

C. Arévalo

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA
HUMANAS

CISNEROS

11

no

X

COMPENDIO
DE
ANATOMIA Y FISILOGIA
HUMANAS

T23/11

T23/11

COMPENDIO

DE

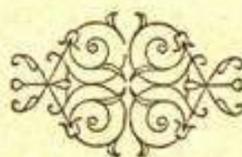
ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

HUMANAS

POR

CELSO ARÉVALO

DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES Y CATEDRÁTICO DE ESTA ENSEÑANZA
EN EL INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE VALENCIA



VALENCIA - 1917

TIPOGRAFIA MODERNA, A C. DE MIGUEL GIMENO
Avellanas, 11



ES PROPIEDAD

ÍNDICE

Introducción

EL CUERPO HUMANO

(MORFOLOGÍA HUMANA)

	<u>Págs.</u>
El hombre y las ciencias humanas.—Configuración y regiones del cuerpo humano.—Simetría.—Dimensiones.—Proporciones.....	1 4

ANATOMÍA

ANATOMÍA GENERAL

Estequiología

Composición química elemental del hombre.—Principios inmediatos.—Sustancias minerales.—Hidratos de carbono.—Grasas.—Albuminoides.—Clasificación de los albuminoides.—Productos de transformación regresiva de los albuminoides.....	5 12
---	------

Citología

NoCIÓN de la célula.—Partes de la célula.—Membrana.—Protoplasma.—Núcleo.....	12 15
--	-------

Histología

Tejidos.—Epitelios.—Glándulas.—Tejido sanguíneo.—T. conjuntivo.—T. adiposo.—T. cartilaginoso.—T. óseo.—T. muscular.—T. nervioso.....	15 24
--	-------

Organografía

Organos, aparatos y sistemas.....	24
-----------------------------------	----

EL ESQUELETO

(OSTEOLOGÍA Y ARTROLOGÍA)

Composición química de los huesos y cartílagos.—Conformación de los huesos.—Constitución del esqueleto.—Columna vertebral.—Caja torácica.—Calavera.—Cavidades cuencas y senos de la calavera.—Cranimetría.—Hioides.—Huesos de las extremidades torácicas y abdominales.—Homología de los	
--	--

miembros.—Huesos sesamoideos.—Determinación de la edad, sexo y estatura por medio del esqueleto.—Articulaciones: sus clases..... 25 40

SISTEMA MUSCULAR

(MIOLOGÍA)

Conformación de los músculos estriados.—Estructura de los músculos estriados.—Músculos lisos.—Principales músculos del cuerpo... 41 43

SISTEMA NERVIOSO

(NEUROLOGÍA)

Conformación general.—Médula espinal.—Nervios raquídeos.—Estructura de la médula y sus nervios.—Encéfalo.—Bulbo raquídeo.—Marcha de los cordones medulares en el bulbo.—Cerebelo.—Istmo del encéfalo.—Cerebro.—Estudio de la corteza cerebral.—Fibras de la sustancia blanca del cerebro.—Nervios craneales.—Sistema nervioso ganglionar.—Estructura de los ganglios y nervios simpáticos..... 43 57

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

Noción general.—*Piel*. Glándulas cutáneas.—Producciones epidérmicas.—*Lengua*. Nervios y papilas de la lengua.—*Fosas nasales*.—*Ojo*. Membranas.—Medios transparentes.—Organos accesorios.—*Oído*. Oreja.—Caja del tímpano.—*Laberinto*..... 58 67

SISTEMA CIRCULATORIO

(ANGIOLOGÍA)

Conformación general.—Corazón.—Sistema arterial.—Sistema venoso.—Sistema linfático 68 73

APARATO RESPIRATORIO

Conformación general.—Laringe.—Tiroides.—Timo.—Tráquea, bronquios.—Pulmones.—Estructura..... 74 77

APARATO DIGESTIVO

Conformación general.—Boca.—Dientes.—Glándulas salivales.—Faringe.—Esófago.—Estómago.—Páncreas.—Hígado.—Bazo.—Intestino 77 83

APARATO UROGENITAL

Ap. urinario.—Orina.—Cápsulas suprarrenales.—Aparato genital..... 83 85

FISIOLOGIA

Fisiología celular

Fisiología del organismo

FUNCIONES SENSORIALES

Sensaciones.—Caracteres de las sensaciones.—*Sensibilidad cutánea*. Sensaciones táctiles.—Sensaciones de temperatura.—*Olfación*.—*Gustación*.—*Vi-*

stón, Teoría dióptrica.—Sensaciones visuales.—Funciones accesorias.—
Audición.—*Sensaciones internas*..... 88 102

INERVACIÓN

Funciones de los nervios raquídeos.—Funciones de la médula espinal.—Funciones del bulbo raquídeo.—Funciones del cerebelo.—Funciones del istmo del encéfalo.—Funciones del cerebro.—Funciones de los nervios craneales. Vías trasmisoras de la sensibilidad y la motilidad.—Actos conscientes.—Localizaciones cerebrales.—Sueño.—Funciones ganglionares..... 103 110

MOTILIDAD

Elasticidad de los músculos.—Fuerza electromotriz.—Contractibilidad.—Acción de los músculos sobre los huesos.—Estaciones.—Movimientos.... 110 115

FONACIÓN

Intensidad de la voz.—Altura de la voz.—Timbre de la voz.—Lenguaje.. 115 116

DIGESTIÓN

Alimentos.—Masticación e insalivación.—Deglución.—Quimificación.—Quilificación.—Absorción..... 117 123

RESPIRACIÓN

Fenómenos mecánicos.—Ruidos respiratorios.—Fenómenos físico-químicos.—Respiración cutánea..... 123 127

CIRCULACIÓN

Marcha general de la sangre en el organismo.—Signos externos de la revolución cardíaca.—Circulación arterial.—Circulación en los capilares.—Circulación venosa.—Circulación linfática.—Inervación circulatoria..... 128 134

NUTRICIÓN

Asimilación y desasimilación.—Calorificación..... 134 136

SECRECIÓN

Glándulas de secreción interna. Hígado.—Páncreas.—Bazo.—Cuerpo tiroideo.—Cápsulas suprarrenales.—Hipófisis.—Timo.—Amígdalas.—Otros órganos de secreción interna.—*Glándulas de excreción*. Vías de eliminación.—Secreción urínaria.—Expulsión de la orina..... 137 142

FISIOLOGÍA GENERAL 142 143

ONTOGENIA

Multiplicación celular.—Conjugación.—Segmentación del huevo.—Gastrulación.—Desarrollo del cuerpo embrionario.—Organos embrionarios.... 143 149

INTRODUCCIÓN

EL CUERPO HUMANO

(MORFOLOGÍA HUMANA)

El estudio del hombre (1) abarca un gran número de ciencias, por ser muy diversos los puntos de vista bajo los cuales puede interesar. Concretándonos aquí a las que dirigen su estudio al conocimiento del cuerpo, y descartando entre ellas, por una parte, las que no le consideran en estado normal (ciencias médicas) y, por otra, las que establecen diferencias entre los hombres de los distintos pueblos y razas (ciencias antropológicas), estableceremos en el siguiente cuadro tres ciencias distintas que han de ocupar sucesivamente nuestra atención:

El hombre y
las ciencias hu-
manas.

Las ciencias que estudian el cuerpo humano en estado normal y en aquello que es común a todos los hombres, pueden hacerlo bajo un punto de vista	}	estático.. . .	<i>Anatomía</i> humana
		dinámico. . .	<i>Fisiología</i> »
		genético. . .	<i>Ontogenia</i> »

Según este plan que queda trazado, resulta dividido en tres partes el estudio del cuerpo humano: 1.^a, *cómo es* (Anatomía); 2.^a, *cómo funciona* (Fisiología); 3.^a, *cómo se forma* (Embriología u Ontogenia). Este orden no es desde luego caprichoso, ya que para llegar al conocimiento de nuestro organismo nos será preciso describirle para poder interpretar su funcionalismo, con lo que tendremos idea de él, tal como es en el adulto, y podremos pasar a estudiar cómo se engendra, siguiendo con esto en el estudio de la máquina orgánica el mismo plan lógico que habrá que seguir para conocer un mecanismo cualquiera, en que es indispensable conocer sus piezas para darse cuenta de cómo funciona y con estos datos aprender cómo se construye.

La Anatomía y Fisiología han de estudiarse por tanto en el adulto, mientras que la Embriología dirige su investigación a los seres recién

(1) La palabra *hombre*, la empleamos aquí en la acepción de animal racional, comprendiendo en ella sus dos sexos, y no en el sentido en que representa solamente el sexo masculino.

concebidos, estudiando su evolución hasta dar lugar al individuo definitivamente conformado. De las dos primeras ciencias, la Anatomía, por su índole, podrá ser estudiada en el cadáver, mientras la Fisiología exigirá forzosamente el estudio en el organismo vivo.

Pareciéndonos lógico dar ante todo una idea general del cuerpo del hombre, ya que éste va a ser el objeto único de nuestro estudio, empezaremos por una ligera reseña de la morfología humana, cuestión del dominio de la Anatomía por su carácter estático, que precederá a todas las demás del libro, a modo de introducción.

Configuración y regiones del cuerpo humano.

El cuerpo humano, considerado en su actitud natural, vertical y bípeda, se compone de una parte superior esferoidea o *cabeza*, separada por una angostura denominada *cuello* de otra inferior más voluminosa llamada *cuerpo* , en la que se insertan dos pares de *extremidades* .

La cabeza comprende una porción supero-posterior o *cráneo* , que aloja la masa encefálica o sesos, y otra infero-anterior o *cara* , en la que se abre la boca y residen órganos de los sentidos.

El tronco es hueco y encierra las vísceras en su cavidad interior, que se ofrece dividida en dos por un tabique abovedado denominado diafragma, limitando una cavidad superior o torácica de otra inferior o abdominal; la primera encierra la parte esencial del aparato respiratorio y circulatorio; la segunda, la masa principal del aparato digestivo y el genitourinario. Al exterior se distingue en el *tórax* una cara anterior o *pecho* que comprende una parte central *esternal* y *precordial* y dos laterales o *mamarias* , una cara posterior o *espalda* cuyo centro constituye la región *dorsal* o del *espinazo* , entre otras dos *escapulares* , dos caras laterales o *costados* , y dos superiores, a los lados de la cabeza, u *hombros* . En el *abdomen* se considera en su cara anterior cuatro regiones centrales que son sucesivamente, procediendo de arriba a abajo, la *epigástrica* , la *mesogástrica* o *umbilical* , la *hipogástrica* y la *púbica* , y lateralmente los *hipocondrios* a los lados del epigastrio, los *vacíos* a los lados del mesogastrio y las *ilíacas* a los lados del hipogastrio; en la cara posterior, en el centro, la *sacra* , y a los lados las regiones *lumbares* y *glúteas* , y en la parte inferior la *inguinal* .

Los miembros están insertos por pares al mismo nivel. Los superiores o anteriores, denominados *brazos* o *extremidades torácicas* por estar insertas en el tórax, se componen cada una de segmentos sucesivos que, procediendo del próximo al distal, son *hombro* , *brazo* , *antebrazo* y *mano* , que comprende dos caras, *palma* y *dorso* , y cinco dedos, a saber: de dentro a fuera, el *pulgar* , *índice* , *corazón* , *anular* y *meñique* . Las posteriores o inferiores, llamadas *abdominales* y también *piernas* , están construídas bajo un plan análogo, y constan del mismo número de artejos denominados *cadera* , *muslo* , *pierna* , y *pie* , el cual posee una cara infe-

rior o *planta*, en la que descansa, y cuyo punto posterior forma el *talón*, y también cinco dedos (de dentro a fuera, 1.º o *gordo*, 2.º, 3.º, 4.º y 5.º o *pequeño*).

Visto de frente, el cuerpo humano queda dividido por un plano vertical antero-posterior en dos mitades simétricas, es decir, no superponibles, que están entre sí como el objeto y su imagen en un espejo plano. Dicho plano es por tanto un plano de simetría y por ello a uno y otro lado de él, los órganos pares son simétricos y están colocados simétricamente, y los impares quedan divididos por él en dos mitades simétricas. La simetría es un carácter puramente morfológico, pues aunque la organización humana es primitivamente simétrica, su simetría está más o menos alterada en ciertos órganos en el curso del desarrollo. Aun como carácter morfológico, la simetría no es exacta y en general las partes derechas tienen mayor desarrollo que las izquierdas.

Simetría.

Las dimensiones absolutas del cuerpo humano adulto son variables, aunque dentro de ciertos límites, los cuales sólo ostentan muy corto número de individuos, siendo tanto más frecuentes cuanto más se acercan a los valores intermedios; así, la *talla* o máxima longitud del cuerpo, la cual se mide en el hombre de pie por la distancia de la base de sustentación al plano horizontal tangente a la cabeza, mirando al horizonte, mediante una columna vertical graduada en la que desliza una escuadra, oscila en nuestra raza alrededor de 1'55 m. Los individuos de tallas menores de 1'30 m. o mayores de 2 m. son raros y reciben respectivamente los nombres de *enanos* y *gigantes* (1). Si tomamos como ordenadas las tallas y como abscisas su frecuencia, podemos obtener la talla media determinando la altura del paralelogramo de la misma área y base que el trapecio mixtilíneo formado por el eje de las abscisas, las dos ordenadas extremas y la curva que une la cabeza de las ordenadas.

Dimensiones.

La *superficie* del cuerpo humano es por término medio de 15.000 centímetros cuadrados. Mech encontró una relación constante (12'3) entre la superficie del cuerpo humano y la raíz cúbica del cuadrado de su peso, y por tanto, designando por P éste y por K dicha constante, puede escribirse

$$S = K \sqrt[3]{P^2}$$

fórmula muy útil para calcular la superficie del cuerpo en función del

(1) Se citan como casos curiosos de enanismo: el bufón Bebé, del rey Estanislao de Polonia (0'89), y Sisifo, enano de Marco Antonio (0'65); y de gigantismo, el emperador Máximo (2'33), el gigante Goliath (3'03), y Og, rey de Basan (5 m).

peso. Otras fórmulas se han preconizado como más exactas, pero son en cambio más complicadas.

El *volumen* del cuerpo humano puede determinarse por sumersión en el agua, y su valor medio es de 60.000 cm³.

El *peso* es la magnitud de más aplicación en el estudio del cuerpo humano y la más frecuente y fácilmente evaluada por medio de básculas apropiadas. Se considera los 65 kg. como la expresión del peso medio o normal del cuerpo humano.

La *braza* o distancia entre la punta de los dedos medios de las manos, teniendo los brazos extendidos, es igual o algo superior a la talla.

Proporciones.

Son menos variables que las absolutas las dimensiones relativas, en el sentido de que su oscilación, según los individuos, tiene menor amplitud.

Tomando la talla por unidad, corresponden a la cabeza, tronco y extremidades abdominales las longitudes 0'118, 0'362 y 0'520, respectivamente, de lo que resulta que aproximadamente la longitud de la cabeza está contenida 8 veces en la talla, 4 en las extremidades abdominales y 3 en el tronco.

La *densidad* d del cuerpo humano tiene como valor medio, según se deduce de los valores asignados al volumen y al peso del cuerpo humano, $d = \frac{P}{V} = \frac{65.000}{60.000} = 1'083$, es decir, que es algo mayor que la del agua destilada y poco superior a la del mar (densidad media 1'0275); por eso el cuerpo humano se hunde en el agua, pero basta hacer algunos movimientos coordinados (natación) para mantenerle en la superficie, y por la misma razón apenas se inicia en los cadáveres la descomposición con la consiguiente producción de gases, que aligera el cuerpo, flotan éstos en el agua.

También es una dimensión relativa de importancia la *corpulencia* C o relación $C = \frac{P}{T}$ del peso P en kilogramos a la talla T en decímetros, o bien el peso de un segmento de un decímetro de un cilindro del mismo peso y altura que el cuerpo. Es fácil comprender que de dos individuos de la misma talla el más corpulento será el de mayor peso, y que siendo éste el mismo la corpulencia será mayor en el de menos talla. Dos individuos pueden ser de la misma corpulencia teniendo distinta talla. La corpulencia oscila en el hombre entre 2'9 á 5'4, y en la mujer entre 2'3 á 3'9, cifras que señalan los límites del *marasmo* y la *obesidad*.

ANATOMÍA

La Anatomía o estudio estático del cuerpo humano comprende dos partes, una general en que se consideran los elementos integrantes del cuerpo humano, los cuales se repiten en sus diferentes partes, y otra descriptiva en que se reseña la organización humana, señalando las piezas que, integradas por los elementos estudiados y descritos en la general, modelan dichas partes con que la máquina orgánica está construída.

La Anatomía general comprenderá tres capítulos que constituyen resúmenes de otras tantas ciencias; la primera o Estequiología se ocupa de los elementos químicos, la segunda o Citología estudia los anatómicos y la tercera o Histología las tramas o tejidos formadas de ellos y que entran a formar parte de los diversos órganos del cuerpo. La Anatomía descriptiva comprende la organografía o descripción de los órganos.

ANATOMÍA GENERAL

ESTEQUIOLOGÍA

El estudio de la composición química del cuerpo humano, o sea el de las sustancias que le constituyen, objeto de la Estequiología, ha tomado en estos últimos años tal desarrollo e interés, que ha venido a ser una de las bases fundamentales de la Fisiología formando la *Química biológica*.

Aun cuando aquí nos interesa solamente la composición química del hombre, hablaremos en general acerca de la composición química de la materia viva, pues por no gozar el hombre en este sentido de un especial privilegio es aplicable a él la mayor parte de los caracteres químicos de ella.

Los elementos químicos o cuerpos simples, es decir, aquellos que no pueden descomponerse, que entran a formar parte del organismo, son elementos comunes en el suelo, como es racional que ocurra, ya que del suelo sale en último resultado la materia que el hombre incorpora a su

Composición
química ele-
mental del hom-
bre.

organismo y al suelo la restituye con sus excreciones y con su muerte. Estos elementos químicos llamados biogénicos, que, variadamente combinados, modelan el cuerpo humano, son los que a continuación se expresan, con los símbolos que se emplean para enunciarlos abreviadamente (1).

