituyendo como conos o pirámides, cuya base cae hacia la parte periférica y cuya punta hacia dentro. Esta disposición interna tiene su correspondencia periférica en el aspecto lobulado que tiene el riñón definitivo en reptiles, aves y algunos mamíferos (cetáceos), y en todos durante la época fetal (fig. 94). La lobulación o, mejor, la limitación de los lóbulos resulta del tejido conjuntivo que en forma de tabiques o sepimentos se interpola. En el hombre y en la mayor parte de los mamíferos la lobulación desaparece después, igualando la superficie la llamada túnica albugínea.—Cap. II, Art. V.

20.º *Pronefros rudimentarios?* Se puede disputar si el pronefros de amnióticos son órganos rudimentarios. Hay razones positivas para rechazar tal idea, sobre todo, la continuidad y unidad del sistema renal no consiente sin más ni más la interpretación de órganos rudimentarios.—Cap. II, Art. VI.

21.º *Estado indiferente del sistema genital.* La glándula genital hace su primera aparición en uno y otro sexo en el epitelio celómico, entre la prominencia del mesonefros o cuerpo de Wolff y el mesenterio (figs. 95 y 96). Al principio no es fácil distinguir, no sólo si la glándula será de un sexo u otro, pero ni aun qué células del epitelio germinal serán elementos ontogénicos. Más tarde llaman la atención

unos elementos grandes y vesiculosos que se conceptúan como entogénicos y se denominan *gonocitos*. Pero porque esos elementos no son exclusivos del epitelio celómico o, al menos, no hacen allí su primera aparición, sino en puntos, a veces muy distanciados del sitio de la glándula genital (fig. 97), se ha creído en una emigración desde el sitio de su primera aparición al de la glándula genital, donde desaparecerían ciertamente, pero no sin provocar de algún modo, quizás hormonalmente, la segunda generación de *gonocitos*. No creemos segura esta doctrina de las emigraciones.—Cap. II, Art. VII.

22.º *Primera diferenciación.* La indiferencia de la glándula germinal desaparece luego y se anuncia su tendencia a un sexo determinado. Los primeros rasgos que señalan los autores para discernir prematuramente la sexualidad de la glándula, son: 1.º El testículo tiene un epitelio bajo y uniestratificado; 2.º En él se forma pronto una albugínea entre el epitelio y las llamadas tiras genitales, procedentes probablemente del mesonefros; 3.º Existe allí contraste claro entre estas tiras y el estroma de la glándula; 4.º Desaparecen los elementos que hemos llamado gonocitos, los cuales persisten en el ovario con el nombre de *oogonios*: los *gonocitos* del testículo han sido considerados por algunos también como *oogonios*, y el estado primitivo de la glándula como *hermafrodítico*.—Cap. II, Art. VII.

23.º *Ovario.* Los *oogonios* se distinguen por su magnitud, por su riqueza de protoplasma y por el aspecto vesiculoso de su núcleo, a causa de ser grande y, por lo mismo, estar en él como diluída (repartida) la cromatina. Los oogonios se hunden dentro del ovario, constituyendo los llamados *cordones de Pflüger* (fig. 201), sea por hundimiento del epitelio germinal, sea por un crecimiento del conjuntivo, obligando aquél a insinuarse. Los oogonios, separándose unos de otros por la acción del tejido conjuntivo creciente y quizás también por los vasos en formación, se convierten en óvulos; los cuales, rodeándose de una capa de células de origen o epitelial, según los más de los embriólogos, o conjuntivo, según otros no despreciables, constituyen los *folículos primitivos* (fig. 102); y en esta forma (con una simple capa de células) persisten en la mayoría de los vertebrados; en mamíferos, por el contrario, se complica el folículo primitivo y se transforma en el *folículo de Graaf* (fig. 105). En él, la simple capa de células que rodea el óvulo, multiplica sus elementos para constituir la llamada *granulosa*: ésta se excava después, y la cavidad resultante se llena de líquido (*liquor folliculi*). En esta cavidad hace prominencia el óvulo, circuido de algunas capas celulares: de éstas las más inmediatas a él, forman la *corona radiada*. La prominencia dicha recibe el nombre de *cumulus oophorus* o *discus ovigerus*. La granulosa

del folículo se halla envuelta por dos capas de conjuntivo que constituyen la *teca externa e interna*.—Cap. II, Art. VIII.

24.º *Cuerpo amarillo*. El folículo, llegado al máximo de desarrollo y madurez (en la especie humana comienza la madurez de los folículos al tiempo de la pubertad, 12 años, para continuarse hasta los 45 próximamente), se abre por dehiscencia y pone en libertad el óvulo; el cual, arrastrado sin duda por el líquido del folículo que se derrama, va a parar al pabellón de la trompa, donde es recibido por ésta. Lo que resta del folículo en el ovario, se transforma en el *cuerpo amarillo*, que no es otra cosa que un hipertrofiamiento del mismo folículo, libre ya del óvulo. La cavidad folicular se llena de sangre extravasada (fig. 105 bis), proveniente de los vasos rotos por la dehiscencia: acuden también allí muchos linfocitos.—Pero lo que constituye lo esencial del *cuerpo amarillo*, son las células *luteínicas*, en las cuales aparecen granulaciones que se tiñen fuertemente por la hematoxilina férrica de Heidenhain. Estas células se conceptúan como *endocrinas*, esto es, secretoras de hormonas que influirían quizás sobre los órganos del tracto genital, máxime sobre el útero. El origen de estas células sería mixto, es decir, parte de ellas provenirían de la *granulosa* y parte de la *teca interna*. El cuerpo amarillo tiene dos períodos: uno de crecimiento y otro de decrecimiento o reducción. Si el huevo se desarrolla, el cuerpo amarillo toma grande incremento durante el primer período, que suele durar hasta casi la mitad de la gestación (hablando del hombre), para comenzar luego a decrecer y a reducirse, hasta no dejar más vestigios de sí que una cicatriz o callosidad en la superficie del ovario, y en el interior un cuerpo fibroso llamado *corpus fibrosum* y *corpus albicans*. Al reducirse la sangre coagulada en el interior del cuerpo amarillo, se descompone, produciendo cristales de hematoidina que dan color amarillento a dicho cuerpo.—Cap. II, Art. VIII.

25.º *Testículo*. La glándula genital masculina se deja distinguir más o menos pronto por la formación de una túnica albugínea que se interpola entre el epitelio celómico y los llamados *cordones genitales* o *medulares*, dichos así por razón del sitio que ocupan (fig. 106). No hay uniformidad en explicar el origen de estos cordones, que serían luego tubos: quizás la opinión de O. Hertwig sea la más acertada, derivando del mesonefros los llamados *tubos rectos* del testículo, y no menos los que constituyen la red del mismo (*rete testis*). Los *tubos contorneados*, que sin duda se derivan del epitelio celómico, son al principio sólidos (fig. 105); pero después se ahuecan. Estos son los tubos seminíferos de amnióticos. Su epitelio pluriestratificado origina la serie de generaciones de elementos ontogénicos: *espermatozonios*, *espermatozonios* de I y II orden, los *espermatozonios* y

los *espermios* o *espermatozoides*. En anamnióticos (*selacios*, *anfibios*, etc.) las tiras genitales se fragmentan y forman cuerpos más o menos esferoidales (fig. 107) que, al ahuecarse, constituyen las vesículas seminíferas, ya que su pared se comporta como la de los tubos seminíferos de amnióticos.—Cap. II, Art. IX.

26.º *Células intersticiales*. En el tejido conjuntivo que llena los espacios que dejan los cuerpos seminíferos (tubos o vesículas), se encuentran células más o menos poligonales, de origen controvertido; pero que en todo caso recuerdan células epiteliales (fig. 108); células que modernamente se han hecho famosas por conceptuárselas como endocrinas y productoras de las hormonas que determinarían los caracteres sexuales secundarios (Steinach y otros).

27.º *Hermafroditismo verdadero*. Consiste en poseer un mismo individuo las dos clases de glándulas genitales, el *testículo* y el *ovario*. Se debe distinguir entre el hermafroditismo *inicial* y el *funcional*: este último importa la formación de elementos aptos para la fecundación; el primero, sólo su iniciamiento. Existe el último normalmente en algunos casos raros (peces, *espáridos* y *serránidos*); el primero es frecuentísimo, como en *selacios petromizos* y, sobre todo, en *batracios* en los cuales se inician unas veces utrículos (vesículas) seminíferas en el ovario; otras, al revés, oogonios u óvulos genuinos en el testículo; y otras, finalmente, se esbozan ambas glándulas por separado, una al lado de otra (fig. 109). Los individuos hermafroditas de batracios suelen luego convertirse en machos, por desaparición de la parte femenina. También en mamíferos y en el mismo hombre se han dado casos de hermafroditismo inicial, como el de Augusta Persdotter.—Cap. II, Art. IX.

28.º *Conductos del sistema uro-genital*. a) *Canal de Wolff*. El conducto o canal de Wolff tiene su origen en la fusión de los tubos pronefrales, recibiendo entonces el nombre de *conducto colector*; éste crece o se propaga hacia atrás hasta abrirse en la cloaca. A este conducto vienen a abrirse y desembocar luego los tubos *mesonefrales*, o sea, los tubos del *cuerpo de Wolff* (*mesonefros*): por lo cual recibe desde entonces el nombre de *canal de Wolff*. El canal de Wolff, poco antes de su término y desembocadura en la cloaca (fig. 90), emite una yema (hueca) que, según dijimos ya, da origen al uréter, pelvis y cálices del riñón, y a los tubos colectores de este órgano que en conjunto constituyen la parte medular del riñón definitivo o metanefros. Cuando éste se ha desarrollado, el canal de Wolff se convierte en el *conducto deferente* en los machos y se atrofia en las hembras.—En éstas, en cambio, toma preponderancia otro conducto que se forma también en la vecindad del canal de Wolff (figs. 111,

112, 113 y 114) y se llama *canal de Müller* (fig. 110, m), al paso que el de Wolff se atrofia: algún residuo que de él queda, recibe el nombre de *canal de Gartner*. Por lo que toca a los canales de Müller en la especie humana, después de formados, se aproximan hacia su mitad para juntarse en medio (fig. 110, m), soldar aquí sus paredes de contacto y resolverlas después para originar un utrículo único que más tarde diferencia dos porciones, una superior, que, debidamente transformada, será el *útero*; y otra inferior, que será la *vagina*.—Cap. II, Art. X.

29.º *Descenso de las glándulas*. Uno de los cambios más notables que sufren las glándulas genitales en los mamíferos, es su descenso desde el lugar de origen al de emplazamiento definitivo. De un modo particular los testículos han de recorrer un largo trayecto, para aposentarse en las bolsas. Sabemos el lugar de origen, que es la pared dorsal de la región lumbar; al tercer mes de la vida intra-uterina se encuentran ya en la entrada de la gran pelvis; al cuarto y quinto mes, hacia la pared ventral junto al anillo inginal; y al tiempo del nacimiento, colocados, generalmente hablando, dentro de las bolsas. En este descenso debe de jugar un papel importante, al menos al principio, el llamado *gubernáculo de Hunter* (fig. 115, gh), que es un repliegue o ligamento que, partiendo del *meso* del cuerpo de Wolff, se dirige hacia abajo para terminar en la piel de la pared ventral inginal. Pero deben de concurrir, además, otras causas. Desde luego es cierto que en la pared ventral de la región inginal se forma de antemano el llamado *proceso vaginal del peritoneo*, precedido de una evaginación, a guisa de hernia de la piel, dentro de cuyo saco aquél se introduce. Independientemente de la glándula, pues, se forma la bolsa que viene a ser un divertículo de la cavidad abdominal (fig. 124).—También el ovario experimenta un desplace, descendiendo del lugar de formación inicial a la pequeña pelvis. Al tercer mes los ovarios se hallan ya en la gran pelvis, cayendo al lado interno del músculo pfoas. En el noveno mes suelen arribar al lugar definitivo, que es la pequeña pelvis, sujetos al ligamento lato, a uno y otro lado del cuerpo entre la vejiga y el recto. También aquí puede jugar su papel el *gubernáculo de Hunter*, llamado por otro nombre ligamento inginal, que, dividiéndose en ellas, se origina igualmente en tres porciones: una que va desde el *epóforo* o *residuo* del mesonefros al hilio del ovario; otro, que va de aquí al útero (*ligamento útero-ovárico*); y otra que constituye el *ligamento redondo* y corre desde el útero a la región inginal, para tomar su inserción en la piel de los labios mayores.—Cap. II, Art. X y XI.

30.º *Órganos urogenitales externos*. En un principio no es perceptible exteriormente la diferencia entre macho y hembra: un tu-

bérculo genital y un rodete o collar que rodea más o menos completamente su base, he aquí lo único que aparece exteriormente (fig. 110). En períodos más avanzados, se inicia el dimorfismo sexual externo; porque en los machos, el tubérculo crece mucho y se transforma en pene; y el rodete, en las bolsas; en las hembras, por el contrario, el tubérculo genital se desarrolla poco y constituye el clítoris; al paso que el rodete se convierte en los labios mayores. El surco urogenital, que arranca de la base del rodete genital y recorre la cara inferior del tubérculo del mismo nombre, cierra sus bordes en el macho para determinar un conducto que es el *uretral* y se abre al exterior en la punta del miembro (fig. 148); en las hembras queda sin cerrar dicho surco para constituir, debidamente modificado, el *vestíbulo* (fig. 152); en él se abre así la uretra (por el meato) como la vagina por el orificio central del himen.—Cap. II, Art. XII.

31.º *Anomalías.* Ocurren aquí con frecuencia anomalías que pueden producir el llamado *pseudo-hermafroditismo*. Porque el testículo puede quedarse por el camino y no entrar en las bolsas (*criptorquismo*). Si a este defecto se añade el escaso desarrollo del miembro viril con hipospadia, el aspecto de los órganos externos será más bien de hembra.—Por su lado, pueden los órganos femeninos tener aspecto de macho, si los ovarios se aposentan dentro de los labios mayores, como alguna vez sucede, colándose por el divertículo de Nucki, por una parte; y por otra, el miembro mujeril o clítoris se desarrolla extraordinariamente. En el primer caso tenemos una *pseudo-hembra*, y un *pseudo-macho* en el segundo.—Si el seno o surco urogenital no se cierra del todo, se produce en el macho la llamada *hipospadia*, que consiste en que la orina sale por la base o cara inferior que está perforada. Si el pene se abre por el dorso, tenemos la *hepispadia*.—Cap. II, Art. XIII.

32.º *Cápsula suprarrenal.* La cápsula suprarrenal del adulto (hablando del hombre y mamíferos) consta de dos sustancias distintas (fig. 156): una *cortical* con células lipoidales, y otra *medular*, en el interior de cuyas células se hallan granulaciones que se tiñen selectivamente por las sales de cromo y aun por el ácido crómico. De aquí que el embriólogo haya de resolver tres puntos: 1.ºCuál es el origen de la *substancia cortical*, llamada también *interrenal*; 2.ºCuál es el origen de la *medular*, conocida asimismo con el nombre de *cromófila*, *cromafine* o *feócroma*; 3.ºCuál es y cuando su unión para constituir el cuerpo definitivo.

Aunque muy divididos los pareceres como en ninguna otra cuestión embriológica, lo más probable y lo que pasa como por cosa ya asentada, es que la *substancia cortical* y la *medular* son de origen distinto, como se desprende, así de la Anatomía comparada como de

la Embriología. En efecto; en muchos vertebrados inferiores se hallan separadas estas dos clases de sustancias; por otra parte, la sustancia *medular* trae su origen del epitelio celómico (figs. 157, 158 y 159), formándose yemas en la región del cuerpo de Wolff, entre éste y el epitelio germinal. Las yemas, que suelen ser varias, se unen luego para originar un solo cuerpo. Esto en el hombre y en general en amnióticos; en vertebrados inferiores el cuerpo interrenal no se presenta ni al principio ni al fin con esta unidad.

Por lo que hace a la sustancia *medular* o *suprarrenal*, es ya admitido universalmente que es de origen simpático. Los ganglios simpáticos, efectivamente, que corresponden a esta región del cordón limítrofe, poseen dos clases de células, que Poll llama *simpatoblastos* y *feocromoblastos*, según que hayan de ser elementos nerviosos o feócromos; aquéllos constituirán el *ganglio nervioso*, éstos, el *paraganglio*. Este, separándose del ganglio o del lugar de origen, se incorpora al cuerpo *interrenal*, entrando en íntima relación anatómico-fisiológica con él, como que en el hombre y en los mamíferos penetra (fig. 160) este cuerpo dentro del interrenal (sustancia cortical) hasta ocupar el centro; en aves hay mezcla de las dos sustancias, constituyendo una como doble red; cuyas mallas fuesen ocupadas las de una sustancia por las de otra; en muchos reptiles ocupa de preferencia la sustancia *feócroma* (*medular*) el dorso de la *cortical*.

Finalmente, se dan cuerpos *accesorios* que se pueden referir o al cuerpo *interrenal* (cuerpos *interrenales accesorios* que son los más frecuentes) o al cuerpo *suprarrenal* (fig. 163), o al conjunto de los dos, esto es, a la *cápsula suprarrenal*, que es más raro. Nada más fácil que explicar estos casos, más o menos anómalos, dado el diverso origen de las distintas partes que integran la cápsula suprarrenal y su modo de unión.—Cap. II, Art. XV.

33.º *Órganos ectodérmicos en general.* La hoja externa o ectodermo es una de las más importantes y la que da origen a los órganos más específicos de los animales, que son los de la *sensibilidad*. Ya desde un principio parece ejercer ella misma directamente esta función en todos aquellos animales, que en el estado de gástrula se mueven en el medio (en el agua), como en erizos de mar, en *Amphioxus*, etc. Porque ella es la que está en inmediato contacto con el mundo externo y es asiento de los fenómenos de irritabilidad que provocan los estímulos externos. Como, además, defiende al organismo contra los agentes nocivos del ambiente y, a este fin, de él se originan, así la epidermis como los órganos dermatoesqueléticos de la piel, por todas estas razones se la ha llamado con mucha propiedad *hoja cutánea-sensitiva*. Los órganos que proceden del ectodermo, son pues: 1.º, el sistema nervioso en su triple aspecto de centros nerviosos (eje céfalo-raquídeo), nervios, y órganos periféricos (sentidos);

2.º, la epidermis de la piel con sus glándulas, y 3.º, los órganos dérmato-esqueléticos.—Cap. III, Art. I.

34.º *Tubo medular.* Cuanto al centro del sistema nervioso, lo podemos reducir zoológica y embriológicamente a un tubo o conducto central, del que salen multitud de expansiones periféricas. Bajo la forma de tubo se conserva el centro nervioso en *Amphioxus* durante toda la vida; en los demás vertebrados, si bien se modifica mucho y se complica la forma de tubo, máxime en la región anterior o cefálica, todavía se la puede reconocer en sus dejos. Lo primero que aparece en el ectodermo, en orden a originar el sistema nervioso, es un aplamamiento en el dorso del embrión y en la línea media que corresponde a la sutura del blastóporo. En esta región las células se hacen prismáticas (fig. 165, A-C, pm), y su conjunto constituye la *placa nerviosa*; la cual bien pronto se convierte por hundimiento, siquiera aparente de la pared ventral, en *canal nervioso* (fig. 165, C-H, pm), y por dobladura de los bordes de este canal en *tubo nervioso* (fig. 165, D, n). Fijándonos, primero, en la parte del tubo que constituirá la médula espinal, donde el sistema nervioso conserva mejor o deja ver con más facilidad en el estado adulto la disposición primitiva, un corte transversal del mismo (fig. 167) permite distinguir las partes siguientes: la *lámina tectriz*, delgada, que corresponde a la sutura de los bordes de la canal nerviosa; la *lámina solar* o base que representa la sutura de los labios blastopóricos, y dos paredes laterales llamadas *placas medulares*: en cada una de estas últimas se distinguen dos porciones, una inferior que se continúa con la placa solar, y otra superior que lo hace con la tectriz; aquélla es la *placa fundamental* y ésta la *alar*, según His: la una estará al servicio de la función *motora*; y al de la *sensitiva* la otra.—Bien pronto aparece una división de sustancias en la médula: la porción interna de las placas medulares se espesa, multiplicando sus elementos celulares (*neuroblastos* y *espongioblastos*), y la externa o periférica aparece blanca por desarrollarse en ella fibras. El tubo y el suelo del tubo, por el contrario, persisten delgados.—Aumentando la masa nerviosa y engrosándose cada vez más las placas medulares y no la tectriz ni la solar, vienen a hundir a éstas hacia el centro de la masa: el conducto que limitan, es el *canal central* de la médula.—Más tarde, la masa celular se distribuye y va adquiriendo (figs. 168 y 169) la forma que observamos en el organismo adulto, constituyendo las *astas anteriores* y *posteriores* de la sustancia gris, en la cual se diferencian los elementos (celulares), los *motores* (astas anteriores) y los *sensitivos* (astas posteriores). Por su parte la sustancia blanca o fibrosa se dispone en los paquetes o cordones longitudinales, *anterior*, *medio* y *posterior*. Finalmente, toda la médula sufre una modificación debida al desigual crecimiento de los órganos: al principio ocupa ella toda la extensión

del estuche medular; pero creciendo menos que dicho estuche, bien pronto tiene que abandonar la porción inferior o caudal de éste, fija como está por el otro extremo a la masa encefálica, encerrada en la cavidad craneal. De aquí que la salida de los nervios espinales tengan un curso muy distinto en la época embrionaria y en el adulto: en éste, los nervios, al salir de la médula, han de recorrer un trecho mayor o menor, según la mayor o menor distancia de la cabeza, para hallar el orificio de salida de la columna vertebral; y a partir de la primera vértebra lumbar, salen formando hacia abajo un manojito que llaman *cola de caballo*.—Cap. III, Art. II.

35.º *Encéfalo*. El encéfalo con todas sus partes se origina del ensanchamiento que experimenta el tubo nervioso en su porción anterior, tomando la forma de vesícula alargada; la cual bien pronto, por surcos o extrangulaciones transversales, se divide en tres otras vesículas que se llaman, yendo de delante atrás: *prosencefalo*, *mesencefalo* y *rombencefalo* (fig. 170). La primera de estas tres vesículas diferencia luego dos porciones, a causa de originarse de su segmento posterior las vesículas oculares (fig. 171): así el prosencefalo queda a su vez dividido en una porción anterior, denominada *telencefalo*, y otra posterior que se llama *diencefalo* y también *talamencefalo*, por corresponder a los tálamos ópticos. Asimismo, el rombencefalo engruesa su región anterior; lo cual hace que se distinga de la posterior, por tener ésta su techo delgado (fig. 172): la parte anterior recibe por esta causa el nombre de *metencefalo*, y la posterior el de *mielencefalo*.—De estas cinco vesículas se derivan luego todas las partes definitivas del encéfalo; así como de sus cavidades se derivan los ventrículos. En efecto; el telencefalo, creciendo mucho e invaginando sagitalmente su pared antero-dorsal, forma los hemisferios cerebrales, los cuales, aumentando extraordinariamente y doblándose o expansionándose sobre las restantes vesículas encefálicas, a las que recubre a manera de manto, viene a constituir la masa principal del encéfalo. Para aumentar más la superficie, forma dos clases de surcos: unos *totales*, dichos así porque la parte de superficie invaginada produce su correspondiente prominencia en la cavidad del cerebro; y otros, llamados *superficiales*, por no afectar más que la superficie externa de él. Histológicamente considerada la pared del cerebro, está compuesta por substancia gris (células nerviosas) en su corteza, y por substancia blanca (fibras nerviosas) en su interior, disposición muy distinta de lo que vimos en la médula. A cada hemisferio corresponde una cavidad interior que se llama *ventrículo lateral*. En la pared media de cada hemisferio se origina una invaginación o dobladura hacia dentro del ventrículo lateral, primero para formar el *plexo coroideo lateral* (fig. 192). Esta evaginación constituye la *cisura coroidea*. Luego se forma otra invaginación, paralela a la anterior que se

llama *cisura de Ammon*, porque su papel dará origen al asta de Ammon (fig. 192). Más atrás se forma todavía otra invaginación o cisura que produce el espolón de Morand.

El *diencéfalo* (fig. 172, D) crece menos que el telencéfalo y queda cubierto superiormente por éste. Su techo permanece delgado y epitelial e, invaginándose hacia el interior con la pía-madre o conjuntivo muy vascular, origina el plexo *coroideo anterior*. En la parte posterior de dicho techo se forma por evaginación la *epífisis* o *glándula pineal* (fig. 172, e); su pared inferior (fig. 172, a), hundiéndose a manera de embudo, origina la hipófisis (porción posterior o lóbulo de origen nervioso). La cavidad primitiva se convierte en el tercer ventrículo.

El *mesencéfalo* que en los primeros estadios evolutivos ocupa el vértice del sistema a causa de las inflexiones que experimenta el tubo nervioso (fig. 171), viene a parar definitivamente en la base de la masa encefálica, constituyendo los pedúnculos cerebrales y los *tubérculos cuadrigéminos*. Su cavidad primitiva se transforma en el *acueducto de Silvio*.

El *metencéfalo* da origen al *cerebelo*, engrosando, a este fin, notablemente sus paredes, máxime las laterales que forman luego los dos hemisferios cerebelares, cuya constitución anatómico-histológica recuerda la del cerebro, por razón de que su superficie está también surcada, bien que los surcos y los lomitos tienen aquí un curso más regular y paralelo; cada surco principal se divide en otros de segundo y tercero orden; de condición que en el corte perpendicular al surco se observa una ramificación que recuerda la de una hoja de *tuya* (*árbol de la vida*). La substancia gris está también aquí como en el cerebro, localizada de preferencia en la superficie.

Cuanto al *mielencéfalo*, basta decir que constituirá definitivamente la región del *cuarto ventrículo* o de la *fosa romboidal*. El techo es aquí delgado y epitelial como en el tercer ventrículo, insinuándose asimismo acompañado de mesénquima, rico en vasos sanguíneos, para constituir la tela o el plexo *coroideo posterior* (fig. 194, Plchv₄): por el contrario, las paredes laterales delgadas y fibrosas en su porción superior, correspondiente a la placa alar de la médula, formando la *tenia* del cuarto ventrículo: lo restante de estas paredes laterales y la inferior son recias y con substancia gris o ganglionar. Hacia atrás se continúa el sistema con la médula espinal.—Cap. III, Art. III-VI.

36.º *Comisuras*. Llámense así las comunicaciones entre sí de partes simétricas del sistema nervioso mediante fibras que pasan de un lado a otro. En la médula espinal existen comisuras junto al canal endimario. En el encéfalo se conocen varias: la *comisura anterior* junto a la *lámina terminal* (fig. 194, ca), la *posterior* (fig. 191, cp), la *habenular* (fig. 172, ch), la *cerebelar* (fig. 172, cc), la *central* o *media* (fig. 194, cm); sobre todo, merecen mención la *bóveda* de los tres pilares

(*fornix*) y el *cuerpo calloso* (fig. 197, a, a¹, a²). El origen de las comisuras en general está unas veces preformado por la unión que por el techo o por la base tienen las paredes del sistema nervioso, como, v. g., en la médula espinal: otras, resulta de la soldadura de porciones determinadas de las paredes: así, por ejemplo, la comisura media del talamencéfalo, y, sobre todo, la de la bóveda de los tres pilares y la del cuerpo calloso, soldándose, al efecto, un espacio triangular (fig. 197) de las paredes internas de los hemisferios entre la cisura coroidea y la del hipocampo. No todo el espacio triangular se suelda, sino sólo los lados del triángulo; con lo cual se forma en medio el *septum pellucidum* con su ventrículo o cavidad entre el doble tabique; ventrículo que no tiene que ver con los ventrículos del encéfalo. Cap. III, Art. VII.

37.º *Nervios*. Entre los centros nerviosos y los órganos periféricos se extienden los nervios, constituídos por filetes nerviosos. Es controvertido su origen; pero lo más probable es que provengan de los centros nerviosos y de allí vayan creciendo hasta encontrar los órganos periféricos, con los que entran en íntima relación.—Cap. III, Art. IX.

38.º *Ganglios espinales y del gran simpático*. El origen de los ganglios espinales se halla en las paredes del tubo nervioso aun antes de cerrarse, junto a la dobladura de la canal nerviosa; punto en que ésta se continúa con la capa córnea. Allí aparecen unas células, algo diferentes morfológicamente (fig. 200 y 201). Estas células forman en este estadio grupos metaméricos: la metamería parece perderse al cerrarse en tubo la canal nerviosa; más tarde se deslizan por los lados del tubo otra vez metaméricamente. Aunque se ha creído por parte de algunos que se desprendían del todo de la médula momentáneamente perdiendo su unión, no es esto lo más probable. Las fibras que unen el ganglio a la médula y constituyen las raíces posteriores pueden ser el resultado de la expansión de células, sitas en la médula, creciendo las expansiones hacia el ganglio, o lo que se tiene por más aceptable, provienen de las mismas células ganglionares, cuyos axones representan.—Los ganglios de la cabeza se forman por el estilo, pero son más precoces (fig. 202 bis).

Cuanto a los ganglios simpáticos, los que constituyen el *cordón limítrofe*, parecen derivarse de los ganglios espinales (fig. 205): de los ganglios del cordón limítrofe considerados como primarios, se derivarían los secundarios y terciarios, etc., diseminados por todas las vísceras.—Cap. III, Arts. IX y X.

39.º *Ojos*. Entre los órganos periféricos se encuentran desde luego los ojos. Su origen se debe a una evaginación simétrica de las

paredes laterales del *diencéfalo*. La evaginación dilata luego su extremidad distal en forma de vesícula (vesícula ocular), y estrecha la parte que la une al diencéfalo a modo de pedúnculo hueco (fig. 207): la vesícula será el *globo del ojo*, y el pedúnculo, el *nervio óptico*. La pared externa o lateral de la vesícula, en efecto, se invagina, convirtiéndose a ésta en un cáliz de doble pared (figs. 208 y 209). La pared interna o invaginada constituirá la retina, multiplicando sus células y diferenciando las capas histológicas, propias de la retina; la externa o no invaginada será luego la capa pigmentaria. Por su lado, el tubo o pedúnculo hueco se modifica, para transformarse en el nervio óptico; y para que este nervio esté en comunicación directa con la capa interna del cáliz ocular, al invaginarse la pared de la vesícula primitiva se ha invaginado también por abajo la pared del pedúnculo; de manera que se origina un canal, abierto hacia abajo, que lleva a la cavidad del cáliz ocular. El pedúnculo pierde, finalmente, su luz y se hace sólido, mediante la multiplicación de los elementos celulares de sus paredes.—Por el canal del pedúnculo ha entrado mesénquima en la cavidad ocular: en el mismo canal se aposenta la arteria central de la retina.

Delante de la cavidad ocular se forma el cristalino (figs. 207-210), que proviene de una invaginación del ectodermo en frente de la vesícula ocular primitiva. La invaginación se desprende luego del lugar de origen y queda convertida en una vesícula o saco. La mitad posterior de esta vesícula transforma sus células en fibras (fibras del cristalino) (figs. 210 y 211); la anterior, por el contrario, las conserva en estado epitelial (epitelio del cristalino). Toda la porción se envuelve de una membrana homogénea, llamada *cápsula del cristalino*.