Carbono, C	Fósforo, P	Litio, Li
Hidrógeno, H	Cloro, Cl	Calcio, Ca
Oxígeno, O	Potasio, K	Hierro, Fe
Nitrógeno, N	Sodio, Na	Manganeso, Mn
Azufre, S	Magnesio, Mg	

Además, en determinados órganos, existe Fluor, Fl; Silicio, Si; Arsénico, As; Iodo, I; Bromo, Br; y todavía pueden encontrarse otros elementos, pero es difícil dilucidar si deben considerarse como elementos esenciales o accidentales de la materia orgánica. De los elementos enumerados, los cuatro primeros, elementos también de la atmósfera, son los más importantes por jugar un papel esencial, y especialmente el carbono, elemento peculiar, característico e indispensable de toda materia orgánica. El oxígeno e hidrógeno, elementos constituyentes del agua, juegan también un gran papel, y en cuanto al nitrógeno, es elemento indispensable de la materia propiamente viviente.

Es digno de notarse que, de todos los cuerpos simples conocidos, los que gozan preferentemente del privilegio de integrar la materia organizada son cuerpos de escasa densidad, gran calor específico y fácil solubilidad, cualidades que les hacen preciosos para servir de materiales al edificio vital, pues con el menor peso pueden almacenar gran cantidad de energía y son fácilmente manejables para el trasiego incesante que en todo ser vivo se realiza del medio externo al interno y viceversa, en cuyo continuo trajín el agua es siempre el vehículo.

El estudio químico elemental de nuestro organismo demuestra que el hombre tiene la misma composición cualitativa del suelo; mas aunque sustancialmente nuestro cuerpo sea un tosco barro, una energía prodigiosa cuya esencia escapa a la investigación humana, *la vida*, purifica y organiza el cieno orgánico, dando lugar a nuestra admirable organización, en cuya trama el hombre de ciencia descubre cada día nuevos prodigios.

Principios inmediatos.

De los elementos químicos de nuestro organismo, solamente el oxígeno puede decirse que existe libre; los demás, y aun el oxígeno mismo en su mayor parte, se encuentran entretenidos en las más variadas com-

(1) Estos símbolos son la inicial o dos primeras letras en los casos en que pudiera haber duda, del nombre latino o latinizado del cuerpo.

binaciones, que difieren esencialmente de ellos, constituyendo los *principios inmediatos*, los cuales solamente atacados por medios químicos se dejan disgregar, separándose sus elementos. Estos principios inmediatos son separables unos de otros por medios físicos, ya que gozan de propiedades diversas, y mezclados entre sí pero sin perder su individualidad propia modelan nuestro organismo, del cual son sus verdaderos materiales.

Dos clases existen de estos principios inmediatos; unos, cualitativamente muy variados pero formados en proporciones sencillas de escaso número de elementos, son en todo análogos a los cuerpos minerales, hasta el punto de que muchos de ellos se encuentran también formando parte del mundo inorgánico o mineral, por lo que se les llama principios inmediatos minerales. Otros, por el contrario, de composición química muy monótona y siempre carbonada pero formados por diversos elementos en complicadas proporciones, son privativos de los seres vivos y se les llama por ello principios inmediatos orgánicos. Estos, que son desde luego los más importantes, se dividen, atendiendo al número de elementos que los forman, en *ternarios*, también llamados *hidrocarbonados* por estar constituidos los elementos del agua y carbono, y los *cuaternarios*, *albuminoideos* o *sustancias proteicas* que, además de los tres elementos C, O e H de los anteriores, poseen nitrógeno, que falta en ellos.

Entre los primeros, estudiaremos unos llamados *hidratos de carbono* por estar constituidos aparentemente de agua y carbono, ya que el oxígeno y el hidrógeno están siempre en proporciones para formar agua (H_2O), es decir, doble número de átomos del segundo que del primero, y otros llamados *grasas* o *éteres naturales* por tener la constitución de todos los éteres salinos (combinación de un ácido orgánico, que en este caso es siempre uno de los llamados grasos, con un alcohol, que en los éteres naturales es siempre la glicerina).

A continuación se dará noticia, no sólo de los principios inmediatos más importantes que entran a formar parte del cuerpo humano, sino de otros correspondientes a diversos seres que interesan como sustancias alimenticias.

El nombre de sustancias minerales que se aplica a estos principios inmediatos es impropio, puesto que lo mismo que las demás son componentes normales del organismo y es por otra parte muy probable que no se encuentren libres, sino en complicadas combinaciones con otros principios inmediatos de los llamados orgánicos y de los cuales se separan cuando los seres orgánicos se someten a la acción del fuego, quedando por ser fijos como residuos de la incineración. Pero el hecho de que estos principios se encuentren en las cenizas de los seres orgánicos formando sencillas y variadas combinaciones en un todo análogas a las

Sustancias
minerales.

del mundo mineral no autoriza a pensar que en la materia viva se hallen en la misma forma, sino que, antes al contrario, hay motivos para suponer no sólo que en el organismo se hallan en complicadas combinaciones orgánicas, sino que necesita tomarlas en ese estado para incorporarlas (1).

Algunos elementos minerales, sin embargo, como el oxígeno (O), el agua (H₂O), (la cual constituye por sí sola el 65 por 100 del peso del cuerpo), y la sal común (Cl Na), los toma y aprovecha el organismo en estado libre, tal como el mundo mineral se los ofrece.

Según Hugounenq, en un feto humano de 9 meses corresponden a cada kilogramo 31'27 gramos de cenizas, que se componen de las siguientes sustancias.

Anhídrido carbónico (CO ₂).	0'37
Cloro (Cl).	1'45
Anhídrido fosfórico (Ph ₂ O ₅).	11'64
» sulfúrico (SO ₃).	0'39
Cal (Ca O).	13'06
Potasa (K ₂ O).	2'42
Sosa (Na ₂ O).	1'81
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃).	0'13

Hidratos de
carbono.

Los hidratos de carbono pueden representarse simbólicamente por la fórmula C_a H_{2b} O_b puesto que son compuestos ternarios en que el número de átomos de hidrógeno es doble del de oxígeno, y distinguiremos en ellos tres grupos: las *exosas*, en que $a=b=6$ y por tanto de fórmula C₆H₁₂O₆; las *glucobiosas*, que resultan de la unión de dos moléculas de las anteriores con separación de una de agua y por tanto de fórmula C₁₂ H₂₂ O₁₁ (2C₆ H₁₂ O₆ = H₂O + C₁₂ H₂₂ O₁₁), y las *exanas* que proceden de la unión de n moléculas con separación de otras tantas de agua, siendo por tanto su fórmula (C₆ H₁₀ O₅)_n. Los dos primeros grupos comprenden cuerpos solubles y de sabor dulce, llamados corrientemente *azúcares*, mientras que al último corresponden cuerpos insípidos como son las féculas y celulosas.

Todos los hidratos de carbono simples, como las exosas, ofrecen para cada fórmula cuerpos diversos por sus propiedades que se llaman isómeros y que se diferencian en la disposición de sus átomos, ya que son iguales por la cantidad y calidad de ellos; distínguense dos grupos de isómeros, unos llamados *aldosas* y otros *cetosas*. El número i de isó-

(1) En efecto, la leche sintética, es decir, fabricada con todos sus componentes orgánicos y minerales en las proporciones debidas, no alimenta, hasta el punto de que los animales nutridos solamente con dicho pseudoalimento desmejoran y mueren rápidamente, mientras que soportan bien el régimen lácteo cuando la leche es natural, lo que parece probar que no basta proporcionarle al organismo los elementos nutritivos, sino dárselos en forma utilizable.

meros depende del de átomos de carbono a , siendo $i = 2^{a-2}$ aldosas e $i = 2^{a-3}$ cetosas, por lo que habrá 24 isómeros en las exosas: 16 de aldexosas y 8 de cetoxosas.

Las *exosas* o *monosacáridos* son azúcares reductores que fermentan por la acción de la levadura, dando lugar a alcohol vínico y anhídrido carbónico ($C_6 H_{12} O_6 = 2 C_2 H_6 O + 2 CO_2$), y las más importantes son la *glucosa*, llamada también *dextrosa* y *azúcar de uva*, que es una aldexosa; la *fructuosa*, *levulosa* o *azúcar de frutas*, que es cetoxosa, y la *inosita* o azúcar de la carne.

Las *glucobiosas* o *disacáridos*, $C_{12} H_{22} O_{11}$, son azúcares que se desdoblán por hidrólisis en los anteriores ($C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O = 2 C_6 H_{12} O_6$); así, la *sacarosa* o *azúcar de caña* da lugar a una mezcla de glucosa y levulosa que se llama *azúcar invertido*. La *lactosa* o *azúcar de leche* y la *maltoza* pertenecen también a este grupo.

Todos los azúcares son cuerpos cristalizables, de sabor dulce y solubles en el agua, especialmente en la caliente, a la que comunican, cuando la disolución es muy concentrada, la viscosidad característica del jarabe.

A las *exanas* o *polisacáridos* ($C_6 H_{10} O_5$) $_n$ corresponde el *almidón* o *fécula*, muy abundante en los órganos de reserva de las plantas, cuerpo blanco formado de granos microscópicos insolubles, pero que se hinchan en el agua caliente, originando una masa pegajosa o engrudo, y a mayor temperatura y presión se disuelven, transformándose en almidón soluble. Por hidrólisis da *dextrina* y después glucosa. A este grupo pertenecen también la *celulosa*, tan abundante en las plantas, y el *glicógeno* o *almidón animal*, muy abundante en el hígado, como sustancia de reserva.

Las sustancias grasas son éteres y por tanto combinaciones de un alcohol, que en ellas es siempre la glicerina, con los ácidos. Los ácidos que constituyen estos éteres naturales son los llamados ácidos grasos (oléico, palmítico y esteárico) en la proporción de 3 moléculas de ácido para una de glicerina.

Grasas.

Son las grasas cuerpos líquidos a la temperatura ordinaria (*aceites*) o sólidos pastosos (*mantecas* y *sebos*) más ligeros que el agua, insolubles en ella y en el alcohol frío, solubles en el éter, cloroformo, etc., no volátiles, pero que se descomponen por el calor, dando vapores irritantes.

Con los óxidos metálicos se desdoblán, quedando libre la glicerina y dando lugar los ácidos a sales que se llaman *jabones*. Por hidrólisis se descomponen en sus dos componentes. Por oxidación se enrancian.

Análogas a las grasas son las *lecitinas*, pero poseen además de los elementos de ellas ácido fosfórico y un principio nitrogenado (*colina*). Se encuentran en el hígado, yema del huevo y sistema nervioso (formando parte de una sustancia llamada *mielina*).

Además de la *glicerina*, merece citarse como alcohol existente en nuestro organismo la *colesterina*.

Albuminoides.

Los albuminoides, así llamados por ser tipo de ellos la albúmina o clara de huevo, y también sustancias protéicas por ser la materia fundamental de los seres vivos, son compuestos en general sulfonitrogenados, de composición mal conocida, coloides, es decir, incristalizables e indializables y más o menos viscosos. Desecados sin embargo en condiciones convenientes se solidifican, dando masas córneas inodoras e insípidas de caracteres cristalinos, en cuyo estado se encuentran también en los organismos.

Poseen en alto grado la propiedad de la imbibición, o sea, la absorción de agua, en la que forman pseudodisoluciones, es decir, finas emulsiones.

Propiedad muy general de ellos es la coagulación o precipitación en estado de coágulo por la acción del calor, los ácidos, el alcohol y aun las disoluciones salinas. Si la sustancia se calienta a temperatura inferior a 50° el agua se evapora y el residuo seco se redisuelve, pero a temperatura superior se forma el coágulo insoluble.

Se precipitan los albuminoides disueltos por la solución de subacetato de plomo, se tiñen en rojo con la disolución del azogue (mercurio) en agua fuerte (ácido nítrico) y se colorean de amarillo calentados con este ácido, pasando a anaranjado por la acción del amoníaco.

Los albuminoides son los cuerpos de constitución más complicada por la gran cantidad de átomos que poseen de sus cinco elementos y también los más inestables a los agentes físico-químicos, cualidad que los hace preciosos elementos de las continuas mudanzas químico-vitales.

Se supone a estos cuerpos, compuestos de partículas llamadas micelas, entre las cuales se insinúa el agua de imbibición disgregándolas y dando lugar a las pseudodisoluciones o emulsiones y agregándose por los agentes deshidratantes, lo que explica la coagulación.

Clasificación de los albuminoides.

Siguiendo al profesor Carracido, estudiaremos este grupo dividido en cuatro subgrupos; a saber, las *proteínas*, los *proteídos*, los *albumoides* y los *albuminoides transformados* (1).

Las proteínas son albuminoides coagulables por el calor y solubles en disoluciones salinas acuosas. Las más sencillas son las *histonas* y comprenden también las *albúminas* solubles en el agua, como la *clara de huevo*, la *serina* de la sangre, la *mioalbúmina* de la carne, la *lactalbúmina* de la leche, etc.; las *globulinas*, insolubles en agua, como la

(1) Se prescinde aquí de los albuminoides embrionarios y más sencillos llamados *Protaminas* por no tener importancia para nuestro objeto.

seroglobulina, el *fibrinógeno* de la sangre, la *miosina* de la carne y las de origen vegetal, denominadas *aleuronas*, y las *fibrinas*, que se distinguen de las anteriores por no ser solubles en el agua y poco solubles en las disoluciones salinas, como la *fibrina*, así llamada por obtenerse en fibras adheridas a las varillas de batir la sangre, y la fibrina vegetal o *gluten*. Algunas proteínas son fermentos solubles o *zimasas*, distinguiéndose, según su solubilidad en el agua, las *toxialbúminas* y las *toxiglobulinas*; son venenosas las primeras ingeridas y las segundas inyectadas en la sangre. Su toxicidad es a veces extraordinaria y se atenúa por el calor.

Los proteídos son albuminoides todavía más complejos que se descomponen en proteínas y cuerpos no albuminoideos llamados *grupos protéticos*, que pueden ser un hidrato de carbono en los *glucoproteídos*, una sustancia ácida y fosforada (*ácido nucleínico*) en los *núcleoproteídos* o una sustancia colorante en los *cromoproteídos*. El tipo de los primeros es la *mucina* o sustancia fundamental del mucus, a los segundos corresponden la *caseína* del queso y la *legúmina* de los vegetales que son *núcleoproteínas*, y la *nucleína* o *cromatina* es un *núcleoproteído*. Por último, a los cromoproteídos corresponde la *hemoglobina*, que da a la sangre su coloración roja característica.

Los albumoides, principios característicos del reino animal, son sólidos insolubles en el agua y en las disoluciones salinas, pero se disuelven por maceración prolongada en agua caliente, coagulándose por enfriamiento. Se les llama también albuminoides esqueléticos por ser con los que están construídas las piezas de sostén del cuerpo de los seres vivos, mientras las proteínas y proteídos forman la trama esencialmente viviente. Las más características son las *sustancias colágenas*, como la *oseína* de los huesos, que por cocción da *cola* o *gelatina*; la *cartilagineína* de las ternillas, que por cocción da *condrina*, y la *quitina*, que forma el caparazón de los insectos y demás artrópodos. También se incluyen en los albumoides las *materias córneas* o *queratínicas*, sustancias duras, en general insolubles en agua hirviente, como la *queratina* de los pelos y uñas y la *elastina* de los tendones.

Por último, entre los albuminoides que resultan de transformación de otros y que, al contrario de la fibrina, miosina y gelatina, ya citadas, no pueden incluirse en los grupos anteriores, merecen citarse las *peptonas*, albuminoides solubles, incoagulables por el calor, los ácidos o las disoluciones salinas, no cristalizables pero *dializables* y tóxicas introducidas en el organismo por la vía venosa. Próximas a las peptonas, aunque indializables, pueden colocarse las *zimasas*, cuerpos de composición no bien estudiada todavía, solubles en el agua, no coagulables por el calor y que juegan un papel importantísimo en el organismo por obrar como agentes transformadores de otras sustancias.

Productos de transformación regresiva de los albuminoides.

En el curso de los procesos vitales la compleja materia albuminoidea se desintegra y desmorona, dando lugar a la formación de compuestos muy sencillos que no poseen ya sus propiedades. Entre ellas tenemos los productos de la orina: *urea* ($CO N_2 H_4$), *ácido úrico*, *creatinina*, *ácido hipúrico*, *índican urinario* y los que resultan de la putrefacción cada- vérica; cuerpos conocidos muy generalmente con el nombre de *tomaínas*, muy tóxicos y análogos a los alcaloides que se extraen de las plantas y que tanta aplicación terapéutica poseen.

RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS INMEDIATOS

				Ejemplos	
PRINCIPIOS INMEDIATOS	Minerales.	Simples..		Oxígeno.	
		Compuestos.		Agua. Anhídrido carbónico. Sal.	
	Orgánicos.	Ternarios.	Hidratos de carbono.	Exosas..	Aldosas. Glucosa. Cetosas. Levulosa.
				Glucobiosas.	Lactosa.
			Grasas.	Exanas.	Glicógeno.
					Manteca. Lecitinas. Colesterolina.
		Nitrogenados.	Proteínas.	Albúminas.	Clara de huevo.
				Globulinas.	Fibrinógeno.
			Proteidos.	Glucoproteidos.	Mucina.
				Núcleoproteidos.	Cromatina.
Cromoproteidos.	Hemoglobina.				
Albumoides.	Colágenos.	Oseína.			
	Queratínicos.	Queratina.			
	Albuminoides transformados.	Peptonas.			
	Productos resultantes de la transformación regresiva de los albuminoides.		Urea.		

CITOLOGÍA

Noción de la célula.