La región *ciliar* y el *iris* del globo del ojo (figs. 214 y 215) son el resultado del crecimiento de los bordes del cáliz ocular hacia delante sin desarrollar neuronas. Los procesos ciliares son pliegues de la doble pared no nerviosa del cáliz ocular, y el iris, la continuación del crecimiento de los mismos bordes por delante del cristalino, reforzándose la cara externa de la pared resultante con capas de mesénquima o conjuntivo, algunos de cuyos elementos se transforman en las fibras musculares lisas de los músculos, *constrictor* y *dilatador de la pupila*.

En fin, todo el mesénquima que envuelve la formación del ojo, se modifica también: las capas más inmediatas se convierten en el aparato nutritivo, enriqueciéndose de vasos y constituyendo la *coroides*; las más externas multiplican y robustecen sus fibras para formar la envoltura protectora del ojo, llamada *esclerótica*. Delante del iris el mesénquima se deshace en parte, para originar la cámara anterior del ojo, y en parte se modifica, para constituir el tejido específico de la *córnea*.

Los párpados (fig. 216) son repliegues de la piel, cuya cara ex-

terna goza de la constitución histológica del tegumento, y la interna tiene propiedades de una mucosa. Dentro del párpado se desarrollan las *glándulas de Meibomio* por invaginaciones epiteliales sólidas, al principio, y huecas después. En el borde de los párpados se forman las pestañas por el proceso ordinario, por que se forman los pelos. Las *glándulas lacrimales* son originadas por invaginaciones, sólidas también al principio, de la cara interna del párpado, al replegarse ésta sobre el globo del ojo.—Cap. III, Art. XI.

40.º *Oído.* De las partes en que se divide el oído, llamadas *oído externo, oído medio y oído interno o laberinto*, la primera es la que tiene su origen más sencillo, siendo la más complicada después. Comienza su formación por una placa engrosada del ectodermo (fig. 218, fa) que luego se convierte por invaginación en foseta y más tarde en vesícula auditiva (fig. 219), impotrada en el mesénquima. Muy pronto aparece al lado de la vesícula el ganglio acústico con su nervio. Por transformaciones ulteriores, la vesícula se alarga (figs. 221 y 222), y deja distinguir dos porciones, una superior (utrículo) que por evaginaciones origina los conductos semicirculares (dos verticales y uno horizontal), y otra inferior (sáculo) que produce por evaginación el caracol. Este sería el laberinto epitelial. El epitelio de este laberinto se modifica en determinados sitios para formar el epitelio sensitivo: en el utrículo y sáculo, se formarán las *manchas acústicas*; en los conductos semicirculares, las *crestas acústicas* (figs. 225 y 226); y, en el caracol, el *órgano de Corti* (fig. 232). El mesénquima que le rodea se distribuye luego en dos porciones: una inmediata al laberinto epitelial y otra más externa: aquélla está destinada a la nutrición del oído; ésta, a su protección: aquélla en parte se resolverá para originar los espacios perilinfáticos; ésta se fortificará y robustecerá para constituir, primero, o cartílago o tejido fibroso, según las regiones, y luego el hueso por osificación o endocondral o pericondral.

El oído medio resulta de la transformación del surco interno entre el primero y segundo arco faríngeo (fig. 239); y la lámina de tejido, que separa el surco interno del externo, contribuye a formar la membrana timpánica que es, al principio, muy gruesa y en su espesor se originan los huesecitos del oído (fig. 240).

El *oído externo* con su pabellón se debe al surco externo, asimismo entre los dos primeros arcos faringiales y los tubérculos de dichos arcos (figs. 239, 241 y 242).—Cap. III, Art. XII.

41.º *Olfato.* El *olfato* reside en las fosas nasales, y constituye sin duda lo esencial de ellas, aunque ya sabemos que en los animales de respiración pulmonar, las fosas nasales integran también el aparato respiratorio. El origen del aparato del olfato es asimismo un espesa-

miento del ectodermo a los lados de la prominencia frontal (fig. 241): el campito modificado se convierte pronto en foseta olfatoria o nasal (fig. 243, cJ), hundiéndose en el mesénquima subyacente.—En otro estadio, se pone la foseta en comunicación con la boca; en saurópsidos, mediante un surco naso-bucal, el cual, profundizando cada vez más, viene a abrirse en el interior de la boca: soldándose luego los bordes del surco, éste se transforma en un canal que lleva de las fosas nasales a la boca (fig. 244). En mamíferos, la foseta primitiva hunde su epitelio cada vez más, formando, primero, un surco ciego, y continuando el proceso, viene, finalmente, a abrirse el fondo de saco directamente en el cielo de la boca (fig. 245, mhñ).—Al dividirse la cavidad bucal primitiva en dos pisos por los procesos maxilares o placas nalatinas (fig. 247, pp) que forman un tabique horizontal, la porción de cavidad bucal que queda por encima del tabique, aumenta las fosas nasales. Las dos fosas nasales están desde un principio separadas por un tabique que es la continuación de la prominencia frontal hacia atrás y cae vertical sobre la boca. Este tabique se suelda luego (fig. 248) con los procesos horizontales de los maxilares; con lo cual quedan separadas también hacia atrás, una de la otra, las fosas nasales. En el tabique medio se forman dos conductos que corren de abajo arriba y hacia atrás, y son los llamados *órganos de Jacobson* (fig. 247, oJ).

El nervio o, mejor, el bulbo olfatorio, se pone muy pronto en comunicación con la foseta olfatoria, mediante fibras nerviosas .

Sirviendo las fosas nasales, no sólo a la olfacción, sino también a la respiración, se comprende que se complique, ora con la formación de repliegues, llamados *conchas nasales* (fig. 247, MT), ora con la de evaginaciones, originando senos: las *células etmoidales*, cuando el etmoides es aún de consistencia cartilaginosa; más tarde, al sexto mes, la *cueva de Highmor* en el espesor de los maxilares; después del nacimiento, los *senos esfenoideales y frontales*, y en algunos animales los *occipitales*.—Cap. III, Art. XII.

42.º *Corpúsculos gustativos*. Algo obscuro es aún el punto del origen y formación de estos corpúsculos, llamados también yemas gustativas. En el embrión humano, según datos de algunos autores, harían su primera aparición en el tercer o cuarto mes, bajo la forma de yemas epiteliales, en el fondo del epitelio, hundido para originar las llamadas *papilas circunvaladas* (fig. 250, gs). Algo más tarde se forman del mismo modo yemas epiteliales en el fondo del epitelio hundido de las *papilas foliadas*. La unión de estas yemas, que serán los corpúsculos gustativos, con las fibras nerviosas, es cosa que necesita aún mayor investigación.—Cap. III, Art. XIV.

43.º *Corpúsculos táctiles*. También aquí le queda al embriólogo mucho que hacer. Ha de haber gran variedad de corpúsculos táctiles,

si a cada sensación táctil, específicamente diversa, corresponde un corpúsculo o disposición peculiar. Los *corpúsculos de Vater-Pacini* (fig. 252) los halló Pappenhein en fetos de gato de 12 cm. bajo la forma de acúmulos celulares; y Henle y Kölliker, en el feto humano del sexto mes.—Los corpúsculos de Meissner, que suelen ser los que más ordinariamente se conocen con el nombre de táctiles, los encontró W. Krause en el feto humano de siete meses bajo la forma de una vesícula (fig. 253).—Por este mismo tiempo (seis meses) hacen su aparición en el feto humano otros corpúsculos táctiles, como los *conos terminales* (fig. 255) de la conjuntiva del bulbo (*ocular*). Según Izquierdo, los corpúsculos de Grandry (fig. 256) tendrían su esbozo en el embrión de pato 23-24 días.—Cap. III, Art. XIV.

44.º *La piel y sus dependencias.* Por piel se entiende aquí el tegumento externo, y por dependencias de la piel las glándulas (sudoríparas, sebáceas y lactíferas) con los órganos dermato-esqueléticos, como pelos, uñas, escamas, plumas, etc. De las tres regiones que podemos distinguir en el tegumento externo, es a saber, *epidermis*, *cuero* (*corium*) y *capa subcutánea*, la epidermis uniestratificada en un principio (esto es, después de desprenderse del ectodermo el tubo nervioso), se ofrece biestratificada, según Kölliker, a los dos primeros meses: la capa externa consta de células aplanadas y representa la *capa córnea*; la interna, de células cilíndricas, corresponde al *cuero de Malpighio* o *capa germinatriz*. A partir de la mitad de la gestación, se halla la epidermis ya perfectamente pluriestratificada: su parte externa se queratiniza y desprende, al paso que la actividad de la interna o generatriz, restaura todo lo perdido.

Los *pelos* se deben a una invaginación sólida de la epidermis (fig. 258). En su extremidad inferior, una vez llegada a su término la invaginación, se forma el bulbo pilífero, en cuyo seno se introduce el conjuntivo, para formar la papila. En el bulbo existe la capa generatriz, encargada del crecimiento del pelo mediante la proliferación celular, originando un cono sobre la papila, que crece hasta encontrar la epidermis, debajo de la cual se esconde horizontalmente, hasta que, deshaciéndose esta parte horizontal, recubierta por la epidermis que en este caso recibe el nombre de *epitriquio*, el cono restante rompe la *capa epidérmica* y sale al exterior. Esta parte que sobresale, es el *escapo* o *tallo*, y lo hundido dentro de la piel, la *raíz* con su bulbo: la cual está envuelta por vainas, unas epiteliales (únicas en los pelos delicados o de lanugo) y otras conjuntivas (fig. 260). A cada pelo le suelen corresponder sus glándulas sebáceas (fig. 261), y su músculo elevador (*arrector pili*) (fig. 261).

Por procesos análogos se forman las *plumas* de las aves (figs. 262 y 265). Cuanto a las uñas, su origen se debe a un espesamiento de la epidermis, y su hundimiento, más o menos marcado, en un campito

llamado *lecho de la uña* sobre el pulpejo de cada dedo (fig. 266). El hundimiento de la epidermis es más profundo y al sesgo hacia atrás. Las capas epidérmicas se queratinizan luégo. La capa que al principio cubre la uña y corresponde a la córnea de lo restante de la piel, se llama *epiniquio*. Este se desprende hacia el fin del quinto mes.—Cap. III, Art. XV.

45.° *Glándulas.* a) *Sebáceas.* Son debidas a una evaginación de la vaina externa del pelo (fig. 258, E, F, gs) las que acompañan el pelo, que son las más; se consideran como *alveolares*: las hay simples y compuestas (fig. 267, A); su producto es el desecho de los células que interiormente las integran (fig. 267, B).

b) *Glándulas sudoríparas.* Las sudoríparas son tubulosas, debidas asimismo a una invaginación sólida de la epidermis (fig. 257), que luégo se excava (a partir del sexto mes) y su poro (fig. 268) se abre, al principio, no en la cresta, sino en el surco de las papilas lineares del dedo.

c) *Glándulas lactíferas.* Otra vez es una pululación epidérmica la que da el primer paso para la formación de glándulas lactíferas. En otro estadio, ya son muchas las invaginaciones epidérmicas sólidas que crecen dentro del cuero y brotan y se ramifican (fig. 270): cada cordón invaginado y ramificado representa una glándula lactífera; al excavar, se forma, poco ántes de abrirse en el exterior, una dilatación llamada *seno lactífero*. Luego la glándula mamaria es un conjunto de glándulas que se abren en el campo lactífero, el cual, hundido al principio (fig. 271), se eleva después y forma el pezón: en la base y alrededor de éste se diferencia un campo llamado *aréola*, donde se forman otras clases de glándulas que reciben el nombre de *areolares*.—Cap. III, Art. XV.

46.° *El mesénquima y sus derivaciones.* Conceptuamos como hoja intermedia el *mesénquima*, tejido totalmente distinto del de las demás hojas blastodérmicas, ya que el carácter histológico de estas últimas es epitelial. El mesénquima consta de células, más o menos estrelladas, con abundancia de substancia intercelular. De este tejido, que también podemos llamar *conjuntivo embrionario*, se derivan todos los tejidos de sostén del organismo adulto. La riqueza y variedad de estos tejidos es mucha. He aquí los principales.

a) *Tejido gelatinoso o hialino.* Consta de pocas células y mucha substancia intercelular, clara, hialina, gelatinosa, con escasas fibrillas, representadas en parte por la unión de los brazos de las células (fig. 272). El mismo mesénquima, en su primera aparición al menos, debe ser considerado como el tipo de este tejido. Se halla, además, en el cordón umbilical joven; en el humor vítreo?

b) *Tejido fibrilar*. Se distingue en el organismo adulto por la abundante substancia intercelular bajo la forma de fibras, que pueden ser *cológenas* o *elásticas*: sus células son bastante irregulares. Los haces fibrosos pueden ser compactos o laxos.

c) *Tejido reticular*. El substrato de este tejido constituye una red, cuyas mallas se infartan de linfocitos (fig. 274).

d) *Tejido adiposo o grano*. Notable por sus células grandes, redondeadas y hinchadas de grasa (fig. 275).

e) *Tejido cartilagíneo*. Es de mayor consistencia y forma el neuro-esqueleto de muchos animales y el de todos los embriones de vertebrados en general. Sus células se hallan encapsuladas por una membrana, que se continúa con la substancia intercelular, constituida ésta por *condrina*.

f) *Tejido óseo*. El más resistente de todos y compone el neuro-esqueleto de los animales más perfectos. La substancia orgánica intercelular, que también se deja reducir a fibrillas, está incrustada de sales calcáreas. Este tejido no se deriva *directamente* del mesénquima, sino o del conjuntivo fibrilar directamente o del cartilagíneo por *neoplasia*, esto es, destruyendo primero el cartilagíneo.—Cap. IV, Art. I.

47.º *Formación del corazón*. El primer paso para la formación del corazón es la presencia de células vaso-formativas; las cuales se juntan debajo del entodermo, para originar, primero, una especie de mesénquima, y luego un tubo cardíaco, impar en anfibios y ciclóstomos (figs. 277, 278 y 279), y generalmente par en huevos meroblásticos (fig. 281), bien que al cerrarse el entodermo y convertirse en el tubo digestivo anterior o cefálico, se juntan y fusionan en uno por debajo de él los dos tubos cardíacos (figs. 282 y 283).—Otro paso en la marcha evolutiva del corazón, es el doblamiento, en forma de S, del tubo único, a causa de su extraordinario crecimiento en el reducido espacio pericardial (fig. 284). En el segmento posterior del tubo S-forme que obra como venoso, esto es, recibe la sangre, se forman dos dilataciones (fig. 285) que son las futuras aurículas, formándose un tabique (fig. 288, ts); al paso que el segmento anterior se dilata para originar una gran cavidad, que luego se divide en dos compartimentos por un tabique medio *interventricular* (figs. 288 y 289, ti). La dilatación ventricular se continúa hacia arriba con el tronco arterioso que representa la parte arterial; y, en efecto, por un tabique longitudinal frontal (figs. 291 y 292, tbo) se divide en dos tubos: uno anterior que será la arteria pulmonar, y otro posterior que será la aorta.—Las dos aurículas se comunican durante la vida intrauterina, mediante el *foramen ovale* del tabique interauricular, foramen que se cierra después del nacimiento. También el tabique interventricular deja en

reptiles un orificio, por el que se comunican los dos ventrículos, y es el llamado *foramen Panissae*. El tabique auricular y el ventricular, yendo como a su mutuo encuentro, han dividido el orificio aurículo-ventricular en dos, uno para cada lado, cuyos bordes forman unos rodetes o repliegues mesenquimatosos que se transforman luégo en las válvulas, *tricúspide* y *mitral* respectivamente. Por su parte, el tronco arterioso, al dividirse en dos arterias, origina las válvulas *sigmoideas*, debidas a cuatro repliegues (fig. 293, a), que luégo se dividen de modo que el tabique frontal parta por la mitad a dos de ellos (fig. 293, b). Con esto, son seis los repliegues, tres para cada tubo, transformándose luégo cada uno de ellos en una especie de bolsas, quedan convertidos en las válvulas sigmoideas.—Finalmente, las aurículas primitivas se modifican, absorbiendo, la derecha el seno venoso, y la izquierda el tronco de las cuatro venas pulmonares. De los dos repliegues que tiene el borde del seno venoso, al abrirse en la aurícula primitiva, el de la izquierda desaparece y el de la derecha suministra la válvula de Eustequio (fig. 288, ve) y la de Tebesio.—Cap. IV, Art. II.

48.º *Cavidades somáticas y el diafragma.* Al principio existen en el embrión dos cavidades, llamadas somáticas. Por fusión, primero, y resolución, después, de las paredes de dichos sacos mesodérmicos, se comunican, al menos en algunos puntos, las dos cavidades o, lo que es lo mismo, se fusionan en una. En este estadio se pasa de la región torácica a la abdominal. Pero más tarde, por la formación del diafragma se aísla la porción superior o torácica de la inferior o abdominal. El primer esbozo de diafragma lo hallamos en el llamado *septo transverso*, esto es, en un repliegue o en una placa de tejido, colocada transversalmente en la pared del vientre por encima del ombligo, entre el corazón y el estómago. Por el borde de esta placa corren las venas ónfalo-mesentéricas para llegar al seno venoso del corazón. Creciendo esta placa dorsalmente, aísla la cavidad pericardial de la abdominal; pero no aísla aún toda la cavidad pericardial de la abdominal; pues por detrás (en el dorso) quedan en comunicación las dos cavidades. El aislamiento completo tendrá lugar, cuando el septo transverso se fusione con dos repliegues de la pared dorsal que crecen hacia el septo transverso. Tenemos, en este caso, separada la cavidad del tórax de la del abdomen. En el tórax existen en el organismo definitivo la cavidad pericardial y las pleurales. Al principio, todas estas cavidades se comunican entre sí. Su separación o aislamiento se debe a una lámina frontal que, iniciada en las paredes látero-dorsales por la presencia de los conductos de Cuvier, crece hacia el medio, donde se forma el mediastino. Con éste y la lámina frontal quedan determinadas tres cavidades: una anterior, muy grande al principio por alojar el corazón, y dos látero-dorsales, donde se

desarrollan los pulmones: aquélla es la pericardial; éstas, las pleurales. Al desarrollarse en éstas los pulmones y hacerse cada vez más voluminosos, arrancan de las paredes laterales y anterior la hoja parietal del mesodermo y envuelven casi completamente el corazón (fig. 299).—Cap. IV, Art. III.

49.º *Aparato circulatorio.* En el desarrollo del huevo se deben distinguir varias circulaciones sanguíneas, según el estado de desarrollo y necesidades a que está sujeto el embrión. La primera que se forma, es la del *saco vitelino*, que empieza, cuando el corazón es aún un utrículo (fig. 300). La circulación vitelina tiene un doble objeto, es a saber, recoger los productos de la digestión y oxigenar la sangre.—La circulación alantoidea (fig. 301) viene a reforzar la del seno vitelino, más como aparato respiratorio que de nutrición, aunque tampoco ésta queda excluída de ella. Las arterias de esta circulación son las llamadas *umbilicales*, que resultan de la bifurcación de la aorta en su extremidad caudal. Al principio existen en esta circulación dos venas umbilicales; después se atrofia en parte la derecha. La circulación vitelina y la alantoidea se comportan inversamente, esto es, mientras decrece la primera, aumenta la segunda. Tanto la una como la otra son notables en saurópsidos. En los mamíferos, sin dejar de existir, no alcanzan ni con mucho tanto desarrollo, o no son tan persistentes, cediendo luego a la *circulación placentaria*, que suple con ventaja las dos anteriores. Cuanto a los vasos, son también los umbilicales los que componen la circulación placentaria. Al principio hay igualmente dos arterias y dos venas: aquéllas, siendo la bifurcación de la aorta, llevan la sangre del corazón a la placenta; y éstas, de la placenta al corazón, después que se ha renovado en dicha placenta. En mamíferos se atrofia también la vena umbilical derecha, asumiendo la izquierda la función de llevar la sangre al seno venoso, primero, directamente, y más tarde, pasándola ántes por el hígado, mediante una anastómosis que contrae con la vena ónfalomesentérica.—Cap. IV, Art. IV.

50.º *Sistema arterial somático.* En el embrión humano de pocos milímetros el tubo cardíaco se bifurca en su porción arterial; y sus ramas, torciéndose hacia el dorso, originan dos arcos que corresponden a los dos primeros arcos viscerales, para continuarse en el dorso, corriendo hacia atrás y constituyendo las dos aortas primitivas (fig. 302, A, a'). Detrás de éste se forma luego otro arco, cuando aparece el segundo arco visceral o faringeal; y después otro y otro, hasta cinco o seis. Estos son los arcos aórticos que echan brotes o ramitas que van a la cabeza y otros distintos puntos. Pero, a medida que adelanta la evolución, cambian mucho estos arcos, desapareciendo en todo o en parte unos, y conservándose, muy modificados otros

(fig. 304). De los tres primeros arcos de cada lado, perdiéndose unas partes y conservándose otras, se forman las corótidas (fig. 304, ce, ci). El cuarto arco izquierdo se convierte en el principal conducto arterial, esto es, en la arteria aorta, dando en su recorrido multitud de ramas; el de la derecha, en la subclavia derecha. También el último arco es interesante, por originarse de él las dos ramas de la arteria pulmonar. Además, conserva durante la vida intrauterina comunicación con la aorta, mediante el *conducto de Batal* (fig. 304). De lo dicho se saca que el sistema arterial, simétrico y par en su origen, se hace asimétrico y, en parte, impar, siendo favorecido, en esta asimetría, el lado izquierdo.—Cap. IV, Art. V.

51.º *Sistema venoso.* También el sistema venoso es par y simétrico en sus primeros estadios. De la cabeza y cuello vienen las venas *cardinales anteriores* o *yugulares* que se reúnen con las venas cardinales inferiores, provenientes de la parte inferior: la reunión de estos vasos constituye los conductos de Cuvier (fig. 306, Dc). Son también dos las venas ónfalo-mesentéricas; pero muy pronto contraen entre sí, al pasar por el duodeno, una doble anastómosis en forma de doble anillo (fig. 306 y 307); y atrofiándose parte de estas anastómosis, de dos se hace una vena que, echando ramas envía alguna de éstas al hígado, donde, ramificándose, origina las *venas advehentes*; y recogiendo de nuevo las ramificaciones de éstas se forman las venas *revehentes*. Prescindiendo de estas ramas, la vena ónfalo-mesentérica va a desembocar en el seno venoso, a donde van a parar también los conductos de Cuvier, y no menos las venas *umbilicales*. Estas son dos, al principio; pero más tarde se atrofia la vena umbilical derecha. La izquierda se conserva; pero emite ramas, una de las cuales se anastomosa con la vena ónfalo-mesentérica, entrando en el hígado. Por otra parte, se ha formado un nuevo vaso venoso, independientemente de los anteriores, muy insignificante al principio (fig. 307, ci); pero que con el tiempo absorbe todos los demás vasos de la parte inferior con el nombre de *vena cava inferior* (figs. 308 y 309, ci).—Pero también en la región superior suceden cambios muy notables. Los conductos de Cuvier forman dos cavas superiores en reptiles, aves y muchos mamíferos; en otros y en el nombre, sólo constituyen una, por razón de que la sangre del conducto izquierdo pasa al derecho, mediante una anastómosis. Por otra parte, el trayecto del conducto de Cuvier izquierdo, desde la anastómosis al corazón, se atrofia (fig. 309, css).—La circulación en el hígado sufre, como queda indicado, cambios notables: porque, primeramente, ceba este órgano la vena ónfalo-mesentérica; luégo la umbilical, cuando se ha agotado el saco vitelino y formado y crecido la placenta; y después del nacimiento es otra vez la vena mesentérica la encargada de prestar al hígado, con el nombre de *vena porta*, la sangre para el funciona-

miento específico.—Como después del nacimiento entran en actividad los pulmones, cambiando el modo de la función respiratoria, ha de cambiar también forzosamente la circulación. Cesa la circulación placentar y entra la pulmonar. Ciérrase la comunicación de las aurículas, la de la arteria pulmonar con la aorta, y en ningún punto se mezcla la sangre arterial con la venosa, como ocurre en la vida intrauterina.—Cap. IV, Art. VI.

52.º *Sistema linfático.* El origen y desarrollo del sistema linfático, que es un complemento del aparato circulatorio, está en general poco investigado. Según Sala, los conductos torácicos aparecerían en el embrión del pollo al octavo día de incubación bajo la forma de tiras celulares; tiras celulares que al décimo día ya estarían huecas, después de ponerse en comunicación con la cava superior. La unión de estos conductos con los grandes vasos linfáticos inferiores o abdominales está establecida al duodécimo día. La formación de los ganglios linfáticos se explica por el acumulamiento de linfocitos en la red de vasos linfáticos o quizás en el conjuntivo reticular, constituyéndose allí puntos de proliferación.—El bazo se forma en el mesenterio dorsal del duodeno (fig. 313): su origen es controvertido.—Cap. IV, Art. VII.

53.º *Endosqueleto.* El mesénquima no sólo contribuye a la formación de multitud de órganos, prestándoles, v. g., su parte conjuntiva, sino que puede formar por sí solo órganos especiales, como *tendones, fascias, ligamentos, cartílagos y huesos*. El conjunto de estos últimos es lo que constituye el endo-esqueleto. Pero el embrión necesita, ántes de llegar a poseer un endo-esqueleto óseo que es el definitivo, de alguna consistencia en sus tejidos que suplan interinamente la falta de aquél. La cuerda dorsal obra ya como endo-esqueleto o neuro-esqueleto, toda vez que apoya el sistema nervioso. Alrededor de ella, se derrama el mesénquima, producido por el esclerótomo, el cual, dado su destino, se puede llamar *esqueletógeno*. Más tarde se condricificará, adquiriendo mayor consistencia en orden a prestar el servicio, propio del esqueleto, convirtiéndose en vértebras cartilagineas. Estas, finalmente, se osificarán y tendremos los huesos. Pero no siempre es necesario que el hueso preceda al cartílago; en muchos casos, el conjuntivo resistente se convertirá directamente en tejido óseo. De manera que aun bajo el concepto de órganos y tejidos resistentes, que obren como esqueleto, podemos distinguir tres casos: esqueleto *membranoso*, esqueleto *cartilagineo* y esqueleto *óseo*.

En efecto; el mesénquima primitivo puede sufrir dos cambios, transformándose o en tejido conjuntivo o en cartilagineo: y de estos dos estados pasar al óseo. Cuando el cartílago precede al hueso, la formación de éste presupone la destrucción de aquél; sobre sus ruinas

se ha de levantar el nuevo edificio (fig. 337), merced a que penetrando de la periferia los vasos, excavan el cartílago, aportando las llamadas células medulares y entre ellas a los *osteoblastos* o constructores de hueso. En este caso, la formación ósea se llama *endocrondal*. Pero, no sólo en el interior del cartílago se forma hueso, sino también alrededor de él por la actividad del *pericondrio* o tejido conjuntivo que reviste el cartílago (fig. 339). Esta otra formación ósea se llama *pericondral*.

Pero, si el conjuntivo que rodea el cartílago, puede formar hueso, también lo podrá, aunque no le rodee, es decir, aunque esté en cualquiera otra parte. Y es así que en muchos puntos de la cabeza el conjuntivo se osifica *directamente*, esto es, sin pasar por el estado cartilagíneo, y origina los llamados *huesos de revestimiento*; al paso que los que provienen de la destrucción de cartílagos precedentes, se llaman *huesos de substitución* o *primordiales*. Tanto en huesos de substitución como en los de revestimiento, la formación ósea no es una *metaplasia* (esto es, una transformación o ulterior diferenciación del tejido que le precede), sino una *neoplasia* (esto es, una formación nueva).

54.º *Endo-esqueleto de la cabeza.* Concurren a formar el endoesqueleto de la cabeza las dos clases de huesos, de *substitución* y de *revestimiento*; los primeros abundan en la base del cráneo; los demás, en la bóveda craneal y en la cara. Son huesos de substitución el *occipital*, excepto su porción escamosa; el *esfenoides*, menos la lámina interna de su apófisis pterigoides; el *etmoides*, y la *conchas*; el *peñasco* y la región *mastoidea* del temporal; los huesecitos del oído, *martillo*, *yunque* y *estribo*; el cuerpo y astas del *hioides*. Por el contrario, son huesos de revestimiento la *escama* del occipital, la *escama* del temporal, el anillo o hueso timpánico, la lámina interna de la apófisis pterigoides del esfenoides, el *frontal*, los *parietales*, los *palatinos*, el *vómer*, los *nasales*, los *lacrimales* o *unguis*, los *malares* o *pómulos* y el *maxilar superior*.—Cap. IV, Arts. VIII-XV.

55.º *Endo-esqueleto del tronco y extremidades.* Todos los huesos que componen la columna vertebral, son huesos de substitución por haberles precedido el cartílago. Los pasos embriológicos son: *mesénquima* (tejido esquelético), *cartílago* y *hueso*. La vértebra, completamente osificada, es un solo hueso; pero el cartílago que le ha precedido, no es uno solo, sino varios: el del cuerpo de la vértebra y los del arco: y así los puntos de osificación son también varios. Por lo que toca a las extremidades, su esqueleto es también de huesos de substitución por precederles cartílago.—Cap. IV, Arts. IX y XV.

56.º *Articulaciones.* La unión de los huesos para constituir el armazón esquelético, es por medio de articulaciones. Existen cuatro

clases de articulaciones: *sincondrósicas*, *anfiartrósicas*, *diastrósicas* y *sinartrósicas*, según la clase de unión que establecen entre los huesos que se articulan, y el movimiento que permiten o dificultan. A todas ellas precede un estadio evolutivo común. Consiste éste, en que los dos cartílagos, precursores de los dos huesos articulares, están, al principio, bastante separados, el uno del otro, mediante una *zona intermedia* (fig. 344, zi) de tejido mesenquimatoso y dos capas limitantes de tejido condrógeno (fig. 344, cch). Si este tejido (fig. 344, cm) es totalmente invadido por las láminas condrógenas que, convertidas en cartílago, constituyen el único medio de unión entre los dos huesos, tenemos una articulación *sincondrósica* como la esternal con la primera costilla. Si la zona intermedia se torna fibrosa, separada de los huesos articulares por una delgada capa de cartílago, último residuo del condrógeno, resulta una articulación *anfiartrósica*, como son las de las vértebras entre sí. Si el tejido de la zona intermedia se hiende y origina una cavidad, limitada por el cartílago de incrustación, la articulación será *diastrósica* como la mayor de las extremidades. En fin, las articulaciones *sinartrósicas* vienen a ser las que unen los huesos directamente o casi directamente entre sí, por razón de que éstos fusionan sus masas o el cartílago interpuesto entre las superficies se reduce a su mínima expresión. Tales son las suturas de los huesos craneales.—Cap. IV, Art. XVI.

CAPÍTULO V

LA TÉCNICA DE LA ORGANOGÉNESIS

I. Advertencias generales

266. La técnica en general. — Como en los demás tratados, presuponemos conocida la técnica general para los estudios prácticos de la Biología microscópica, tal como la expusimos en el tomo de Citología práctica. Aquí sólo hemos de precisar aquellos puntos que tienen algo de especial.

267. Material. — El material para los estudios de la *organogénesis* ha de ser naturalmente el cuerpo embrional o feto, y algunas veces o para ciertos estadios, también el organismo después del nacimiento y aun recorriendo diversas edades. Si se trata de embriones pequeños, aunque adelantados, como son los de animales, de suyo diminutos, esto es, de embriones cuyo cuerpo no pase de 1-2 cm. de longitud, se pueden fijar y trabajar enteros. Si son ya bastante grandes y adelantados, será preferible dividir el cuerpo en regiones y fijar y trabajar la región que contenga el órgano, cuyo origen y desarrollo llevamos proyecto de estudiar. La razón de lo que decimos, se nos entenderá, si reparamos en que en este estudio organogenético se impone la perfecta seriación de cortes, no sólo de todo el órgano que deseamos conocer, sino también de sus inmediatas relaciones: y por ello conviene que la parte o región que ha de ser seccionada contenga no sólo el órgano, sino también parte al menos de los órganos vecinos.

Cuando por razón de la magnitud del embrión nos vemos obligados a fragmentarlos en regiones, conviene mucho saberse orientar bien de antemano sobre el fragmento que queremos fijar y trabajar; a fin de que después acertemos con la dirección que habrán de tener los cortes microscópicos, para una determinada vista, y procurar a todo trance no perder la orientación en todo el largo tramiteo, a que se somete el fragmento del cuerpo. Cuando el bloque de parafina o de celoidina que encierra el material incluido, se ha de guardar para mucho más tarde o indefinidamente, es preciso multiplicar las precauciones, para que no resulte al fin un material poco menos que

perdido: en este caso, debe acompañar al material un protocolo, donde conste todo: lo que es, cómo se fijó y conservó y en qué dirección resultarán los cortes. Si no se adoptan precauciones eficaces, se duda luego de muchas cosas y cuesta mucho orientarse sobre los cortes microscópicos y se corre mucho peligro de errar en su interpretación.

Un estudio perfecto requiere material normal y en buen estado de conservación. Bajo este concepto, es siempre preferible el material de los animales: porque como en los animales puede el hombre disponer a su arbitrio, está siempre en nuestra mano buscar de propósito el estadio que nos acomode y sacar del seno de la madre el material, cuando conviene, y, recién sacado, fijarlo y trabajarlo a nuestro gusto: lo cual no se puede con el material del hombre, por lo que hemos dicho ya en varias ocasiones. Sólo en el caso de algún aborto o de la presencia inesperada de algún huevo en desarrollo, cuando se abre algún cadáver, v. g., en las autopsias, nos puede poner en posesión de algún material más o menos aprovechable: y decimos más o menos aprovechable, porque para fijarlo y trabajarlo hemos de estar ciertos de que el huevo no vive: caso que sólo puede constar, generalmente hablando, cuando el material está bastante deteriorado (1). Por lo que no siempre son fehacientes y seguros los datos que se basan sobre material obtenido y trabajado en ese estado. No creemos, sin embargo, que por eso haya de perder la ciencia embriológica algo de lo substancial de sus verdades: pues la semejanza del hombre con ciertos mamíferos hace entrever la perfecta analogía o conformidad en los rasgos evolutivos fundamentales entre él y los mamíferos. Aun en las obras de Anatomía, se acude muchas veces al material de los animales para exponer o aclarar puntos.

268. Fijadores. -- Los fijadores pueden ser los usados en Histología: líquido de Zenker, pícrico-sublimado, líquido de Boule C., Bouin y otros, cuya preparación se puede ver en nuestra Citología práctica. Evítese el alcohol puro o de alta graduación como es el de 95°; pues como los tejidos de los embriones son tan delicados y jugosos, el alcohol fuerte contrae terriblemente y deforma el material. Para estudios citológicos especiales, que se hacen algunas veces en Embriología, para comprobar cierto estado del órgano de estudio, se aplicarán también fijadores especiales, convenientes al objeto que se persigue.

En el Embryologisches Praktikum der Entwicklungslehre de A. Opper, se ponen como fijadores probados, el *sublimado crómico*, el *ácido crómico-acético*, y el *sublimado crómico-acético*. El primero

(1) Según se expone en el opúsculo del moralista español, R. P. Juan B. Ferreres, sobre la muerte aparente, es harto difícil dar con señales *ciertas de muerte real* fuera de la putrefacción.

se prepara, mezclando 2 volúmenes de solución acuosa (agua destilada) saturada de sublimado corrosivo y 1 volumen de ácido crómico al 1 %. Allí estará el material 2-4 horas, según el tamaño (se trata de huevos pequeños en general): si se trata de piezas grandes, $\frac{1}{2}$ -1 centímetro, se deberían dejar, como hacemos con el sublimado pícrico, de 12 a 24 horas. Se lavan luego brevemente en agua destilada y se pasan al alcohol de 70° con algunas gotas de tintura de yodo, para contrarrestar la acción nociva del sublimado, impidiendo su precipitación dentro de los tejidos. Debemos insistir mucho sobre este punto, de someter el material a la acción del yodo, cuando el fijador ha sido el sublimado corrosivo o alguna mezcla que lo contenga, máxime el *sublimado pícrico*. En este último caso, al llegar el material al alcohol de 90°, se le va echando gotas de yodo (tintura), en distintos tiempos, hasta que el alcohol, en que yace el material, se quede *definitivamente* teñido de color de coñac: señal de que el material está ya saturado. De lo contrario, será fácil que aparezcan los cortes cubiertos de grumos amarillentos, que los afean *horriblemente* y dificultan no poco la observación e interpretación. Si por haberse uno descuidado, los cortes se hallasen en este triste estado, todavía puede limpiarlos, acudiendo al mismo remedio del yodo. Al efecto, pónganse las preparaciones (respectivamente los cortes), antes de teñirlos, en una cubeta con alcohol de 70°, en el que se echa una cantidad de tintura de yodo, hasta tomar el color de coñac y al poco tiempo habrán desaparecido los grumos.

El *ácido crómico-acético* se prepara mezclando 25 c. c. de ácido crómico al 1 % con 75 c. c. de agua destilada y 0,1, esto es, 10 c. c. de ácido acético. En este líquido se deja el material 24 horas, después de las cuales se lava en agua corriente durante 24 horas; de aquí al alcohol 60°, 24 horas; luego al 80°, 24 horas; y si el material no se trabaja en seguida, se ha de cambiar el alcohol repetidas veces.

El tercer reactivo fijador se prepara, mezclando 75 c. c. de solución acuosa saturada de sublimado corrosivo con 25 c. c. de ácido crómico al 1 % y 0,1, esto es, 10 c. c. de ácido acético. Tiempo de fijación como en el primer fijador, 2-4 horas; luego, lavado rápido con agua destilada y de aquí se pasa el material al alcohol de 70° con algunas gotas de tintura de yodo: luego al alcohol de 80°, etc.

269. Tinciones. — Las tinciones pueden ser o en masa o en cortes microtómicos. De ambos métodos se sirve la Embriología. Tinción en masa es preferible en objetos pequeños, v. g., embriones muy tiernos y diminutos: y a veces será cosa obligada, cuando, v. g., el material no contraste bastante dentro de la masa de parafina o celoidina por haberse transparentado mucho. Si en este caso el material no está teñido de antemano, por ejemplo con el carmín bórico, cochinilla, etc., no es fácil orientarse sobre su posición dentro

del bloque y por lo mismo se corre peligro de dar mala orientación a los cortes y dificultar no poco su interpretación. El tiempo que ha de durar la acción del líquido colorante, v. g., del carmín borácico, depende del tamaño del material. Puede tomarse como regla, 24 horas por centímetro cúbico de masa. Fuera de estos casos, será preferible teñir los cortes microtómicos. Va muy bien la doble tinción, usada en Histología, de la hematoxilina de Delafield y eosina (1), la cual no sólo da los dos colores fundamentales, sino también toda una gama de matices que sirven a maravilla para distinguir multitud de elementos. Nosotros la preferimos, tanto en Histología como en Embriología animal, a tantos otros métodos de múltiples coloraciones, ninguna de las cuales da ni la precisión ni la fijeza ni persistencia de coloración que da la mencionada doble coloración: doble coloración que en la realidad es tan múltiple como las que llevan el pomposo nombre de policromas o pancrómicas. Así que la aconsejaríamos a todos como tinción que se ha de usar a todo pasto; y reservaríamos para casos particulares las otras.

Recientemente se ha dado mucha importancia a los métodos tanoargénicos de Achúcarro del Río Hortega (2).

270. Cortes. — En organogénesis no precisa, de ley ordinaria, la extremada delgadez de los cortes: sin *ningún inconveniente* y con *gran ahorro* de tiempo y material se hacen cortes de 15μ . Como término medio, pues, podemos fijar los cortes de $10-15\mu$. La razón del *ningún inconveniente* nace de que en Embriología se trata de ver la aparición y desarrollo de los órganos y su diferenciación histológica; y se repara menos en la parte citológica de sus elementos en particular. La razón del ahorro de tiempo y material salta a la vista; porque un órgano, si se secciona en cortes de 7μ , importaría doble número de cortes que si se seccionara en cortes de 14μ ; y por consiguiente, tendremos que emplear doble tiempo en prepararlos y montarlos: además los cortes de 7μ , como serán en doble número, ocuparán doble cantidad de portas y cubres. Apuntemos de pasada que, cuando los cortes son muy delgados, se corre mucho peligro de estropearlos en la preparación; por cuanto, al distenderlos sobre el portaobjetos a favor de un calor suave, una distracción fácilmente hace que se caliente demasiado la parafina y se funda, con gran detrimento de los cortes. También para el modelado con láminas de cera tiene ventaja el corte de mayor grosor, como veremos.

(1) Conf. nuestra Citología parte práctica, n. 63. (1918).

(2) Conf. Dr. L. Guilera: Origen, formación y evolución del folículo de Graaf: histogénesis del cuerpo lúteo. Calpe, Madrid - Barcelona 1919. Item. Contribución al estudio de la génesis y evolución del folículo de Graaf. Boletín de la Sociedad Española de Biología. Año VIII (1918 - 1919).

271. Seriación. — En estos estudios organogénicos se impone una seriación perfecta. La lectura de los cortes ha de ser como las páginas de un libro, esto es, después de un corte otro. Ahora bien; si no se sigue exactamente un corte a otro, es imposible ver el enlace de unas formaciones con otras y su interpretación es defectuosa. Esto no quiere decir que si uno ha perdido alguno que otro corte de la serie, como sucede con harta frecuencia, haya perdido dicha serie todo su valor: alguno que otro corte fácilmente se puede suplir. En especial se recomienda una serie muy perfecta, cuando se trate de la reconstrucción de un órgano mediante un modelo de cera, según que más adelante se dirá.

272. Dirección de los cortes. — Para un estudio completo de un órgano serían convenientes cortes en tres direcciones; lo cual exige una triple serie de cortes. Pero esto no es absolutamente necesario. Una serie de cortes en una dirección bien determinada basta para formarse perfecta idea de la constitución de un cuerpo, con tal que se sepan relacionar bien las cosas y tener suficiente memoria para retener las formaciones que en la observación microscópica de una serie van pasando; o también, si se hace una reconstrucción en cera. Cuál sea la mejor de las tres direcciones principales en que se suele seccionar un embrión, la *longitudinal sagital*, la *longitudinal frontal* y la *transversal* (fig. 52), dependerá de circunstancias y, sobre todo, del objeto que uno se propone. En igualdad de circunstancias, tendremos siempre por preferible la transversal; y en esta dirección se harán los cortes lo más ordinariamente: las formaciones van apareciendo con toda regularidad y simetría, con tal que se ponga cuidado en orientar el embrión u órgano de modo que realmente resulten los cortes transversales.

II. Representación y reconstrucción

273. Orientación. — En ninguna rama biológica descriptiva se hace tan necesario deducir de los cortes microscópicos la configuración del organismo o del órgano como en Embriología. Esto se puede alcanzar de varias maneras. El que tiene cierta práctica de observar y de interpretar cortes microscópicos, fácilmente sabe reconstruir con la mente lo que el micrótopo ha seccionado, preparando el material a la observación microscópica. Supongamos, v. g., que en un corte veo una formación de superficie cuadrada, y de tales dimensiones, que el lado del cuadrado sea de 10 μ : en el supuesto de que los cortes sean de 10 μ de espesor, medida muy ordinaria de los cortes microtómicos, saco en seguida como consecuencia que la formación

que me interesa, es un cubo; y así sería la verdad, si se tratase de una serie completa y la formación apareciese sólo en un corte. Pero si la formación se repite en tres, cuatro, cinco o más cortes seguidos, claro está que no podrá ser aquello un cubo, sino un prisma rectangular. Por el estilo, si veo reaparecer en varios cortes seguidos un disco, sin aumentar ni disminuir de tamaño, no me puede caber la menor duda de que estoy en presencia de un órgano cilíndrico. Por el contrario, sería una esfera o elipsoide, si comenzara a aparecer un pequeño disco, aumentando sucesiva y regularmente hasta un máximo, para decrecer luego con la misma regularidad y sucesión hasta su completa desaparición. Determinaremos con gran facilidad, si es una esfera o un elipsoide, comparando el grosor de los cortes, su número y su extensión: datos necesarios para determinar el radio o diámetro.

Pero, aunque es fácil en estos casos determinar la configuración de cuerpos geométricos, no es tan llano, cuando se trata de órganos y organismos de líneas curvas y muy complicadas y que no se dejan reducir a leyes geométricas. Para formarnos algún concepto de lo plástico de las formaciones embriológicas, hemos de ayudarnos de algunos métodos gráficos, ya por medio del dibujo, ya por el modelado en cera. Dos palabras sobre estos dos métodos.

274. Dibujo. — Siempre se recomienda en ciencias más o menos descriptivas el auxilio del dibujo; toda vez que muchas veces (es lo más ordinario) nos dice más un mal dibujo que una muy pulida explicación verbal. Por esto, todos los que se dedican a estudios biológicos, deberían ser, no precisamente grandes artistas (1), sino buenos dibujantes para transmitir fielmente al papel lo que se descubre con el microscopio. Y si esto es verdad, hablando de la Biología en general, mucho más lo es, tratándose de la Embriología, por cuanto su objeto es dar cuenta de las distintas formas que va tomando un ser vivo o un órgano determinado en formación y desarrollo.

Es relativamente fácil dibujar sobre un plano un simple corte microscópico, máxime usando algún aparato que ayude para el dibujo, v. g., la cámara clara; pero no lo es tanto dar por el dibujo una idea de la configuración de un órgano u organismo: con todo, se logra esto con relativa facilidad mediante el ejercicio. Ante todo, es fácil ver, mediante el microscopio binocular, el órgano u organismo de un modo plástico, y dibujarlo a ojo, dándole la plasticidad que tiene, combinando debidamente las sombras. Para mejor ayudarse en el trabajo de hacer resaltar la plasticidad y configuración interna de

(1) Los grandes artistas son menos aptos para estos dibujos, pues fácilmente perfeccionan la naturaleza, dando una representación de algo mixto, natural y artificial.

un embrión y de sus órganos, se han ideado varios procedimientos, y la iniciativa de cada uno y el ejercicio sugerirán quizás nuevos métodos. He aquí alguno que otro.

Para dar, por medio del dibujo, una idea de la configuración de un órgano u organismo, se puede reconstruir gráficamente de este modo. Supongamos que tengo un embrión de un mamífero de 12 mm. de longitud, o de una larva de rana recién salida. Ante todo, puedo

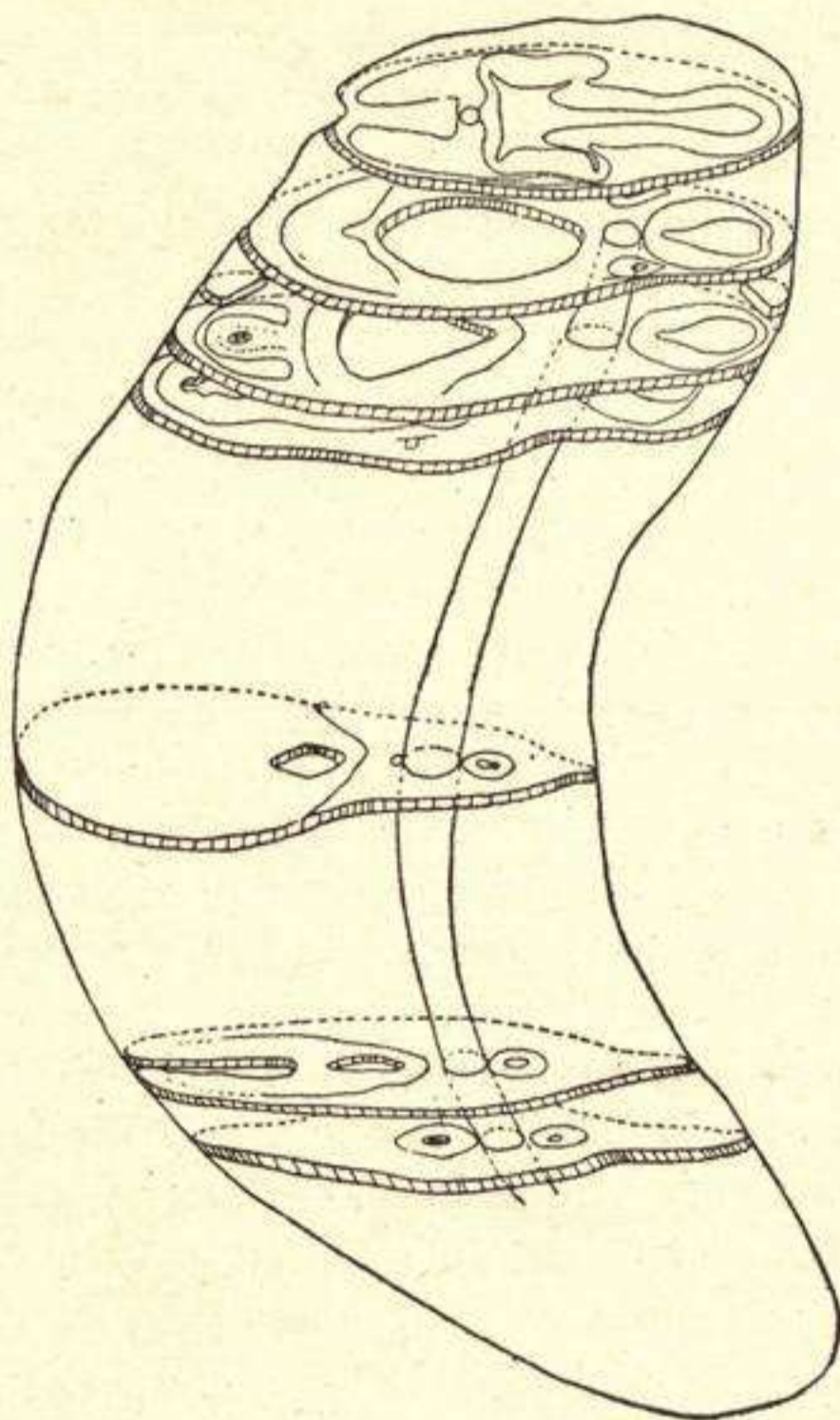


Fig. 349. Figura plástica de la larva muy joven de *Bombinator igneus*. En ella se ven varios cortes transversales dibujados y colocados en la región que corresponde. (Según Ooppel. De su Embryologisches Praktikum).

fijar, deshidratar y aclarar dicho embrión o dicha larva. El aclaramiento se obtiene dejando el material por mucho tiempo (varios días) en aceite de cedro, no el que sirve para la inmersión (que es muy espeso y de birrefringencia igual a la del vidrio), sino el más claro y que sirve para la inclusión en parafina. Ya aclarado el embrión, se dibuja sobre papel el contorno, valiéndose, al efecto y para mayor exactitud, de cámara clara. Se ha de saber el aumento del dibujo. Este dibujo se tendrá que llevar a cabo mediante el microscopio simple que aumentará, v. g., 10-20 diámetros. Luégo por el pantógrafo

se puede aumentar hasta 50-100 diámetros. Se divide luego por líneas paralelas entre sí y transversales respecto del embrión, que disten, v. g., 1, 2, 3, 4 ó 5 mm. Estas líneas han de servir de eje y de dirección para trasladar a este dibujo de contorno las secciones que veremos con el microscopio. Para ello hay que proceder naturalmente a la inclusión del embrión en parafina, procurando que esté bien orientado para seccionarlo, esto es, orientado según pide el dibujo de contorno. Después se secciona con el micrótopo, v. g., en cortes de 10 μ . Los cortes se han de observar con el microscopio, cuyo aumento sea igual al del dibujo de contorno, y luego dibujarlos sobre papel. No se dibujarán todos, sino sólo uno o dos de cada región importante, llevando los dibujos bien numerados con el número que corresponde al corte en la serie. Con esto se tienen dibujos, cuyo diámetro es exactamente el mismo que el del dibujo de contorno en la región correspondiente. Para saber a qué altura o a qué región corresponde cada corte dibujado, no he de hacer otra cosa que contar la serie de cortes que han precedido, los cuales, siendo todos de igual espesor (10 μ), me dirán qué línea de las transversales, que he trazado sobre el dibujo de contorno, corresponde al corte dibujado. Nada más fácil ahora para un mediano dibujante que dibujar el corte de referencia en un plano perpendicular al eje longitudinal del embrión, dibujado en contorno, sirviendo de guía y aun de eje para el corte que voy a dibujar, la línea transversal correspondiente a la altura del corte, calculada de antemano. Con esto, se obtiene una figura como la 349 y la 350, que dan una idea plástica del cuerpo embrional.

275. Modelado en cera. — Es el método más perfecto; pero juntamente el más difícil y el que presupone tener a disposición mucho tiempo, si es que uno se lo ha de hacer personalmente, o muchos que le ayudan en la tarea. Indiquemos lo substancial del método, y cada uno podrá acomodarse el principio a su gusto.

Se puede hacer un modelo o de todo el embrión o de un órgano determinado: esto último es lo más frecuente. En substancia, consiste el método en convertir los dibujos de los cortes, que en este caso han de ser de todos los que interesan el órgano en cuestión, en láminas de cera de un grosor determinado, conforme exija el grosor del corte y el aumento a que se dibuja. Y para que desde un principio se tenga una idea clara de lo que se pretende obtener, imaginémonos que quiero reconstruir el oído interno de un embrión en un determinado estadio de desarrollo, en que se encuentra. El micrótopo, al seccionar dicho embrión, habrá fraccionado también el oído, reduciéndole a cortes, v. g., de 15 μ . Para reconstruirlo con grande aumento, me veo obligado a hacer tantas láminas de cera de un grosor determinado, cuantos son los cortes microtómicos obtenidos; porque, si logro sobreponer en serie perfecta estas láminas de cera, que equivalen a los

cortes, y soldar unas con otras, como lo estaban los cortes en el órgano, antes de seccionarlo, habré obtenido mi intento, esto es, tendré en grande escala un remedo (modelo) del órgano que me interesa con toda su configuración externa e interna.

Para ello se ha de calcular, de antemano, el grosor que han de tener las láminas de cera. Este grosor ha de estar naturalmente en

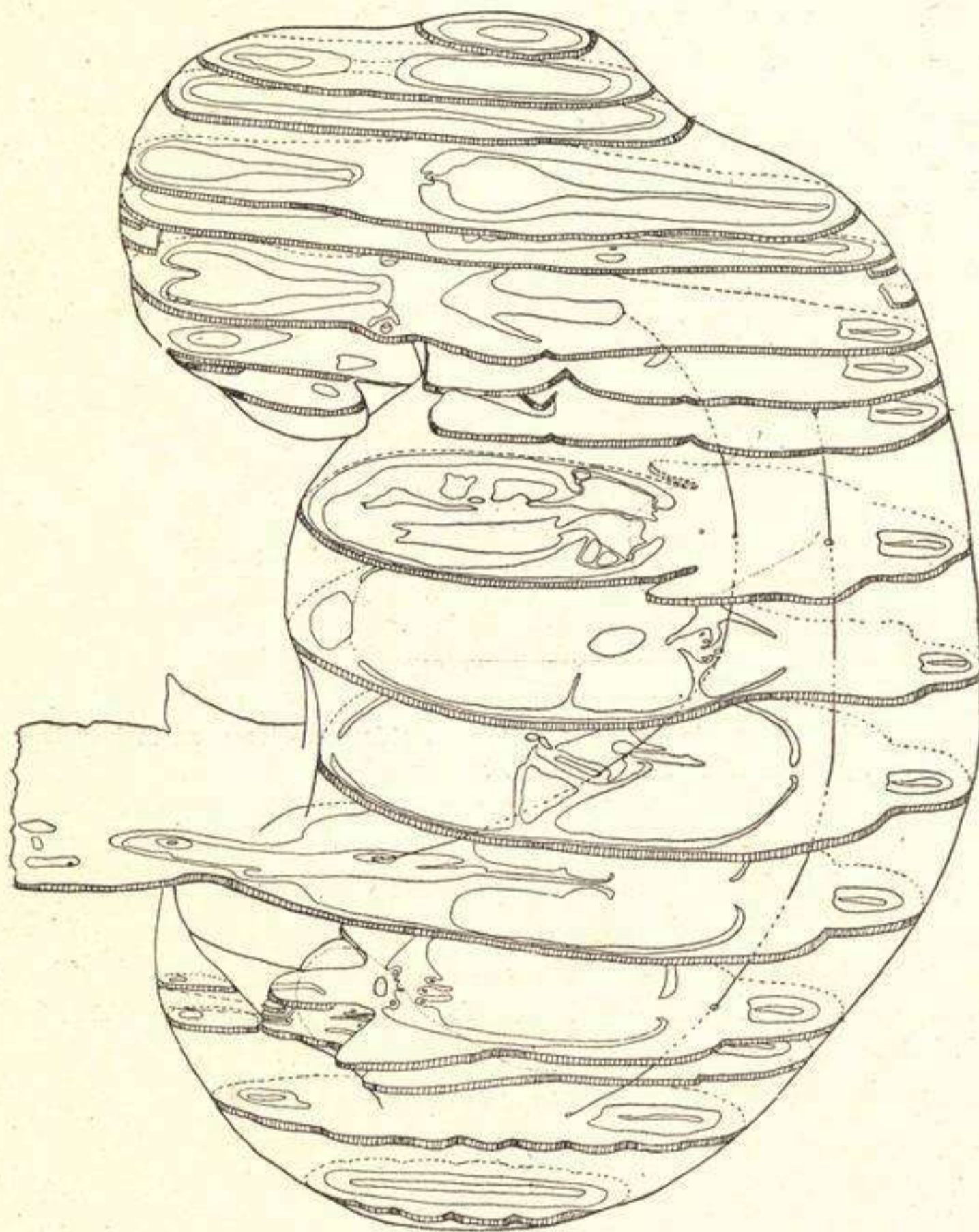


Fig. 350. Embrión de cerdo de 12 mm. de longitud, aumentado cosa de tres veces. (Según Oppel. De su Embryologisches Praktikum).

relación con el aumento, a que ejecuto el dibujo y el grosor de los cortes microtómicos; porque, si el dibujo me da el aumento en superficie, el grosor de la lámina me ha de dar exactamente el correspondiente aumento en profundidad. Si el oído ha sido seccionado en cortes de 15μ y los dibujos son ejecutados con aumento de 50 diámetros, necesito evidentemente láminas de cera de 0'75 mm. de espe-

sor: porque $15 \mu \times 50$ dan $750 \mu = 0,75$ mm. Y si, para ahorrar tiempo, no dibujare más que cortes alternos, en vez de láminas de 0,75 mm. tendría que usar de doble grosor, esto es, 1,5 mm.; pues cada lámina ha de equivaler, en este caso, a dos cortes. Y por la misma razón, si se perdiese algún corte (cosa que es muy frecuente, aun poniendo todo el cuidado en hacer bien la serie), se habrán de añadir tantas láminas, cuantos sean los cortes perdidos, o láminas con dibujo, cuyo grosor equivalga a los cortes perdidos. Toda esta técnica requiere varias operaciones que vamos a tocar brevemente.

276. Cortes y su línea de dirección o puntos de referencia. — Este es un punto de capital importancia. Porque, para que la reconstrucción sea exacta y perfecta, es preciso que todos los cortes que se han hecho de un órgano u organismo, vuelvan a ocupar luego el mismo lugar en el mismo orden y en la misma direc-

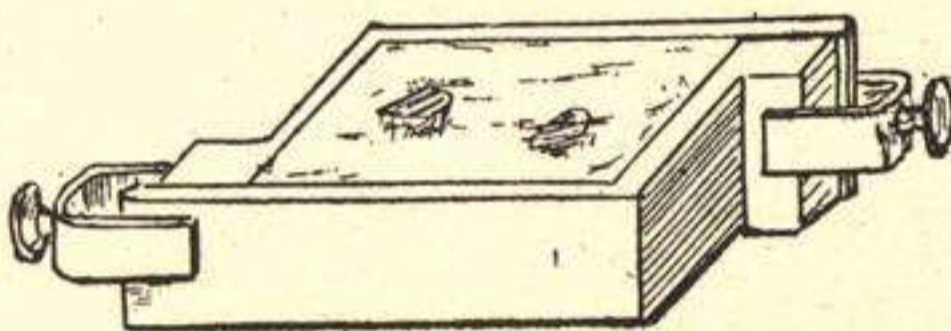


Fig. 351. Pinzas de Leucart: esto es, molde metálico para incluir en parafina. (Dibujo del P. Palacios S. J.).

ción y relación que tenían ántes como partes integrantes de él. Ahora bien; esto es poco menos que imposible, si no tomamos algunas líneas o puntos de referencia que nos guíen para volver a colocar los cortes (representados por las láminas de cera) exactamente como estaban. Esto se obtiene en el método de Born y Peter del modo siguiente. Las pinzas de Leucart que sirven para la obtención de bloques, cuando se incluye en parafina, determinan un espacio prismático rectangular (fig. 351). El fondo de este espacio es, de ley ordinaria, una placa de vidrio, sobre la cual se ponen las pinzas. Si con un diamante se trazan sobre este fondo una serie de líneas, esto es, surcos algo profundos, muy aproximados, paralelamente entre sí y perpendiculares a una de las caras de las pinzas de Leucart, cuando se forme el bloque aparecerá una superficie accidentada con líneas salientes, o, lo que viene a ser lo mismo, con surcos y lomos paralelos entre sí. Se pinta luego la superficie de las líneas salientes con laca alcohólica negra, si el material incluido está teñido en masa (que es aquí mucho mejor) y, por consiguiente, no necesita tinción de cortes. Si no estuviese teñido y se tuvieran que colorear después los cortes, en vez de la laca, se les

daría a las superficies salientes una capa de colodión muy tenue, ennegrecido con negro de humo. Ya seco todo, se coloca el bloque desprendido previamente de las pinzas, sobre el porta-objetos del micrótopo, de modo que la cara que lleva las líneas salientes, quede perpendicular a la navaja (fig. 352). Hecho esto, se sumerge por un momento el bloque, así preparado para cortar, dentro de parafina fundida y calentada a 70° . Al sacarse del baño de parafina, queda alrededor del bloque una nueva capa de parafina que va allanando las líneas salientes: luego se torna a sumergir para tomar una nueva capa de parafina hasta que las líneas marcadas de negro queden hundidas dentro del bloque cosa de un milímetro. Al cortarse más tarde el bloque, se formarán láminas (cortes), uno de cuyos bordes ofrecerá una línea en zig-zag o sinuosa. Esta línea sinuosa quedará marcada en el porta-objetos, cuando se quite la parafina, y señalará en cada corte la distancia, a que se encuentra el embrión en dicho corte; así

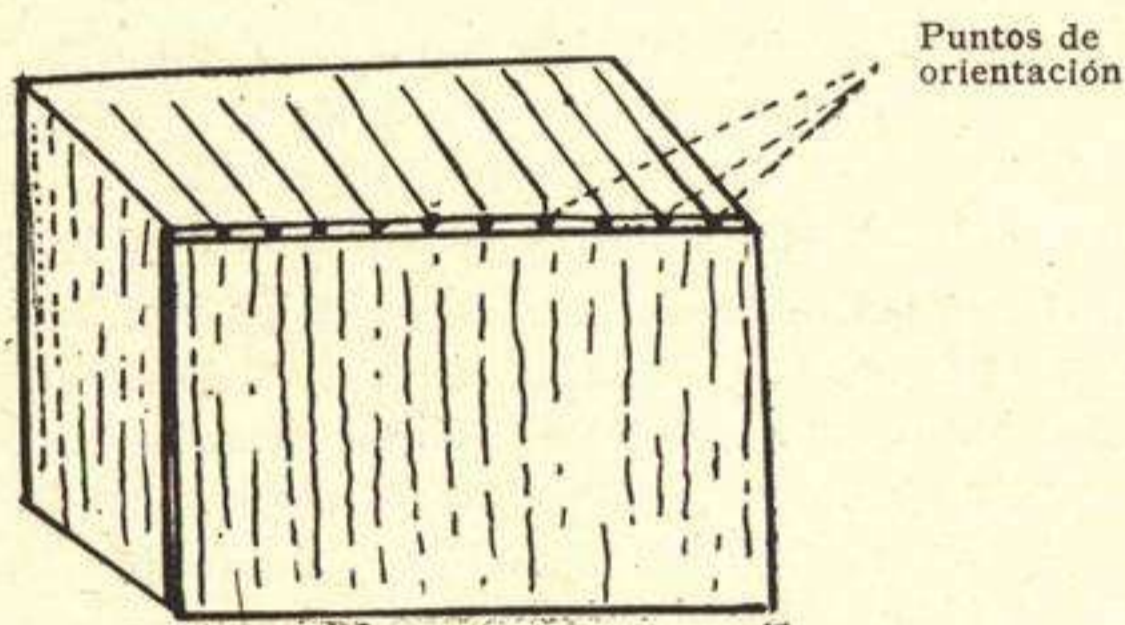


Fig. 352. Bloque de parafina: en la cara superior se ven las líneas de orientación, y en la anterior los puntos de su sección. (Original).

como la colocación exacta de éste en el mismo. La línea ha de entrar naturalmente en el dibujo. De manera que, haciendo coincidir después en las láminas de cera, al colocar unas sobre otras, la línea que nos ocupa, cada corte (lámina de cera) corresponderá exactamente al sitio y disposición que guardaba, cuando integraba el órgano u organismo.