El estudio microscópico del cuerpo humano ha revelado que nuestro cuerpo es la asociación de una multitud de pequeños organismos elementales dotados de individualidad propia, pero íntimamente asociados y con sus actividades armónicamente combinadas. Estos pequeños organismos se han llamado células y son elementos anatómicos componentes de todos los seres vivos, que resultan por tanto de su asociación, cuando no se reducen a células sueltas, y a su vez de una célula, el huevo, se originan todas las demás células, de cuya reunión resultan las organizaciones pluricelulares. La célula es, pues, no solamente el elemento anatómico

constitutivo de todo sér vivo, sino su punto de partida, y la individualidad fisiológica de ella queda bien manifiesta con el hecho de que hay seres constituídos por una sola célula y por el de nacer, crecer, reproducirse y morir como todos los seres vivos.

Es la célula (figura 1.^a) un corpúsculo de pequeño tamaño (de 12 a 30 μ (1)), aunque algunas células puedan alcanzar dimensiones relativa-

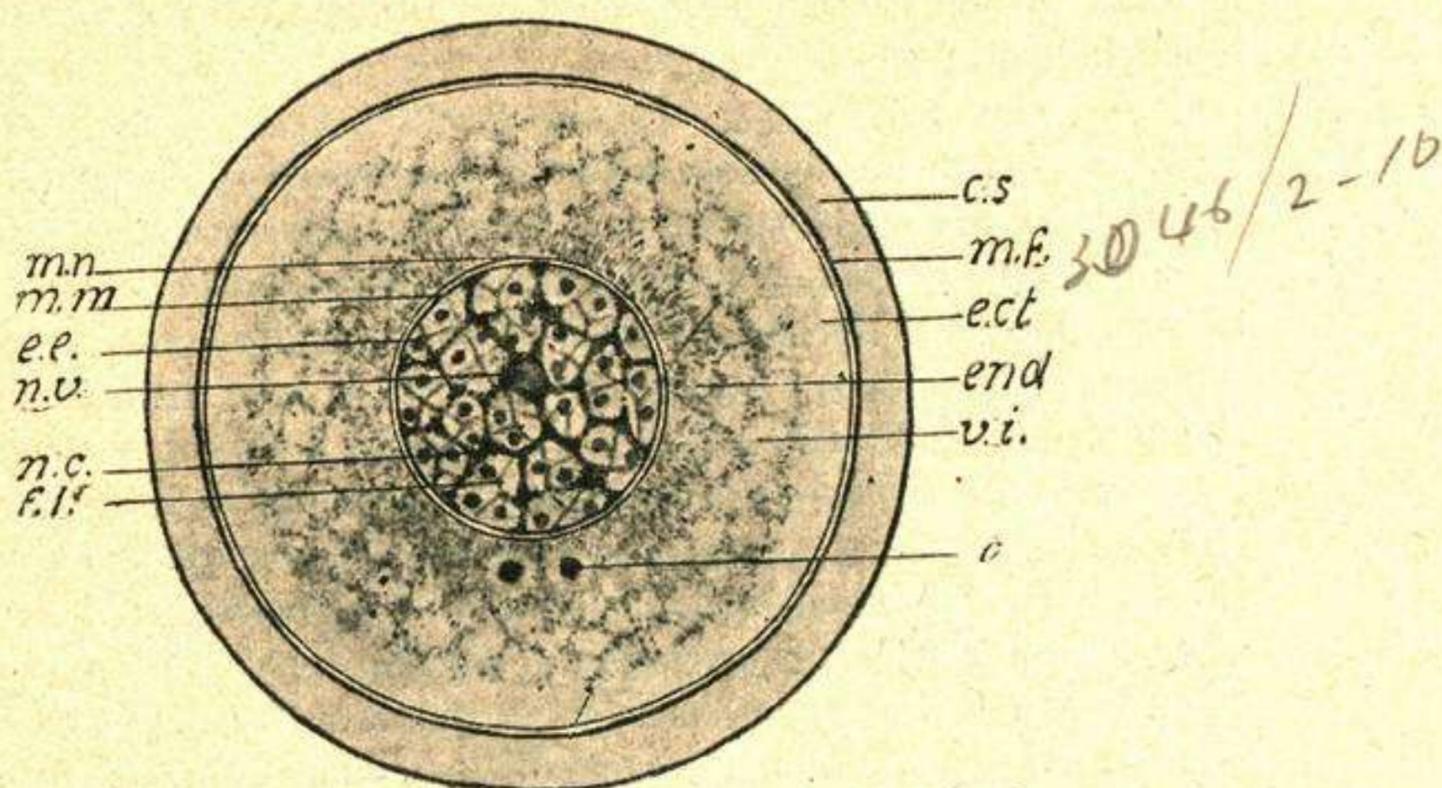


Fig. 1.—Célula tipo esquemática: *c.s.*, cápsula de secreción; *m.f.*, membrana fundamental albuminoidea; *ect.*, ectoplasma; *end.*, endoplasma; *v.i.*, vacuolas intraprotoplásmicas; *c.*, centrosoma rodeado de su esfera atractiva; *m.n.*, membrana nuclear; *m.m.*, corteza cromática; *e.e.*, esferas de edematina; *n.v.*, nucleolo verdadero; *n.c.*, nucleolos de cromatina; *f.l.*, filamentos de linina.

mente grandes (dos décimas de milímetro en algunas células nerviosas) y aun gigantescas (yema del huevo de las aves). La forma es primitivamente esférica, pero muy variable en las adultas y frecuentemente característica de cada género de células. Aparte de ciertas células decrepitas cargadas de pigmentos que las coloran más o menos débilmente, las células son transparentes, hialinas, y sólo en masas espesas presentan un aspecto turbio y traslúcido, siendo necesario para estudiarlas y destacar sus partes teñirlas con colorantes especiales.

La célula consta de tres partes esenciales, a saber: una sustancia semilíquida (*protoplasma*) que contiene un corpúsculo (*núcleo*) y que está contenida dentro de una *membrana* envolvente.

Partes de la célula.

(1) Con la letra griega μ se designa la micra o milésima de milímetro, que es la unidad corriente en las mediciones de objetos microscópicos, a veces tan exigüos que esta diminuta unidad resulta grosera para medirlos.

Membrana.

Envolviendo el protoplasma, existe una delicada película albuminoidea viva que se denomina *membrana fundamental*, la cual en muchas células está reforzada por productos de excreción que constituyen una capa externa muerta, más recia, que engruesa con la edad y puede llegar a alcanzar gran espesor, constituyendo la llamada *cápsula de secreción* en alusión a su origen.

La membrana ofrece a veces apéndices llamados, según su número y longitud, pestañas o flagelos, que constituyen órganos eficaces para el movimiento de la célula.

Protoplasma.

El protoplasma es una masa semisólida, transparente, contenida en la membrana y que engloba al núcleo. Contiene pequeños corpusculitos que le dan aspecto granuloso y se distingue en él una parte sólida y contráctil, probablemente fibrilar, que se denomina *retículo* o *espongioplasma*, y una materia líquida o semilíquida hialina, alojada entre las mallas del retículo, que se distingue con los nombres de *hialoplasma*, *enquilema* o *jugo celular*, el cual es especialmente abundante en las células decrepitas, en las que se estanca en ciertos parajes, constituyendo las *vacuolas*. No son los medios actuales de que dispone el micrógrafo suficientes para discernir con claridad la estructura del protoplasma, y de aquí que haya quien imagine el retículo formado de hilos sueltos entrecruzados, de granos alineados, de tabiques que definen alvéolos, etc. En algunas células se perciben con toda claridad fibrillas que en algunos casos atraviesan la membrana y se continúan en el protoplasma de las células colindantes.

No es raro que el protoplasma ostente una periferia más hialina que se denomina *ectoplasma*, a expensas de la cual se constituye la membrana, y otra interior más inerte y voluminosa, granugienta, que queda envuelta por la primera y constituye el *endoplasma*.

En el protoplasma de la mayor parte de las células, y generalmente próximo al núcleo, a veces alojado en una escotadura de él, yace un pequeño corpúsculo denominado *centrosoma*, bordeado de una aureola llamada *esfera atractiva* y provista a veces de un finísimo flagelo. Se supuso primeramente que el centrosoma era un corpúsculo único, pero es frecuente la presencia de dos (*diplosoma*) y a veces puede haber más, pudiendo también faltar, especialmente en las células que han perdido la facultad de reproducirse.

Incluidos en el protoplasma, se encuentran corpúsculos variados, a veces de origen externo cuando la célula tiene la facultad de englobarlos. Entre las de origen propiamente interno, se cuentan sustancias elaboradas por la célula, como gotas de grasa, granulaciones plasmáticas que engendran zimazas, etc.; pero a todos aventajan en importancia unos pequeños granos que se alinean formando curiosas figuras y rodean fre-

cuentemente al centrosoma, denominados *mitocondrias*, descubiertos gracias a su peculiar avidéz por un determinado colorante (*kristal violet*). No es rara tampoco la existencia en el interior de las células de una red de tubos anfractuosos llamada *intestino celular* y aun de sistemas de finísimos tubos que abocan al exterior.

El núcleo es un órgano vesiculoso, de posición más o menos céntrica, al menos en las células jóvenes, generalmente único (1), que se encuentra alojado en el interior de la célula. Su tamaño es proporcionalmente mayor en las células grandes y también ocupa más extensión en las células jóvenes, sin duda porque aumenta poco de tamaño en el curso de la vida de la célula, al menos en comparación con el protoplasma.

Núcleo.

Se distingue en el núcleo una fina cubierta o *membrana nuclear*, un líquido transparente o *jugo nuclear*, un pequeño órgano vesiculoso o nucleolo y un armazón que por contener la *cromatina*, sustancia ávida de los colores básicos de anilina, constituye la parte más característica y aparente del núcleo. Este *armazón cromático* forma un filamento libre y continuo, o se dispone según una red y a veces se concentra en bloques o esferas centrales que han sido tomados frecuentemente por nucleolos, así como los nudos más espesos de la red en el caso de armazón reticulado (*falsos nucleolos*), aunque en uno y otro caso es fácil caracterizarlos por estar formados de cromatina, cuyas propiedades son diversas de la *pirenina*, que constituye el verdadero nucleolo. En el armazón cromático se distinguen cuatro sustancias, la *basicromatina*: la más característica es la que se tiñe de preferencia con las anilinas básicas; la *oxicromatina*, que se colorea con las ácidas; la *linina*, refractaria a la coloración y generalmente intercalada con las anteriores, y la *edematina*, que forma gránulos residentes en las mallas de la red cromática.

HISTOLOGÍA

Entre las células de nuestro organismo hay diferencias de aspecto, según el fin a que están adaptadas, recibiendo la denominación de *tejido* el conjunto de células semejantes por tener la misma especialización fisiológica.

Tejidos.

Adoptando la clasificación del profesor Cajal (2), estudiaremos los tejidos según quedan ordenados en el siguiente cuadro:

(1) Las células polinucleadas se consideran como asociaciones de células que tienen fusionados sus protoplasmas, indicando el número de núcleos el de células congregadas.

(2) Se han suprimido los tejidos compuestos, el del cristalino y el dentario, de los que nos ocuparemos al tratar de la anatomía microscópica de los órganos respectivos.

TEJIDOS formados de células	}	unidas directamente.	<i>Epitelial.</i>	
		separadas por sustancia intercelular	líquida.	{ <i>Sanguíneo.</i> <i>Linfático.</i>
			semilíquida.	{ <i>Conjuntivo.</i> <i>Adiposo.</i>
			sólida.	{ <i>Cartilaginoso.</i> <i>Oseo.</i>
muy transformadas.		{ <i>Muscular.</i> <i>Nervioso.</i>		

Epitelios.

El tejido epitelial está formado de células poliédricas directamente adosadas unas a otras sin que exista entre ellas materia intercelular abundante, sino una capa de escaso grosor de una sustancia que actúa de cemento de unión. Forma membranas que revisitan el cuerpo y tapizan las cavidades orgánicas.

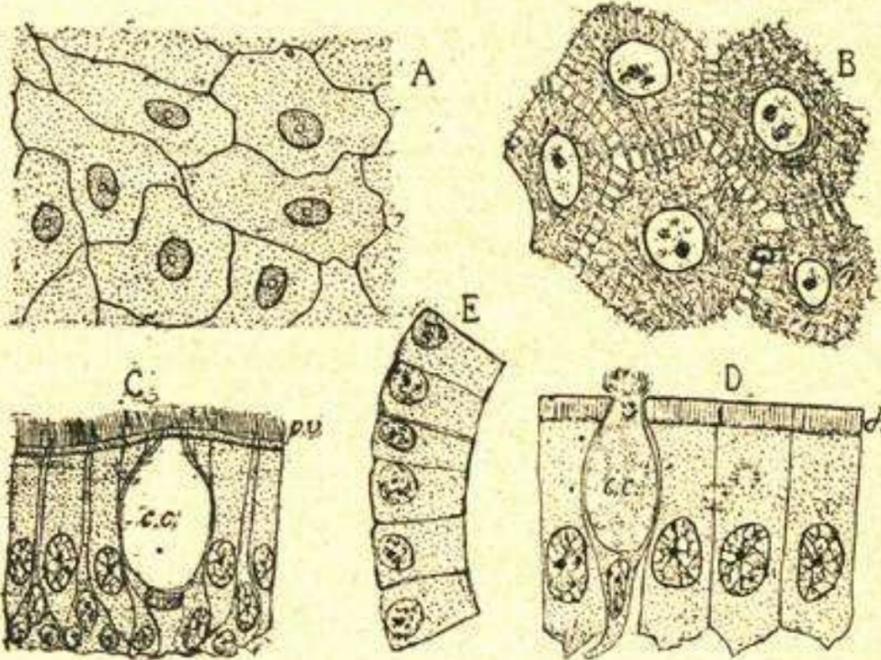


Fig. 2.—Diversas variedades de tejido epitelial: A, endotelio; B, epitelio tegumentario; C, caliciforme vibrátil; D, id. con chapa; E, epitelio cúbico. (Según datos del prof. Cajal.)

Atendiendo a que predominen en las células dos, una o ninguna de las dimensiones, se dividen los epitelios en tres grupos denominados epitelios de células anchas o planas, largas o prismáticas y cortas o cúbicas.

A los primeros corresponden los *endotelios* o *epitelios pavimentosos*, formados de una sola capa de células aplanadas, dispuestas como las losas de un pavimento, tapizando las cavidades sanguíneas, y el *epitelio tegumentario*, que es estratificado, o sea formado de varias capas de células, y constituye la capa externa de la piel.

Los epitelios de células prismáticas están compuestos de células alargadas en sentido perpendicular a la membrana que forman, en cuya cara libre terminan las células por un revestimiento córneo que las cubre y que se denomina chapa epitelial, o bien está revestido de pestañas vibrátiles. Estas dos clases se designan con los nombres de *epitelios con chapa y vibrátil*, siendo propio el primero de las cavidades digestivas y el segundo de los conductos respiratorios. Estos epitelios ostentan células glandulares abultadas y redondeadas que dejan fluir el líquido que elaboran (*células caliciformes*) y que están intercaladas entre las células prismáticas.

Los epitelios de células cúbicas no son en general estratificados y residen principalmente en las glándulas.

Estas son invaginaciones o hundimientos de los epitelios que adoptan la forma de tubos en que se localizan las células glandulares o secretoras en toda su longitud (*glándulas tubulosas*), o congregándose en el fondo de la invaginación formando un utrículo secretor prolongado por un tubo sencillamente epitelial que uniéndose con otros constituye un conjunto análogo a un racimo (*glándulas arracimadas*), o bien el utrículo no posee canal vector y a veces ni comunicación con el exterior (*glándulas vesiculares*). Las primeras se dividen en *simples* si constan de un solo tubo recto o apelotonado; *compuestas* si de varios confluentes, a veces en un mismo punto (*glándulas digitadas*), y *reticuladas*, también con tubos múltiples que se entrecruzan y anastomosan en red. Las arracimadas comprenden las *simples* o con un solo racimo y las *compuestas* con varios, y las vesiculares las *incompletas* o con orificio y las *completas* o cerradas.

Glándulas.

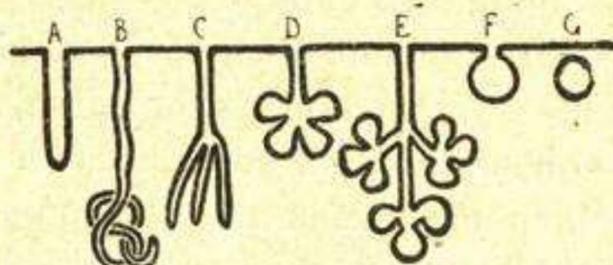


Fig. 3.—Esquema de los distintos tipos de glándulas: A-C, tubulosas (A, simple; B, apelotonada; C, digitada); D-E, arracimadas (D, simple; E, compuesta); F-G, utriculares (F, incompleta; G, completa).

A veces las células secretoras no se congregan formando glándulas, sino que están esparcidas en láminas epiteliales normales como las que hemos señalado, residiendo en los epitelios cilíndricos (*glándulas unicelulares*).

La sangre es un tejido líquido de color rojo formado de células redondeadas o *glóbulos*, separados por una abundante sustancia intercelu-

Tejido sanguíneo.

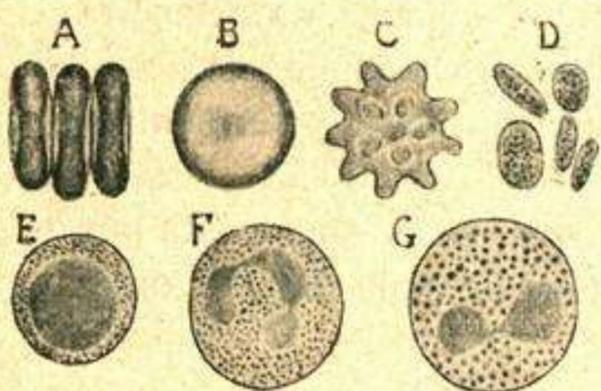


Fig. 4.—Corpúsculos figurados de la sangre: A, hemates apilados vistos de canto; B, uno aislado visto de frente; C, deformado; D, plaquetas; E, linfocito; F y G, leucocito con núcleo deforme. (Según datos del profesor Cajal.)

lar líquida, transparente y espontáneamente coagulable, llamada *plasma*. De tres clases son los corpúsculos microscópicos que flotan en el plasma sanguíneo, a saber: los *hemates* o *glóbulos rojos*, los *leucocitos* o *glóbulos blancos* y las *plaquetas* o *trombocitos*.