Creemos de mayor simplicidad y de buenos resultados el método que con este objeto hemos empezado a poner en práctica en nuestro Laboratorio, con el Dr. F. Carreras. Consiste sencillamente en colocar, al tiempo de la inclusión, a cada lado del embrión, que se ha de seccionar con el micrótopo, una tira de hígado, de distinta forma para no confundir la de un lado con la del otro. Al cortarse el embrión, se cortan naturalmente también las tiras. Al sobreponer después las láminas de cera, de que luego hablaremos, se han de hacer coincidir los cortes de dichas tiras de hígado.

Todo esto supone que las tiras de hígado se han previamente

fijado, deshidratado y preparado para ser incluidas en parafina, a una con el embrión.

Claro es que en vez de hígado se puede usar otra cosa que sea a propósito.

Para que el bloque de parafina se desprenda sin dificultad y aun por sí mismo del vidrio, al separar las pinzas de Leucart, procúrese untar, ántes de la inclusión, el fondo y las paredes de la cavidad rectangular con una mezcla de alcohol absoluto y glicerina concentrada en partes iguales.

b) *Preparación de las láminas de cera.* Ya obtenidos los dibujos de todo aquello que nos interesa, es tiempo de preparar las láminas de cera. La cera que se usa para estas láminas es cera amarilla, que se funde en una olla o recipiente de barro, donde se mantiene a la temperatura de fusión. Para hacer las láminas, se requiere: 1.º, una piedra litográfica o de mármol, bien pulida; 2.º, un rodillo de hierro de 4 cm. de diámetro por 30-40 cm. de longitud, cuyo eje gira sostenido en sus bordes por mangos como los rodillos pisa-papeles; 3.º, tiritas de latón de espesores diversos (0,5; 0,6; 0,75; 1,5; 2 mm.) para cortes de diverso grosor (aumento en el dibujo), según ya dijimos. Su longitud será de 50 mm. y su anchura de 15 mm.

Para la preparación inmediata de la lámina, se calienta la piedra, y se embadurna con trementina a favor de un pincel. Sobre ella se extienden los papeles que contienen los dibujos (2-3, los que quepan) y pasando la mano por encima, se hace salir toda burbuja de aire que hubiere. A los lados del dibujo se colocan dos tiras de latón de las mencionadas más arriba, y se escogieran naturalmente las que correspondan al grosor de los cortes y al tamaño del dibujo, según los cálculos hechos más arriba. Las tiritas deben estar bien bañadas de trementina. Dentro del espacio o vacío, que determinan las tiras de latón, se echa con un cucharón cera fundida. Cuando la cera comienza a enfriarse, se coloca encima un pedazo de papel fino, que cubra perfectamente el dibujo, y con el rodillo se comprime con suavidad, pasando varias veces por encima de las tiras de latón que sirvan de carril al dicho rodillo. Con esto tenemos una lámina de cera entre dos papeles que la limitan por ambas caras, por una el papel del dibujo y por otra el papel fino. No queda ahora sino recortar el dibujo, a una con la lámina de cera, para que ésta represente el corte del órgano, aumentado por el microscopio. Al recortar la lámina de cera, se ha de tener cuidado de dejar la línea o los puntos de referencia para la debida orientación y coincidencia de las láminas, cuando se sobrepongan. Si dentro del dibujo había formaciones que quedaban en él aisladas, v. g., tubos cortados transversalmente, es claro que para que se mantengan en su sitio, al recortar la lámina, por dentro y aislar las cavidades, se han de dejar puentes de cera, que sólo más tarde, al sobreponerse las láminas, se harán desaparecer.

Lo hecho con un corte se hace con los demás en serie perfecta. Todos los cortes, respectivamente las láminas, van rigurosamente numerados.

c) *Reconstrucción*. Ya no falta sino reconstruir, colocando, al efecto, ordenadamente las láminas unas sobre otras. Cúidese de colocarlas en el mismo orden, en que se han hecho los cortes; de manera que, si se trata de un embrión que se ha cortado en dirección cráneo-caudal, la primera lámina que corresponde al primer corte de la cabeza, se pondrá en la base de la reconstrucción, y de tal manera, que la cara de la lámina que lleva el dibujo, mire la tabla que sirve de soporte a la reconstrucción. Para que el edificio suba bien, es preciso que las tiras de cera que se hayan dejado en las láminas, para servir de orientación, coincidan, de modo que en conjunto formen una línea saliente. Así y todo, algunos defectos serán poco menos que inevitables. Si es necesario, se podrán colocar hilos de alambre para sostener mejor las piezas.

Ya levantada la reconstrucción, se examinará bien, para ver si ha salido correcta; se rompen luego los puentes que sostenían las formaciones libres en las distintas láminas, y se sueldan entre sí todas las láminas con una aguja caliente, y luego con un escalpelo, también caliente, se hacen desaparecer todas las irregularidades del objeto. Defectos, como está dicho, no dejarán de haber; pero son siempre despreciables, ya que son menores que los que resultan de los fijadores y otros reactivos, a cuya acción hay que someter el embrión en la técnica microscópica (1).

277. Microfotografía. — Terminaremos este artículo acerca de la representación gráfica, haciendo alguna que otra indicación sobre el método microfotográfico. Tenemos formado de mucho tiempo en esta parte nuestro juicio respecto de la ventaja o desventaja de la microfotografía frente del dibujo. Ante todo, hay que hacer distinción entre obras elementales, destinadas a la formación de jóvenes, y obras o tratados de consulta o de propia investigación, que se dirigen a gente formada. Creemos sinceramente que en las primeras, el dibujo hace en general mucha ventaja a la microfotografía: porque ésta, profundizando muy poco los cortes, no da de ellos más que un plano, el bien enfocado; y en este plano bien enfocado, si aparecen con limpieza algunos elementos microscópicos, se ven otros muy oscuros, representados por sombras que en realidad pueden ser de cualquier cosa. Ahora bien; una imagen tal no es la más indicada, para que el discípulo se forme cabal concepto de las cosas. Al paso que en el dibujo ponemos en la figura con toda claridad y preci-

(1) Véase D. Carazzi - G. Levi: Técnica microscópica p. 228 y sigs. 1916, libro, donde hemos encontrado bastante detallada la técnica de la reconstrucción, y de donde hemos tomado lo substancial de lo que hemos expuesto.

sión posible las formaciones que el discípulo debe reconocer, donde quiera que se encuentren; y prescindimos de todo lo dudoso o que puede ofrecer dificultad. Además, en el dibujo sintetizamos y combinamos distintos planos, proyectando en uno solo formaciones que, por estar en distintos, la microfotografía presenta en sombras. Ahora bien; como el objeto de una obra didáctica y elemental, es explicar bien los conceptos de las cosas, que son siempre universales, para representar gráficamente estos conceptos y vincularlos a una imagen sensible, se ha de procurar que ésta sea lo más típica posible y bien deslindada de otras cosas que pudieren perturbar o ingerir duda. Por esta causa, las mismas microfotografías se suelen retocar, procurando convertirlas sólo en la base del dibujo.

A pesar de todo, aconsejamos también en Embriología la microfotografía; porque aquí no tanto se trata de ver cada elemento con sus peculiares formaciones, objeto de la Citología, sino más bien de ver la aparición y desarrollo, v. g., de un órgano que resulta del conjunto de aquellos elementos histo-citológicos; para lo cual sirve admirablemente la microfotografía y así hemos ilustrado esta obra también con productos de este medio gráfico. Con esto se obtiene, además, la ventaja que sobre el dibujo tiene la fotografía y es, que da una imagen enteramente natural y nada sospechosa; cosa que no tiene el dibujo, donde se supone sólo que el dibujante es buen conocedor del objeto que dibuja y da fielmente su reproducción gráfica. Por esta última razón, cuando la obra científica o el trabajo de investigación va dirigido al mundo de los sabios, será ilustrado quizás de preferencia con microfotografías.

No hemos de bajar ahora a pormenores, sobre el arte de la microfotografía. Sólo diremos que como las preparaciones microscópicas embriológicas suelen estar teñidas con distintos colores, es preciso acudir a medios especiales: placas policromáticas, ecranes de luz, lámpara para revelar, etc. La práctica aquí quizás más que en otras cosas es la gran maestra.

III. La enseñanza práctica de la Embriología

278. Idea general. — Creemos que el método en la enseñanza de la Embriología forma también un capítulo de las prácticas embriológicas: nosotros le dedicamos este último artículo. No sé, si todos los que enseñan, están plenamente convencidos de su vocación y se hacen perfecto cargo de lo que les impone su altísima misión. La vocación del maestro es enriquecer el entendimiento de los jóvenes con el tesoro de verdades teórico-prácticas que constituyen la preciosa herencia de la intelectualidad humana, y ponerles en condiciones de acrecentarla con su propio esfuerzo: el único medio para ello

es la exposición clara de las ideas y conceptos de los resultados de la ciencia y de los procedimientos para obtenerlos. El enseñar no consiste en echar grandes parrafadas, para acrediarse de bien hablado, ni en usar períodos retumbantes: todo esto lo conceptuamos nosotros como pedantería: que no sólo no es medio didáctico, sino positivo estorbo para la enseñanza. El lenguaje del maestro ha de ser sencillo, claro, limpio como el agua, y siempre encaminado a ingerir, con precisión, la idea, el concepto, el principio que necesita el discípulo, allanándole el camino para ver por sí mismo la conexión de unas cosas con otras, hasta comprender la verdad. En ciencias filosóficas tendrá que valerse de la analogía, de la comparación; en ciencias positivas, máxime descriptivas, como son las ciencias biológicas, del arte gráfico; porque en esta parte dice más un mal dibujo que muchas palabras bien compuestas, según ya dijimos. Si es esto necesario en todas las ramas de la Biología, lo es de un modo particular en la Embriología. No creeríamos ir desacertados, si pensásemos que en nuestra Patria la poca afición que se siente a esta ciencia fundamental, es porque los discípulos no la entienden; y no entienden, porque quizás no se es bastante pedagógico en enseñarla.

279. Principios generales. — 1.º Ante todo, conviene tener presente que, para enseñar bien una ciencia, el maestro ha de comprenderla muy bien: de lo contrario, salen de su boca esos conceptos vagos, confusos, incapaces de engendrar ningún principio claro, ningún fundamento sólido.—2.º El maestro se ha de proponer hacerse entender bien, no sólo de los mejores de la clase (que éstos aun sin maestro sabrán andar), sino de los más cortos, *entre los que son para la ciencia*. Y nótese esto último muy bien: no todos tienen talento y aptitud para la ciencia; y a éstos hay que desengañarlos cuanto ántes, para ahorrar gastos inútiles y aun perjudiciales a sus padres y orientar a cada uno hacia aquello a que Dios le llama. Pero de los que tienen suficiente aptitud para una carrera, unos tienen más talento que otros. El maestro, pues, se propondrá como meta o ideal hacerse entender perfectamente de estos últimos. Prácticamente se puede establecer esta regla: que el profesor, el maestro, se ha de atener a la inmensa mayoría de la clase: si no logra esto, podrá ser un hombre muy excelente en otras cosas, pero no se acreditará de buen maestro.—3.º En la enseñanza proceda siempre, según exige la naturaleza de nuestro entendimiento, a saber, de lo conocido a lo desconocido, de lo sencillo a lo complicado, de lo fácil a lo difícil, preparando bien el terreno.—4.º Acuda siempre al método gráfico, ya con figuras, ya con modelos.

280. Métodos gráficos. — Debo llamar particularmente la atención sobre esto, dado que en Embriología se impone el repre-

sentarse plásticamente las formaciones: lo cual se puede obtener, ora combinando distintos cortes, dibujados en la pizarra, ora construyéndose modelos de cera, aunque sean algo bastos. Estos modelos de cera, de que ahora hablamos, no son precisamente los obtenidos por reconstrucción de cortes, tal como expusimos más arriba (n. 275), sino sencillamente láminas o fragmentos de cera que uno moldea a su gusto, para remedar el embrión o algún órgano en formación: y si se dispone de cera de distinto color (la cera también se puede teñir), con ella podremos hacer modelos, donde resalten por el color distintos órganos.

281. Comprobación con el microscopio. — Muy bueno sería que todos los discípulos tuviesen tiempo para hacerse ellos mismos las preparaciones microscópicas, donde viesen la realidad de las cosas; pero esto no es posible: no hay tiempo para todo, y hay que dejar esto para los que deseen profundizar más en esta rama biológica, haciendo cursos teórico-prácticos de esta materia, o dedicándose a la investigación de algún punto que les interesa o para la tesis del doctorado, o, si los recursos lo permiten y la afición y la alteza de miras científicas a esto lleva, para añadir algo nuevo al tesoro de la ciencia. Lo que sí es factible, es la comprobación con el microscopio de los puntos explicados. Si se tiene, v. g., un embrión seccionado en serie, según se explicó (n. 271), pueden estudiarlo a un tiempo muchos discípulos y esto de dos maneras: si los cortes forman serie continua en los porta-objetos, cada porta puede ser comparado a un capítulo de un libro, y los cortes seriados que contiene, a las páginas de dicho capítulo. Nada más fácil entonces que dar a cada discípulo un porta-objetos, esto es, un capítulo; estos portas después se van cambiando entre los discípulos de un modo ordenado, pasando todos los portas por las manos de cada discípulo. Esto parece tener algún inconveniente; porque le cuesta algo al discípulo orientarse sobre un porta (un capítulo) que naturalmente corresponde sólo a una región determinada del embrión. No se puede negar que es este a primera vista algún inconveniente; pero no olvidemos que este inconveniente desaparece en parte, si tenemos presente que se trata sólo de comprobar algo que se acaba de explicar; y, además, el profesor, antes de pasar al ejercicio de la comprobación microscópica, debe, en términos generales, orientar sobre lo que contiene y cómo lo contiene cada porta. Aparte esto, el profesor ha de presidir la observación con el microscopio y resolver las dificultades, pasando de un discípulo a otro.

La otra manera de preparar el material de comprobación para la observación microscópica, es colocando en cada porta-objetos cortes numerados de distintas regiones. Supongamos que tenga 20 discípulos, y que en cada porta caben 20 cortes. Muy bien puedo colocar en

el primer porta los cortes numerados 1, 21, 41, 61, 81, etc.; en el segundo porta, 2, 22, 42, 62, 82, etc.; en el tercero, 3, 23, 43; 63; 83, etc. Así, cada discípulo estudia en un mismo porta todas las regiones; pues todas las regiones están representadas por algún corte. Este segundo procedimiento evita el trasiego de portas y quita ocasión de desorden.

Ya veo lo que se me dirá: que esto lleva mucho trabajo. Lo confieso; pero yo siempre parto del principio de que los profesores y maestros han de estar convencidos y bien penetrados de la alteza de su vocación y llenos de noble entusiasmo y sincero patriotismo, sacrificándose por el bien común, preparando generaciones que hinchán de gloria la patria y pongan muy alta ante la faz de las naciones la potencia científica de la raza: así y sólo así serán los beneméritos de la patria y de toda la humanidad y, si saben dirigir algo más arriba sus ojos, y lo hacen para gloria de Dios, serán no menos beneméritos del que es la fuente de la ciencia y de todo bien, y de quien recibirán el verdadero premio que les hará eternamente felices.

BIBLIOGRAFÍA O LITERATURA

- ALVARADO, S. — Plastosomas y leucoplastos en algunas fanerógamas. (Trabajos del Laboratorio de investigaciones biológicas de la Universidad de Madrid, t. XVI, fasc. I. — Abril, 1918).
- BELLIDO, J. — Relaciones entre la hipófisis y las formaciones situadas en la bóveda faríngea en el embrión, en el feto, en el niño y en el adulto. Memoria del Doctorado. Barcelona, 1904.
- BORDÁS, M. P., Sch. P. — Doctrinas actuales sobre la reducción numérica de cromosomas y su aplicación a la espermatogénesis de *Sagitta bipunctata*. Quoy et Gaim. Madrid. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. t. X. Memoria 1.^a 1914.
- La profase de reducción en la ovogénesis de *Dendrocaelum lacteum* Oerst. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Zoológica. Núm. 44. 1921.
- BRACHET, A. — Traité d'Embriologie. Masson & C.^{ie}, París, 1921.
- BRASS, A. — Atlas der Normalen Gewebelehre des Menschen für Studierende und Ärzte. Braunschweig. Harald Bruhn. 1897.
- Das Affen-Problem. Leipzig. Biologischer Verlag. 1909.
- Das Menschen - Problem I. Zur Abstammung des Menschen. Leipzig. Biologischer Verlag. 1914.
- BRAUS, H. — Die Entwicklung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskeletts. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. III. t. II. 1906.
- BURCKHARDT, R. — Die Entwicklungsgeschichte der Verknöcherungen des Integuments und der Mundhöhle der Wirbeltiere. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. t. I. 1906.
- CALLEJA Y BORJA-TARRIUS, C. — Histogénesis de los centros nerviosos. Tesis del Doctorado. Madrid. Nicolás Moya. 1896.

- CARAZZI, D. - LEVI, G. — *Tecnica microscopica guida pratica alle ricerche di istologia ed embriologia animale, all'istologia patologica e alla parassitologia*. III edizione. Società editrice libraria. Milano, 1916.
- CARNOY, J. B. — *La Cytodiérèse de l'oeuf: La vesicule germinative et les globules polaires de l'Ascaris megalocephala*. La Celulle. t. II. 1886.
- CARRERAS, F. — *Etiología de la anencefalía, estudiada en un caso de spina bifida cranialis*. Imprenta y librería «Athenea». Barcelona 1920.
- CASASAYAS, J. Y FORNELLS, F. — *Descripció d'un cas notable de acondroplasia*. Treballs de la Societat de Biologia de Barcelona. Any cinqué 1917.
- COSTA, C. DA. — *Sur le developpement de capsules surrénales du Chat* (Seance du 14 Juin 1916. Bulletin de la Societé Portugaise de Sciences Naturelles. t. VII. fasc. 2. p. 61-71).
- *Origine et developement de l'appareil surrénal et du système nerveux sympathique chez les cheirop- tères*. Memoires publiées par la Soc. Portugaise de Sciences Naturelles. IV. Lisbone. 1917.
- *Notes d'organogénèse et de Cytogénèse*. (Bulletin de la Soc. Portugaise de Sciences Natur. Lisbone. 1919).
- CHAMPY, CH. — *Manuel d'Embryologie*. Mason et C.^{ie}, éditeurs. Paris. 1921.
- DOMINGO, B. Y VILLASECA. — *Sobre la histología de la glándula genital*. Treballs de la Soc. de Biología de Barcelona. Any sisé. 1918.
- EDWARD, M. — *East und Donald F. Jones: Inbreeding and outbre- eding, their genetic und sociological singnificance*. Philadelphia and London. 1919.
- D'ÉTERNOD, A. C. F. — *Les premiers Stades du Développement de l'Oeuf humain XVIIth*. International Congress of Medicine. London: 1913.
- FELIX UND BÜHLER. — *Die Entwicklung der Harn-und Geschlechts- organe*. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. III. T. I. 1906.
- FERNÁNDEZ-NONIDEZ. — *Los cromosomas en la espermatogénesis de Blaps lusitanica*, Herbst. Trabajos del Museo Na- cional de Ciencias Naturales. 1914.
- FORCADA GELABERT, F. — *Investigaciones embriológicas sobre la cáp- sula suprarenal*. 1920. Editor, J. Doménech. Barna.

- FRORIEP, A. — Die Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. T. II. 1906.
- FÜRBRINGUER, P. E. — Steinnach (Wien) Verjüngung durch experimentelle Neubelebung der alternden Pubertätsdrüse. Deutsche Medizinische Wochenschrift. Nr. 36. 2 September 1920.
- GAUPP, E. — Die Entwicklung des Kopfskelettes. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. III. T. II. 1906.
- GILSON, G. — Etude comparée de la spermatogénèse chez les arthropodes. La Cellule. t. I y II, 1884, 1886.
- GÖPPERT, E. — Die Entwicklung des Mundes und der Mundhöhle mit Drüsen und Zunge; die Entwicklung der Schwimmblase, der Lunge und des Kehlkopfes bei den Wirbeltieren. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. T. I. 1906.
- GOLDSCHMIDT, R. — Mecanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung. Verlag von Gebrüder Bornträger. Berlín 1920.
- GRAF SPEE. — Anatomie und Physiologie der Schwangerschaft. En el Handbuch der Geburtshilfe, herausgegeben von A. Döderlein. Erster Band. Wiesbaden. Verlag von J. F. Bergmann 1915.
- GUILERA, L. G. — Contribución al estudio de la génesis y evolución del folículo de Graaf. Boletín de la Soc. Esp. de Biología. Febrero 1919.
- Origen, formación y evolución del folículo de Graaf. Histogénesis del cuerpo lúteo. Monografías de Biología y Medicina. Calpe, Madrid, 1919.
- HERTWIG, O. — Allgemeine: Biologie: Die Zelle und die Gewebe Jena 1906.
- Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1907.
- HOCHSTETTER. — Die Entwicklung des Blutgefäßsystems, des Herzens nebst Herzbeutel und Zwerchfell, der Blut- und Lymphgefäße, der Lymphdrüsen und der Milz in der Reihe der Wirbeltiere. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. III. T. II. 1906.

- KEIBEL, F. — Die Entwicklung der äusseren Körperform der Wirbeltierembryonen, insbesondere der menschlichen Embryonen aus den ersten 2 Monaten. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. I. T. I. zweite Hälfte, 1906.
- KORSCHULT, E. UND HEIDER, K. — Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena, 1902.
- KRAUSE, R. — Entwicklungsgeschichte des Gehörgans. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. T. II. 1906.
- KRAUSE, W. — Die Entwicklungslehre der Haut und ihrer Nebengane. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. T. I. 1906.
- KUPFFER, K. — Die Morphogenie des Centralnervensystems. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. T. III. 1906.
- MAURER, F. — Die Entwicklung des Darmsystems. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. T. I. 1906.
- Die Entwicklung des Muskelsystems und der elektrischen Organe. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. III. T. I. 1906.
- MORGAN, T. H. — Evolución y Mendelismo. Traducción del inglés por Antonia de Zulueta. Madrid. Calpe. 1921.
- MÜHSAM, R. — Über die Beeinflussung des Geschlechtslebens durch freie Hodenüberpflanzung. Deutsche Medizinische Wochenschrift. Nr. 30. 22 Juli. 1920.
- NEUMAYER, L. — Histogenese und Morphogenese des peripheren Nervensystems, der Spinalganglien und des Nervus sympathicus. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. II. T. III. 1906.
- NOVAK, J. — Die Beziehungen zwischen Ovulation und Menstruation, sowie die daraus sich ergebenden Folgerungen über die Altersbestimmung von Feten und über die wahre Schwangerschaftsdauer. Biologisches Centralblatt. Januar 1921.
- NUBIOLA, P. — Fetus acondroplásic. Treballs de la Soc. de Biología de Barcelona. Any primer. 1913.

- NUBIOLA, P. — Acondroplasia fetal. *Ibidem.* Any según 1914.
- La constitución del cócs groc. *Ibidem.* Any quart 1916.
- NUBIOLA, P. Y DOMINGO, P. — Nota sobre las Celulas anomenades paraluteínicas. *Treballs de la Soc. de Biologia de Barcelona.* Any cinquè, 1917.
- OPPEL, A. — *Embryologisches Praktikum.* Gustav Fischer. Jena 1916.
- PÉREZ Y BUFILL, A. — Contribución al estudio de la Embriología del globo ocular. Tesis del doctorado. Imprenta de la Casa Provincial de Caridad 1905.
- PETER, K. — Die Entwicklung des Geruchsorgans und Jakobson'schen Organ in der Reihe der Wirbeltiere. Bildung der äusseren Nase und des Gaumens. En el *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere* von O. Hertwig. Bd. II. T. II. 1906.
- PANTEL, J. ET DE SINÉTY, R. — Les Cellules de la Lignée mâle chez le *Notonecta glauca*. L. *La Cellule*, t. XXIII. 1906.
- PICK, L. — Über den waren Hermafroditismus der Menschen und der Säugetiere. *Arch. für mik. Anatomie*, Bd. 84, II. 1904.
- POIRIER, P. ET NICOLAS, A. — Osteologie en el *Traité d'Anatomie Humaine* de P. Poirier A. Charpy. Tome premier. Masson et C.^{ie}, Paris 1911.
- POLL, H. — Die vergleichende Entwicklungsgeschichte der Nebennierensysteme der Wirbeltiere. En el *Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltier* von O. Hertwig. Bd. III. T. I. 1906.
- PRENANT, A. BOUIN, P. ET MAILLART L. — *Traité d'Histologie.* T. I. Cytologie. Paris Masson et C.^{ie} Éditeurs. 1904.
- T. II. Histologie et Anatomie microscopique par A. Prenant et P. Bouin. Masson et C.^{ie}, Éditeurs. Paris, 1911.
- PUJULA, J. S. J. — Die Frage der Risenzellen bei der Entwicklung der Maus, (*Mus musculus*, v. *alba*). Primer Congreso de Naturalistas Españoles. Zaragoza 1908.
- Conferencias Biológicas: Estudios críticos sobre la teoría de la evolución. Barcelona, Casals. 1910.
- La vida y su evolución filogenética. Barcelona, Casals, 1915.
- El apéndice vermiforme del ciego. *Estudios.* Año IV. n. 60. Junio. Buenos Aires. 1916.

- PUJIULA, J. S. J. — Espinas del Transformismo. Estudios. Año VIII. n. 93. Marzo. Buenos Aires. 1919.
- Otra espina del transformismo. Estudios Año IX. n. 105 Marzo 1920. Buenos Aires. 1920.
- Tercera espina del transformismo. Estudios. Año X. n. 115. Buenos Aires. 1921.
- Los órganos embrionarios, su significación y sus residuos. Discurso de recepción en la Real Academia de Medicina y Cirugía. 1921.
- Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales, o sea, los tejidos vegetales, sus orígenes y sus relaciones. Barcelona, Editorial Científico-Médica, 1921.
- RABL, H. — Über die Entwicklung der Vorniere bei den Vögeln, nach Untersuchungen am Kiebitz (*Vanellus cristatus* M.). Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 72. 1908.
- Die Entwicklung des thyreo-thymischen Systems beim Maulwurf. Sitzungsberichten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. CXVIII. Abt. III. 1909.
- RAMIREZ E. Y OCHOTERENA I. — Nuevas investigaciones acerca de la Biología del ovario. Revista Mexicana de Biología. t. I. (Noviembre de 1920).
- RAMIREZ, E. — Origen y evolución atrésica del folículo de Graaf. Revista Mexicana de Biología. t. III. (Diciembre de 1922).
- RAMÓN Y CAJAL, P. — El encéfalo de los reptiles. Barcelona. Casa Prov. De Caridad. 1891.
- Investigaciones micrográficas en el encéfalo de los batráceos y reptiles, cuerpos geniculados y tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos. Zaragoza. La Derecha. 1894.
- RAMÓN Y CAJAL, S. — Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moëlle embryonnaire. Anat. Anz. Bd. V. Num. 3, p. 85-95 y Num. 4, p. 111-119. 1890.
- A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moëlle épinière du poulet? Ibidem, Bd. V. Num. 21. p. 609-613. y Num. 22. p. 631-639. 1890.

- RAMÓN Y CAJAL, S.** — A propos de certains éléments bipolaires du cervelet avec quelques détails nouveaux sur l'évolution des fibres cérébelleuses. Intern. Monatschrift. f. Anat. y Phys. Bd. VII. p. 447-468. 1890.
- Nouvelles idées sur la structure du système nerveux.
 - Sobre ciertos elementos bipolares del cerebro joven y algunos detalles más acerca del crecimiento y evolución de las fibras cerebelosas. Gac. Sanit. de Barcel. Febr. 10. 1890.
 - Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cerebelleux. Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. Bd. VII. p. 12-13. 1890.
 - Sur la structure de l'écorce cérébrale mammifères. La cellule, T. VII. 1891.
 - Estructura de la médula espinal de los reptiles. Trab. de Labor. histol. de Fac. de Med. de Barcelona, 1891.
 - Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados. Madrid. N. Moya. 1899-1904.
 - Asociación del método del nitrato de plata con el embrionario etc. Trab. del Lab. de invest. biolog. de la Univ. de Madrid. T. III, fasc. 2 y 3. p. 65-96. 1904.
- RIVAS MATEOS, M. CALLEJA, C. FOLCH, R.** — Contribución al estudio de la estructura de la cápsula suprarrenal. Bol. de la R. Soc. Esp. de Historia Natural t. IV. p. 262-264. 1904.
- ROUX, W.** — Verjüngungsmethode Steinnachs. Deutsche Medizinische Wochenschrift. Nr. 32. 5 August, 1920.
- RÜCKERT, J. UND MOLLIER, S.** — Die erste Entstehung der Gefäße und des Blutes bei Wirbeltieren. En el Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere von O. Hertwig. Bd. I. T. I. 1906.
- SOBOTTA, J.** — Atlas y Elementos de Histología y Anatomía microscópica. Traducción por J. Pou Orfila. Madrid. Librería Académica. 1906.
- STÖHR, PH.** — Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Jena. Gustavo Fischer, editor. 1906.