Los glóbulos rojos son corpúsculos de 7 a 8 μ , en forma de lente bicóncava, lo que se percibe bien vistos de canto y aun de frente, pues apareciendo circulares ostentan una tonalidad más clara en la zona central por efecto de la mayor delgadez en dicha región; su forma es muy inestable, hasta

el punto de que basta una ligera alteración en la concentración del plasma, como la producida por evaporación, en la sangre extravasada, para que se achiquen y su contorno se erice de dentellones. Los hematíes son células muertas, como lo demuestra la ausencia de núcleo, estando constituidos por una finísima membrana que les limita, encerrando un contenido homogéneo o *estroma* teñido por la hemoglobina, la cual les comunica un color amarillo verdoso claro vistos individualmente, pero rojo intenso en sus acúmulos. Su número es enorme, puesto que existen en cantidades de cuatro y medio a cinco millones por milímetro cúbico.

Los glóbulos blancos son algo mayores (7 a 12 μ), y menos abundantes (5.000 a 6.000 por milímetro cúbico, es decir, uno por cada 200 a 300 hematíes); carecen de color por no poseer hemoglobina, disponen de una membrana tan fina que les consiente continuas deformaciones protoplásmicas y su actividad vital está también delatada por la presencia de un núcleo muy irregularizado por jibas y deformidades. Los más pequeños, llamados *linfocitos*, poseen un núcleo esférico rico en cromatina que ocupa la mayor parte de la célula; los mayores tienen el núcleo deforme estrangulado o moniliforme y su protoplasma se carga de granulaciones coloreables por las anilinas.

Las plaquetas son globulillos muy diminutos (3 a 5 μ), cuyo número es intermedio entre las dos anteriores clases de glóbulos (245.000 por milímetro cúbico), en forma de disco oval o circular sin núcleo ni hemoglobina.

El plasma entra a formar parte de la sangre en proporción algo superior a la de los glóbulos y está compuesto esencialmente de agua (900 por 1.000) que contiene disueltas sustancias albuminoideas (75 a 80) y sales (7). Los principios albuminoideos son tres: el fibrinógeno, la seroalbúmina y la seroglobulina y las sales principalmente de sodio y también de potasio, calcio y magnesio en estado de fosfatos, carbonatos y cloruros. Se encuentran también en la sangre en cantidad pequeña y variable productos de la digestión (glucosa, grasa, peptonas), sustancias de desecho (urea, etc.) y cuatro fermentos (amilasa, maltasa, lipasa y fermento glicólico).

La linfa es un tejido análogo a la sangre, pues como ésta posee plasma y glóbulos blancos, recibiendo el nombre de quilo cuando contiene además multitud de esferitas de grasa.

Tejido con-
juntivo.

Es el tejido conjuntivo, blanquecino, semiblando, muy difundido por el organismo, no modelando órganos especiales, sino rellenando los intersticios y sirviendo de trabazón a los demás.

La variedad llamada *tejido conjuntivo laxo* se compone de células aplanadas asteriformes (*células conjuntivas*) separadas por una sustancia intercelular recorrida por finísimas fibras colágenas. Estas son de dos

clases: unas forman los llamados *haces conjuntivos*, constituidos por multitud de finísimas hebras paralelas, gruesos, de recorrido sinuoso, reforzados de vez en cuando por anillos, que aparecen como estrangulaciones cuando el haz se hincha por los ácidos, entrecruzados formando una vasta red, en cuyos espacios residen las células y las *fibras elásticas*, que caminan sueltas en todas direcciones, dibujando revueltas y flexuosidades. Además de las células conjuntivas fijas, se exhiben otra categoría de elementos de contorno áspero y redondeado que vagan perdidos por los intersticios de la trama conjuntiva, por lo que se han denominado *células emigrantes* y que muy posiblemente son leucocitos extravasados. En ciertos parajes del organismo observanse otros elementos celulares conjuntivos, como las *células cebudas* ricas en granulaciones protoplásmicas, las *pigmentarias* generalmente estrelladas y con multitud de granos de melanina, etc.

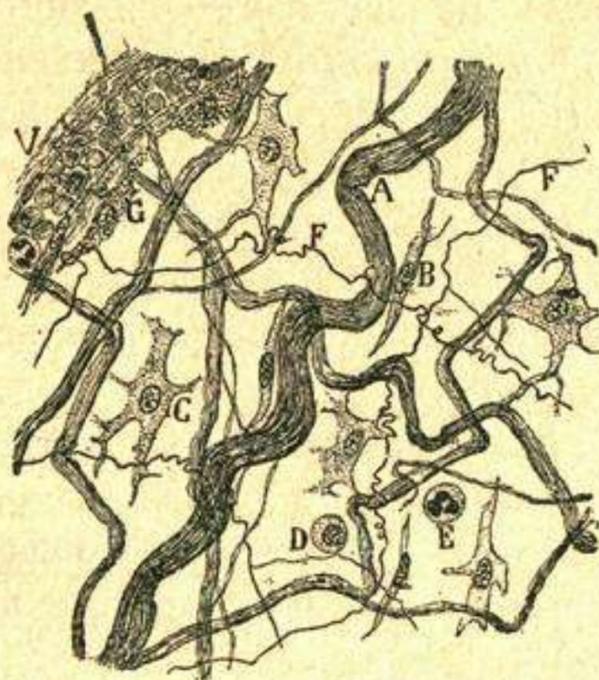


Fig. 5.—Tejido conjuntivo laxo del conejillo de las Indias: A, haces conjuntivos; B y C, células conjuntivas; D y E, células emigrantes; F, fibras elásticas; G, célula cebada o con granulaciones; V, vaso sanguíneo. (Según Cajal.)

Variedades del tejido conjuntivo son el *fibroso*, que forma los tendones, constituidos por fascículos largos, espesos y flexuosos dispuestos paralelamente y entre los cuales se disponen las células; el *corneal* de la córnea del ojo, y el *membranoso*, que constituye membranas cerradas revestidas de epitelio que protegen los órganos (*membranas serosas*), envolviéndolos de tal forma que quedan revestidos por una doble cubierta, la más interior adosada al órgano (*hoja visceral*) y la más externa contigua a la pared del cuerpo (*hoja parietal*) y entre ambas un líquido llamado *serosidad*.

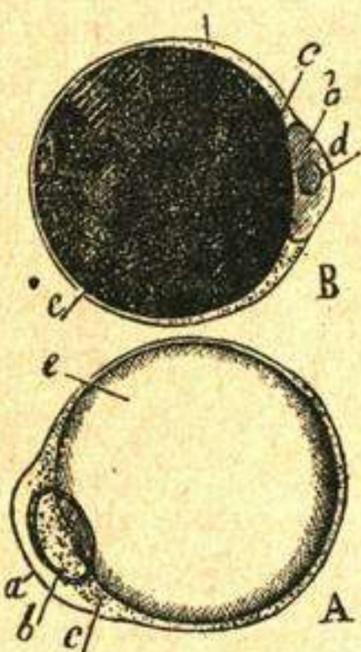


Fig. 6.—Células adiposas de perro: a, membrana; b, núcleo; c, protoplasma; e, gota de grasa que en B aparece de color negro por estar fijada por el ácido ósmico. (Según Cajal.)

El tejido adiposo o grasiento se caracteriza porque sus células se cargan de grasa, que forma una gran gota en el interior de ellas, a lo que deben su forma redondeada. La variedad que se encuentra debajo de la piel o tejido *adiposo común*, no difiere del conjuntivo laxo mas que en la forma redondeada de las células, cuya cavidad está casi totalmente ocupada por una gran gota central de grasa, mientras el protoplasma queda relegado a la perifería especialmente, en

Tejido adiposo.

donde yace el núcleo que se señala al exterior por un abultamiento. Al tejido adiposo corresponde también la materia grasienta que hay en el interior de los huesos, distinguiéndose dos variedades, la *médula amarilla* o tuétano, que se encuentra dentro de la caña de los huesos largos, y la *médula roja*, que reside en los intersticios cavernosos de los huesos cortos y en las cabezas de los huesos largos. La segunda ofrece caracteres particulares, especialmente gran variedad de elementos (*mieloplaxias, leucoblastos o medulocitos, osteoclastos y células rojas nucleadas*), siendo en cambio raras las células grasientas, tan abundantes en la variedad común y en la médula amarilla.

Tejido cartilaginoso.

El tejido cartilaginoso, constitutivo de los cartílagos o ternillas, es sólido, traslúcido, opalino, con reflejos azulados y formado de células voluminosas esferoidales ovoideas o semilunares llamadas *condroblastos*, separadas por una abundante materia intercelular de cartilageína origi-

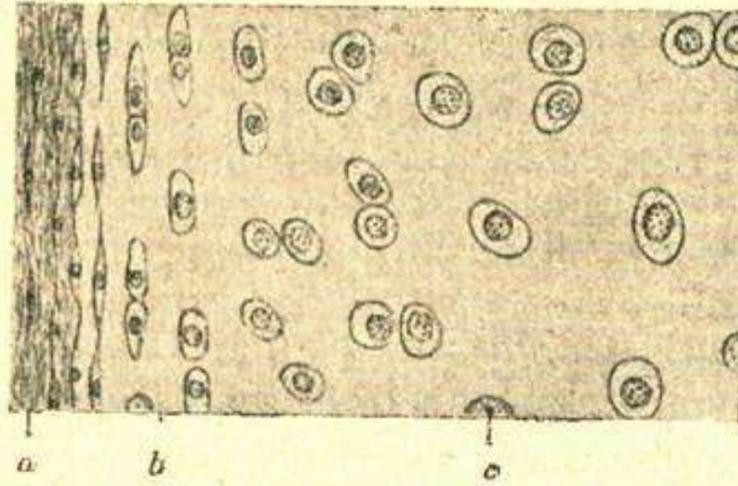


Fig. 7.—Tejido cartilaginoso hialino: *a*, pericondrio; *b*, sustancia intercelular; *c*, condroblasto. (Según Gegenbaur.)

una red de fibras elásticas que respetan la cápsula que envuelve sus grandes células, mientras que en el *fibrocartílago* los condroblastos más pequeños están comprimidos entre fascículos de fibras más o menos paralelos.

Tejido óseo.

El tejido óseo, elemento constitutivo de los huesos, es un tejido vivo a pesar de su aspecto duro, compacto, esponjoso o reticular que le comunica la *sustancia fundamental* que separa sus células, constituida por oseína, incrustada de sustancias minerales, especialmente de fosfato y carbonato cálcico. Las células óseas, llamadas *osteoblastos*, están alojadas en unas cavidades estrelladas llamadas *lagunas óseas*, que forman corros concéntricos en derredor de unos canales llamados *conductos de Havers*, en honor a su descubridor, los cuales anastomosándose forman una complicada red de canales que hacen comunicar la perifería del hueso con la cavidad interior. Las lagunas óseas, alargadas en el sentido

nada por la secreción de las mismas células, siendo las capas últimamente formadas las que se distinguen mejor, formando alrededor de las células aureolas llamadas *cápsulas*, de donde parten fibrillas que parecen comunicar unos condroblastos con otros. La materia intercelular aparece de constitución más o menos homogénea en la variedad *hialina*, pero en la *reticular* se encuentra recorrida por

tangencial, ofrecen prolongamientos denominados *conductos calcóforos* que las relacionan con las colindantes, de las cuales están separadas

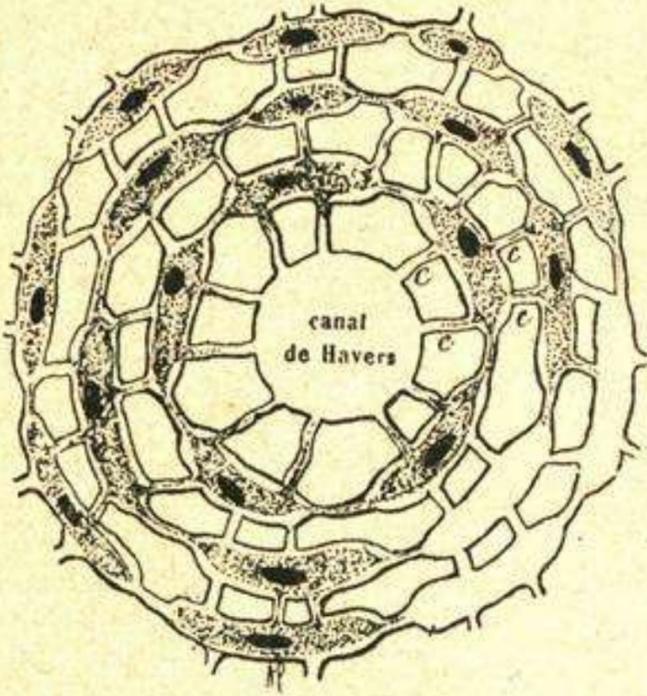


Fig. 8.—Tejido óseo. Corte perpendicular a un canal de Havers: c, conductos calcóforos que relacionan las lagunas óseas, dentro de las cuales están los osteoblastos.

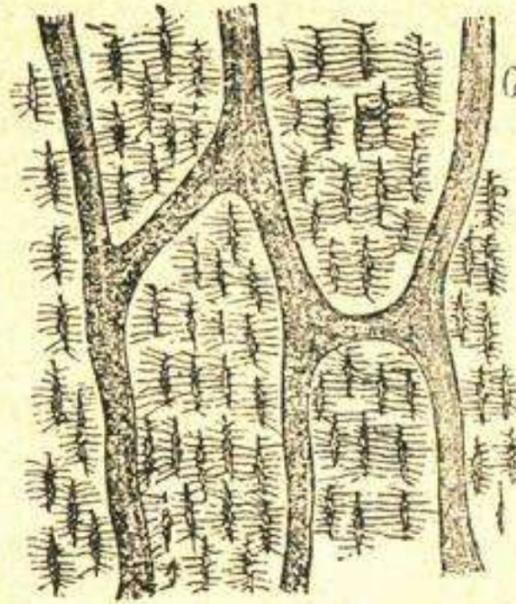


Fig. 9.—Sección de tejido óseo paralelo a la red de conductos de Havers.

por la sustancia intercelular o fundamental laminar y estratificada.

El tejido muscular está constituido por células alargadas y muy transformadas que reciben el nombre de *fibras musculares*, y admite dos variedades, el *tejido muscular de fibra lisa* y el de *fibra estriada*. El primero está constituido por la asociación paralela de elementos alargados que alcanzan longitudes de 3 a 10 centésimas de milímetro, de sección prismática, abultados en su región media, donde se aloja el núcleo, adelgazados en los extremos y con protoplasma longitudinalmente estriado, llamados *fibro-células de Kölliker*, que se reúnen formando masas elásticas, amarillo rosadas, de aspecto fasciculado.

Tejido muscular.

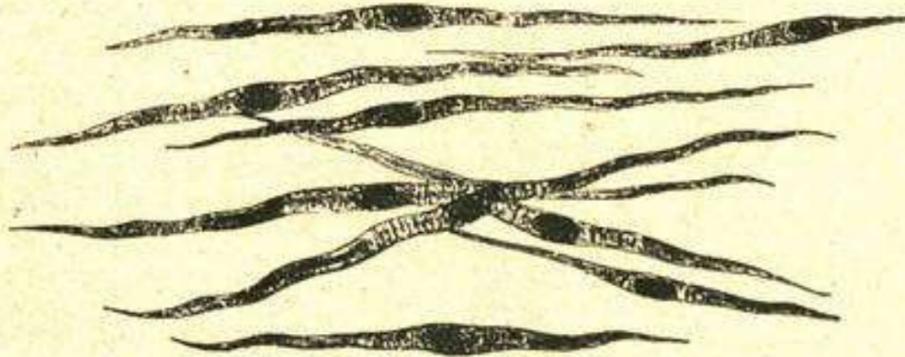


Fig. 10.—Fibras lisas disociadas (fibro-células de Kölliker), constitutivas del tejido muscular de fibra lisa.

La variedad de fibra estriada forma la masa roja de la carne, compuesta de pequeños paquetes de fibras larguísimas (4 a 5 cm.) prismáticas, multinucleadas, con estriación transversa (a la que deben su nombre) y longitudinal, envueltas por una funda homogénea o *sarcolema*. El protoplasma puede dissociarse en columnas sueltas paralelas definidas por las estrias longitudinales (*cilin-*

dros de Kölliker), formadas de bandas o discos transversos anchos que alternan con otras delgadas que se destacan entre las anteriores por ser más claras. Estas ostentan una finísima raya mediana llamada *línea de Krause o de Amicis*, mientras que en el centro de la banda espesa se distingue otra más ancha llamada *raya de Hensen*. También se distinguen dos clases alternadas de bandas longitudinales, de las cuales las más anchas y claras se supone son las fibrillas musculares primitivas, mientras las más finas, oscuras, se interpretan como representando tabiques protoplásmicos. En las inmediaciones del sarcolema se disponen los núcleos alargados también en el sentido de la fibra. Una variedad dentro del tejido muscular estriado representa el del corazón, en que las fibras musculares son ramificadas.

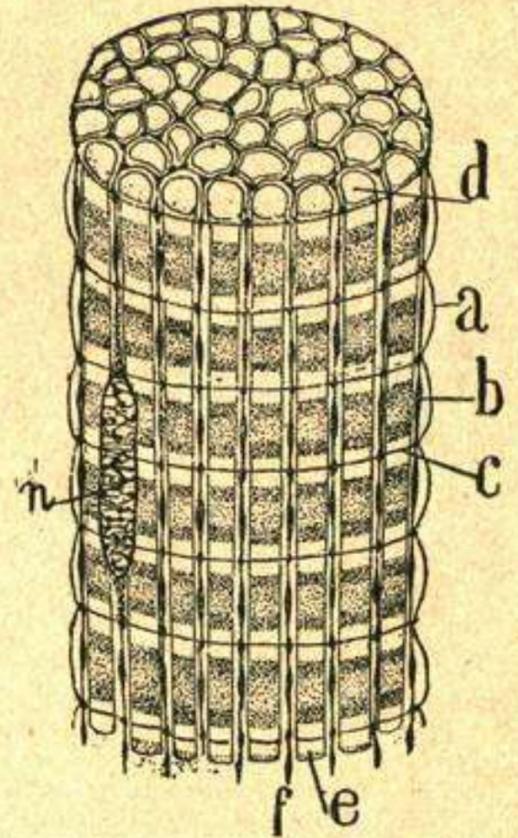


Fig. 11.—Esquema de un fragmento de fibra estriada: *a*, sarcolema; *b* y *f*, fibrillas de protoplasma; *c*, línea de Krause; *d* y *e*, fibrilla primitiva; *n*, núcleo. (Según Cajal.)

Tejido nervioso.

El tejido nervioso está compuesto de células muy diferenciadas de forma frecuentemente estrellada, provistas de expansiones arborescentes, entre las cuales una mucho más larga las pone en relación con otras de la

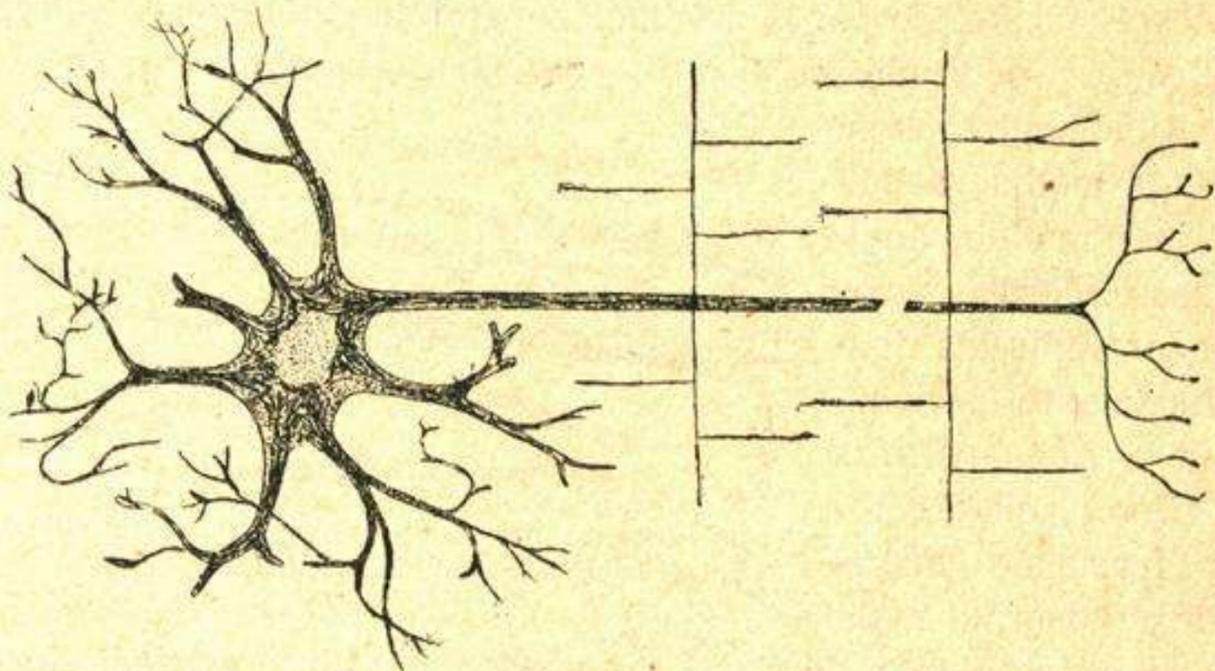
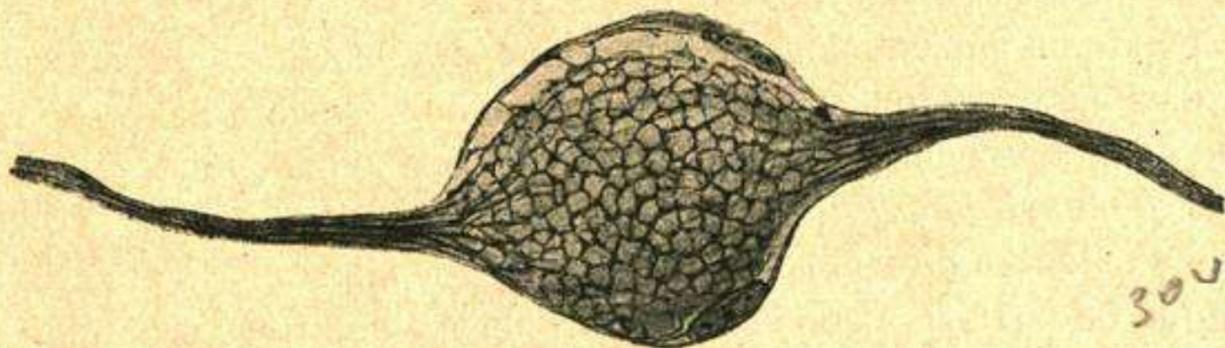


Fig. 12.—Neurona multipolar mostrando las dendritas y el cilindro-eje con su arborización terminal y sus colaterales.

misma o distinta naturaleza. Los centros nerviosos están formados esencialmente por la asociación de células nerviosas o neuronas, mientras que la reunión de sus prolongamientos cilindro-axiales origina los nervios.

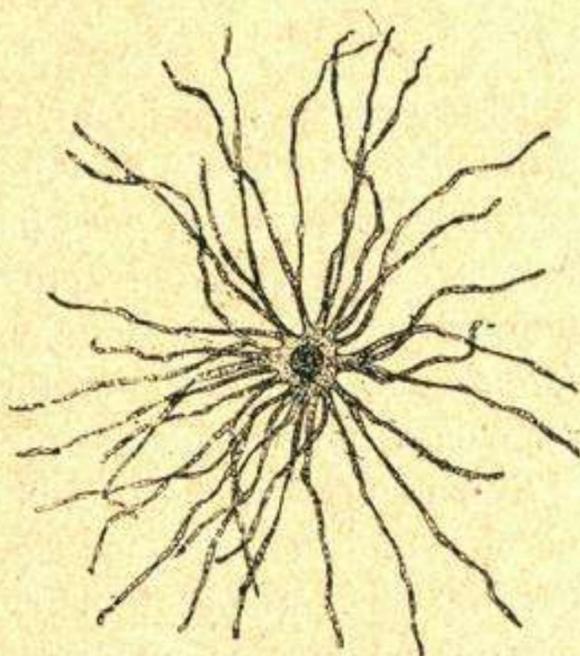
Se distinguen tres clases de células nerviosas o neuronas. Las *células multipolares* poseen tres o más prolongamientos, de los cuales



3046/2-10

Fig. 13.—Neurona bipolar (Según Cajal)

uno llamado *axón*, *filamento de Deiters* o *cilindro-eje*, es de gran longitud, finura y seguro trazo, dando ramas colaterales en ángulo recto y terminando con una arborización terminal, mientras los otros, llamados *prolongaciones protoplásmicas* y también *dendritas*, son cortos, ricamente ramificados dicotómicamente y de aspecto dentellado. Las *células nerviosas bipolares* son de talla variable (de 1 a 70 micras), tienen solamente dos prolongamientos, uno dendrítico y el otro cilindro-axial; y por último las *monopolares* tienen sólo una expansión, si bien suele bifurcarse a corta distancia, originando las dendritas y el cilindro-eje.



3046/2-10

Fig. 14.—Célula de neuroglia (Según Cajal)

Con las células nerviosas conviven

otros elementos llamados *células de neuroglia* o en araña por estar constituidos por un cuerpo minúsculo en el que se cruzan una multitud

de largas y finas expansiones que divergen en todos sentidos.

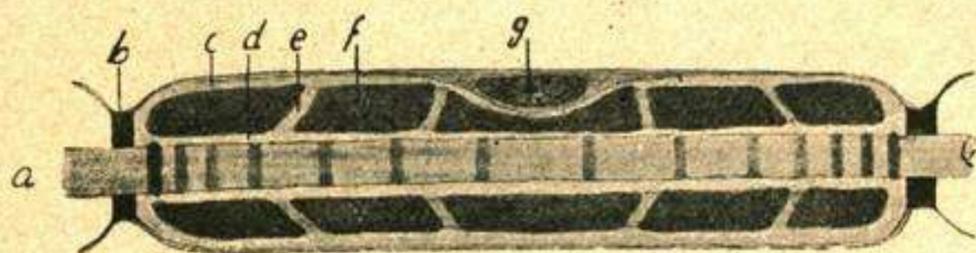


Fig. 15.—Esquema de una fibra nerviosa medulada: a, cilindro eje; b, estrangulación de Ranvier; c, membrana de Schwann; d, vaina de Maunther; e, cisuras de Lanntermann; f, mielina; g, núcleo.

Los cordones nerviosos, formados como ya sabemos por la agrupación en haces de cilindros

ejes, pueden responder a dos tipos. Unos, formados de fibras llamadas *medulares* o *de doble contorno*, ofrecen de vez en cuando angostamientos (*estrangulaciones de Ranvier*) y entre ellos existe un *cilindro de mielina* que falta a nivel de la estrangulación; esta mielina es la que da a las fibras su doble contorno y está contenida en una cubierta o

membrana de Schwann, mientras que en la parte interior, separada de la mielina por un líquido incoloro pero ceñida al cilindro-eje, existe otra cubierta llamada *vaina de Maunther*. A cada segmento interanular corresponde un núcleo adosado a la vaina de Schwann y en su rededor un acúmulo del protoplasma, por lo que cada segmento debe ser considerado como una célula adiposa que envuelve al cilindro-eje.

Las *fibras ameduladas* no ofrecen doble contorno por no tener mielina y ostentan de trecho en trecho núcleos elipsoidales alargados en el sentido de la fibra y con escaso protoplasma que forra al cilindro-eje.

ORGANOLOGRAFIA

Órganos, aparatos y sistemas.

El organismo humano está compuesto de distintos *órganos*, que resultan de la asociación de tejidos diversos pero cuyo conjunto sirve para realizar un acto de los que componen cada función orgánica. El conjunto de órganos que realizan actos diversos encaminados todos al cumplimiento de una función se denomina *aparato*, reservándose el nombre de *sistema* para aquellos aparatos que tienen una estructura histológica muy homogénea por predominar en todos sus órganos un determinado tejido.

Según que la finalidad de los aparatos sea relacionar unos individuos con otros, conservar el individuo o conservar la especie, se dividen en aparatos de relación, de nutrición y de reproducción; los primeros se llaman también de la vida animal por ser exclusivos de los animales, mientras que los dos últimos se designan de la vida vegetativa por ser comunes a vegetales y animales.

El siguiente cuadro resume las diversas clases de aparatos a considerar en el cuerpo humano:

APARATOS	de la vida animal.	Del movimiento..	{ <i>Sistema esquelético.</i> <i>Id. muscular.</i>
		De la sensibilidad.	{ <i>Sistema nervioso.</i> <i>Organos de los sentidos.</i>
	de la vida vegetativa.	De la nutrición.	{ <i>Aparato digestivo.</i> <i>Id. respiratorio.</i> <i>Id. circulatorio.</i> <i>Id. excretor.</i>
		De la reproducción.	{ <i>Aparato generador.</i>

EL ESQUELETO

OSTEOLOGÍA Y ARTROLOGÍA

El esqueleto es un conjunto de piezas duras de naturaleza ósea o cartilaginosa, que situadas dentro de las partes blandas, sirven de sostén e inserción a éstas, cobijando en sus cavidades los más delicados órganos y dando solidez al cuerpo pero prestándose en virtud de las articulaciones de sus partes al movimiento, del que constituyen órganos pasivos pero esenciales. Por su situación el esqueleto humano, como el de todos los animales superiores, se denomina *endoesqueleto* y también *neuroesqueleto*, en alusión a su papel de proteger los centros nerviosos.

La composición química del hueso, descontada el agua (50 por 100), es de un 65 por 100 de materia mineral que forma el residuo de la incineración y que en 100 partes contiene:

Composi-
ción química
de los huesos y
cartilagos.

Fosfato cálcico..	83'89 a 85'90
Id. magnésico.	1'04 » 1'84
Carbonato cálcico..	9'06 » 11'00
Fluoruro cálcico.	3'20 » 0'60

y un 34'5 de materia orgánica, principalmente grasa y oseína, que queda como producto de la decalcificación del hueso en ácido clorhídrico, constituyendo una masa traslúcida flexible y elástica de la misma forma que el hueso. Esta oseína es la que por cocción del hueso da lugar a la gelatina de huesos.

La composición de los huesos es variable y cambia con las diversas edades, predominando la sustancia orgánica en la juventud y cargándose progresivamente el tejido óseo de sustancia mineral durante el transcurso de la vida.

Los cartilagos poseen solamente un 1'5 a un 2'2 por 100 de sustancia mineral (fosfatos, sulfatos y cloruro sódico), que aumenta también con la edad. La sustancia orgánica está formada principalmente por cartilaginosa, que por la cocción da también gelatina.

Se distinguen tres clases de huesos que se llaman *largos*, *cortos* y *planos*. Los primeros constan de una porción mediana alargada llamada cuerpo, caña o *diáfisis*, y dos extremidades, más o menos engrosadas, llamadas cabezas o *epífisis*; la primera es larga, más o menos prismática, con conducto interior cilindroideo que aloja la médula amarilla o tuétano, y su tejido es compacto con los canales de Havers dispuestos paralelamente al hueso y anastomosados oblicuamente, formando una red paralelográfica; el todo está envuelto por una membrana conjuntiva muy fina

Conforma-
ción de los hue-
sos.

llamada *periostio*, íntimamente adherida al hueso, a beneficio de fibras que se introducen profundamente en el tejido óseo (*fibras de Sharpey*). Las epífisis están por el contrario rodeadas de cartílago y constituidas por tejido óseo esponjoso con médula roja.

Los huesos planos se componen de dos láminas de tejido óseo compacto separadas por tejido esponjoso con médula roja, y los cortos contienen un núcleo de tejido esponjoso recubierto en todos sentidos por una capa de tejido compacto.

Es frecuente la presencia en los huesos de eminencias que sirven para articularlos con otros, encajando en depresiones de ellos (eminencias articulares) o destinadas a la inserción de músculos o ligamentos (eminencias no articulares) que reciben denominaciones particulares para cada hueso, pero usándose algunas denominaciones con carácter genérico, como *apófisis* a las más pronunciadas, *cóndilos* las redondeadas, *crestas* las aplanadas, etc. Entre las cavidades se distinguen también las articulares, que reciben los salientes de los huesos con que se articulan y las no articulares, que delatan el asidero de músculos, alojan tendones y aun órganos voluminosos, recibiendo también diversos nombres (fosas, surcos, cuencas, senos, etc.). No es raro que presenten orificios, conductos o perforaciones que sirven para el paso de arterias y nervios.

Constitución
del esqueleto.

El esqueleto humano se compone en el adulto de 208 huesos, 34 medianos y 87 pares simétricos, y consta esencialmente de un eje óseo denominado *espinazo*, *columna vertebral*, *raquídea* o simplemente *raquis*, que sostiene los restantes huesos del tronco, los de la cabeza y los de las extremidades.

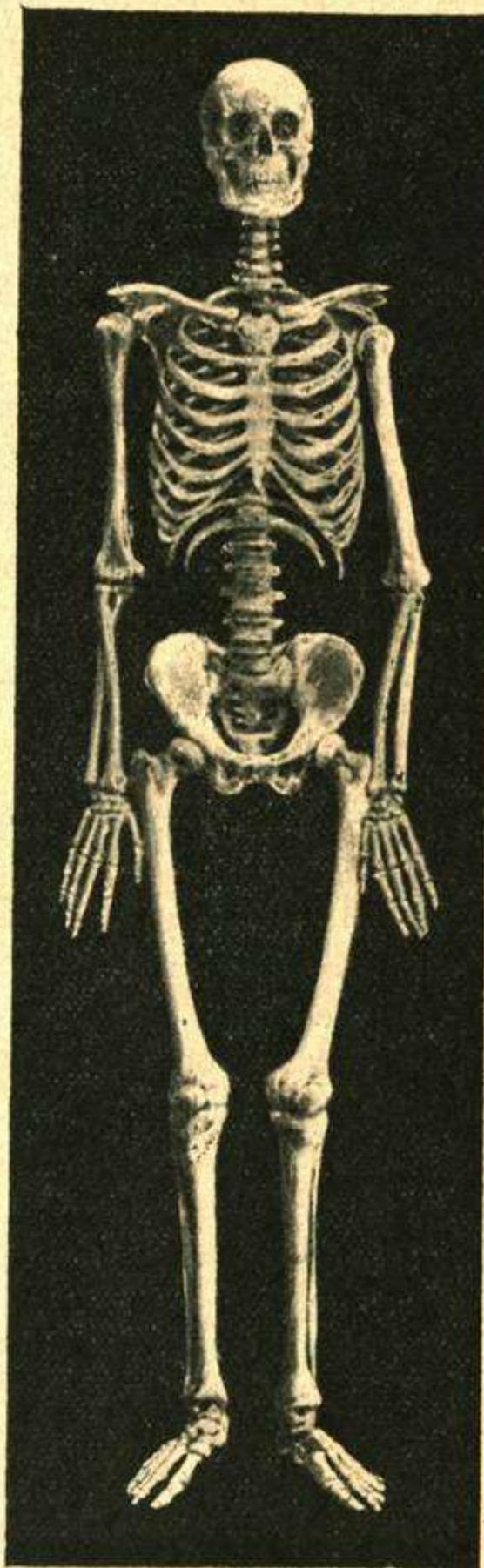


Fig. 16. —Esqueleto humano

Este eje está constituido de 33 piezas consecutivas denominadas vértebras, separadas por discos fibrocartilaginosos, y comprende 4 regiones que son, de arriba a abajo: *región cervical* o de la cerviz, convexa hacia atrás, que se compone de 7 vértebras; la *dorsal* o del dorso, por el contrario convexa y con 12; la *lumbar*, convexa, como la primera, y con 5 vértebras, y la *sacrocoxígea*, con su convexidad hacia atrás. La columna vertebral es más ancha en su porción media que en los extremos y en su cara posterior presenta un tubo o *canal raquídeo* destinado a contener la médula espinal.