- TERRAZAS, R. — Notas sobre la neuroglia del cerebelo y el crecimiento de los elementos nerviosos. Rev. trim. Micr. Vol. II. p. 49-65. 1897.
- TESTUT, L. — Embriología en el tratado de Anatomía humana. Traducción de J. Corominas y Sabater y Antonio Riera Villaret.
- TOURNEUX, F. — Précis d'Embriologie humaine. Paris. Octave Doin, Éditeur. 1909.
- TRIAS, A. — Contribució al coneixement de la ovogénesis. Treballs de la Soc. de Biologia. 1919.
- VILLAVERDE, M. — Desarrollo fetal del cuerpo calloso. Bol. de la Soc. Esp. de Biología. Año VIII. Abril-Mayo 1918. P. 39-45 con tres láminas.
- WIDAKOWICH, V. — Über den Uterus von Squalus acanthias. Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Haie. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. LXXXVIII, Heft 4. Leipzig 1907.
- ZIEGLER, H. E. — Lehrbuch der Vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere. Jena. Justav Fischer. 1902.
- ZIEHEN, TH. — Morphgenie des Centralnervensystems der Säugertiere. En el Handbuch der Entwicklungslhere der Wirbeltiere von O. Hertwig Bd. II. t. III. 1907.
-

ÍNDICE O REGISTRO ALFABÉTICO DE AUTORES

A

Achúcarro, 450.
Allen Thompson, 126, 165.
Amici, 67.
Arancio, 358.
Athias, 213, 215.

B

Baldevin Spencer, 219, 220.
Balfour, 75, 133, 181, 308, 341.
Barfurth, 308.
Barry, 120.
Baumgarten, 384.
Berte, 117.
Binet, L., 23.
Böttcher, 263.
Bonnet, 405.
Born, 46, 162, 288, 326, 327, 328.
Boveri, 87.
Brachet, 109, 241, 333.
Brass, A., 12, 141, 271.
Bühler, 108, 117, 142, 148.

C

Cajal, P., 212, 213, 214.
Cajal, S., 63, 120, 198, 212, 213.
Calleja, C., 179, 212, 213, 214.
Calleja y Sánchez, 407.
Carazzi-Levi, 459.
Carreras, F., 236, 237, 457.
Casasayas, J., 412.
Clark, 117.
Coert, 126.
Costa, 184, 185, 186, 187, 188.
Cowper, 172.
Czerny, 143.

D

Davies, 300.
Dean, 205.
Dohm, 175.
Domingo, P., 115.

Dubois, J., 23.
Dusting, 109.

E

Éternod, 466.
Eustaquio, 385.
Ewetzky, 260.
Exner, 120.

F

Fehling, 175.
Felix, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 92, 96,
100, 117, 166.
Field, 86.
Firket, J., 109.
Fleischmann, 170.
Folch, R., 179.
Foreada, F., 183, 189.
Fornells, F., 412.
Foulis, 117.
Francotte, 220.
Froriep, 244, 251.

G

Gastel, 117.
Gaupp, 380.
Gegenbaur, 359, 379, 399.
Geoffroy-Saint-Hilaire, 385.
Giacomini, 182.
Giraldés, 143.
Gley, 47.
Göppert, 40.
Goette, 365, 399.
Goldschmidt, R., 109.
Golgi, 110.
Gozzi, 117.
Goodrich, 87.
Graberg, J., 289.
Graf Spee, 122.
Groenberg, 232.
Grusdew, 152.
Guilera, 117, 118, 124, 125.

Guillemond, 110.
Gurwitsch, 226, 324.

H

Haeckel, 12.
Hahn, 117.
Haller, 323.
Hamburger, 61.
Harvey, 129.
Harz, 117.
Hassal, 49.
Hasse, 367.
Heidenhain, 123.
Hellmann, 277.
Henle, 180, 187, 291.
Hensen, 270.
Hesse, 305.
Hertwig, O., 24, 26, 50, 55, 86, 126,
142, 145, 166, 223, 250, 256, 261,
288, 320, 321, 363, 380, 384, 385,
393, 406.
His, 13, 40, 51, 129, 191, 195, 204,
220, 223, 228, 241, 289, 322, 323,
325, 357, 358.
Hochstetter, 217, 284, 330, 336,
337, 342, 357.
Hoffmann, A., 290, 399.
Horschemann, 305.
Hunter, 139.
Huschke, 250.

I

Issaurat, 174.
Izquierdo, 293.

J

Jacobson, 286.
Jacoby, 384.
Janosik, 126.
Jordan, 398.
Jourdain, 362.
Jouves, 260.

K

Keibel, 162, 164.
Kempe, 174.
Kessler, 255.
Klein, 175.
Kölliker, 136, 163, 164, 175, 242,
291, 294, 304, 308, 379, 400.
Kohn, 180.
Kollmann, 12, 168, 360.
Krause, R., 275, 276, 279.

Krause, W., 292, 305.
Kupffer, 100, 193, 206, 221.

L

Legal, 260.
Legay, 152.
Legos y Magitot, Ch., 36.
Lenhossék, 241.
Leydig, 129.
Lieberkühn, 63.
Lignits, 398.
Lindes, 327.
Littre, 172.

M

Marchand, 227.
Martin, 234.
Martin Saint-Auge, 285.
Maurer, 46.
Mayer, 10.
Meckel, 383.
Mehnert, 398.
Meissner, 292.
Miahlkovics, 166, 204, 211, 218,
231, 378.
Montgomery, 308.
Morand, 408.
Morgagni, 144.
Müller, J., 125.
Müller, W., 254.

N

Nagel, 108, 126, 152, 307.
Nesbitt, 408.
Nicolas, 47.
Novak, 124, 125.
Nubiola, 117, 120, 123, 124, 410,
411.

O

Ochoterena, 470.
Oppel, A., 142, 448.
Orr, 209.

P

Palacios, S. J., 456.
Paludino, 108, 120.
Pansch, 231.
Papenheim, 291.
Pérez Buñill, 247, 257.
Peter, 288.
Pfitzner, 408.
Pflüger, 114, 117.

Pick, L., 131.
 Poirier, 403, 404, 406, 407, 414,
 415.
 Poll, 180, 183, 184, 186, 190.
 Popoff, 213.
 Preyer, 340.
 Purkinje, 212.

R

Rabl, C., 94.
 Rabl, H., 124, 133, 134, 301, 470.
 Rambaud, 408.
 Ramírez, 470.
 Ranvier, 306.
 Rathke, 125, 322, 377, 378, 379,
 398.
 Rauber, 291.
 Regnier de Graaf, 122.
 Remak, 242.
 Renault, 408.
 Retterer, 174, 408.
 Ribas Mateos, M., 179.
 Rigaud, 185.
 Río-Hortega (del), 45.
 Roesger, 152.
 Roose, 36, 37.
 Rosenberg, 404.
 Rückert, 90.

S

Sabatier, 117.
 Sagemehl, 241.
 Sala, 444.
 Sandström, 47.
 Santorini, 60.
 Saxer, 363.
 Schafer, 117.
 Schönemann, 287.
 Schuhin, 413.
 Schultze, M., 253, 254.
 Schwarztrauber, 170.
 Segal, 288.
 Selenka, 332.
 Semon, 127.
 Semper, 133.
 Sharpey, 34.

Soulié, 182, 184, 188.
 Stannius, 182.
 Steinach, 128, 131.
 Stenson, 286.
 Stieda, 46.
 Stilling, 180.
 Stöhr, 41, 42, 48, 49, 64, 215, 297,
 298, 308, 389.

T

Terrazas, 212.
 Thilencies, 408.
 Trías, A., 116.
 Trías, J., 45.
 Told, 55.
 Tourneux, F., 36, 37, 144, 152, 162,
 169, 170, 193, 220.
 Tuckermann, 289, 290.

V

Valentín, 125.
 Varolio, 204.
 Verdun, 44, 46.
 Vilaseca, S., 115.
 Vitalis Müller, 175.

W

Waldeyer, 107, 144.
 Weill, P., 49.
 Weiss, 87.
 Went, 304.
 Werth, 152.
 Widakowich, 472.
 Wiedersheim, 295, 398.
 Wijhe, 90.
 Winckler, 175.
 Wirsung, 60.
 Wölfler, 46.
 Wolff, 83.

Z

Zander, 303.
 Ziegler, 12.
 Ziehen, 213.
 Zondes, 384.
 Zuckerkandel, 55.

ÍNDICE O REGISTRO ALFABÉTICO DE MATERIAS

ADVERTENCIA. Para que el lector pueda entender más fácilmente el sentido de la palabra que aparece en el índice, se pone con frecuencia al lado suyo entre paréntesis el sinónimo. Además, en la palabra «bolsa de Seessel» del índice, se da una breve explicación de lo que con ella se significa.

A

- Abertura anal, 8.
Aberrantes vasos (*vasa aberrantia*), 143.
Aberturas branquiales, 11.
Aberturas del tubo digestivo (repetitorio), 417.
Aberturas faringéales, 11.
Accesoria (secundaria) significación de un tejido, 2.
Acetabular hueso (*os acetabuli*), 405.
Acetábulo, 404, 405.
Acondroplasia, 409, 411.
Acondroplásico feto humano (radiografía), 410.
Acromion, 399.
Acueducto de Sylvio, 206, 212.
Adamantina (esmaltilífera) membrana, 30.
Adenoideo (tejido conjuntivo reticular), 40, 41, 313.
Adherencias del mesenterio, 23, 24.
Adiposo tejido (figura de un), 314.
Adiposo o graso tejido, 313.
Advehentes venas hepáticas, 357.
Agujero de Monro, 205, 206, 216, 225.
Alantoideo (aparato circulatorio), 341.
Alas de murciélago (ligamento lato), 159.
Albicans (*corpus fibrosum*), 124.
Albinos, 254.
Allen Thompson (esquema del sistema uro-genital de), 132.
Alvéolos pulmonares, 51, 52.
Amarillo (lúteo) cuerpo, 122.
Ameloblastos (células esmaltilíferas), 30.
Ameloblastos (cutícula de), 33.
Amígdala intestinal, 22.
Amígdalas (tonsilas), 41, 42.
Amnióticos (formación del corazón en), 319.
Amnióticos (metanefros o riñón definitivo de), 100 y sigs.
Amnióticos (miótomo de), 74.
Amphioxus (corte transversal del embrión de), 16.
Amphioxus (figura de glomérulos de), 88.
Amphioxus (figura de un canalito pronefrol de), 87.
Amphioxus (gástrula de), 3.
Amphioxus (hígado del), 54.
Amphioxus (músculos de), 70, 71.
Amphioxus (nefrósporo de), 88.
Amphioxus (pronefros de), 82.
Anal abertura, 8.
Anal depresión, 160.
Anal membrana, 7, 8.
Anatómico (principio), 2.
Anencefalía, 237.
Anencefalía de un feto humano (figuras de), 236.
Anfiartrósicas articulaciones, 412, 413.
Anfibios, 80.
Anfibios (formación del ano en), 6.
Anfibios (formación del canal de Müller en), 133, 134.

- Anfibios (formación del corazón en), 317, 318.
 Anfibios (miótomo de), 73.
 Anfibios (pronefros de), 90.
 Anfibios (vejiga urinaria de), 166.
 Anfractuosidades (surcos parciales), 224, 231.
 Anillo inginal, 145.
 Anisótropa sustancia (de la fibrilla muscular estriada), 66.
 Ano (formación del), 4, 9.
 Anomalías del esternón, 374.
 Anomalías del sistema urogenital (repetitorio), 429.
 Anomalías en los dientes, 39.
 Anomalías en órganos genitales, 155 y sigs.
 Anónima arteria braquio-cefálica, 348.
 Antehelix, 281.
 Antitrigo, 281.
 Anuros, 96.
 Aorta(origen de la), 330.
 Aórticos arcos, 345.
 Aparato baroléptico? de peces, 277.
 Aparato circulatorio alantoideo, 341.
 Aparato circulatorio (repetitorio), 442.
 Aparato circulatorio vitelino, 339.
 Aparato lacrimal, 257.
 Aparato olfatorio, 281 y sigs.
 Aparato reticular de Golgi, 110.
 Aparatos circulatorios embrionarios, 338.
 Aparición de dientes definitivos, 38.
 Apéndice vermiforme del ciego, 22.
 Apéndice vermiforme del ciego (esquema para explicar su formación), 22.
 Apéndice vermiforme del ciego (función del), 22, 23.
 Apófisis caracoidea, 399.
 Apófisis espinosa, 371, 372.
 Apófisis estiloidea (*processus styloideus*), 383.
 Apófisis estiloides, 392.
 Apófisis lateral, 375.
 Apófisis odontoides, 375.
 Apófisis pterigoides, 392.
 Apófisis transversal, 375.
 Apófisis xifoidea, 374.
 Arancio (conducto venoso de), 358, 359.
 Arbol de la vida, 211.
 Arco anterior del atlas, 375.
 Arcos aórticos, 345.
 Arcos aórticos en los peces, 345, 346.
 Arcos branquiales (injustificada denominación de), 14, 15.
 Arcos de la vértebra cartilaginosa, 371.
 Arcos faringiales, 11, 13.
 Arcos faringiales en el hombre, 15.
 Arco hioideo, 383.
 Arcos y surcos faringiales (significación de los), 14.
 Arena del cerebro (*acervulus cerebri*), 218.
 Aréola de la mama, 308.
 Areolares glándulas (o de Montgomery), 308.
 Arquéteron (intestino primitivo), 3.
 Arteria anónima braquiocefálica, 348.
 Arteria central de la retina, 246, 254.
 Arteria estapedial, 384.
 Arteria hialoidea, 251.
 Arteria hipogástrica, 350.
 Arteria mesentérica superior e inferior, 350.
 Arteria pulmonar (origen de la), 330.
 Arteria sacral media, 350.
 Arterioso tronco, 323 y sigs.
 Arterias ilíacas, 350.
 Arterias ónfalo-mesentéricas, 339.
 Arterias umbilicales, 350.
 Arterias umbilicales de placentarios, 343.
 Articulación de la mandíbula superior, 416.
 Articulaciones, 412 y sigs.
 Articulaciones anfiartrósicas, 412, 413.
 Articulaciones diartrósicas, 412, 413.
 Articulaciones sinartrósicas, 412, 415.
 Articulaciones sincondrósicas, 412, 413.
 Articulaciones (repetitorio), 445, 446.
 Asa de Henle, 103.
 Asa intestinal primitiva, 19, 21, 24.
 Asimetría del aparato circulatorio arterial, 348.

Asta de Ammon (pie del hipocampo), 227.
 Astas anteriores y posteriores de la médula espinal, 198.
 Astrágalo (*talus*), 400.
 Astrágalo (*talus*): osificación de, 406.
 Atlas, 375.
 Atresia pupilar congénita, 251.
 Aurículas definitivas, 331.
 Aurículas (esbozo de las), 322.
 Aurículo-ventriculares labios, 327.
 Aves (pronefros de), 92.
 Aves (tubo digestivo de), 3.
 Axil esqueleto (endo-esqueleto: neuro-esqueleto), 365.
 Axis, 375.
 Azigos (vena), 345, 356.

B

Banda (estria) genital, 107.
 Barras craneales de Rathke, 377.
 Baroléptica cresta acústica, 262.
 Baroléptico? aparato de peces, 277.
 Batracios (hermafroditismo de), 129, 230.
 Bazo, 25, 362, 363, 364.
 Bazo (microfotografía del esbozo del), 364.
 Becerro (conducto secretor del páncreas del), 62.
 Bilis (formación de), 59.
 Birrefringente sustancia de la fibrilla muscular estriada, 66.
 Blastóporo, 192.
 Blastóporo (boca primordial), 5.
 Bloque de parafina (figura del), 457.
 Boca (formación de la), 9.
 Boca (garganta) de lobo, 386.
 Bolsa de Rathke (bolsa hipofisaria), 222.
 Bolsa de Seessel (bolsa palatina de Selenka): llámase así al divertículo cefálico o anterior del tubo digestivo (fig. 184, ss), en estadios muy jóvenes (embrión de conejo de 10-11 días, embrión de pollo de 72 horas de incubación). Más tarde se convierte en el órgano, algo enigmático, según dice Bellido, llamado *bolsa de Luschka*. (Conf. la tesis del doctorado del Dr. Jesús Bellido: Relacio-

nes entre la hipófisis y las formaciones, situadas en la bóveda faríngea, en el embrión, en el feto, en el niño y en el adulto. 1904), 221.
 Bolsa omental (*bursa omentalis*), 59.
 Bolsa sinovial, 414.
 Bolsas faríngeas, 11.
 Bolsas testiculares, 168.
Bombinator (figura de un corte transversal de un embrión de), 90.
Bombinator igneus (figura plástica con cortes), 453.
 Bóveda de los tres pilares, 229.
 Bóveda de los tres pilares o fornix (comisura de la), 233.
 Bowman (cápsula de), 98.
 Branquia (figura de un corte de una), 43.
 Branquiales aberturas, 11.
 Branquiales filamentos, 43.
 Branquias, 14, 42.
 Branquias (figura de la red vascular de las), 346.
 Branquias (red vascular de las), 346.
 Brass (esquema del aparato urogenital según), 141.
 Bronquios, 51, 52.
 Bucal seno, 10.
Bufo vulgaris (sapo) figura del laberinto, 276.
Bufo vulgaris, sapo, (figura de un corte de la glándula hermafrodita), 13.
 Bulbo pilífero, 296.
 Bulbos olfatorios, 234.

C

Caballo (conducto excretor del páncreas del), 62.
 Cabeza de embrión de pollo de 130 horas, 282.
 Cabeza (origen de los músculos de la), 65.
 Caja del tambor (oído medio), 277, 278.
 Cajas musculares (esquema de), 70.
 Caída de los dientes de leche, 38.
 Calcáneo (*calcaneus*), 400.
 Calcáneo (*calcaneus*) osificación del, 406.
 Cálices del riñón, 101.

- Caliciformes células, 63.
 Camaleón, *Chamaeleo vulgaris* (corte longitudinal del encéfalo), 219.
 Cámara anterior del ojo, 252.
 Cámara externa del pronefros, 85.
 Cámara interna y externa del pronefros (esquema para explicar la), 85.
 Cámaras internas (esquema para explicar la fusión de las), 84.
 Cambio periódico del pelo, 299.
 Cambios en el sexo masculino, 140 y sigs.
 Campo nasal de His (campo olfatorio), 282.
 Campo olfatorio (nasal), 282.
 Canal del nefróstoma, 83.
 Canal de Wolff, 83, 96, 131.
 Canal de Wolff en las hembras, 149, 150.
 Canal de Wolff (repetitorio), 423, 427.
 Canal de Gartner, 151.
 Canal de Müller, 133.
 Canal de Müller (figura de cuatro cortes), 133.
 Canal de Müller (formación del), 136.
 Canal de Müller (origen del), 133.
 Canal de Müller (reducción del), 144.
 Canal de Müller (repetitorio), 428.
 Canal del pronefros, 86.
 Canal del pronefros (modo de crecer del), 86.
 Canal endolinfático (receso del laberinto), 264.
 Canal hialoideo, 251.
 Canal incisivo, 286.
 Canal inginal, 145.
 Canal nervioso, 192.
 Canal neurentérico, 6, 8, 194.
 Canal pericardial-peritoneal de selacios, 337.
 Canal reuniente (*canalis reuniens*), 270.
 Canal o tubo epofórico (figura del), 150.
 Canal urogenital, 167.
 Canal utrículo-sacular (*canalis utriculosaccularis*), 269.
 Canalitos (tubos pronefrales), 80, 81.
 Caninos (dientes), 35.
 Capa coriocapilar de la coroides, 252.
 Capa córnea, 294.
 Capa córnea (epidermis primitiva), 193.
 Capa de conos y bastoncitos de la retina, 253, 254.
 Capa de células de Purkinje, 212, 213.
 Capa ganglionar o de células de Purkinje del cerebelo, 213.
 Capa germinatriz (*rete Malpighii*), 294.
 Capa granular del cerebelo, 212.
 Capa molecular (plexiforme de Cajal) del cerebelo, 212.
 Capa pigmentaria de la retina, 253.
 Cápsula cartilágnea del caracol, 273.
 Cápsula de Bowman, 98.
 Cápsula del cristalino, 248.
 Cápsula muscular, 69.
 Cápsula suprarrenal, 178 y sigs.
 Cápsula suprarrenal (repetitorio), 429.
 Capuchón elitoral, 174.
 Capa interna del encéfalo de un erizo de tierra, 224.
 Caracoidea apófisis, 399.
 Caracol, 264, 269, 271, 273.
 Caracol (cápsula cartilágnea del), 273.
 Característica anatómica-fisiológica, 2.
 Cardinales posteriores venas, 351.
 Cardinales venas anteriores (yugulares), 351.
 Cardíacos tabiques, 326 y sigs.
 Cardíaco tubo (transformaciones del), 321 y sigs.
 Cardias, 19, 20.
 Carótidas, 345.
 Carpo, 400.
 Cartilágneas vértebras, 368, 370.
 Cartilágneo cráneo, 377.
 Cartilágneo tejido, 313.
 Cartílago de Meckel, 383, 394, 395.
 Cartílago de Jacobson, 286.
 Cartílagos paracordales, 377.
 Carúncula lacrimal, 259.
 Casos teratológicos en las extremidades, 408, 409.
 Caudal intestino, 160.
 Caudal (post-anal) intestino, 7.
 Caudal yema, 6.

- Cava (vena) inferior, 355.
- Cavidad bucal (origen de la), 11.
- Cavidad exocelómica, 341.
- Cavidad pericardial, 334.
- Cavidad peritoneal, 334.
- Cavidad pleuro-pericardial, 333.
- Cavidad pleural, 333.
- Cavidades somáticas, 331 y sigs.
- Cavidades somáticas (repetitorio), 441.
- Cayado de la aorta, 348.
- Celda media del cerebro, 227.
- Celíaco tronco, 350.
- Celoma (cavidad somática), 332.
- Celenterados (ectodermo de), 68.
- Celenterados (entodermo de), 68.
- Célula muscular (grados de diferenciación de la), 67.
- Celular tejido, 311.
- Células acústicas, 267.
- Células caliciformes, 63.
- Células de cesta (estrelladas), 213.
- Células de Golgi de la capa granular del cerebelo, 212, 213
- Células de la cresta acústica, 267.
- Células de revestimiento (secretoras del ácido clorhídrico) del estómago, 63.
- Células (elementos) somáticas y genitales, 107, 108.
- Células enanas de la capa granular del cerebelo, 212.
- Células estrelladas (de cesta), 213.
- Células foliculares del oocito (origen de las), 117.
- Células intersticiales, 128.
- Células intersticiales (figura de un corte con), 128.
- Células intersticiales (repetitorio), 427.
- Células lipomínicas y luti-hipóidicas (paraluteínicas), 123.
- Células luteínicas, 123.
- Células luteínicas (origen de las), 123.
- Células nerviosas motoras, 198.
- Células paraganglionares, 186.
- Células paraluteínicas, 123.
- Células principales (secretoras de pepsina) del estómago, 62.
- Células secretoras del ácido clorhídrico del estómago, 63.
- Células secretoras de pepsina del estómago, 62.
- Células (senos) etmoidales, 288.
- Células vasculares (vaso-formativas), 315, 316, 318.
- Cemento del diente, 27, 28, 33.
- Cercopithecus cynomolgus* (figura de un embrión de), 332.
- Cerdo (conducto excretor del páncreas del), 62.
- Cerdo (configuración plástica del embrión por medio de cortes), 455.
- Cerebelo, 210.
- Cerebelo (histogénesis del), 212.
- Cervicales vértebras, 375.
- Cetáceos (testículo oculto de), 147.
- Ciclóstomos (esquema de un corte transversal que pasa por el miótomo de), 71.
- Ciclóstomos (formación del corazón en), 317, 318.
- Ciclóstomos (músculos de), 70, 71.
- Ciego, 19, 22.
- Cilindros musculares, 69, 70.
- Cilindros musculares (esquema de), 70.
- Cintura escapular, 399.
- Cintura pelviana, 404.
- Cintura pelviana de niño recién nacido (figura de la), 405.
- Cintura pelviana en desarrollo (figura de la), 404.
- Cinocilios, 262.
- Circulación alantoidea en el embrión de pollo (figura de), 342.
- Circulación de la sangre en las branquias de la salamandra (observación de la), 43.
- Circulación doble e incompleta, 326.
- Circulación doble y completa, 326.
- Circulación en el feto (figura), 360, 362.
- Circulación sanguínea en el hígado, 354, 356.
- Circulación intra- y extrauterina, 359.
- Circulación placentaria, 343.
- Circulación pulmonar, 326.
- Circunvoluciones del cerebro, 231.
- Cisura calcarina, 230.
- Cisura calcarina (*fissura calcarina*), 228.
- Cisura coroidea (*fissura choroidea*), 228.
- Cisura del arco marginal o del asta de Ammon, 229.

- Cisura del hipocampo o del asta de Ammon (*fissura hippocampi*), 229.
- Cisura (fosa) de Sylvio, 225.
- Cisura media, 224.
- Cisura parieto-occipital, 228, 230.
- Cístico conducto, 58.
- Clastrum*, 226.
- Clítoris, 173.
- Clitorísquisis, 177.
- Clítoris (origen del), 166 y sigs.
- Cloaca, 160.
- Clupea harencus*, harenque (hermafroditismo de), 129.
- Coanas (aberturas posteriores de las fosas nasales), 286.
- Cocodrilos y tortugas (disposición de las sustancias de la cápsula suprarrenal en), 180.
- Cola de caballo (*cauda equina*), 200.
- Colágenas fibras, 312.
- Colédoco conducto, 54, 58.
- Coloboma coroideo, 256.
- Colobomas, 255, 256.
- Colon ascendente, 21.
- Colon descendente, 21.
- Colon transverso, 21.
- Collum scapulae* (cuello del omóplato), 399.
- Columna vertebral, 368 y sigs.
- Columna vertebral cartilaginosa (figura de un corte frontal de la), 372.
- Comisura anterior del cerebro, 232.
- Comisura cerebelar, 233.
- Comisura habenular, 232.
- Comisura media, 233.
- Comisura posterior, 233.
- Comisura posterior del manto, 232.
- Comisura postóptica, 232.
- Comisuras, 231 y sigs.
- Comisuras (repetitorio), 433.
- Compacto conjuntivo, 313.
- Compendio (repetitorio o resumen), 417.
- Comprobación microscópica en la enseñanza de la Embriología, 462.
- Concepto de la organogénesis, 1.
- Concepto del sistema urogenital, 78.
- Concrecencia primitiva, 232.
- Conchas de la nariz, 287.
- Condrioma, 110.
- Condrina, 313.
- Conducto buco-nasal de Stenson, 286.
- Conducto cístico, 58.
- Conducto colector de Field, 86.
- Conducto colédoco, 54, 58.
- Conducto de Botall, 348.
- Conducto deferente, 132, 142, 143.
- Conducto de Wirsung, 60.
- Conducto de Santorini, 60.
- Conducto hepático, 58.
- Conducto óculo-nasal, 283.
- Conducto venoso de Arancio, 358.
- Conductos de Cuvier, 335, 342, 351, 352.
- Conductos del sistema urogenital (repetitorio), 427.
- Conductos semicirculares, 264, 266, 272.
- Coneja de 18 días (figura del ovario de), 114.
- Conejito de Indias (figura de la cavidad pleuro-pericardial del embrión de), 333.
- Conejo (figura de corpúsculos gustativos del), 291.
- Conejo (figuras de cortes transversales de embrión de 8 días), 334.
- Conejo (figura del esbozo del meta-nefros del), 101.
- Conejo (figura de gonocitos de embrión de 10 días), 110.
- Conejo (figura de la glándula genital de un embrión de 15 días), 113.
- Conejo (figura del hígado inyectado de un), 56.
- Conejo (figura del timo de un embrión de), 48.
- Conejo (figura de un corte del segmento primitivo de embrión de 5-6 mm.), 77.
- Conejo (figura de un corte frontal de embrión de), 49.
- Conejo (figura de un corte frontal de la faringe de un embrión de), 43.
- Conejo (figura de un corte sagital de un embrión de), 44.
- Conejo (figura de un corte sagital de un embrión de 11 días de), 76.
- Conejo (figura de un corte sagital de un embrión de 12 días de), 334.

- Conejo (figura de un corte transversal de un embrión de 15 días de), 112.
- Conejo (corte transversal de un embrión de 17 días de), 137.
- Conejo (corte transversal de un embrión de 18 días: figura), 373.
- Conejo (figura de un pelo en evolución de), 296.
- Conejo (fotografía de un corte transversal de embrión de 13 días de), 98.
- Configuración externa de la nariz, 288, 289.
- Configuración plástica por medio de cortes, 453.
- Conjuntiva, 258.
- Conjuntivo compacto, 313.
- Conjuntivo embrional, 310.
- Conjuntivo fibrilar, 311.
- Conjuntivo hialino (gelatinoso), 310.
- Conjuntivo laxo, 313.
- Conjuntivo reticular, 313.
- Cono medular (*conus medularis*), 199.
- Conos terminales de la conjuntiva del bulbo, 292.
- Conos y bastoncitos (capa de los), 253, 254.
- Consecuencias del descenso del testículo, 146.
- Consecuencias teratológicas, 385, 386.
- Constitución anatómica-histológica del tubo medular, 194 y sigs.
- Constitución del tubo digestivo primitivo, 4.
- Construcción de perfil de un embrión humano de 10 mm., 242.
- Cópula (pieza esquelética), 383.
- Coracoides, 399.
- Corazón (diferenciación histológica del), 323 y 324.
- Corazón (formación del), 315.
- Corazón (figura de las cavidades del corazón, formándose), 325 y 326.
- Cordón espermático, 147.
- Cordón genital, 139, 165.
- Cordón lacrimal, 260.
- Cordón limítrofe, 241.
- Cordón umbilical (figura de un corte del), 310.
- Cordones de Plüger, 114.
- Cordones de Plüger (duración de su formación), 118.
- Cordones genitales (medulares), 125.
- Cordones genitales (transformación de los), 127.
- Cordones medulares (origen), 125.
- Coriocapilar (capa de la coroides), 252.
- Corium (cuero), 294.
- Córnea, 251, 252.
- Córnea (capa), 294.
- Coroides, 248, 251, 252.
- Corona del diente, 33.
- Corona radiada, 120, 122.
- Coronaria (vena del corazón), 354.
- Coronario (ligamento del hígado), 338.
- Corpus albicans (fibrosum)*, 124.
- Corpus fibrosum (albicans)*, 124.
- Corpúsculo de Meissner en formación (figura de un), 292.
- Corpúsculo de Meissner (figura de un), 293.
- Corpúsculos de Grandry, 292, 293.
- Corpúsculos de la saliva, 41.
- Corpúsculos de Hassal en la acondroplasia, 412.
- Corpúsculos de Malpighio, 94, 98.
- Corpúsculos de Meissner, 292.
- Corpúsculos de Vater-Pacini, 291.
- Corpúsculo táctil de Vater-Pacini (figura de un), 292.
- Corpúsculos gustativos, 290.
- Corpúsculos gustativos del conejo (figura de), 291.
- Corpúsculos gustativos (repetitorio), 437.
- Corpúsculos gustativos y táctiles, 289 y sigs.
- Corpúsculos táctiles, 290, 293.
- Corpúsculos táctiles (repetitorio), 437.
- Corte de glándulas sebáceas de la nariz del niño recién nacido (figura de), 304.
- Corte de la cabeza de un embrión de conejo de 13 días (cristalino), 248.
- Corte de la cápsula suprarrenal de un embrión humano, 185.
- Corte de la glándula pineal del pavo común (*Meliagris gallopavo*), 218.