Columna vertebral.

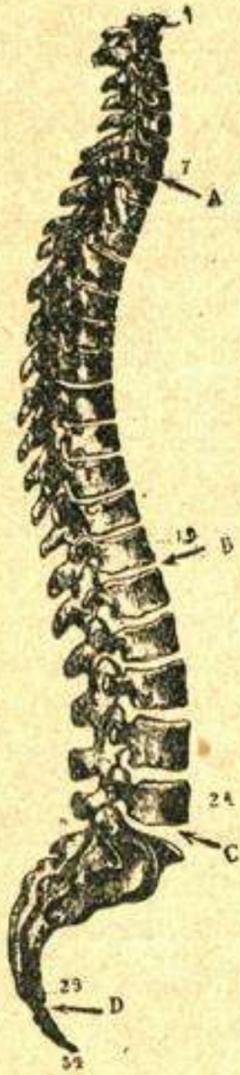


Fig. 17.—Columna vertebral vista por el lado izquierdo: A, B, C, D, espacios intervertebrales fronterizos de dos regiones consecutivas, indicando los números 7, 19, 24, 29 y 34 el número de orden de las vértebras finales de cada una; I, atlas. (De Testut.)

Cada vértebra consta de una parte maciza o *cuerpo* que en su cara posterior ofrece el *orificio vertebral*, cuyo arco posterior se continúa hacia atrás por la llamada *apófisis espinosa*, ofreciendo lateralmente dos *apófisis laterales* y en cada cara un par de *apófisis articulares*, de las cuales hay por tanto dos superiores y dos inferiores. Las vértebras están apiladas, descansando cada una por sus apófisis articulares inferiores sobre las apófisis articulares superiores de la vértebra siguiente, constituyendo el conjunto de los cuerpos con los cartílagos intervertebrales la parte columnar del espinazo, y la superposición de los orificios vertebrales el canal raquídeo, que aloja la médula espinal, cuyos nervios salen, por pares, por otros tantos pares de orificios que quedan entre vértebra y vértebra, y que se denominan *agujeros de conjunción*.

Dentro del tipo general las vértebras ofrecen variantes, según la región a que pertenecen, por lo que pueden darse caracteres generales que permiten reconocer las de cada región.

El siguiente cuadro resume estos caracteres en las vértebras cervicales, dorsales y lumbares:

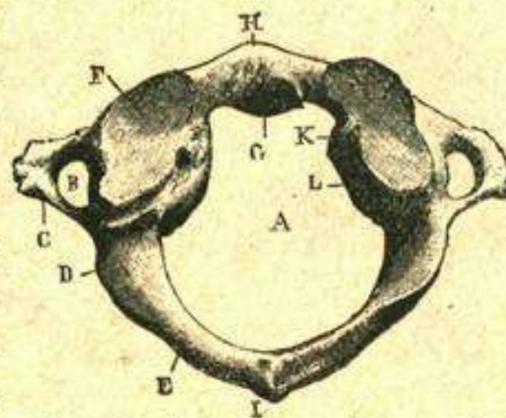


Fig. 18.—Atlas: A, agujero raquídeo; B, orificio de la arteria vertebral; C, apófisis transversa; F, caras articulares superiores; G, cara articular con la apófisis odontoides del axis; H, cuerpo; I, apófisis espinosa. (De Testut.)

	Vértebras cervicales	Vértebras dorsales	Vértebras lumbares
Cuerpo.	Pequeño con salientes laterales semilunares.	Mediano con caritas articulares para las costillas.	Muy grande sin caritas costales ni salientes semilunares.
Apófisis espinosa. .	Oblicua hacia abajo y bífida.	Muy oblicua hacia abajo.	Horizontal y comprimida.
Apófisis transversas	Perforadas y sin caras articulares.	Con caritas articulares costal y sin agujeros.	Sin agujeros ni caritas articulares.
Apófisis articulares superiores. . . .	Caras planas supero-posteriores.	Caras planas posteriores.	Caras cilindroides antero-exteriores.
Apófisis articular inferior.	Caras planas infero-anteriores.	Caras planas anteriores.	Caras cilindroides antero-exteriores.
Agujero vertebral..	Grande triangular isósceles.	Mediano y redondo.	Triangular equilátero.

Las dos primeras vértebras ofrecen caracteres particulares que permiten reconocerlas y que están en relación con su articulación con el

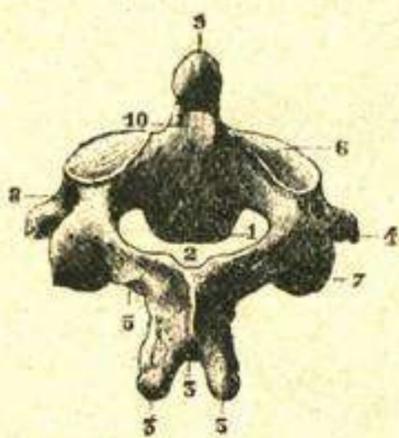


Fig. 19. — Axis: 8, agujero para la arteria vertebral; 9, apófisis odontoides.

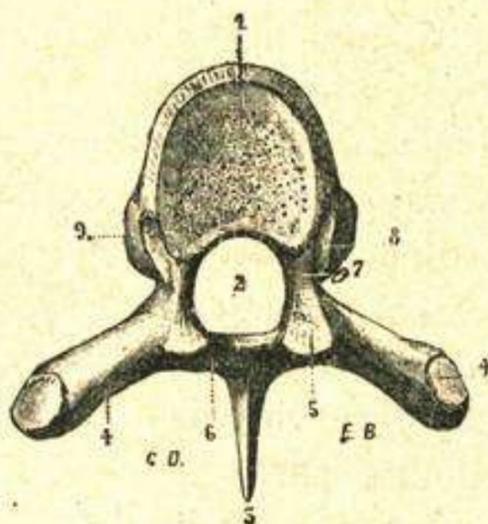


Fig. 20. — Vértebra dorsal: 8 y 9, carita articular costal superior e inferior.

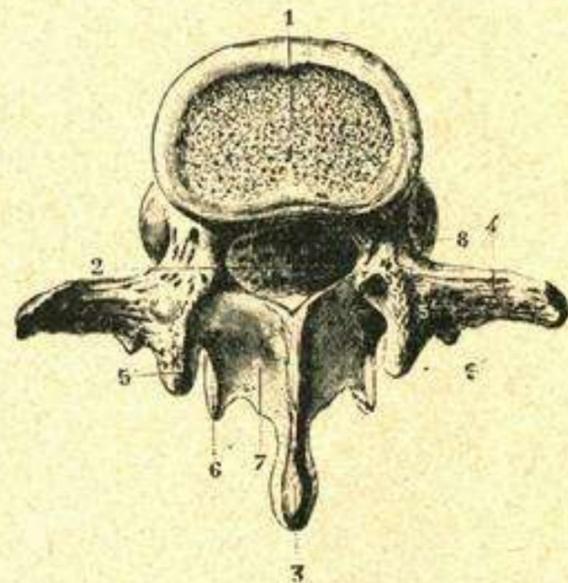


Fig. 21. — Vértebra lumbar: 8, pedículo.

1, cuerpo; 2, agujero vertebral; 3, apófisis espinosa; 4, apófisis transversa; 5, lámina; 6, cara articular superior; 7, cara articular inferior. (De Testut.)

cráneo. Ambas presentan los caracteres de las vértebras cervicales con exageración; así, la primera denominada *atlas* tiene un cuerpo reducidísimo, un orificio vertebral enorme con una concavidad anterior, la *apófisis espinosa* casi no marcada, las laterales pequeñas con sendos y grandes orificios y las caras articulares superiores muy grandes. La segunda vértebra cervical llamada *axis* ofrece ya bien típicos los caracteres cervicales pero presenta la notable particularidad de tener una

eminencia vertical muy acusada (*apófisis odontoides*) en la cara superior del cuerpo. Las vértebras extremas de cada región ofrecen caracteres intermedios que las asemejan a la de la región adyacente, lo que permite reconocerlas.

Las vértebras sacro-coxígeas (figs. 17 y 33) se encuentran soldadas, constituyendo dos huesos que se llaman *sacro* y *coxis*. El primero está constituido por la soldadura de las 5 vértebras sacras, cuyas separaciones se perciben claramente, poseen su canal raquídeo y sus agujeros de conjugación.

El coxis o última porción de la columna vertebral está formado por 4 a 5 vértebras (rara vez más), en general soldadas y tan rudimentarias que están reducidas a sus cuerpos.

Articuladas con las 12 vértebras dorsales existen 12 pares de largas láminas óseas curvas denominadas *costillas*, que uniéndose por delante a un hueso plano situado en la línea media del pecho, el *esternón*, constituyen la llamada caja torácica.

De los 12 pares de costillas, las de los 7 primeros se llaman *verdaderas* y se unen directamente con el esternón por intermedio de cartílagos independientes; las que constituyen los 3 pares siguientes se denominan *falsas* y se unen también a dicho hueso pero por intermedio de tres cartílagos que se sueldan inmediatamente en uno solo, que se une a su vez al de la 7.^a costilla, y por último dos costillas *flotantes* que terminan libremente sin unirse al esternón.

Cada costilla se articula con la vértebra dorsal correspondiente, por una parte, por su inflamamiento posterior o *cabeza de la costilla*, con las caritas articulares que hay entre los cuerpos de las vértebras dorsales, y por otra, por medio de una *tuberosidad*, con las superficies articulares de las apófisis transversas de las mismas.

El esternón, comparable por su forma a la de un puñal, se considera dividido en tres partes: la superior, mango, manubrio, empuñadura o *preesternón*; la mediana, hoja o *mesoesternón*, y el segmento inferior puntiagudo y cartilaginoso llamado *apéndice ensiforme* o *xifoides*.

Caja torácica.

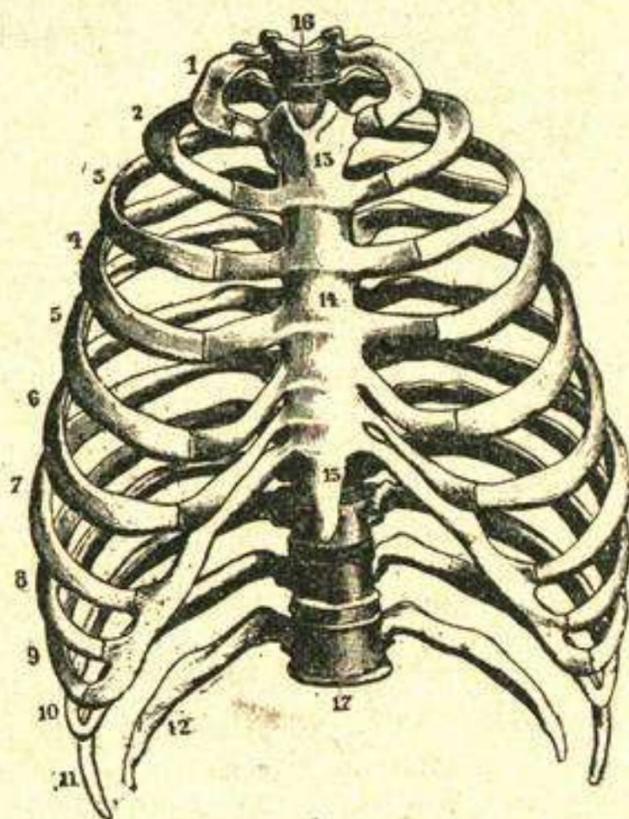


Fig. 22.—Caja torácica: 1-12, los 12 pares de costillas; 13, preesternón; 14, mesoesternón; 15, ap. xifoides; 16 y 17, primera y última vértebra dorsal respectivamente. (De Testut.)

Calavera.

El esqueleto de la cabeza o calavera comprende dos partes, el cráneo y la cara. El cráneo es una caja ósea con una gran abertura en su parte inferior (orificio occipital), que aloja en su interior el encéfalo o sesos. Está compuesto de 8 huesos, en general planos, de los cuales 4 son

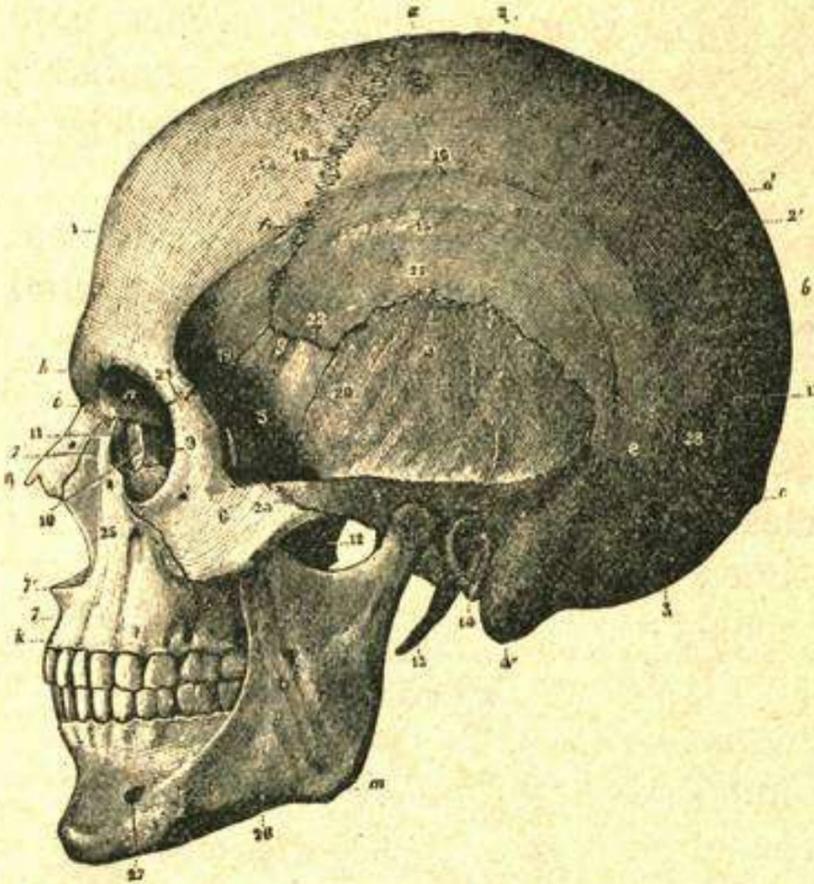


Fig. 23.—Calavera humana: 1, frontal; 2, parietal (2', su agujero); 3, occipital; 4, temporal (4', su apófisis zigomática; 4'', su apófisis mastoidea); 5, ala menor del esfenoides; 6, malar; 7, maxilar superior (7', su apófisis ascendente; 7'', su espina nasal ant.); 8, nasal; 9, etmoides; 10, unguis; 11, canal lacri-mal; 12, apófisis pterigoidea; 13, apófisis estiloides; 14, con-ducto auditivo externo; 15 y 16, curvas temporales; 17, sutura lambdoidea; 18, coronal; 19, fronto-parietal; 20, temporo-esfenoidal; 21, temporo-parietal; 22, parieto-esfenoidal; 23, fronto-malar; 24, zigomática; 25, agujero intraorbitario; 26, maxilar inf.; 27, agujero mentoniano; 28, h. wormiano. a, bregma; b, lambda; c, inión; d, obdelión; f, estefanión; g, pterión; h, glabella; i, nasión; k, punto alveolar; l, punto mentoniano; m, gonión; n, dación. (De Testut.)

pares y los otros 4 impares, que se articulan engranando sus bordes sinuosos. Los 8 huesos craneanos son los siguientes: el *frontal* o *coronal*, situado en la parte antero-superior del cráneo, ofrece en su parte anterior dos eminencias trasversales arqueadas o *arcos superciliares* que corresponden a las cejas; por detrás linda con los dos *parietales*, huesos también planos y alargados que se unen en la línea media antero-posterior de la bóveda craneana, y se articulan por detrás con el *occipital* o hueso de la nuca, que en su parte inferior presenta el citado *agujero occipital* y a ambos lados de él dos eminencias denominadas *cóndilos occipitales*. Los *temporales* o huesos de las sienas, constan de una lámina delgada cóncava hacia dentro, irregularmente circular, que

recuerda una valva de una concha y se denomina *porción escamosa*, que ofrece una carita articular (*cavidad glenoidea*) y una apófisis puntiaguda en su lado anterior (*apófisis zigomática*); una masa infero-posterior mamelonar denominada *porción mastoidea*, delante la cual otra irregular que por su aspecto es llamada *porción petrosa* o *peñasco*, está perforada por el conducto del oído y prolongada por la *apófisis estiloides*. El *etmoides*, situado en la línea media debajo del frontal, ofrece una lámina vertical mediana (*lámina perpendicular*), una horizontal perforada de 50-60 pequeños agujeros (*lámina cribosa*) de cuyos bordes laterales se encuentran suspendidas dos masas laterales,

cada una de las cuales está provista en su cara interna de dos láminas abarquilladas hacia fuera que constituyen los cornetes superiores y medios, y en la inferior de otra denominada *apófisis unciforme*, mientras en la cara superior del hueso un saliente mediano forma la *apófisis crista galli*. Por último, el *esfenoides* ocupa la base del cráneo, articulándose con todos sus huesos y algunos de la cara; está formado por un *cuerpo* cúbico del que salen tres pares de apófisis que son, procediendo de arriba a abajo, las *pequeñas alas* o *apófisis de Ingrasias*, las *grandes alas* y las *apófisis pterigoides*. En la parte superior del cuerpo existe una excavación (*fosa pituitaria* o *silla turca*) cuyos cuatro ángulos son salientes (*apófisis clinoides*). Se encuentran además accidentalmente intercalados entre los demás huesos del cráneo, especialmente en las suturas o fontanelas, unos huesos supernumerarios llamados *wormianos*.

La cara está formada de 13 huesos (6 pares y 1 impar) que integran la mandíbula superior y uno impar que forma por sí solo la inferior. Estos huesos son el *vómer*, hueso laminar que forma la parte anterior del tabique de la nariz; los *nasales* o huesos propios de la nariz que soldándose por la línea media forman su base; los *cornetes* inferiores o conchas que se diferencian de los superiores y medios en que son independientes; los *lacrimales* o *unguis*, huesecitos situados en el ángulo interno de la órbita y atravesados por el canal nasolacrimal correspondiente; los *pómulos*, *malaes* o huesos de las mejillas, que presentan tres prolongaciones, una ascendente que se articula con el frontal, otra posterior que se continúa con la apófisis zigomática del temporal y constituye con ella el llamado *arco zigomático* y otra anterior o posterior que engrana con la llamada apófisis malar del maxilar superior correspondiente. Los *maxilares superiores*, los dos huesos mayores de la mandíbula superior, y con los que se articulan todos los demás, están íntimamente soldados en la línea media y ofrecen una rama *ascendente* interna y en el borde inferior una ancha apófisis horizontal que se dirige hacia dentro, continuándose con la lámina horizontal de los *palatinos*, que ofrecen otra vertical.

El *maxilar inferior* o quijada es un hueso en herradura, cuya parte central ofrece un ángulo medio inferior que marca la barbilla (*eminencia mentoniana*) y a los lados se continúa por dos ramas que se doblan hacia arriba, marcando un ángulo en su borde inferior (*goniÓN*) y terminando en dos salientes separados por una depresión (*escotadura semilunar* o *sigmoidea*), de los cuales el anterior se llama *apófisis coronoides* y el posterior *cóndilo* y está destinado a alojarse en la cavidad glenoidea del temporal. Tanto el maxilar superior, como el inferior, presentan en su borde bucal una serie de orificios en los que se insertan los dientes y que se denominan *alvéolos*.

Cavidades,
cuencas y senos
de la calavera.

En el cráneo existen cavidades, unas limitadas por distintos huesos, otras residentes en el interior mismo de ellos. La cavidad más importante es la craneal, determinada por los diversos huesos del cráneo, siendo su volumen variable según los individuos, pero oscilando en nuestra raza alrededor de 1.500 cm³. (1). Presenta en la línea media de su bóveda,

ASPECTO INTERNO DE LA CAVIDAD CRANEAL

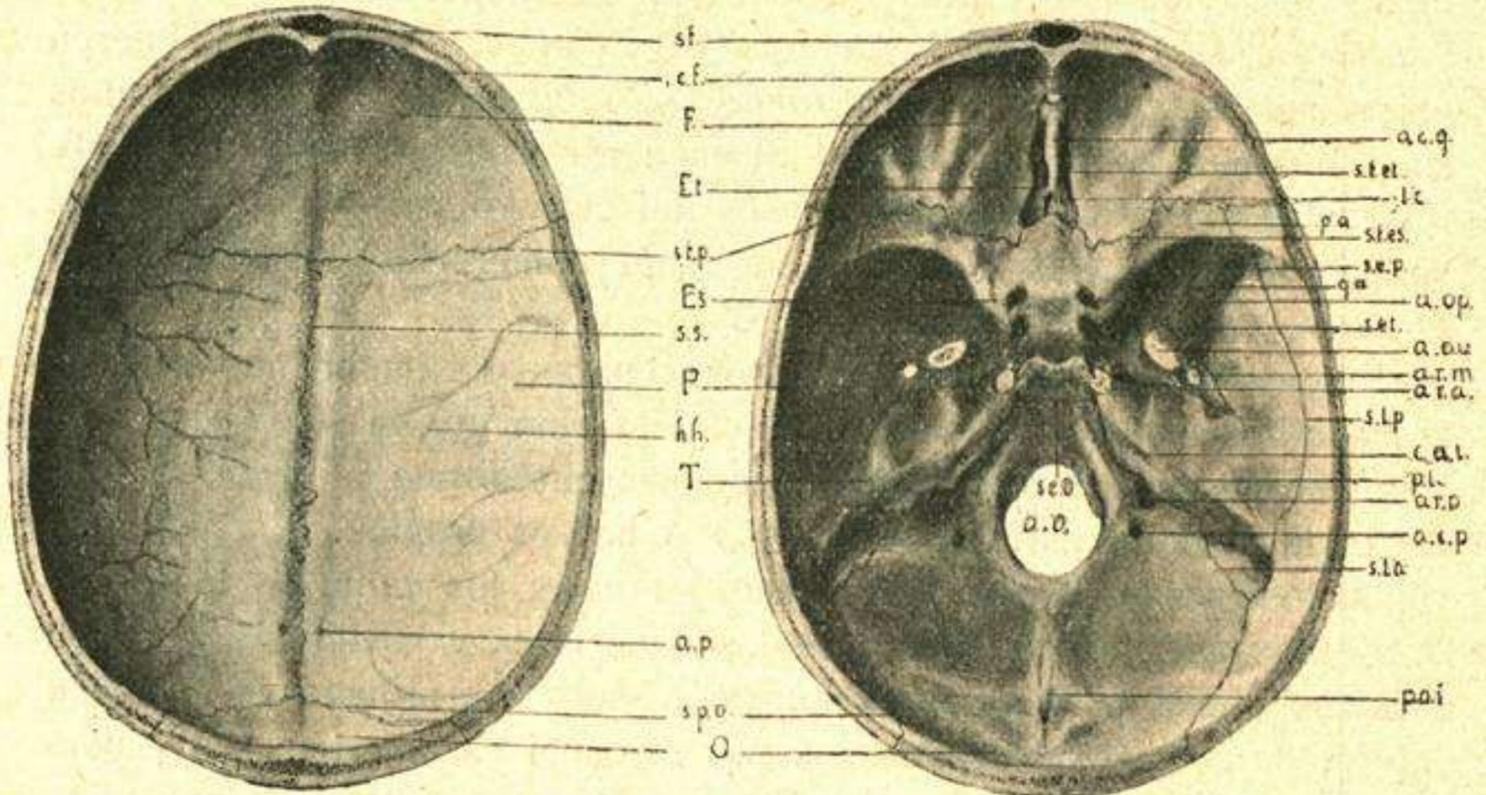


Fig. 24.—Bóveda craneal.

Fig. 25.—Base del cráneo.

Huesos: *F*, frontal; *Et*, etmoides; *Es*, esfenoides; *pa*, alas menores; *ga*, mayores; *P*, parietal; *T*, temporal; *O*, occipital.

Suturas: *Stp*, coronal; *ss*, sagital; *sps*, parieto-occipital; *sfet*, fronto-etmoidal; *sfes*, fronto-esfenoidal; *sep*, esfeno-parietal; *set*, esfeno-temporal; *stp*, temporo-parietal; *sto*, temporo-occipital; *seo*, esfeno-occipital.

Agujeros: *ap*, agujero parietal; *lc*, lámina cribosa del etmoides; *ap*, óptico; *ov*, oval; *arm*, redondo menor; *ara*, rasgado anterior; *cai*, conducto auditivo interno; *arp*, rasgado posterior; *acp*, condíleo posterior (*sf*, seno frontal).

Accidentes: *acg*, apófisis crista galli; *pt*, peñasco del temporal; *poi*, proeminencia occipital interna; *hh*, hoja de higuera.

que comprende la parte superoposterior, primero una *cresta frontal*, después un *canal longitudinal* sobre la sutura sagital parietal, a cuyos lados hay un par de orificios (*agujeros parietales*), y detrás una cresta occipital mediana y una cresta perpendicular (*cresta occipital interna*), siendo el punto de encuentro de las dos la *eminencia occipital interna*. A cada lado de la línea media se distinguen cuatro pares de depresiones o fosas, a saber, la frontal o anterior; la parietal, separada de la

(1) Se determina la capacidad craneal, llenándola de perdigones, que se introducen por el orificio occipital y se vierten después por él, en una probeta graduada para cubicarlos.

anterior por la sutura fronto-parietal; la cerebral occipital, limitada por la sutura parieto-occipital de la precedente, y la fosa occipital cerebelosa, a quien separa un canal lateral. En la fosa parietal se distingue un sistema de canales oblicuamente ramificados cuyo conjunto se denomina la *hoja de higuera*. La base del cráneo, elevada por delante, se inclina hacia abajo por detrás, donde la cavidad es mayor, distinguiéndose, de delante a atrás, en su línea media la apófisis *crista galli*, con la lámina cribosa del etmoides; cuatro pares de agujeros en el esfenoides (ópticos, ovals y redondos, mayores y menores), y en el occipital el agujero occipital, que es mediano, y los rasgados y condíleos posteriores que son pares.

Las cavidades o cuencas orbitarias son dos oquedades formadas por huesos del cráneo [frontal, (arcos orbitarios), esfenoides (pequeñas alas) y etmoides (hueso plano)] y de la cara [maxilar superior (apófisis ascendente), malar (apófisis orbitaria), unguis y palatino (cara orbitaria)], en forma de pirámides cuadrangulares cuya base forma la abertura orbitaria y cuyo vértice ostenta una rasgadura (*hendidura esfenoidal*), 5 orificios diversos, de los cuales el mayor es el óptico, y conductos, entre los que merece citarse el *naso-lacrimal* que se abre en el unguis correspondiente.

Las fosas nasales constituyen una cavidad formada por los huesos nasales, etmoides, esfenoides, maxilar superior, palatino, cornetes y frontal, dividida en dos por un tabique mediano constituido por el vómer y la lámina vertical del etmoides. Comunican con el exterior por delante y atrás por amplios orificios, con la cavidad craneana por los orificios de la lámina cribosa del etmoides, con la orbitaria por el conducto lacrimal, etc. Los tres cornetes definen con la pared externa, tres porciones llamadas meato superior, medio e inferior.

Entre los *senos* merecen citarse los *frontales*, excavados a los lados de la escotadura nasal de este hueso; las *celdillas etmoidales*, entre las cuales merece citarse el *infundibulum*; los *senos esfenoidales y maxilares (antros de Higmore)*, en relación con la cavidad nasal, y las *cavidades mastoideas* del temporal con la cavidad auditiva, que comunica a su vez con la cavidad craneal y el exterior por los *conductos auditivos interno y externo*.

Para la medida del cráneo se consideran en él diversos puntos, de los cuales son medianos el *mentoniano* o eminencia del maxilar inferior; el

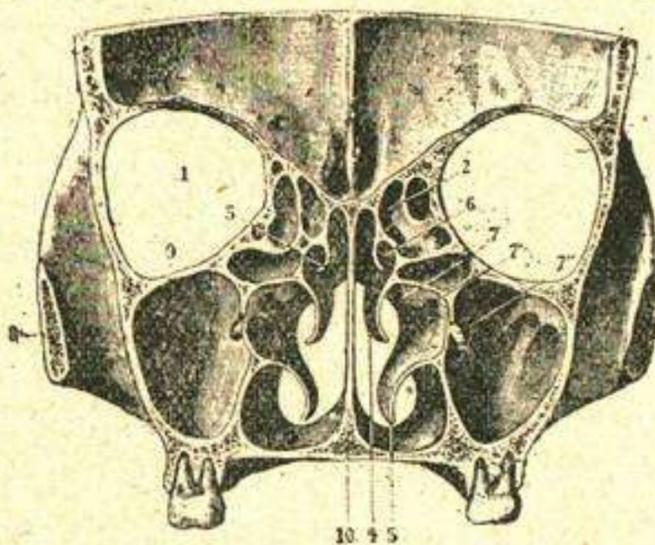


Fig. 26.—Corte de la cara según un plano antero-vertical: 1, órbita; 2, celdillas etmoidales; 3, 4 y 5, cornetes sup., medio e inf.; 6, meato sup.; 7, meato medio en comunicación, 7', con el infundibulum, y en 7'', con el seno maxilar (9); 10, unión del vómer con las apófisis palatinas del maxilar. (De Testut.)



nasio, punto medio de la sutura naso frontal; la *glabela* o eminencia intersuperciliar; *ofrion*, punto medio del diámetro frontal mínimo; el *bregma*, confluencia de la sutura fronto-parietal y sagital; el *obdelion*, en la sagital, entre los agujeros parietales; el *lambda*, intersección de la sutura sagital con la parieto-occipital o lambdoidea; el *inion*, extremo de la protuberancia occipital externa, y el *opistion* y *basion*, en el punto posterior y anterior del agujero occipital. Entre los puntos laterales o pares citaremos el *gonion* en el ángulo extremo del maxilar inferior; el *dacrion*, encuentro de la sutura lacrimo-maxilar con la naso-frontal; el *estefanion*, punto de confluencia de la sutura coronal o fronto-parietal con la cresta parietal; el *pterion*, punto de unión del frontal temporal, parietal y esfenoideas, y el *asterion* o unión del parietal, occipital y temporal.

Por medio de una cinta métrica pueden medirse sobre la superficie de la calavera varias curvas como la occipito-frontal, constituida por los segmentos curvilíneos nasion-bregma, bregma-lambda, y lambda-opistion, la supra-auricular que une los conductos auditivos sobre la bóveda craneana, la horizontal total o circunferencia máxima horizontal del cráneo a nivel del ofrion.

Por medio de compases de ramas curvas, o de calibres, se determinan distancias como el diámetro antero-posterior máximo (de la glabela al inion) y trasversal máximo que dan el índice craneal mediante la relación

$$\text{índice craneal} = \frac{\text{D. trasv.} \times 100}{\text{D. ant.-post.}}$$

la cual permite dividir los cráneos en *dolicocéfalos* cuando el índice es menor de 75, y *braquicéfalos*, mayor de 83, denominándose *mesaticéfalos* los intermedios.

Por medio de aparatos especiales denominados *goniómetros* se miden en el cráneo ciertos ángulos, de los que el más conocido es el *ángulo facial*, ideado por Camper, que se mide determinando el ángulo de las dos líneas que cortándose en el arranque de los dientes incisivos supero-antérieures, la una pasa por el conducto auditivo externo y la otra es tangente al cráneo en la glabela.

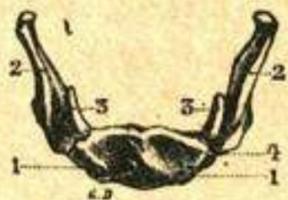


Fig. 27. — Hioides (cara ant.): 1, cuerpo; 2, astas mayores; 3, menores. (De Testut.)

Hioides.

En el cuello existe un hueso impar en forma de U, mediano, colocado, encima del esternón, y formado por una parte media o *cuerpo* y cuatro prolongaciones o *astas*, dos mayores o *tiroideas* y dos menores o *estiloideas*.

Hueso de las extremidades torácicas.

El esqueleto de los miembros anteriores comprende dos partes, la *cintura escapular*, que les une al tronco, y los segmentos sucesivos, brazo, antebrazo y mano, que les constituyen.

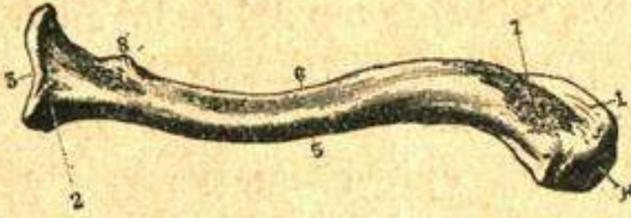


Fig. 28.—Clavícula derecha, cara inf.: 3, extremidad interna o esternal; 4, externa o acromial. (De Testut.)

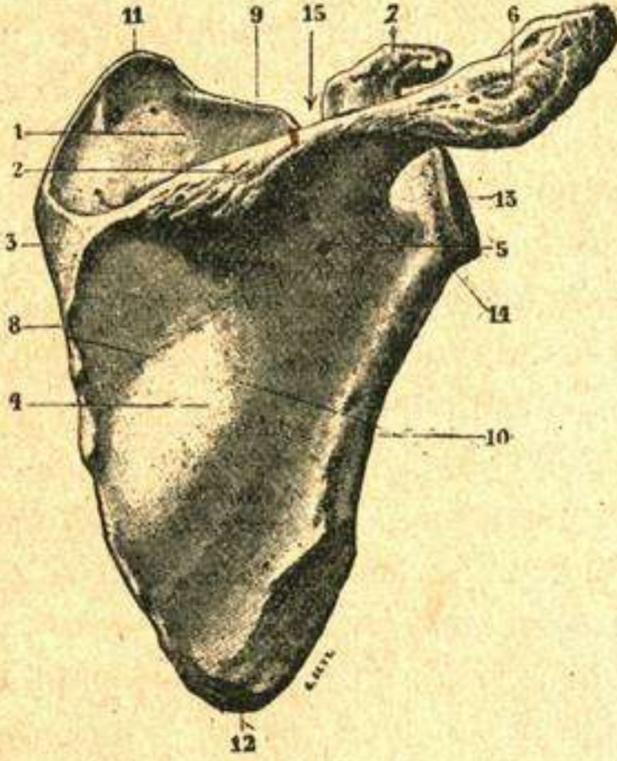


Fig. 29.—Omóplato derecho, cara posterior: 1, fosa supraespinosa; 2, espina; 4, fosa subespinosa; 6, acromión; 7, apófisis coracoides; 13, cavidad glenoidea. (De Testut.)

constituido por un solo hueso largo con la diáfisis de aspecto retorcido llamado *húmero*, cuya epífisis superior abultada o cabeza se articula en la cavidad glenoidea del omóplato, y la inferior ofrece una superficie articular que parece una polea (*tróclea*), con dos eminencias externas (*cóndilo* y *epicóndilo*), y otra interna (*epitróclea*) y encima una cavidad anterior (*coronoides*) y otra posterior (*olecraniana*). El brazo lo forman dos huesos largos paralelos: el *cúbito* en la prolongación del meñique y el *radio* en la del pulgar. El primero se articula con la tróclea por intermedio de su *cavidad sigmoidea* que se extiende entre dos

La cintura escapular comprende cuatro huesos (dos clavículas y dos omóplatos). La *clavícula* es un hueso encorvado en S alargada que se une por una parte al manubrio del esternón y por la otra al *omóplato*; éste es plano, triangular, con su ángulo más prolongado dirigido hacia abajo, ofreciendo en su cara externa una arista oblicua o *espina escapular* terminada hacia afuera en una apófisis (*acromión*) que recibe el extremo externo de la clavícula. En el vértice externo existe la *cavidad glenoidea* y por encima una apófisis corva (*apófisis coracoide*). Cada brazo está

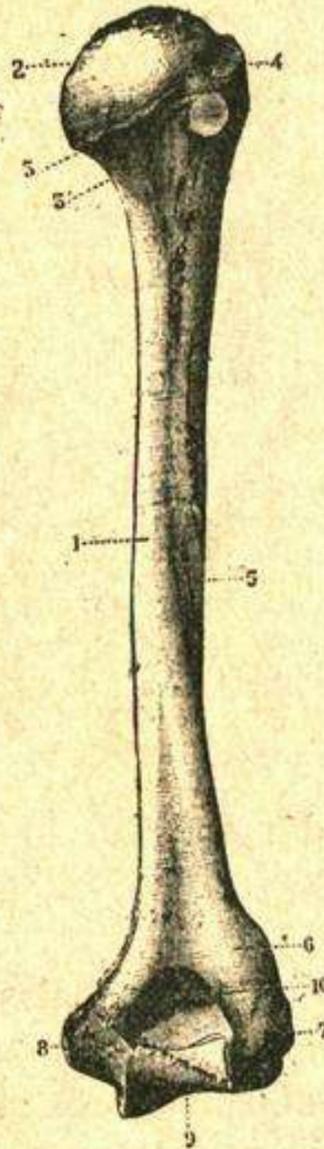


Fig. 30.—Húmero derecho cara post.: 1, cuerpo; 2, cabeza; 4, troquíter; 7, epicóndilo; 8, epitróclea; 9, tróclea; 10, cavidad olecraniana. (De Testut.)