- Corte de la glándula suprarrenal, 180.
- Corte de la mucosa respiratoria y olfatoria (figura), 285.
- Corte de la región faríngea de embrión humano, 13.
- Corte de un cuerpo interrenal accesorio, 188.
- Corte de un ganglio linfático (figura de un), 312.
- Corte frontal de la cabeza de un feto humano, mostrando el aparato lacrimonal, 259.
- Corte frontal de las fosas nasales de un embrión de cerdo (figura), 288.
- Corte frontal de las fosas nasales de un embrión humano de 28 mm. (figura), 287.
- Corte frontal de un embrión de conejo de 10 días con la vesícula caliciforme ocular, 246.
- Corte frontal de un embrión de conejo de 10 días para ver los neurómeros, 208.
- Corte frontal (mitad) del encéfalo de embrión de gato de 20 mm., 217.
- Corte frontal-transversal del encéfalo de un embrión de conejo de 17 días, 216.
- Corte histológico del corazón de conejo en formación (figura de un), 324.
- Corte longitudinal del encéfalo del camaleón, 219.
- Corte longitudinal del ojo pineal de *Hatteria punctata*, 220.
- Cortes longitudinales de papilas plumíferas (figura de), 300.
- Corte longitudinal medio de un embrión de pollo de 72 horas, 221.
- Corte longitudinal de un pelo de feto humano de 5 meses, 298.
- Corte longitudinal de un plumón (figura de), 301.
- Corte oblicuo del germen plumífero (figura de), 301.
- Corte perpendicular de la palma de la mano de un niño recién nacido, 305.
- Corte perpendicular de la piel (figura), 294.
- Corte perpendicular de una papila circunvalada (figura de), 290.
- Corte sagital de embrión de conejo con ganglios espinales (figura de), 240.
- Corte sagital del encéfalo de un embrión de conejo de 15 días, 210.
- Corte sagital de huevo de rana con esbozo de ganglios cefálicos (figura de un), 239.
- Corte sagital de un embrión de *Bombinator*, 195.
- Corte sagital de un embrión de conejo de 10-12 días, 222.
- Corte sagital de un embrión de conejo de 15 días (microfotografía de un), 371.
- Corte sagital de un dedo de feto humano de 5 meses (figura de un), 302.
- Corte sagital de un embrión de conejo de 20 mm., 222.
- Corte sagital medio del encéfalo de *Amphioxus*, 193.
- Corte sagital medio del encéfalo de embrión de gato de 3,8 cm., 233.
- Corte sagital medio del encéfalo de una larva de *Salamandra*, 206.
- Corte sagital medio del encéfalo de un embrión de gato de 6 cm., 233.
- Corte sagital medio del encéfalo de un embrión de gato de 9 cm., 234.
- Corte sagital medio del encéfalo de un erizo de tierra, 232.
- Corte sagital medio de la hipófisis de un embrión de conejo de 30 mm., 223.
- Corte sagital medio de un embrión de pollo de 4 1/2 días (figura de), 378.
- Corte transversal de la médula espinal de un embrión de conejo de 15 días, 197.
- Corte transversal del canal medular de embrión humano de 13 segmentos, 238.
- Corte transversal de embrión de conejo de 15 días, pasando por el estómago (figura de), 370.
- Corte transversal de embrión de conejo de 15 días (figura de un), 61.
- Corte transversal de *Hypogeophis rostratus*, 183.

- Corte transversal de la región torácica de un embrión de conejo de 15 días (figura de), 335.
- Corte transversal de la región torácica de un embrión de gato de 25 mm. (figura de), 336.
- Corte transversal de los lóbulos olfatorios de la rana (*Rana fusca*), 235.
- Corte transversal de los órganos genitales externos de un embrión humano femenino, 174.
- Corte transversal de *Rana esculenta*, 196.
- Corte transversal de un embrión de conejo muy joven (figura de), 94.
- Corte transversal de un embrión de conejo de 15 días, 186, 228, 243.
- Corte transversal de un embrión de *Pristiurus* (figura de un), 239.
- Corte transversal de un embrión humano de 25 días (6 mm.), 182.
- Corte transversal de un embrión de pollo con el esbozo de ganglios espinales, 238.
- Cortes de embrión de pollo (figura de), 93.
- Cortes del *phallus* o pene de un embrión de cerdo, 171.
- Cortes del pene, 170.
- Cortes embriológicos (dibujo de), 452.
- Cortes embriológicos (dirección de), 451.
- Cortes embriológicos (seriación de), 451.
- Cortes esquemáticos de los estados evolutivos de los dientes, 29.
- Cortes microtómicos embriológicos (delgadez de los), 450.
- Cortes sagitales medios de la región cloacal de embriones de cerdo, 163.
- Cortes sagitales medios de la región cloacal de embriones humanos, 162.
- Cortes sagitales medios de embriones de *Amia calva* (figura de), 205.
- Cortes transversales de la región cloacal de un embrión humano de 8 mm., 163.
- Cortes transversales del huevo de tritón, 194.
- Costillas, 373, 374.
- Coxales, 405.
- Coxígeas vértebras, 375, 376.
- Cráneo cartilagíneo, 377.
- Cráneo de selacios, 378.
- Cráneo membranoso, 377.
- Cráneo (modelo de un embrión humano de 8 cm.), 380, 381.
- Cráneo primordial (cartilagíneo), 378.
- Crecimiento del hueso (zona de), 402.
- Crecimiento de toda la médula espinal, 198.
- Crecimiento en longitud del tubo digestivo (repetitorio), 418.
- Cremáster (músculo), 146.
- Cresta acústica, 266.
- Cresta acústica (baroléptica), 262.
- Cresta acústica (células de la), 267.
- Cresta acústica (figura del epitelio de la región ampular de la), 266.
- Cresta acústica (figura de una), 266.
- Cresta genital, 112.
- Cresta (prominencia) genital, 111.
- Criptas (glándulas de Lieberkühn), 63.
- Criptorquismo, 147.
- Cristalino, 248.
- Cristalino (cápsula del), 248.
- Cristalino del embrión de conejo de 13 días (figura del), 248.
- Cristalino (esquema de las estrellas del cristalino), 250.
- Cristalino (estrellas del), 249.
- Cristalino (núcleo del), 249.
- Cristalino (origen del), 246.
- Cristalino (túnica vascular del), 250.
- Cromófilas (cromafines, feóchromas) células de la médula de la cápsula suprarrenal, 180.
- Cúbito (osificación del), 402.
- Cuboides del pie, 400.
- Cuboides (*cuboideum*) (osificación del), 406.
- Cuerda del tímpano, 392.
- Cuerda dorsal de *Mustelus laevis* (gato de mar) figura de, 367.
- Cuerda dorsal o notocordio (como neuro-esqueleto primitivo), 365.
- Cuerpecitos de Stannius, 182.
- Cuerpo amarillo (figura del), 121.
- Cuerpo amarillo (lúteo), 122.

Cuerpo amarillo (naturaleza histológica del), 124.
 Cuerpo amarillo (repetitorio), 426.
 Cuerpo post-branquial, 46.
 Cuerpo calloso, 233.
 Cuerpo ciliar, 254.
 Cuerpo de Rosen-Müller (epoóforo), 159.
 Cuerpo estriado, 226.
 Cuerpo (glándula) tiroides, 40, 43.
 Cuerpo innominado de Giraldeés, 143.
 Cuerpo lúteo (amarillo), 122.
 Cuerpo hemorrágico (*corpus haemorrhagicum*), 122.
 Cuerpo negro (*corpus nigrum*), 122.
 Cuerpo tiroides (repetitorio), 414.
 Cuerpos accesorios, 46, 188.
 Cuerpos de Exner, 120.
 Cuerpos de Hassal, 49.
 Cuerpos epiteliales, 46.
 Cuerpos eréctiles, 171.
 Cuerpos feóromos accesorios (figura de), 189.
 Cuerpos renales (repetitorio), 422.
 Cueva de Highmor (seno maxilar), 288.
 Cúmulo oóforo (*cumulus oophorus*), 119.
 Cuñas (*osa cuneiformia*): osificación de las, 406.
 Cúpula de la cresta acústica, 267.
 Curvaturas del estómago, 19.
 Cutícula de ameloblastos, 33.

D

Didelphys philander (pene dividido de), 155.
 Defectos de conformación en los órganos urogenitales externos, 176.
 Deferente conducto, 142, 143.
 Delgado (intestino), 19.
 Dentario folículo (saco), 32.
 Dentarios folículos (tabla cronológica de los), 36, 37.
 Dentición de leche, 35.
 Dentición (primera y segunda), 35.
 Dentífera membrana, 31.
 Dentina (marfil), 27, 28, 30.
 Dependencias de la piel (repetitorio), 438.
 Depresión anal, 160.

Desarrollo de las extremidades, 396, 397, 398.
 Desarrollo del intestino, 21.
 Descenso de los testículos, 144.
 Descenso del ovario, 153.
 Descenso testicular de un embrión humano de 25 cm. (figura de), 146.
 Desplazamiento de los grandes troncos vasculares, 349.
 Detalles citológicos de la fibra muscular (figura de), 67.
 Determinación del sexo, 109.
 Diáfisis del hueso, 401.
 Diafragma, 331 y sigs.
 Diafragma definitivo, 336, 337.
 Diafragmático ligamento, 138, 337.
 Diafragma (repetitorio), 441.
 Diartrósicas articulaciones, 412, 413.
 Dibujos de cortes embriológicos, 452.
 Diencéfalo (cambios del), 215 y sig.
 Diencéfalo (talamencéfalo), 202.
 Diente (cemento del), 33.
 Diente (corona del), 33.
 Diente cutáneo (figura de un), 27.
 Diente (erupción del), 34.
 Diente (raíz del), 33.
 Dientes (tejidos que concurren a formarles), 27, 28.
 Dientes, 25 y sigs.
 Dientes bucales, 28 y sigs.
 Dientes (caninos), 35.
 Dientes (cortes esquemáticos de estadios evolutivos de los), 29.
 Dientes cutáneos de selacios, 26.
 Dientes definitivos (osificación de los), 38.
 Dientes definitivos (aparición de los), 38.
 Dientes definitivos (orden de aparición de los), 38.
 Dientes de leche, 35.
 Dientes de leche (caída de los), 38.
 Dientes incisivos, 34.
 Dientes molares, 35.
 Dientes (repetitorio), 419.
 Dientes de substitución, 35.
 Dientes de substitución (origen de los), 35.
 Dientes (ulteriores estadios evolutivos), 32.
 Diferencia entre el esqueleto primitivo y el definitivo, 368.

Diferenciación de la glándula genital, 113.
 Diferenciación de partes del tubo digestivo, 18.
 Difiodontes, 28.
 Digestivo tubo (diferenciación de partes del), 18.
 Digestivo tubo en huevos meroblásticos y de mamíferos, 3.
 Digestivo (tubo): origen del, 3.
 Digestivo tubo (repetitorio), 417.
 Dipnoideos, 80, 96.
 Dirección de cortes embriológicos, 451.
 Disco intervertebral, 370.
 Disco prolífero (*discus proligerus*), 119.
 Distribución de las sustancias en la cápsula suprarrenal en diversos grupos de animales, 180, 181.
 Divergencias en el descenso de los testículos, 147.
 Divergencias en los órganos genitales, 155.
Diverticulum Nuckii, 154.
 División de esta segunda parte, 2.
 División de la organogénesis, 2.
 División del tronco arterioso, 329.
 Dobladura semilunar (*plica semilunaris*), 259.
 Dorsal mesenterio, 53.
 Duodeno, 19, 24.
Ductus lingualis o *thyreoglossus*, 40.
 Dura madre, 200.

E

Ectodermo de celenterados, 68.
 Ectodermo (significación del), 191.
 Ectromelia, 409.
Echidna, 212.
Echidna (esquema de varias formaciones de), 46.
 Eje conjuntivo del cuerpo amarillo, 123.
 Elásticas fibras, 312.
 Elastina, 312.
 Elementos (células) somáticos y genitales, 107, 108.
 Elementos ontogénicos (carácter primitivo de los), 107.
 Elevador (músculo) del pelo, 298.
 Encéfalo, 200 y sigs.
 Encéfalo de erizo de tierra (cara interna), 224.

Encéfalo de *Galeus canis*, 235.
 Encéfalo de un embrión de conejo de 2 cm., 226.
 Encéfalo de un embrión de conejo de 15 días (figura del), 204.
 Encéfalo de un embrión humano de 4 meses (cara interna), 227.
 Encéfalo de un embrión humano de la mitad de la tercera semana (figura del), 211.
 Encéfalo de un feto humano del octavo mes, 230.
 Encéfalo de un embrión humano del quinto mes, 225.
 Encéfalo de un embrión humano de 7 semanas (figura del), 224.
 Encéfalo de un embrión humano de tres semanas (figura de), 102.
 Encéfalo (repetitorio), 432.
 Endocardio, 316, 318.
 Endocondral osificación, 388.
 Endoesqueleto, 365.
 Endoesqueleto de la cabeza (repetitorio), 445.
 Endoesqueleto del tronco y extremidades (repetitorio), 445.
 Endoesqueleto (repetitorio), 444.
 Enfermedad de Addison (causa de la), 190.
 Enseñanza práctica de la Embriología, 460 y sigs.
 Entodermo de celenterados, 68.
 Embriología (comprobación microscópica de la enseñanza de la), 462.
 Embriología (enseñanza práctica de la), 460 y sigs.
 Embriología (principios generales de la enseñanza práctica de la), 461.
 Embrión de cerdo de 12 mm. (configuración plástica por cortes), 455.
 Embriones de cerdo (cortes sagitales medios de la región cloacal de), 163.
 Embrión de conejo de 15 días (figura del testículo de), 126.
 Embrión de perro (corte sagital medio; figura), 9.
 Embrión de pollo de 70 horas, 13.
 Embrión de rana, 12.
 Embrión de tiburón (estadio joven), 13.

- Embrión humano (corte de la región faríngea de un), 13.
 Embriones humanos (cortes sagitales medios de la región cloacal de), 162.
 Embrión humano de 14 mm. (figura de), 397.
 Embrión humano de 2 meses (figura de un corte sagital del seno olfatorio), 283.
 Embrión humano de la cuarta semana (figura de), 396.
 Embrión humano de la quinta semana, 14.
 Embrión humano de tercera semana (figura de), 10, 382.
 Embrión humano de 7,5 mm. para mostrar el origen del oído externo, 280.
 Embrión humano de 8 mm. (cortes transversales de la región cloacal de), 163.
 Embrión humano de 29 mm. (modelo de la región pelviana), 164.
 Embrión humano de 25 mm. (figura de un corte de), 157, 158.
 Embrión humano de 23 mm. y 29 mm. (figura de la extremidad pelviana de un), 167.
 Embrión humano (estadio joven, según Kollmann), 12.
 Embrión humano femenino de 4 cm. (figura de un corte de la región pelviana de un), 159.
 Embrión humano femenino (figura de un corte transversal de), 139, 140.
 Embrión humano (figura de la lengua de un), 40.
 Embrión humano (figura de la región laberíntica de), 394.
 Embriones humanos (figura de los canales de Wolff y Müller), 135.
 Embrión humano (figura del suelo de la boca de un), 40.
 Embrión humano (figura plástica de un), 136.
 Embrional conjuntivo, 310.
 Embrionarios aparatos circulatorios, 338.
 Emigración de elementos ontogénicos, 126.
 Emigración de gonocitos, 109.
 Epéndimo, 195.
 Epidermis de la piel, 294.
 Epidídimo, 143.
 Epífisis del hueso, 401.
 Epífisis (glándula pineal o conario), 217 y sigs.
 Epiglotis, 40.
 Epigonal parte del epitelio germinal, 148.
 Epiniquio, 303.
 Epiplón mayor (esquemas para mostrar su desarrollo), 24.
 Epiplón (omento) mayor, 25.
 Epispadia, 177.
 Epitelial muro del glande, 167.
 Epiteliales cuerpos, 46.
 Epitelio balano-prepucial, 170.
 Epitelio de las fosas nasales, 284, 285.
 Epitelio muscular, 68.
 Epitelios musculares (esquema de), 68, 69.
 Epitriquio, 294, 297.
 Epoóforo, 154.
 Epoóforo (cuerpo de Rosen-Müller), 159.
 Epoóforo (paraovario), 148, 149.
 Ergatoplasma, 123.
 Erupción del diente, 34.
 Esbozo del hígado en un embrión de conejo (figura del), 55.
 Esbozo de los ojos, 201.
 Eseafoides del pie (osificación del), 406.
 Eseafoides (*naviculare*): osificación del, 402.
 Escama placoidea de un embrión de selacio (figura de una), 26.
 Escamoso hueso (*os squamosum*), 392.
 Escapo o raquis de la pluma, 302.
 Escapular cintura, 399.
 Esclerótomo, 70.
 Esclerótica, 248, 251, 253.
 Eseroto, 145, 146.
 Esfenoides (osificación del), 391, 392.
 Esmaltífera o adamantina (membrana), 30.
 Esmaltíferas (células), 27.
 Esmaltina, 27.
 Esmegma embrional (*smegma embryonum, vernix caseosa*), 295.
 Esófago, 18.
 Espacios perilinfáticos, 272.
 Espáridos, 129.

- Especificidad de los elementos musculares, 65.
- Espermático cordón, 147.
- Espermatidos, 128.
- Espermatocitos, 128.
- Espermatogonios, 128.
- Espermatozoides, 128.
- Espermios (espermatozoides), 128.
- Espina bífida, 177.
- Espinosa apófisis, 371, 372.
- Esplacnopleura, 52, 91.
- Espolón de Morand (*calcar avis*), 227, 230.
- Espongioblastos, 196.
- Esqueleto axil (endoesqueleto: neuroesqueleto), 365.
- Esqueleto cartilagíneo, 369.
- Esqueleto membranoso, 368.
- Esqueleto visceral cartilagíneo, 383.
- Esqueleto visceral membranoso, 381, 382.
- Esqueleto de la cabeza en general, 376.
- Esqueleto de la cabeza de embrión de topo (figura del), 387.
- Esqueleto de la mano en osificación (figura de), 403.
- Esqueleto de las extremidades, 395 y sigs.
- Esqueletógeno tejido, 368.
- Esquema de Allen Thomson para explicar el sistema urogenital, 132, 165.
- Esquema de Cajal para explicar las fases de los granos del cerebelo, 213.
- Esquema de cajas musculares, 70.
- Esquema de cilindros musculares, 70.
- Esquema del descenso testicular, según Oppel, 142.
- Esquema de Froriep para explicar las regiones del tubo nervioso, 195.
- Esquema de Hertwig para explicar el origen del canal de Müller, 132.
- Esquema de Hochstetter para explicar el sistema nervioso primitivo, 351.
- Esquema de Hochstetter para explicar los cambios de los arcos aórticos, 347.
- Esquema de Hochstetter para explicar los arcos aórticos, 345.
- Esquema de Hochstetter para explicar las transformaciones del sistema venoso en el hígado, 357.
- Esquema de hojas musculares, 69.
- Esquema de Kupffer para explicar las cinco vesículas encefálicas, 203.
- Esquema de Kupffer para explicar las tres vesículas encefálicas primitivas, 201.
- Esquema de las estrellas del cristalino, 250.
- Esquema de la circulación vitelina del pollo, 340.
- Esquema del caracol membranoso, 270.
- Esquema del esqueleto de la mano con huesos sesamoideos, 407.
- Esquema de un corte transversal de ciclóstomo, pasando por el miótomo, 71.
- Esquema de un corte transversal de embrión de selacio, 77.
- Esquema de un corte transversal para ver las relaciones del estómago, 58.
- Esquema de varias formaciones en *Echidna*, 46.
- Esquema para explicar el origen del mesenterio, 17.
- Esquema para explicar el origen del pronefros, 82.
- Esquema para explicar el sitio de origen del sistema renal, 79.
- Esquema para explicar la cámara interna del pronefros, 83.
- Esquema para explicar la cámara interna y externa, 85.
- Esquema para explicar la correspondencia de partes entre las bolsas y la pared del abdomen, 147.
- Esquema para explicar la derivación del oído medio y externo, 278.
- Esquema para explicar la formación del apéndice vermiforme del ciego, 22.
- Esquema para explicar la formación del corazón de amnióticos, 320, 321.
- Esquema para explicar la fusión de cámaras internas, 84.
- Esquema para explicar los primeros cartílagos del cráneo, 379.

- Esquema para explicar los tubos mesonefrales de varios órdenes, 99.
- Esquema para mostrar el desarrollo del epiplón mayor, 24.
- Esquema para mostrar las capas de tejido de un diente en formación, 31.
- Esquema para ver las relaciones del hígado con el mesenterio, 53.
- Esquemas de epitelios musculares, 68, 69.
- Esquemas de Felix para explicar el origen de los canalitos nefrales, 81.
- Esquemas de O. Hertwig para explicar los cambios en el sistema venoso, 353-354.
- Esquemas de O. Hertwig para explicar la formación del esqueletógeno en selacios, 269.
- Esquemas del aparato urogenital, según Brass, 141.
- Estapedia arteria, 384.
- Estereocilios, 262.
- Esternón, 373, 374.
- Esternón (anomalías), 374.
- Esternón cartilagíneo (figura del), 374.
- Estiloidea apófisis, (*processus styloideus*), 383.
- Estiloideo ligamento (*ligamentum styloideum*), 384.
- Estiloides apófisis, 392.
- Estómago, 24.
- Estómago (células principales o secretoras de pepsina del), 62.
- Estómago fusiforme (estadio del), 18.
- Estómago (glándulas del), 62.
- Estrato intermedio (del órgano esmaltífero), 31.
- Estrato subcutáneo, 294.
- Estrecho de Haller (*fretum Halleri*), 323, 330.
- Estrellas del cristalino, 249.
- Estría (banda) genital, 107.
- Estría germinativa, 125.
- Estría lactífera, 306.
- Estríbo, 384, 392, 393.
- Estructura de la piel, 294.
- Estructura del timo, 48.
- Etmoidal región del cráneo, 379.
- Etmoidales células (senos), 288.
- Etmoides (osificación del), 392, 393.
- Eudypetes Chrysocoma*, 301.
- Eustaquio (trompa de), 278, 385.
- Eustaquio (válvula de), 360.
- Evacuación del ovario, 119.
- Evertebral región del cráneo, 379.
- Exocelómica cavidad, 341.
- Exoesqueleto, 365.
- Extremidades (casos teratológicos en las), 408, 409.
- Extremidades (desarrollo de las), 396, 397, 398.
- Extremidades (origen de las), 76.

F

- Falanges del pie (osificación de las), 403, 404, 407.
- Falopio (trompa de), 151, 152.
- Falx cerebri* (hoz del cerebro), 225.
- Faringeales aberturas, 11.
- Faringeales arcos, 11.
- Faringeales bolsas, 11.
- Faringeales surcos, 11.
- Faringeo-timpánico (surco), 278.
- Fascia de Cooper, 146.
- Fémur (osificación del), 405, 406.
- Feocromoblastos, 186.
- Feócromas (cromófilas, cromafines células), 180.
- Feto anencefálico (figura de un), 236.
- Feto (figura de la circulación), 360, 362.
- Feto humano (figura de la lengua de un), 40.
- Feto femenino (figura de un corte sagital medio del cordón genital), 151.
- Feto humano de 5 meses (figura de un corte de timo de), 48.
- Feto humano de 5 meses (tricomía de un corte longitudinal de un dedo), 401.
- Feto humano (figura de un corte transversal de húmero de), 389.
- Feto humano femenino (corte pelviano sagital de un), 152.
- Feto humano normal prematuro (radiografía de un), 411.
- Fibra muscular estriada (fibrillas de la), 66.
- Fibra muscular lisa (fibrillas de la), 66.
- Fibras colágenas, 312.
- Fibras de Sharpey, 34.

- Fibras elásticas, 312.
 Fibras musculares lisas (figura de), 66.
 Fibras musguiformes del cerebelo, 214.
 Fibras trepadoras del cerebelo, 214.
 Fibrilar conjuntivo, 311.
 Fibrillas de la fibra muscular estriada, 66.
 Fibrillas de la fibra muscular lisa, 66.
Fibrosus corpus (albicans), 124.
 Fibula (peroné) osificación de la, 406.
 Fieras, 148.
 Figura de dos cortes de los canales de Wolff y Müller en embriones humanos, 135.
 Figura de cortes de glándulas sebáceas de la nariz del niño recién nacido, 304.
 Figuras de cortes longitudinales de papilas plumíferas, 300.
 Figura de cortes transversales de embrión de conejo de 8 días, 334.
 Figura de cortes de embrión de pollo, 93.
 Figura de cuatro cortes del canal de Müller en formación, 133.
 Figura de esbozos de folículos intestinales, 64.
 Figura de la extremidad pelviana de un embrión humano de 23 y 29 mm., 167.
 Figura de la reconstrucción del esbozo de los pulmones, 51.
 Figura del aparato auditivo de embrión de oveja de 1,6 cm., 263.
 Figura de fibras musculares estriadas con detalles citológicos, 67.
 Figura de fibras musculares lisas, 66.
 Figura de gonocitos en el embrión de conejo de 10 días, 110.
 Figura de la fosita auditiva, 261.
 Figura de las fositas ópticas en el conejito de Indias, 245.
 Figura de haces primitivos de *Rana esculenta*, 73.
 Figura de la glándula genital de embrión de conejo de 15 días, 112.
 Figura de la circulación alantoidea en el embrión de pollo, 342.
 Figura de la cabeza con fisura labial, 385.
 Figura de la cavidad pleuro-pericardial de un embrión del conejito de Indias, 333.
 Figura de las cavidades del corazón, formándose, 325, 326.
 Figura de la cintura pelviana de niño recién nacido, 405.
 Figura de la cintura pelviana en desarrollo, 404.
 Figura de la evolución de las válvulas sigmoideas, 330.
 Figura de la lengua de un feto humano, 40.
 Figura de la red vascular en las branquias, 346.
 Figura de la reconstrucción del mesonefros de selacios, 97.
 Figura de la región laberíntica del embrión humano, 394.
 Figura de las evaginaciones ópticas, 245.
 Figura de las vesículas auditivas del embrión de conejo de 10 días, 262.
 Figura de los miótomos de las aletas de *Spinax niger*, 78.
 Figura de seis estadios del pelo en evolución, 295.
 Figura de un canalito pronefrol de *Amphioxus*, 87.
 Figura de un cono terminal en la conjuntiva del bulbo de ternera, 293.
 Figura de un corpúsculo de Grandry, 293.
 Figura de un corpúsculo de Meissner, 293.
 Figura de un corpúsculo de Meissner en formación, 292.
 Figura de un corpúsculo de Vater-Pacini, 292.
 Figura de un embrión humano de la tercera semana, 382.
 Figura de un embrión humano de 3-4 semanas, 111.
 Figura de un embrión humano de 7,5 mm. para mostrar el origen del oído externo, 280.
 Figura de un folículo lingual, 41.
 Figura de un folículo de Graaf humano, 120.
 Figura de un folículo primitivo de rata, 115.
 Figura de un fragmento del cáliz ocular del tordo, 255.

- Figura de un pelo de conejo en evolución, 296.
- Figura de un rudimento de glándula lactífera (mamaria), 307.
- Figura de una simelia en las extremidades inferiores, 409.
- Figura de un corte de diente de rata, 34.
- Figura de un embrión de *Cercopithecus cynamolgus*, 332.
- Figura de un esbozo pulmonar, 50.
- Figura de un corte con células intersticiales, 128.
- Figura de un corte del caracol de un embrión de gato de 9 cm., 274.
- Figura de un corte de embrión de conejo de 10 días, 44.
- Figura de un corte de embrión de lagarto (*Lacerta agilis*), 92.
- Figura de un corte de la mancha acústica, 268.
- Figura de un corte de la pared de *Hydra fusca*, 68.
- Figura de un corte de la parte secretora de una glándula sudorípara, 306.
- Figura de un corte de la región pelviana de un embrión humano femenino de 4 cm., 159.
- Figura de un corte de ovario de embrión pollo de 5 días, 110.
- Figura de un corte de un conducto semicircular, 272.
- Figura de un corte de un ganglio linfático, 312.
- Figura de un corte de un embrión humano femenino de 25 mm., 157, 158.
- Figura de un corte de una branquia, 43.
- Figura de un corte de una glándula hermafrodita de *Bufo vulgaris*, sapo, 130.*
- Figura de un corte de una glándula péptica, 63.
- Figura de un corte del conejito de Indias, interesando el oído, 279.
- Figura de un corte del cordón umbilical, 310.
- Figura de un corte del hígado humano, 57.
- Figura de un corte del paladar duro de un gato recién nacido, 390.
- Figura de un corte del segmento primitivo de embrión de conejo de 5-6 mm., 77.
- Figura de un corte del vestíbulo del laberinto, 273.
- Figura de un corte en que se sueldan los repliegues que llevan los conductos genitales, 139.
- Figura de un corte frontal de la cabeza de un embrión de conejo de 15 días, 258.
- Figura de un corte frontal de la cola de un renacuajo, 74, 311.
- Figura de un corte frontal de la columna vertebral cartilaginosa, 372.
- Figura de un corte frontal de la región faríngea de un embrión de conejo de 10 días, 43.
- Figura de un corte histológico del corazón de conejo en formación, 324.
- Figura de un corte longitudinal de un embrión de *Bombinator*, 365.
- Figura de un corte longitudinal de un plumón, 301.
- Figura de un corte oblicuo del germen plumífero, 301.
- Figura de un corte perpendicular de la palma de la mano de un recién nacido, 305.
- Figura de un corte perpendicular de la piel, 294.
- Figura de un corte perpendicular de un rudimento de glándula mamaria, 307.
- Figura de un corte sagital de un dedo de feto humano de 5 meses, 302.
- Figura de un corte sagital de un embrión de conejo de 11 días, 76.
- Figura de un corte sagital de embrión de conejo de 12 días, 334.
- Figura de un corte sagital de embrión de tritón, 316.
- Figura de un corte sagital medio del cordón genital de un feto femenino, 151.
- Figura de un corte sagital del saco olfatorio de un embrión humano de 2 meses, 283.
- Figura de un corte sagital pelviano de un feto humano femenino, 152.

- Figura de un corte transversal de embrión de conejo 15 días, 112.
- Figura de un corte transversal de embrión de conejo, 94.
- Figura de un corte transversal de embrión de conejo de 15 días, 61.
- Figura de un corte transversal de embrión de conejo de 15 días, pasando por el estómago, 370.
- Figura de un corte transversal de un embrión de conejo de 17 días, de 2 cm., según Gurwitsch, 137.
- Figura de un corte transversal de embrión de pato, 75.
- Figura de un corte transversal de embrión de *Pristiurus*, 89.
- Figura de un corte transversal de la región torácica de un embrión de conejo de 15 días, 335.
- Figura de un corte transversal de *Petromyzon Planeri* (lamprea), 72.
- Figura de un corte transversal de renacuajo de 13-14 días, 91.
- Figura de un corte transversal del pelo, 297.
- Figura de un corte transversal del seno urogenital, 150.
- Figura de un corte transversal de un embrión de *Bombinator*, 90.
- Figura de un corte transversal de un embrión humano femenino, 139, 140.
- Figura de un corte transversal de un embrión de pollo 4.º día, 107.
- Figura de un corte transversal de un embrión de salmón, 108.
- Figura de un corte transversal de un embrión de tritón, 317.
- Figura de un corte transversal del húmero de un feto humano de 4 meses, 389.
- Figura de un tejido adiposo, 314.
- Figura de un tubo del riñón del hombre, 103.
- Figura de una hipospadia de un niño de año y medio, 178.
- Figura de una mano y pie con polidactilia, 408.
- Figura de una porción de timo de un feto humano de 5 meses, 48.
- Figura del aparato lacrimal, 259.
- Figura del bloque de parafina, 457.
- Figura del canal o tubo epoofórico, 150.
- Figura del cuerpo amarillo, 121.
- Figura del descenso testicular en un embrión humano de 25 centímetros, 146.
- Figura del epitelio de la región ampular de la cresta acústica, 266.
- Figura del esbozo del corazón en un embrión de gato, 316.
- Figura del esqueleto de la mano en osificación, 403.
- Figura del esbozo del metanefros del conejo, 101.
- Figura del esternón cartilagíneo, 374.
- Figura del esbozo del pabellón de la oreja, 281.
- Figura del hígado de un feto humano de 8 meses, 359.
- Figura del hígado de conejo inyectado, 56.
- Figura del laberinto del sapo (*Bufo vulgaris*), 276.
- Figura del ojo en evolución de *Pelodytes punctatus*, 249.
- Figura del órgano de Corti, 271.
- Figura del embrión de vaca de 6 meses, 118.
- Figura del primer esbozo del hígado, 54.
- Figura del riñón y cápsula suprarrenal de un feto humano, 104.
- Figura del residuo del cuerpo de Wolff en la hembra, 149.
- Figura de residuos mesonefrales, según Kollmann, 143.
- Figura del suelo de la boca de un embrión humano, 40.
- Figura del testículo de *Ichthyophis glutinosa*, 127.
- Figura del testículo de embrión de conejo de 15 días, 126.
- Figura del utrículo cardíaco de un embrión de tritón, 318, 319.
- Figura plástica de un embrión humano, según Kölliker, 136.
- Figuras para explicar las transformaciones del corazón primitivo, 322 y sigs.
- Fijadores, 448.
- Filamento terminal (*filamentum terminale*), de la médula espinal, 199.
- Filamentos branquiales, 43.
- Fimosis, 177.

- Fisiológico (principio), 2.
 Fisura labial de cabeza humana (figura de), 385.
 Fisura petrotimpánica o de Glaser, 392.
Fissura calcarina (cisura calcarina), 228.
Fissura choroidea (cisura coroidea), 228.
Fissura hippocampi (cisura del hipocampo o del asta de Ammon), 228.
Fissura sterni, 374.
 Fístula urorectal, 178.
 Foliculares células del oocito, 117.
 Folículo de Graaf humano (figura de un), 120.
 Folículos de Graaf (magnitud de los), 122.
 Folículo lingual (figura de un), 41.
 Folículo pelífero conjuntivo, 298.
 Folículos intestinales (figura de esbozos de), 64.
 Folículos intestinales (repetitorio), 420.
 Folículos linguales, 40.
 Folículos linguales (repetitorio), 419.
 Folículos primitivos, 115.
 Folículos primitivos (origen de los), 115.
 Folículos primitivos (suerte ulterior de los), 118.
 Fondo de saco de Douglas, 160.
 Fondo de saco vesíco-uterino, 160.
 Fornix (bóveda de los tres pilares), 228.
 Fornix o bóveda de los tres pilares (comisura del), 233.
Foramen coecum, 40, 44, 289.
Foramen incisivum, 395.
Foramen ovale, 327, 328.
Foramen Panizzae, 330.
 Formación de dientes en el hombre, 28 y sigs.
 Formación de venas cavas, 352, 353.
 Formación del corazón, 315.
 Formación del corazón (repetitorio), 440.
 Formación del oído, 260 y sigs.
 Formación del uréter, pelvis, etc., 100-101.
 Fosa (cisura de Sylvio), 225.
 Fosa romboidal, 210.
 Fosas de Howship, 38.
 Fosas nasales, 284, 285.
 Fosas nasales (complicaciones de las), 285, 286.
 Fosas nasales (fin y aptitud de las), 284.
 Fosas nasales (senos o divertículos de las), 288.
 Foseta auditiva (figura de la), 261.
 Fosita olfatoria, 282.
 Fosita óptica (*foveola optica*), 244.
 Fotografía de un corte transversal abdominal de un embrión de conejo de 15 días, 349.
 Fotografía de un corte transversal de embrión de conejo de 13 días, 98.
 Freno-cólico ligamento, 25.
 Freno del prepucio, 170.
Fretum Halleri (estrecho de Haller), 323, 330.
 Frontal, 393.
 Frontal (prominencia), 10.
 Función del apéndice vermiforme del ciego, 22, 23.
- G
- Galeus canis* (encéfalo de), 235.
 Ganglio acústico, 271.
 Ganglio auditivo, 261.
 Ganglio colear, 270.
 Ganglio de Böttcher, 271.
 Ganglio de Scarpa, 271.
 Ganglios craneales, 240, 244.
 Ganglios espinales (origen de), 239.
 Ganglios espinales (repetitorio), 433.
 Ganglios (glándulas) linfáticos, 362.
 Ganglios linfáticos (seno externo de), 363.
 Ganglios simpáticos (origen de), 242, 243.
 Ganoideos, 96.
 Ganoideos (formación del corazón en), 318.
 Garganta (boca) de lobo, 386.
 Gastro-cólico ligamento, 25.
 Gato de mar, *Mustelus laevis* (figura de la cuerda dorsal del), 367.
 Gato (disposición del mesenterio del), 23.
 Gato (figura de un corte transversal de la región torácica de un embrión de 25 mm. de), 336.

- Gadus morrhua*, bacalao (hermafroditismo de), 129.
 Gato (figura del esbozo del corazón en un embrión de), 316.
 Gato recién nacido (figura de un corte del paladar duro de un), 390.
 Gelatina de Wharton, 310.
 Gelatinoso (hialino) conjuntivo, 310.
 Genital banda o estría, 107.
 Genital cordón, 139, 165.
 Genital cresta o prominencia, 111.
 Genital pliegue, 126.
 Genital rodete, 168.
 Genital sistema (estado indiferente), 106.
 Genitales (células o elementos) y somáticos, 107, 108.
 Genitales cordones, 125.
 Genitales tiras, 111, 112, 113.
 Germen dentario, 28.
 Germen pilífero, 299.
 Germinatriz capa (*rete Malpighii*), 294.
 Germinativa estría, 125.
 Gimnofiones, 80, 86.
 Giraldés (cuerpo innominado de), 143.
 Glándula (esbozo del), 167.
 Glándula carotídea, 190.
 Glándula lactífera o mamaria (figura de un rudimento), 307.
 Glándula péptica (figura de), 63.
 Glándula sudorípara (figura de un corte de), 306.
Glandulae tartaricae, 35.
 Glándulas areolares (de Montgomery), 308.
 Glándulas vulvo-uretrales y vulvo-vaginales, 175.
 Glándulas de Bertholini, 175.
 Glándulas de Cowper, 172.
 Glándulas de Lieberkühn (criptas), 63.
 Glándulas de Littre, 172.
 Glándulas de Meibomio, 257, 258.
 Glándulas del cerumen, 281.
 Glándulas del estómago, 62.
 Glándulas del estómago (células principales o secretoras de pepsina), 62.
 Glándulas (ganglios) linfáticas, 363.
 Glándulas intestinales (repetitorio), 420.
 Glándulas lacrimales, 259.
 Glándulas lactíferas, 306.
 Glándulas lactíferas (repetitorio), 439.
 Glándulas paratiroides, 47.
 Glándulas salivares (repetitorio), 419.
 Glándulas sebáceas, 303, 304.
 Glándulas sebáceas sin bulbo pilífero, 175.
 Glándulas sebáceas (repetitorio), 439.
 Glándulas sudoríparas, 304, 305.
 Glándulas sudoríparas (repetitorio), 439.
 Glándulas tiroideas (tiroideas), 47.
 Glomérulo, 84.
 Glomérulos, 81.
 Glomérulos de *Amphioxus* (figura de), 88.
 Glomo, 85.
 Gonal parte del epitelio germinal, 148.
 Gonocitos, 108, 109.
 Gonocitos primarios (células genitales primarias), 110.
 Gran simpático, 241 y sigs.
 Gran simpático (repetitorio), 434.
 Granulosa (membrana), 119.
 Graso o adiposo tejido, 313.
 Grieta cerebral, 216.
 Grueso (intestino), 19.
 Gubernáculo de Hunter, 139, 145.
 Gubernáculo de Hunter (ligamento inguinal), 154.
 Gubernáculo del diente (*gubernaculum dentis*), 31.
 Gustativos corpúsculos, 290.
 Gustativas yemas (corpúsculos), 290.
- H**
- Haces musculares primitivos de *Rana esculenta*, 73.
Hamatum (hueso unciforme) osificación del, 403.
 Hassal (corpúsculos de), 49.
 Hassal (corpúsculos de) en la acondroplasia, 412.
Hatteria (ojo parietal de), 218.
Hatteria punctata (corte del ojo pineal de), 220.
 Haz muscular primitivo, 69.
 Hélix del pabellón del oído, 281.

- Hembra (figura de los residuos del cuerpo de Wolff en la), 144.
- Hemiázigos (vena), 356.
- Hemisferios cerebrales, 225.
- Hemorrágico cuerpo (*corpus haemorrhagicum*), 122.
- Hendidura cerebral anterior, 229.
- Hendidura lateral, 229.
- Hendidura ocular, 255, 257.
- Hendidura posterior del encéfalo, 209.
- Hepático conducto, 58.
- Hepático parénquima, 56, 57.
- Hermafroditismo verdadero, 129.
- Hermafroditismo verdadero funcional, 129.
- Hermafroditismo verdadero inicial, 129.
- Hermafroditismo verdadero (repetitorio), 427.
- Hepático conducto, 58.
- Hepático parénquima, 56, 57.
- Hernia torácica (origen de la), 337.
- Hiato de Winslow, 59.
- Hidátada sentada de Morgagni, 144.
- Hígado, 24, 52 y sigs.
- Hígado (causa de la asimetría del), 58.
- Hígado (causa de su desarrollo), 52.
- Hígado (circulación en el), 356, 359.
- Hígado de un feto humano de ocho meses, 359.
- Hígado (figura del primer esbozo del) 54.
- Hígado (esquema para ver sus relaciones con el mesenterio), 53.
- Hígado humano (figura de un corte), 57.
- Hígado (*ligamentum coronarium* del), 58.
- Hígado (*ligamentum suspensorium* del), 58.
- Hígado (*ligamentum teres* del), 58.
- Hígado (origen del), 54.
- Hígado (relaciones de magnitud intra y extrauterina del), 59.
- Hígado (relaciones del), 57.
- Hígado (repetitorio), 420.
- Hígado (sus ligamentos), 57.
- Hígado (vasos del), 56.
- Himen (origen del), 175.
- Hinchazón cervical (*intumescencia cervicalis*), 200.
- Hioideo arco, 383.
- Hioides, 383, 394.
- Hiomandibular, 383.
- Hipófisis, 221.
- Hipogástrica arteria, 350.
- Hipospadia, 177.
- Histogénesis, 1.
- Histogénesis del cerebelo, 212.
- Hocico de tenca, 152.
- Hoja cutáneo-sensitiva (ectodermo), 191.
- Hoja intermedia (mesénquima), 65.
- Hoja intermedia (órganos derivados de la), 309 y sigs.
- Hojas musculares, 69.
- Hojas musculares (esquema de), 69.
- Holmaturus* (tracto genital de), 155.
- Hombre (conducto excretor del páncreas del), 62.
- Hoz del cerebro (*falx cerebri*), 225.
- Huesecitos del oído, 393.
- Huesecitos del oído (origen de los), 279, 385.
- Hueso acetabular (*os acetabuli*), 405.
- Hueso coracoides, 399.
- Huesos de revestimiento (Belegknochen), 380, 387.
- Hueso escamoso (*os squamosum*), 392.
- Hueso grande (*capitatum*): osificación del, 402.
- Hueso interparietal, 391.
- Hueso malar, 393.
- Hueso primordial (de substitución): concepto, 387.
- Hueso petroso (*os petrosum*), 392.
- Hueso pterigoideo (*os pterygoideum*), 395.
- Hueso timpánico (*os tympanicum*), 392.
- Hueso zigomático, 393.
- Huesos carpianos, 402.
- Huesos del tarso (osificación de los), 406.
- Huesos primordiales o de substitución y huesos de revestimiento o de cubierta de la cabeza, 390.
- Huesos sesamoideos, 407, 408.
- Humano embrión (corte de la región faríngea de un), 13.

Humano embrión de 3-6 semanas (figura de un), 111.
 Humano embrión de la quinta semana, 14.
 Humano feto de cinco meses (figura de un corte del timo de un), 48.
 Humano embrión (figura de la lengua de un), 40.
 Humano embrión (figura del suelo de la boca de un), 40.
 Humano feto (figura del riñón y cápsula suprarrenal de un), 104.
 Húmero (osificación de), 402.
 Humor acuoso, 252.
 Humor vítreo, 246, 251.
 Hunter (gubernáculo de), 139.
Hydra fusca (figura de la pared de), 68.

I

Ichthyophis glutinosa (figura del testículo de), 127.
 Ideales del buen maestro, 463.
 Iliacas arterias, 350.
 Ilión, 24, 404, 405.
 Incisivos dientes, 34, 35.
 Indiferencia del sistema genital (repetitorio), 424.
 Inflexión de la nuca, 203.
 Inflexión del puente, 203.
 Inflexión mesencefálica, 203.
 Infundíbulo, 217, 221.
 Inginal anillo, 145.
 Inginal canal, 145.
 Insectívoros y roedores (testículo de), 147.
 Intermaxilares (premaxilares), 394.
 Intermedia hoja (mesénquima), 65.
 Interparietal hueso, 391.
 Interrenal órgano de selacios, 181.
 Intersticiales células, 128, 129.
 Interventricular tabique, 328.
 Intervertebral disco, 370.
 Intervertebrales ligamentos, 370.
 Intestinal amígdala, 22.
 Intestinal (asa) primitiva, 19.
 Intestino caudal, 160.
 Intestino caudal o postanal, 7, 9.
 Intestino delgado, 19.
 Intestino (figura de esbozos de folículos del), 64.

Intestino grueso, 19.
 Intestino (vellosidades del), 63, 64.
Intumescencia cervicalis (hinchazón cervical), 200.
Intumescencia lumbaris (hinchazón lumbar), 200.
 Iris, 254.
 Isla de Reil (*insula Reilii*), 226.
 Isótropa substancia de la fibrilla muscular estriada, 60.
 Isquion, 404, 405.

L

Laberintial región del cráneo, 379.
 Labio de liebre (leporino), 386.
 Labios aurículo-ventriculares, 327.
 Labios mayores (origen de los), 175.
 Labios menores (origen de los), 173.
Lacerta muralis (lagartija), 91.
 Lacrimal carúncula, 259.
 Lagartija (*Lacerta muralis*), 9.
 Lagarto, *Lacerta agilis* (figura de un corte de embrión de), 92.
 Lagartos (ojo parietal de), 218.
 Lactífera estría, 306.
 Lactíferas (glándulas), 306.
 Lactífero seno, 307.
 Lámina del Dr. Brass, 12.
 Lámina dentífera, 30, 31.
 Lámina intermedia del sistema renal, 80.
 Lámina espiral ósea, 274.
 Lámina obscura (*fusca*) o supracoroides de la coroides, 252.
 Lámina (placa) solar del tubo nervioso, 195.
 Lámina (placa nerviosa), 192.
 Lámina (placa) tectriz del tubo nervioso, 195.
 Lámina terminal (de cierre), 232.
 Lámina terminal del cerebro, 225.
 Lámina vascular de la coroides, 252.
 Láminas de cera (preparación de las), 458.
 Láminas (placas) laterales del tubo nervioso, 195.
 Laminilla muscular, 68.
 Lanugo, 299.
 Laringe, 44.
 Lateral apófisis, 375, 376.
 Lato ligamento, 156.

- Laberinto de embrión de oveja de 2,6 cm. (figura), 269.
 Laberinto en formación de embrión de conejo de quince días (figura), 264.
 Laberinto en la serie animal, 276.
 Laberinto olfatorio, 287.
 Lagena de anfibios y peces, 276.
 Laxo conjuntivo, 313.
 Leche de brujas (Hexenmilch), 308.
 Lengua, 39, 40.
 Lengua de feto humano de seis meses (figura), 290.
 Lengua (origen de), 39.
 Lengua (repetitorio), 419.
 Lengua (tubérculo impar de la), 39.
 Leporino labio, 386.
 Ligamento coronario del hígado, 338.
 Ligamento diafragmático de Kölliker, 137, 138, 145.
 Ligamento estiloideo (*ligamentum styloideum*), 384.
 Ligamento freno-cólico, 25.
 Ligamento gastro-cólico, 25.
 Ligamento hepático-umbilical (*ligamentum hepato-umbilicale*), 358.
 Ligamento lato, 154, 156.
 Ligamento redondo, 160.
 Ligamento redondo o teres (*ligamentum teres uteri*), 154.
 Ligamento suspensorio hepático, 338.
 Ligamento teres hepático, 338.
 Ligamento utero-ovárico (*ligamentum ovarii*), 154, 160.
 Ligamento vésico-umbilical medio (origen del), 165.
 Ligamentos del hígado, 57.
Ligamenta intermuscularia, 373.
 Ligamentos intervertebrales, 370.
 Ligamentos periarticulares, 414.
Ligamentum coronarium (ligamento coronario del hígado), 58.
Ligamentum hepato-duodenale (ligamento hepato-duodenal), 58.
Ligamentum hepato-gastricum (ligamento hepato-gastro), 58.
Ligamentum ovarii (ligamento utero-ovárico), 154.
Ligamentum suspensorium hepatis (ligamento suspensor del hígado), 58.
Ligamentum teres hepatis (ligamento teres del hígado), 58.
 Limbo de Vieussen, 328.
 Línea de Amici, 67.
 Línea de células ontogénicas desde la segmentación, 107.
 Línea de Krause, 67.
 Líneas o puntos de referencia para el modelado en cera, 456, 457.
 Linfático sistema, 362 y sigs.
 Linfáticos ganglios (glándulas), 362.
Liquor folliculi, 119.
 Lipomínicas (células) lutihipóidicas o paraluteínicas, 123.
 Lobulillo de la oreja, 281.
 Lóbulo anular primitivo del cerebro, 230.
 Lóbulo basal del cerebro, 226.
 Lóbulo circular del cerebro, 226.
 Lóbulo frontal del cerebro, 227.
 Lóbulo occipital del cerebro, 227.
 Lóbulo olfatorio (rinencéfalo), 282.
 Lóbulo parietal del cerebro, 227.
 Lóbulo temporal del cerebro, 226, 227.
 Loris (lemúridos), 174.
 Lugar de origen del sistema renal o urinario, 80.
 Lugar de origen del sistema renal (repetitorio), 422.
 Lumbares vértebras, 375.
Lunatum (hueso semilunar) osificación del, 402.
 Lutihipóidicas (células lipomínicas, paraluteínicas), 123.
 Luteínicas células, 123.
 Lúteo (amarillo) cuerpo, 122.

M

- Macaco, 174.
 Magnitud de los folículos de Graaf, 122.
 Malar (hueso), 393.
 Mamas, 306.
 Mamíferos (tubo digestivo de), 3.
 Mamíferos (pronefros de), 94.
 Mandíbula inferior (articulación de la), 416.
 Mancha acústica, 268.
 Mano (esqueleto en osificación de la), 405.
 Manto, 226.
 Marfil (dentina), 27, 28.
 Marfil (membrana del), 31.

- Marsupiales, 140.
 Marsupiales (perforaciones interauriculares), 328.
 Marsupiales (vagina doble de), 155.
 Marsupiales (tracto genital de), 155.
 Martillo del oído, 383, 392, 393.
 Masa celular intermedia, 80.
 Masas laterales de las vértebras sacrales, 376.
 Material de estudio, 447, 448.
 Matriz del pelo, 297.
 Maxilar superior, 394.
 Maxilares prominencias, 10.
 Meatos de las conchas, 287.
 Meckel (cartílago de), 383, 394, 395.
 Meconio, 59, 60, 295.
 Mediastino, 336.
 Médula espinal (crecimiento de toda la médula), 198, 199.
 Médula espinal de un embrión de pollo (corte transversal de la), 197.
 Médula espinal (primeros estadios evolutivos de la), 192.
 Médula oblongada, 208.
 Medulares cordones, 125.
 Meissner (corpúsculos de), 292.
Meleagris gallopavo (corte de la glándula pineal de), 218.
 Membrana adamantina (esmaltefera), 30.
 Membrana anal, 7, 8.
 Membrana buco-nasal de mamíferos, 284.
 Membrana cloacal, 160, 162.
 Membrana de Bowman, 252.
 Membrana de Descemet, 252.
 Membrana del marfil o dentífera, 31.
 Membrana esmaltefera (adamantina), 30.
 Membrana granulosa, 119.
 Membrana inferior reuniente (*membrana reuniens inferior*), 322.
 Membrana limitante externa de la retina, 254.
 Membrana nictitante, 259.
 Membrana tectriz, 271.
 Membrana timpánica (tímpano), 279, 280.
 Membrana vitelina, 119.
 Membranoso cráneo, 377.
 Meniscos fibrosos de las articulaciones, 415.
 Menopausia, 122.
 Mesencéfalo, 200, 211 y sigs.
 Mesénquima (etimología de), 309.
 Mesénquima (hoja intermedia), 65.
 Mesénquima y sus derivaciones (repetitorio), 439.
 Mesentérica superior e inferior (arteria), 350.
 Mesenterio (adherencias del), 23, 24.
 Mesenterio (cambio del), 23.
 Mesenterio dorsal, 53.
 Mesenterio duodenal anterior, 53.
 Mesenterio (esquemas para explicar el origen del), 17.
 Mesenterio (origen del), 15, 16.
 Mesenterio (raíz del), 23.
 Mesenterio ventral, 53, 58.
 Mesocardio, 53.
 Mesocolon, 24.
 Mesocolon transverso, 24.
 Mesogastrio, 23.
 Mesogastrio anterior o ventral, 53.
 Mesonefros, 95 y sigs.
 Mesonefros (crecimiento del), 99.
 Mesonefros (repetitorio), 423.
 Mesonefros (riñones secundarios), 78, 80.
 Mesonefros (tiempo, lugar y modo de originarse el), 95.
 Mesonefros tubos simples y compuestos, 100.
 Mesoóforo, 138.
 Mesorquio, 138, 157.
 Mesosalping, 159.
 Mesovario, 138.
 Mesovario (mesoóforo), 157, 158.
 Metacarpianos (osificación de los), 403.
 Metanefros, 85.
 Metanefros (repetitorio), 424.
 Metanefros (riñón definitivo de amnióticos), 100 y sigs.
 Metanefros (riñones terceros o definitivos), 79.
 Metaplasia, 389.
 Metatarsianos (huesos) osificación de los, 406, 407.
 Metencéfalo (región del cerebelo), 202.
 Métodos gráficos, 461.
 Microfotografía, 459.
 Microfotografía de un corte con la lámina dentífera, 32.

- Microptografía de un corte de embrión de conejo con el esbozo del bazo, 364.
- Microfotografía de un corte sagital de un embrión de conejo de quince días, 371.
- Microfotografía de un corte transversal de un embrión de conejo de diez y ocho días, 373.
- Microfotografía de un corte transversal de un embrión de *Pelodytes punctatus*, 366.
- Mielencéfalo (región del cuarto ventrículo), 202.
- Miembro viril (pene), 168.
- Miniopterus Schreiberii*, 184.
- Miocardio, 317.
- Miocele, 71.
- Mionemas, 67.
- Miótomo, 70.
- Miótomo de amnióticos, 74.
- Miótomo de anfibios, 73.
- Miótomo de selacios, 74.
- Miótomo (repetitorio), 421.
- Miótomos de las aletas de *Spinax niger* con figura, 78.
- Mitral válvula, 327.
- Mixinoideos, 80.
- Mixinoideos (canal del pronefros de), 86.
- Mixinoideos (riñón definitivo de), 89.
- Modelado en cera, 454 y sigs.
- Modelo de la formación de canales del riñón humano, 102.
- Modelo de la región cloacal de un embrión humano de 6'5 mm., 161.
- Modelo de la región pelviana de un embrión humano de 29 mm., 164.
- Modelo del laberinto de un embrión de cerdo de 18 mm. (figura de un), 265.
- Modelo del laberinto de un embrión de cerdo de 30 mm. (figura), 265.
- Modelo del laberinto de víbora (*vipera berus*), 275.
- Modelo (figura) del cráneo primordial de un embrión humano de 8 cm., 380, 381.
- Modelo plástico de la cabeza de un embrión humano de 10,5 mm., 281.
- Modelo plástico del estadio caliciforme del ojo, 247.
- Modelo plástico del laberinto de *Torpedo ocellata*, 277.
- Modíolo, 270, 273.
- Modo de crecer del canal del pronefros, 86.
- Molares (dientes), 35.
- Molares (origen de los), 35.
- Monitor* (ojo parietal de), 218.
- Monofiodontes, 28.
- Monotremas, 140.
- Monotremas (etimología de la palabra), 161.
- Monotremas (perforaciones interauriculares), 328.
- Monotremas (testículo oculto de), 147.
- Movimientos del estómago, 20.
- Muelas del juicio, 38.
- Multangulum majus* (trapecio): osificación del, 402.
- Multangulum minus* (trapezoide): osificación del, 402.
- Muro epitelial del glande, 167.
- Musca domestica*, 67.
- Muscular célula (grados de diferenciación de la), 67.
- Muscular fibra estriada (figura de detalles de la), 67.
- Muscular fibra estriada (fibrillas de la), 66.
- Muscular fibra lisa (fibrillas de la), 60.
- Muscular laminilla, 68.
- Musculares cajas (esquema de), 70.
- Musculares elementos (especificidad de los), 65.
- Musculares hojas (esquema de), 65.
- Musculares laminillas, 69.
- Musculatura (origen de la), 65.
- Músculo constrictor de la pupila (esfínter), 254.
- Músculo cremáster, 146.
- Músculo del tímpano (*musculus tympani*), 385.
- Músculo dilatador de la pupila, 254.
- Músculo elevador del pelo (*musculus arrector pili*), 298.
- Músculos de la cabeza (origen de los), 65.
- Músculos de las extremidades de selacios (origen de los), 75.
- Músculos de las extremidades (origen de los), 75.

Músculos (el neuroesqueleto como causa impulsora de la formación de), 77.
 Músculos (multitud y variedades de), 77.
 Musculatura, 65 y sigs.
 Musculito del estribo (*musculus stapedius*), 385.
 Musguiformes fibras del cerebelo, 214.
Mustelus laevis, gato de mar (figura de la cuerda dorsal de), 367.

N

Nariz (configuración externa de la), 288, 289.
 Nasal campo, 282.
 Nasales (huesos), 393.
Naviculare (escafoides): osificación del, 402.
 Nefrósporo de *Amphioxus*, 88.
 Nefróstoma, 83, 93.
 Nefróstomas de *Rana*, 90.
 Nefróstomas de *Salamandra*, 90.
 Nefróstomas de tritón, 90.
 Negro cuerpo (*corpus nigrum*), 122.
 Neoplasia, 389.
 Nervio acústico, 271.
 Nervio laríngeo inferior o recurrente (recorrido del), 349.
 Nervio óptico, 256, 257.
 Nervios periféricos, 237 y sigs.
 Nervios (repetitorio), 434.
 Neurentérico canal, 6.
 Neuroblastos, 196.
 Neuroesqueleto como causa impulsora de la formación de músculos, 77.
 Neuroesqueleto definitivo, 368 y siguientes.
 Neuroesqueleto primitivo, 365 y siguientes.
 Neurómeros, 208.
 Neuronas, 198.
 Neuróporo, 193.
 Ninfas o labios menores (origen de las), 173.
 Notocordio (cuerda dorsal), 365.
 Núcleo celular gelatinoso del disco intervertebral, 370.
 Núcleo del cristalino, 249.
Nucleus candatus, 226.

Nucleus lentiformis, 226.
 Número de surcos faríngeales, 13.

O

Obscura lámina de la coroides, 252.
 Observación de la circulación de la sangre en las branquias de salamandra, 43.
 Occipital basal, 391.
 Occipital (osificación del), 391.
 Occipitales laterales, 391.
 Occipital superior, 391.
 Odontoblastos, 27, 31.
 Odontoides apófisis, 375.
 Oído externo, 280, 281.
 Oído (formación del), 260 y sigs.
 Oído interno, 260 y sigs.
 Oído medio, 277.
 Oído (repetitorio), 436.
 Ojo, 244 y sigs.
 Ojo de larva de *Salamandra* (figura del), 253.
 Ojo en evolución de *Pelodytes punctatus* (figura del), 249.
 Ojo (modelo plástico del estadio caliciforme del), 247.
 Ojo (órganos auxiliares del), 257 y siguientes.
 Ojos (repetitorio), 434.
 Olfatorio aparato, 281 y sigs.
 Olfatorio campo, 282.
 Olfatoria región de las fosas nasales, 284.
 Olfato (repetitorio), 436.
 Omento (epiplón) mayor, 25.
 Omóplato, 399.
 Onfalomesentéricas venas, 53, 54.
 Ontogénico (principio), 2.
 Ontogénicos elementos (carácter primitivo de los), 107.
 Ontogénicos elementos (emigración de), 126.
 Oocito (células foliculares del), 117.
 Oogonios, 113, 114.
 Opinión homogénica sobre la cápsula suprarrenal, 183.
 Opiniones sobre el modo de originarse las fibras nerviosas, 238.
 Oreja, 281.
Ora serrata, 255.
 Orbital región del cráneo, 379.
 Orden de aparición de los dientes definitivos, 38.
 Órgano de Corti, 270.

- Órgano de Corti (figura del), 271.
 Órgano de Jacobson, 286.
 Órgano del esmalte, 30.
 Órgano del esmalte (estrato intermedio del), 31.
 Órgano interrenal (de selacios), 181.
 Órgano parietal de reptiles, 218.
 Órganos auxiliares del ojo, 257 y siguientes.
 Órganos de la faringe, 42 y sigs.
 Órganos de la faringe (repetitorio), 419.
 Órganos derivados de la hoja intermedia, 309 y sigs.
 Órganos derivados del entodermo, 3.
 Órganos derivados del mesénquima, 315.
 Órganos derivados del ectodermo, 191 y sigs.
 Órganos ectodérmicos en general (repetitorio), 430.
 Órganos genitales (divergencias y anomalías), 155 y sigs.
 Órganos urogenitales, 160 y sigs.
 Órganos genitales externos de un embrión humano femenino, 172.
 Órganos genitales externos de un embrión humano masculino, 168, 169.
 Órganos urogenitales externos (repetitorio), 428.
 Organogénesis (concepto de la), 1.
 Organogénesis (división de la), 2.
 Orificio de desagüe (Spritzloch), 383.
 Origen de la hernia torácica, 337.
 Origen de la aorta, 330.
 Origen de la arteria pulmonar, 330.
 Origen de la musculatura, 65.
 Origen del hígado, 54.
 Origen del miembro genital (pene o clítoris), 166 y sigs.
 Origen del pronefros, 82.
 Origen de las células foliculares del oocito, 117.
 Origen de los folículos primitivos, 115.
 Origen de los ganglios simpáticos, 242, 243.
 Origen de los huesecitos del oído, 385.
 Origen de los músculos (repetitorio), 421.
 Origen de los ventrículos del encéfalo, 205, 206.
 Origen ectodérmico de la cavidad bucal, 11.
 Origen doble del metanefros, 100.
Os acetabuli (hueso acetabular), 405.
Os carocoideum, 399.
Os petrosus (hueso petroso), 392.
Os squamosum (hueso escamoso), 392.
Os tympanicum (hueso timpánico), 392.
 Oseas vértebras, 372.
 Óseo tejido, 314.
 Osificación de las vértebras primitivas o cartilagíneas, 372.
 Osificación de los dientes definitivos, 38.
 Osificación del esqueleto de la cabeza, 386 y sigs.
 Osificación endocondral, 388.
 Osificación pericondral, 388.
 Osteoblastos, 372, 388.
Ostium abdominale tubae, 159.
 Otocistos, 261.
 Otolito, 261.
 Otolitos (otoconios), 268.
 Ovario, 113.
 Ovario de coneja a los diez y ocho días después del nacimiento, 114.
 Ovario (primeros estadios del), 114.
 Ovario (repetitorio), 425.
 Ovigeras (pelotas), 115.
 Oveja (conducto excretor del páncreas de la), 62.
 Oveja (figura de un corte sagital de embrión de), 9.
 Oveja (figura del laberinto de embrión de 2,6 cm. de), 269.
 Oviducto (trompa), 151.
- P**
- Pabellón de la oreja (figura del esbozo), 281.
 Pabellón de la trompa de Falopio, 152, 153, 158.
 Paladar de un embrión humano de 3,8 cm. (figura), 284.
 Palato cuadrado, 383.
 Palomo (figura de la vesícula cristalina del embrión de), 252.
 Páncreas, 24, 25, 61 y sigs.

- Páncreas (diversidad de conducción en el estado definitivo del), 62.
- Páncreas (estado definitivo extraperitoneal del), 62.
- Páncreas (origen intraperitoneal del), 62.
- Páncreas (reconstrucción de un esbozo del), 60.
- Páncreas (repetitorio), 420.
- Papila del pelo, 297.
- Papila plumífera, 300.
- Papilas circunvaladas, 289, 290.
- Papilas circunvaladas (origen de las), 40.
- Papilas foliadas, 289, 290.
- Paracordal región del cráneo, 379.
- Paracordales cartílagos, 377.
- Paradídimo, 143, 149.
- Paráfisis, 219, 220.
- Paraganglio, 186.
- Paraganglionares células, 186, 187.
- Paraluteínicas células de Pinta, 123.
- Paratiroides (glándulas), 47.
- Parciales (superficiales) surcos del cerebro, 224.
- Parénquima hepático, 56, 57.
- Parietales, 393.
- Paroóforo, 148, 149, 159.
- Párpados, 257, 258.
- Párpados (figura de), 258.
- Parte basilar del laberinto de anuros, 276.
- Parte membranácea del *septum ventriculorum*, 330.
- Patella* (rótula): osificación de la, 406.
- Pato (figura de un corte transversal de embrión de), 75.
- Peces (vejiga urinaria), 166.
- Pedúnculo segmentar, 80.
- Pedúnculos cerebrales, 211.
- Pelo (cambio periódico de), 299.
- Pelo del conejo en evolución (figura del), 296.
- Pelo en evolución (figura de sus estadios), 295.
- Pelo (figura de un corte transversal del), 297.
- Pelo (matriz del), 297.
- Pelo (papila del), 297.
- Pelo (vainas del), 297, 298.
- Pelos, 296 y sigs.
- Pelos (repetitorio), 438.
- Pelodytes punctatus* (microfotografía de un corte transversal de un embrión de), 366.
- Pelotas (nidos) ovíferas, 115.
- Pelotón glomerular de la glándula sudorípara, 305.
- Pelviana cintura, 404.
- Pene dividido de *Didelphys phillander*, 155.
- Pene (origen del), 166 y sigs.
- Penísquisis, 177.
- Pennae* (plumas), 302.
- Pépsica glándula (figura de un corte de una), 63.
- Periarticulares ligamentos, 414.
- Pericardial cavidad, 334.
- Pericardial-peritoneal canal de selacios, 337.
- Pericondral osificación, 388.
- Perisodáctilos, 148.
- Peritoneal cavidad, 334.
- Peritoneo, 53.
- Peritoneo diafragmático, 337.
- Peroné (fíbula): osificación de, 406.
- Perro (conducto excretor del páncreas del), 62.
- Perro (disposición del mesenterio del), 23.
- Perro (figura de un corte sagital de un embrión de), 9.
- Persdotter Augusta* (hermafrodita), 131.
- Pestañas, 257.
- Petromizontes*, 95.
- Petromizos* (hermafroditismo de), 129.
- Petromyzon Planeri* (figura de un corte transversal que pasa por el miótono), 72.
- Petroso hueso (*os petrosum*), 292.
- Pflüger (cordones de), 114.
- Pía-madre, 200.
- Pie del hipocampo (asta de Ammón), 227.
- Piel (estructura de la), 294.
- Piel y sus dependencias, 293 y sigs.
- Piel y sus dependencias (repetitorio), 438.
- Pilares (células) del órgano de Corti, 270.
- Pilífero (germen), 299.
- Píloro, 19, 20.
- Plica semilunaris* (dobladura semilunar), 259.

- Pinzas de Leucart (figura de las), 456.
- Piramidal (*triquetum*): osificación del, 402.
- Pisiforme (osificación del), 402.
- Placa alar del tubo nervioso, 195.
- Placa basal del tubo nervioso, 195.
- Placa (lámina) nerviosa, 192.
- Placa o lámina solar del tubo nervioso, 195.
- Placa o lámina tectriz del tubo nervioso, 195.
- Placas (láminas) laterales del tubo medular, 195.
- Placentaria circulación, 343.
- Pleura diafragmática, 337.
- Pleura (*pleura pulmonalis*), 51.
- Pleural cavidad, 333.
- Pleuro-pericardial cavidad, 333.
- Plexo coroideo anterior o superior, 215.
- Plexo coroideo lateral, 229.
- Plexo coroideo inferior o posterior, 209.
- Pliegue genital, 126.
- Plumas (*pennae*), 302.
- Pluma (*plumula*, *plumón*), 299.
- Plumas, 299, 303.
- Plumón (*pluma*, *plumula*), 299.
- Polidactilia, 409.
- Polidactilia (figura de una mano y pie con), 408.
- Poliñodontes, 28.
- Polimelia, 409.
- Pollo (embrión de 70 horas de), 13.
- Pollo (esquema de la circulación vitelina del), 340.
- Pollo (figura de un corte de embrión del cuarto día de), 107.
- Pollo (figura de un corte de ovario de embrión de 5 días), 116.
- Pómulo (hueso zigomático), 393.
- Postanal intestino, 7, 9.
- Postbranquial cuerpo, 46.
- Precordial región del cráneo, 379.
- Premaxilares, 394.
- Premolares, 34, 35.
- Preparación de las láminas de cera, 457.
- Prepucio, 170.
- Primates, 148.
- Primera diferenciación del sistema genital (repetitorio), 425.
- Primera y segunda dentición, 35.
- Primitivos folículos, 115.
- Primordial (cartilagíneo) cráneo, 378.
- Primordial (de substitución) hueso; concepto del, 387.
- Principio anatómico, 2.
- Principio de división, 2.
- Principio de división (repetitorio), 417.
- Principio fisiológico, 2.
- Principio ontogénico, 2.
- Principios generales de la enseñanza práctica de la Embriología, 461.
- Pristiurus* (figura de un corte transversal de embrión de), 89.
- Proceso vaginal del peritoneo, 145.
- Proceso vaginal del peritoneo en la hembra, 154.
- Procesus styloideus*, 383.
- Procesos ciliares, 255.
- Progonal parte del epitelio germinal, 148.
- Prolongación frontal, 10.
- Prominencia frontal, 10.
- Prominencias maxilares, 10.
- Prominencia nasal externa, 282.
- Prominencia nasal interna, 283.
- Prominencia o cresta genital, 111.
- Pronefrales (canalitos o tubos), 80, 81.
- Pronefros de amnióticos: órganos rudimentarios?, 105, 106.
- Pronefros de anfibios, 90.
- Pronefros de *Amphioxus*, 82.
- Pronefros de aves, 92.
- Pronefros de mamíferos, 94.
- Pronefros de reptiles, 90.
- Pronefros de selacios, 89.
- Pronefros de teleósteos, 89.
- Pronefros (esquema para explicar el origen del), 82.
- Pronefros (esquema para explicar la cámara interna del), 83.
- Pronefros en los grupos de vertebrados, 86.
- Pronefros (origen del), 82.
- Pronefros (porción glandular del), 80.
- Pronefros (porción eliminadora del), 80.
- Pronefros (repetitorio), 422.
- Pronefros rudimentarios? (repetitorio), 424.

Pronefros (riñones primitivos), 79.
 Prosencéfalo, 200.
 Prostático seno (útero masculino), 144.
 Próstata, 172.
 Pseudo-canal nefrostomal, 85.
 Pseudo-hermafroditismo, 147, 154, 175.
 Pterigoideo hueso, 395.
 Pterigoides apófisis, 392.
Pterotrachea (con figura), 262.
 Pubis, 404, 405.
 Puente de Varolio, 204, 210.
 Pulmones, 50.
 Pulmones (alvéolos de los), 51, 52.
 Pulmonar circulación, 326.
 Pulmones (desarrollo de los), 50, 51.
 Pulmones (figura del esbozo de los), 50.
 Pulmones (figura de una reconstrucción del esbozo de los), 51.
 Pulmones (primer origen de los), 50.
 Pulmones (repetitorio), 419.
 Pulpa (del diente), 28, 30, 31.
 Pulpa del esmalte, 30.
 Puntos o líneas de referencia para el modelado en cera, 456, 457.
 Pupila, 254.
 Púrpura del ojo, 254.

Q

Quiasma óptico, 232.

R

Radiada corona, 120.
 Radio (osificación del), 402.
 Radiografía de un feto humano acondroplásico, 410.
 Radiografía de un feto humano normal prematuro, 410.
Radix mesenterii (raíz del mesenterio), 23.
 Rafe (sutura) períneo-escrotal, 168.
 Rafe uretral, 169.
 Raíz del diente, 33.
 Raíz del mesenterio, 23.
 Raíces anteriores y posteriores de la médula espinal, 198.
 Rama comunicante, 243.
 Campa timpánica, 276.
 Rampa vestibular, 276.
 Rampas espirales del caracol, 275.
Rana esculenta (hígado en formación de), 55.

Rana (embrión de), 12.
 Rana (nefróstomos de), 90.
 Raquis o escapeo de la pluma, 302.
 Rata (disposición del mesenterio de la), 23.
 Rata (figura de un corte de diente de), 34.
 Rathke (barras craneales de), 377.
 Reacción de Henle, 187, 188.
 Receso del laberinto (*recessus labyrinthi*) o canal endolinfático, 264.
 Reconstrucción del esbozo de los pulmones (figura de la), 51.
 Reconstrucción del esbozo del páncreas, 60.
 Reconstrucción de cortes embriológicos, 451 y sigs.
 Reconstrucción del segundo canal pronefural en *Salamandra maculosa*, 134.
 Recorrido del nervio laríngeo inferior o recurrente, 349.
 Recto, 20, 21.
 Rectos tubos, 125, 126.
 Red interepitelial (corona radiada), 120.
 Red vascular en las branquias, 346.
 Redondo (ligamento), 160.
 Reducción del canal de Müller, 144.
 Reducción del cuerpo de Wolff en la hembra, 148.
 Región etmoidal del cráneo, 379.
 Región evertebral del cráneo, 379.
 Región laberintial del cráneo, 379.
 Región olfatoria y respiratoria de las fosas nasales, 284.
 Región orbital del cráneo, 379.
 Región paracordal del cráneo, 379.
 Región precordal del cráneo, 379.
 Región vertebral del cráneo, 379.
 Relaciones del hígado, 57.
 Renacuajo de 13-14 días (figura de un corte transversal de), 91.
 Renacuajo (figura de un corte frontal de la cola de), 74.
 Renal sistema (discusión sobre la unidad del), 105.
 Repetitorio (resumen o compendio), 417.
 Repliegue peritoneal de Kölliker, 163.
 Repliegues laterales de Keibel, 161, 164.

- Representación de cortes embriológicos, 451 y sigs.
 Reptiles (pronefros de), 90.
 Reptiles (tubo digestivo de), 3.
 Residuos mesonefrales (figura de los), 143.
 Respiratoria región de las fosas nasales, 284.
 Restos del canal de Wolff en las hembras, 150.
Rete Malpighii (capa germinatriz), 294.
Rete ovarii, 148.
Rete testis (red testicular), 125, 126, 141, 148.
 Reticular conjuntivo, 313.
 Retináculo (Barry), 120.
 Revehentes venas hepáticas, 357.
 Rigaud (líquido de), 185.
 Rinencéfalo, 234, 235.
 Rinencéfalo (lóbulo olfatorio), 282.
 Riñón de feto humano de siete meses (figura de un corte del), 102.
 Riñón definitivo (constitución del), 103, 104.
 Riñón definitivo (metanefros) de amnióticos, 100 y sigs.
 Riñón humano (formación de canalitos uriníferos del), 102.
 Riñón (origen del), 100, 101.
 Riñón (túnica albugínea del), 104.
 Riñones primitivos (pronefros), 79, 80.
 Rodete genital, 168.
 Roedores e insectívoros (testículo de), 147.
 Roedores, rumiantes, súidos, etc. (útero bicorne de), 155.
 Rombencéfalo, 200.
 Rótula (*patella*): osificación de la, 406.
 Rumiantes y súidos (canal de Gartner en), 150, 151.
- S**
- Saco conjuntival, 259.
 Saco (folículo) dentario, 32.
 Saco lacrimal, 260.
 Sáculo del oído interno, 264, 268.
 Sacrales vértebras, 375, 376.
Salamandra maculosa (formación del canal de Müller de), 134.
Salamandra (nefróstomas de), 90.
Salamandra maculosa (reconstrucción del segundo canal pronefrol de), 134.
 Saliva (corpúsculos de la), 41.
Salmo fario (hermafroditismo de), 129.
 Salmón (figura de un corte transversal de un embrión de), 108.
 Salping (trompa), 159.
 Sapo, *Bufo vulgaris* (figura de un corte de la glándula hermafrodita del), 130.
 Sarcolema, 66.
 Sarcoplasma, 66.
 Saurópsidos (perforaciones interauriculares), 328.
 Sebáceas glándulas, 303, 304.
 Secuestros del cuerpo (glándula tiroides), 45.
 Segmentarias (vesículas), 91.
 Selacios, 86.
 Selacios (cráneo de), 378.
 Selacios (dientes cuticulares de), 26.
 Selacios (esquema de un corte de embrión de), 77.
 Selacios (esquemas de Hertwig para explicar la formación del esqueletógeno en), 369.
 Selacios (figura de la reconstrucción del mesonefros de), 97.
 Selacios (hermafroditismo de), 129.
 Selacios (miótomo de), 74.
 Selacios (pronefros de), 89.
 Selacios (tubo digestivo de), 3.
 Semilunar (*lunatum*): osificación, 402.
 Seminíferos (tubos), 125.
 Seno bucal, 10.
 Seno bucal (origen de la boca), 26.
 Seno externo de los ganglios linfáticos, 363.
 Seno genital, 159.
 Seno lactífero, 307.
 Seno prostático (útero masculino), 144.
 Seno urogenital, 131, 164.
 Seno urogenital (figura de un corte transversal del), 150.
 Seno venoso, 326.
 Seno venoso del corazón (cambios en el), 352.
 Senos esfenoidales, 288.
 Senos frontales, 288.

- Senos o divertículos de las fosas nasales, 288.
Septum pellucidum (tabique transparente), 233.
 Septo (tabique) transverso (*septum transversum*), 333, 334.
Septum ventriculorum (parte membranacea del), 329, 330.
 Seriación de cortes embriológicos, 451.
 Serránidos, 129.
 Sesamoideos (huesos), 407, 408.
 Sexo (determinación del), 109.
 Sexo masculino (cambios en el), 140 y sigs.
 Sharpey (fibras de), 34.
 Siderofilia de células corticales de la cápsula suprarrenal, 179.
 Significación accesoria o secundaria de un tejido, 2.
 Significación del ectodermo, 191.
 Silla turca, 222.
 Simelia, 409.
 Simelia de extremidades inferiores (figura de), 409.
 Simpatoblastos, 186.
 Simpatogonios, 186.
 Sinartrósicas articulaciones, 412, 415.
 Sincondrósicas articulaciones, 412, 413.
 Sinovial bolsa, 414.
 Sistema arterial somático, 344 y siguientes.
 Sistema arterial somático (repetitorio), 442.
 Sistema genital (estado indiferente del), 106.
 Sistema linfático, 362 y sigs.
 Sistema linfático (repetitorio), 444.
 Sistema renal (discusión sobre la unidad del), 105.
 Sistema renal (esquemas para explicar el lugar de origen del), 79.
 Sistema suprarrenal: selacios, 181.
 Sistema urogenital, 78 y sigs.
 Sistema urogenital (concepto del), 78.
 Sistema urogenital (interés del), 78.
 Sistema urogenital (repetitorio), 422.
 Sistema venoso, 350 y sigs.
 Sistema venoso (repetitorio), 443.
 Solenocitos, 88.
 Somáticas y genitales (células o elementos), 107, 108.
 Somatopleura, 91.
Spinax niger (miótomos de las aletas con figura), 78.
 Spritzloch (orificio de desagüe), 383.
 Subcutáneo estrato, 294.
 Sustancia anisótropa (birrefringente) de la fibrilla muscular estriada, 66.
 Sustancia coloidal (del tiroides), 44.
 Sustancia cortical de la cápsula suprarrenal (desarrollo de la), 184, 185.
 Sustancia cortical de la cápsula suprarrenal (origen de la), 182, 185.
 Sustancia gris y sustancia blanca de la médula espinal, 198.
 Sustancia isótropa (monorrefringente) de la fibrilla muscular estriada, 66.
 Sustancia medular de la cápsula suprarrenal (origen y desarrollo), 185, 187.
 Sustancia perforada posterior, 211.
 Sudoríparas glándulas, 304, 305.
 Súidos y rumiantes (canal de Gartner en), 150, 151.
 Supracoroidea lámina, 252.
 Superficiales (parciales) surcos del cerebro, 224.
 Surco (tubo) timpánico (faringeo-timpánico), 278.
 Surco buco-nasal de saurópsidos, 283.
 Surcos faringéales, 11.
 Surcos faringéales (número de), 13.
 Surcos parciales (superficiales) del cerebro, 224, 230, 231.
 Surcos totales del cerebro, 224.
 Suspensorio ligamento hepático, 338.
- T**
- Tabique interventricular, 328.
 Tabique (septo) transverso (*septum transversum*), 334.
 Tabique transparente (*septum pellucidum*), 233.
 Tabiques cardíacos, 326 y sigs.

- Tabla cronológica de los folículos dentarios del hombre, 36, 37.
 Talamencéfalo (diencéfalo), 202.
 Tálamo óptico, 216.
Talus (astrágalo), 400.
Talus (astrágalo): osificación del, 406.
 Tapón cloacal, 162.
 Tapón de Rusconi, 6.
Tartaricae glandulae, 35.
 Teca (*Theca*) del folículo de Graaf, 120.
 Técnica de la organogénesis, 447 y siguientes.
 Tejido adenoideo, 40, 41.
 Tejido adenoideo (conjuntivo reticular), 313.
 Tejido adiposo o graso, 313.
 Tejido adiposo o graso (repetitorio), 440.
 Tejido cartilagíneo, 313.
 Tejido cartilagíneo (repetitorio), 440.
 Tejido celular, 311.
 Tejido esqueletógeno, 368.
 Tejido fibrilar, 311.
 Tejido fibrilar (repetitorio), 440.
 Tejido cartilagíneo o hialino (repetitorio), 439.
 Tejido nefrógeno, 80.
 Tejido óseo, 314.
 Tejido óseo (repetitorio), 440.
 Tejido reticular (repetitorio), 440.
 Tejidos de sostén, 309.
 Tejidos principales (concepto de), 2.
 Telencéfalo, 202.
 Telencéfalo (transformaciones del), 223 y sigs.
 Teleosteos (pronefros de), 89.
 Temporal (osificación del), 392.
 Tenia del cuarto ventrículo, 209.
 Tenia del tálamo óptico, 216.
 Tercer ventrículo, 216.
 Teres ligamento hepático, 338.
 Teratológicas consecuencias, 385, 386.
 Terminales conos de la conjuntiva del bulbo, 292.
 Testicular descenso (esquema del), 142.
 Testiculares bolsas, 168.
 Testículo, 125 y sigs.
 Testículo de insectívoros y roedores, 147.
 Testículo (repetitorio), 426.
Theca folliculi (teca folicular), 120.
 Tibia (osificación de la), 406.
 Tiburón (embrión de), 13.
 Timo, 47.
 Timo (estructura del), 48.
 Timo (función del), 50.
 Timo (origen del), 48.
 Timo (período de crecimiento y de decrecimiento del), 49.
 Timo (repetitorio), 419.
 Timo (teoría de la emigración de linfocitos para formar el), 49.
 Timpánico hueso (*os tympanicum*), 392.
 Tímpano (membrana timpánica), 279, 280.
 Tiras genitales, 111, 112, 113.
 Tiroides (cuerpo o glándula), 40, 43, 44.
 Tonsilas (amígdalas), 41, 42.
 Topo (figura del esqueleto de la cabeza de embrión de), 387.
 Torácicas vértebras, 375.
 Tordo (figura del cáliz ocular de un embrión de), 255.
Torpedo ocellata (modelo plástico del laberinto de), 277.
 Tortugas y cocodrilos (disposición de las sustancias de la cápsula suprarrenal en), 180.
 Totales surcos del cerebro, 224.
 Tracto olfatorio, 235.
 Trago del pabellón de la oreja, 281.
 Tramos de tubo digestivo (repetitorio), 418.
 Transformaciones del tubo cardíaco, 321 y sigs.
 Transversal apófisis, 375.
 Trapecio (*multangulum majus*): osificación del, 402.
 Trapezoides (*multangulum minus*): osificación del, 402.
 Trayectorias embriológicas, 219.
 Tremielga, *Torpedo ocellata* (embrión de), 12.
 Trepadoras fibras del cerebelo, 214.
 Tricomía de un corte longitudinal de un dedo de feto humano de cinco meses, 401.
 Tricúspide válvula, 327.
Triquetrum (piramidal): osificación, 402.
 Tritón (figura de un corte sagital de un embrión de), 316.

Tritón (figura de un corte transversal de un embrión de), 317.
 Tritón (figura del utrículo cardíaco en un embrión de), 318, 319.
 Tritón (nefróstomas de), 90.
 Trocánter mayor y menor (osificación del), 406.
 Trompa de Eustaquio, 278, 385.
 Trompa de Falopio, 122, 151, 152.
 Trompa (oviducto), 151.
 Tronco arterioso, 323 y sigs.
 Tronco arterioso (división del), 329.
 Tronco arterial braquiocefálico, 348.
 Tronco celíaco, 350.
 Trucha (embrión de), 12.
 Tubérculo genital, 166 y sigs.
 Tubérculo genital (primer esbozo del), 164.
 Tubérculo impar de His (la lengua), 39.
 Tubérculos cuadrigéminos, 212.
 Tubo cardíaco (transformaciones del), 321 y sigs.
 Tubo contorneado, 103.
 Tubo digestivo (diferenciación de partes del), 18.
 Tubo digestivo en huevos meroblásticos y mamíferos, 3.
 Tubo digestivo (origen del), 3.
 Tubo digestivo primordial (arquenteron), 3.
 Tubo digestivo primitivo (constitución del), 4.
 Tubo digestivo (repetitorio), 417.
 Tubo medular (repetitorio), 431.
 Tubo nervioso, 193.
 Tubo timpánico (surco), 278.
 Tubo urinífero del riñón humano (figura de), 103.
 Tubos (canalitos) pronefrales, 80, 81.
 Tubos mesonofrales simples y compuestos, 100.
 Tubos rectos, 125, 126.
 Tubos rectos del testículo, 141.
 Tubos seminíferos, 125.
 Tubo de la membrana del órgano de Corti, 270.
 Túnica dartos, 147.
 Túnica vaginal común (*tunica vaginalis communis*), 146.
 Túnica vaginal propia (*tunica vaginalis propria*), 146.

Túnica vascular del cristalino (*tunica vasculosa lentis*), 250.

U

Umbilical (vena), 53.
 Umbilical vena en saurópsidos, 342.
 Umbilicales arterias, 350.
 Umbilicales arterias de placentarios, 343.
 Umbilicales venas, 358.
 Umbilicales venas de placentarios, 343, 344.
 Unciforme (*hamatum*): osificación del, 403.
 Unguis, 393.
 Unión de las dos sustancias de la cápsula suprarrenal, 187.
 Uñas, 302, 303.
 Uraco, 165.
 Uréter (formación del), 100, 101.
 Uréter (origen del), 131.
 Uretra-vaginal, 178.
 Urinífero tubo del riñón humano (figura de un), 103.
 Urodelos, 96.
 Urogenital canal, 167.
 Urogenital seno, 131.
 Urogenital (sistema), 78 y sigs.
 Urogenital sistema (transformaciones del), 136.
 Urogenitales (órganos), 160 y sigs.
 Útero, 151.
 Útero bicorne, 155.
 Útero masculino (seno prostático), 144.
 Útero-ovárico (ligamento), 160.
 Utrículo, 264, 268.
 Uvea, 254.

V

Vaca (figura de un corte de ovario de embrión de), 118.
 Vagina, 151, 152.
 Vagina doble de marsupiales, 155.
 Vañas del pelo, 297, 298.
 Válvula de Eustaquio, 360.
Valvula foraminis ovalis, 328.
 Válvula mitral, 327.
 Válvula tricúspide, 327.
 Válvulas sigmoideas, 330.
 Válvulas sigmoideas (figura de estudios evolutivos de), 330.

- Vascular lámina de la coroides, 252.
- Vasculares células (vasoformativas), 315, 316, 318.
- Vasos aberrantes (*vasa aberrantia*), 143.
- Vasos del hígado, 56.
- Vasos linfáticos, 362.
- Vater-Pacini (corpúsculos de), 291.
- Vejiga urinaria, 165, 166.
- Vejiga urinaria de peces y anfibios, 166.
- Velo del paladar primordial, 10.
- Velo medular anterior, 211.
- Velo medular posterior, 211.
- Velo primitivo del paladar, 222.
- Vellosidades del intestino, 63, 64.
- Vellosidades del intestino (repetitorio), 420.
- Vena ázigos, 354, 356.
- Vena cava inferior, 355.
- Vena coronaria del corazón, 354.
- Vena hemiázigos, 356.
- Vena porta, 359.
- Vena umbilical, 53.
- Vena umbilical en saurópsidos, 342.
- Venas cardinales anteriores (yugulares), 351.
- Venas cardinales posteriores, 351.
- Venas hepáticas advehentes, 357.
- Venas hepáticas revehentes, 357.
- Venas ónfalo-mesentéricas, 53, 54, 56, 334, 335, 357.
- Venas umbilicales, 358.
- Venas umbilicales de placentarios, 343, 344.
- Venas yugulares (cardinales anteriores), 351.
- Venoso seno, 326.
- Venoso sistema, 350 y sigs.
- Ventral mesenterio, 53.
- Ventrículos laterales, 225.
- Vermiforme apéndice del ciego, 22.
- Vermis del cerebelo, 210.
- Vernix caseosa* (*smegma embryonum*), 295.
- Vesícula auditiva, 260, 261, 262.
- Vesícula del cristalino del embrión de palomo (figura de), 252.
- Vesículas auditivas de embrión de conejo de diez días (figura de), 262.
- Vesículas segmentarias, 91.
- Vestíbulo, 273.
- Vestíbulo de la vagina, 173.
- Vestíbulo del laberinto (figura de un corte), 273.
- Vértebra cartilaginosa (arcos de la), 371.
- Vértebra cartilaginosa o primitiva (osificación de la), 372.
- Vertebral región del cráneo, 379.
- Vértebras cartilaginosas, 368, 370.
- Vértebras cervicales, 375.
- Vértebras coxígeas, 375, 376.
- Vértebras lumbares, 375.
- Vértebras óseas, 372.
- Vértebras sacrales, 375, 376.
- Vértebras sacrales (masas laterales de las), 376.
- Vértebras torácicas, 375.
- Vértebras (variedad de), 375.
- Vías lacrimales, 260.
- Vías óculo-nasales, 257.
- Víbora (*Vipera berus*): figura del laberinto de, 275.
- Visceral esqueleto cartilaginoso, 383.
- Visceral esqueleto membranoso, 381, 382.
- Vitelina membrana, 119.
- Vitelino aparato circulatorio, 339.
- Vítreo humor, 246.
- Vómer, 393.
- W**
- Wolff (canal de), 83, 131, 132.
- X**
- Xifoidea apófisis, 374.
- Y**
- Yema caudal, 6, 8, 9.
- Yemas gustativas, 289, 290.
- Yugulares venas (cardinales anteriores), 351.
- Yunque, 383, 392, 393.
- Yeyuno-ilión, 24.
- Z**
- Zigomático hueso, 393.
- Zona de crecimiento de hueso, 402.
- Zónula de Zinni, 255.

EDITORIAL PUJIULA :: Calle Gerona, 27, 2.º, 1.º

OBRA DEL MISMO AUTOR

Conferencias Biológicas:

**ESTUDIOS CRÍTICOS SOBRE
LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN**

140 páginas 20 × 12 cm. con varios grabados en el texto y cinco láminas fuera de él.

Precio: 2'50 pesetas en rústica (1910).

LA VIDA Y SU EVOLUCIÓN FILOGENÉTICA

208 páginas 20 × 12 cm. con numerosos trabajos en el texto y 3 láminas fuera de él.

Precio: 2'50 pesetas en rústica (1915).

CITOLOGÍA - Parte teórica XVI

295 páginas 14 × 22 cm. con 156 figuras complejas que suman más de 300 sencillas, tres a dos colores, dos láminas en papel couché, una a cinco colores

Precio: 8 pesetas en rústica (1914).

CITOLOGÍA - Parte práctica XII

507 páginas 14 × 22 cm. con 200 figuras, de las cuales varias son de página entera, otras complejas y algunas a dos colores

Precio: 12 pesetas en rústica En tela inglesa, 14. - (1918).

**HISTOLOGÍA, EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA
MICROSCÓPICA VEGETALES**

Un magnífico tomo en 4.º mayor (25 × 18 centímetros) de más de 550 páginas, impreso en papel satinado superior, con más de 400 grabados intercalados en el texto, algunos en colores

Precio: 32 pesetas en rústica Encuadernado, 37. - (1921).

P. J. PUJIULA - S. J.

EMBRIOLOGIA DEL
HOMBRE Y DEMAS
VERTEBRADOS : : : :

TOMO II



46

PRECIO DE LOS
DOS TOMOS
55 PESETA