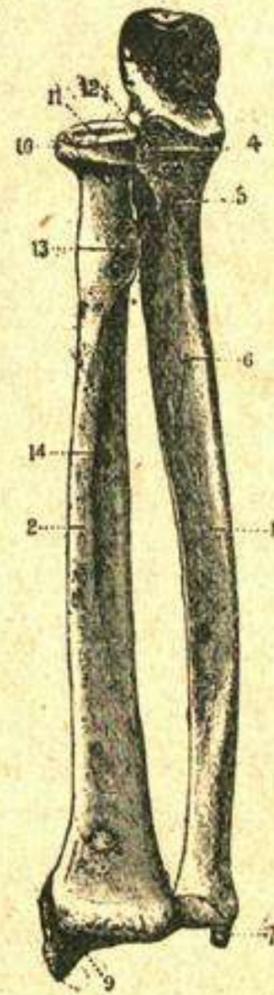


Fig. 31.—Huesos del antebrazo derecho vistos por delante: 1, cúbito; 2, radio; 3, cavidad sigmoidea; 4, ap. coronoides; 7, ap. estiloides del cúbito; 8, ap. estiloides del radio; 13, tuberosidad bicipital. (De Testut.)

apófisis (anterior o *coronoides*, y posterior, *olécranon* o del codo) cuyos nombres indican las fosas del húmero que las reciben. El olécranon encaja en la cavidad olecraneal del húmero cuando el brazo está recto, impidiendo que pueda doblarse hacia atrás; la epífisis inferior es libre y ofrece una apófisis (*estiloides*). El *radio* tiene su epífisis superior en forma de taba, con una depresión superior o *cúpula*, articulada también con el húmero, y la inferior con los huesos de la muñeca, por lo que sirve de eje en el movimiento de rotación de la mano, articu-

lándose su cúpula con el cóndilo del húmero, mientras que el cúbito no puede efectuar más que movimientos de flexión.

El esqueleto de la mano comprende tres partes, *carpo*, *metacarpo* y *dedos*. El carpo o esqueleto de la muñeca está constituido por 8 huesos cortos y pequeños dispuestos en dos filas. La primera comprende, de fuera a dentro, el *escafoides*, *semilunar*, *piramidal* y *pisiforme* (los dos primeros articulados con el radio); la segunda, el *trapezio*, *trapezoide*, *hueso grande* y *hueso ganchudo* o *unciforme*. El metacarpo o esqueleto de la palma, está compuesto de 5 huesos largos, que se prolongan con los huesos de los dedos, cada uno de los cuales contiene tres huesos sucesivos denominados *falange*, *falangina* y *falangeta*, sobre la cual se inserta la uña, excepto en el pulgar que carece de falangeta, insertándose su uña en la falangina y gozando de la propiedad de ser oponible a los demás dedos, lo que hace de la mano un instrumento de

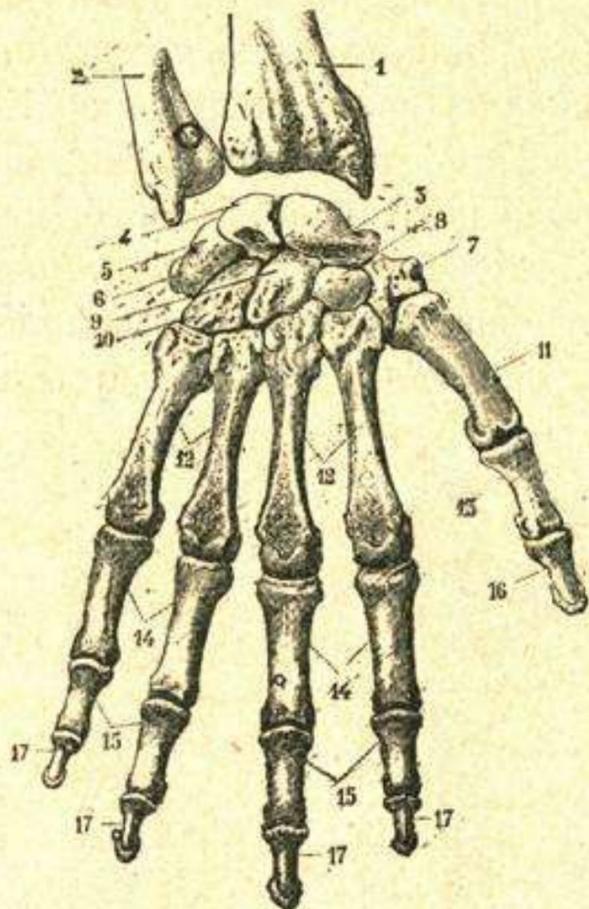


Fig. 32.—Huesos de la mano derecha, cara dorsal: 1, radio; 2, cúbito; 3, escafoides; 4, semilunar; 5, piramidal; 6, pisiforme; 7, trapezio; 8, trapezoide; 9, hueso grande; 10, unciforme; 11 y 12, metacarpianos; 13, 14, falanges; 15, 16, falanginas; 17, falangetas. (De Testut.)

ser oponible a los demás dedos, lo que hace de la mano un instrumento de prehensión.

Huesos de las extremidades abdominales

Las extremidades abdominales están construídas bajo un plan análogo. La *cintura pelviana* las une al tronco y cada una de ellas está compuesta del mismo número de artejos sucesivos que las anteriores.

La cintura pelviana, *pelvis* o bacinete, está constituída por dos huesos llamados *coxales* que se reunen por delante y se articulan por detrás con la región sacra o *sacro* de la columna vertebral, ofreciendo en su cara externa una gran depresión articular (*cavidad cotiloidea*). Cada coxal está en realidad constituído por la soldadura de tres huesos, a saber: el

íleon o porción superior alabeada, el *pubis* en forma de horquilla con una rama horizontal para articularse con el pubis opuesto y otra vertical descendente unida en su extremo a la anterior por el hueso inferior denominado *isquión* y formando entre los dos una gran abertura llamada *agujero obturador* o *isquio-pubiano*.

El muslo contiene un solo hueso, el más largo del organismo, llamado *fémur*,

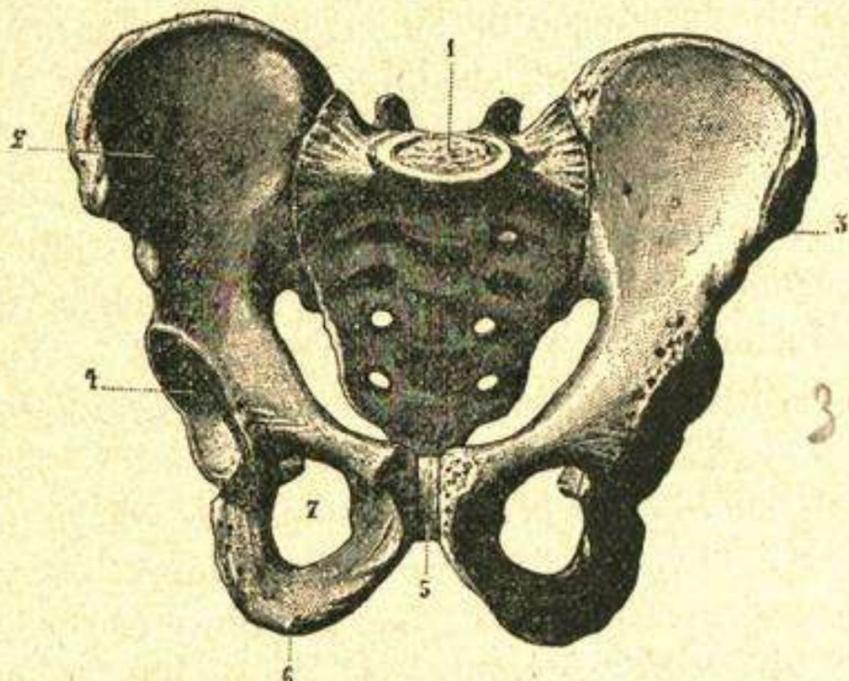


Fig. 33.—Pelvis, visto cara anterior: 1, sacro; 2, fosa iliaca; 4, cavidad cotiloidea; 5, sinfisis pubiana; 6, isquión; 7, agujero isquio-pubiano. (De Testut.)

cuya epífisis superior presenta una cabeza articular separada por un cuello de dos tuberosidades (*trocanter mayor* o externo y menor o interno). En la epífisis inferior presenta la *tróclea femoral*, cuya garganta limitan dos abultamientos laterales o cóndilos (externo e interno).

En la pierna existen dos huesos paralelos muy distintos en grosor: el externo, más delgado, es el *peroné* y el interno, más robusto, la *tibia*, la cual se articula con el fémur, existiendo a nivel de esta articulación y delante de ella otro hueso oval algo abombado, la *rótula*, que impide a la pierna doblarse hacia delante. La tibia es un hueso largo de diáfisis triangular con una cresta anterior o *espini-lla*, y su diáfisis superior presenta dos cavidades glenoideas (externa e interna) poco acentuadas, a propósito para alojar los dos cóndilos del fémur, y

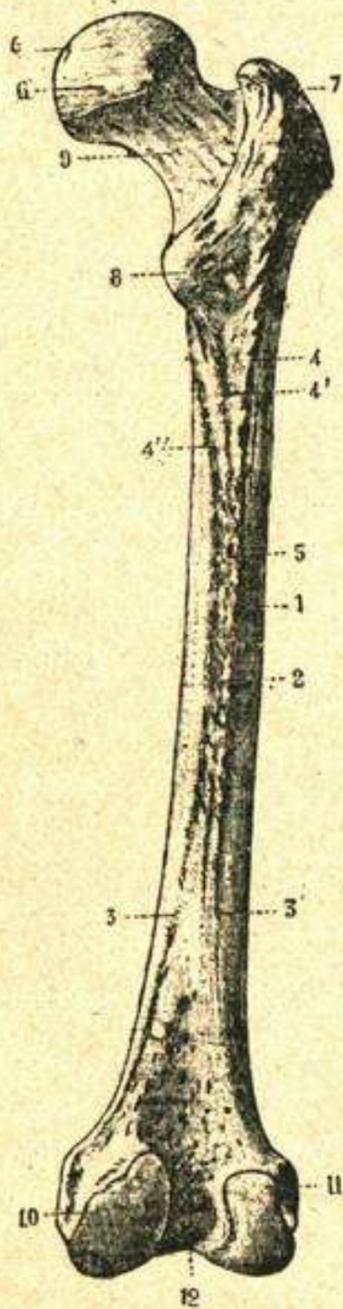


Fig. 34.—Fémur derecho cara posterior: 1, cuerpo; 6, cabeza; 7 y 8, trocanter mayor y menor; 9, cuello; 10 y 11, cóndilos. (De Testut.)

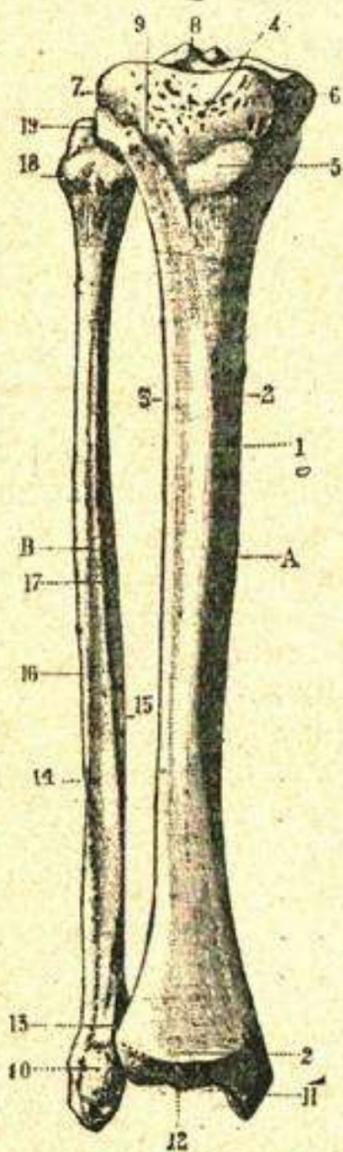


Fig. 35.—Huesos de la pierna derecha, vistos por delante: A, tibia; 1, espini-lla; 11, maléolo interno; 12, cara articular para el astrágalo; B, peroné; 10, maléolo externo; 19, apófisis estiloides. (De Testut.)

en el lado externo una superficie articular (*carilla peronea*); la epífisis inferior se articula con el pie y ofrece un saliente interno o *maléolo interno*. El peroné es un hueso largo y delgado cuya cabeza superior se articula con la carilla peronea de la tibia sin tocar al fémur, y en la inferior lleva un inflamamiento o *maléolo externo*.

El pie comprende tres partes, *tarso, metatarso y dedos*. El tarso se compone de 7 huesos en dos filas: la primera comprende, de dentro a fuera, el *calcáneo* que forma el talón, el *astrágalo* sobre el que descansan la tibia y el peroné, y el *escafoides* delante del astrágalo; en la segunda existen el *cuboides* y los tres *cuneiformes* o *cuñas* (mayor, mediana y menor).

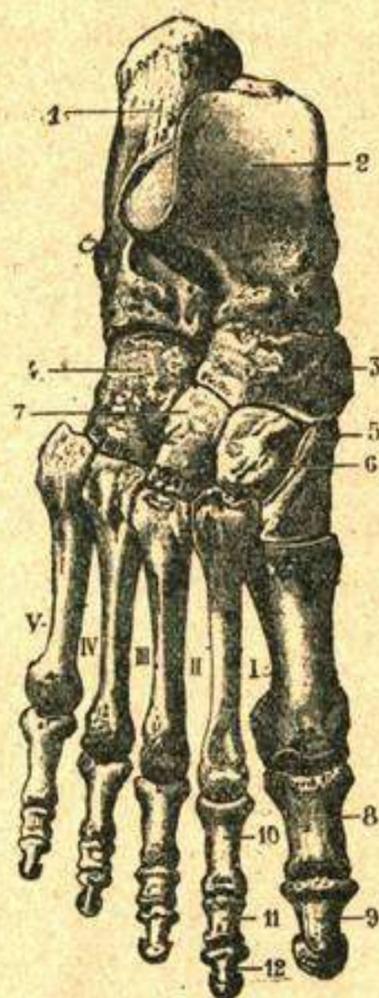


Fig. 36.—Huesos del pie, vistos por la cara superior: 1, calcáneo; 2, astrágalo; 3, escafoides; 4, cuboides; 5, 6, 7, cuneiformes, I, II, III, IV, V, metatarsianos; 8, 10, falanges; 9, 11, falanginas; 12, falangeta. (De Testut.)

Homología de los miembros.

El siguiente cuadro pone de relieve la homología que existe entre los miembros torácicos y abdominales:

EXTREMIDADES

TORÁCICAS			ABDOMINALES		
Hombro.	{ Cintura escapular. }	Omóplato.	{ Apófisis coracoide. . Cuerpo o escápula. Tubérculo subglenoideo. . }	Pubis.	{ Cintura pelviana. . . }
Brazo.		Húmero.	Isquión.	Ilion.	
Antebrazo.		{ Radio. Cúbito. }	{ Fémur. Tibia. }	{ Peroné. Tarso. }	Muslo.
Mano.		{ Carpo. Metacarpo. Dedos. }	{ Metatarso. Dedos. }		Pierna.
					Pie.

A pesar de la unidad de plan, la distinta función (prehensora o sustentadora) a que están respectivamente destinados los brazos y las piernas, se traduce en ciertas diferencias. Tales son: la mayor dimensión de las segundas con respecto a las primeras; el no existir en las extremidades abdominales hueso homólogo a la clavícula; el ser posterior el olécranon y anterior la rótula, lo que trae consigo el que el brazo no pueda doblarse hacia atrás ni la pierna hacia delante; el que el húmero se articula con los dos

huesos del antebrazo, mientras el fémur sólo con la tibia; que en la muñeca sólo se articula el radio con dos huesos (escafoides y semilunar), al paso que la tibia y el peroné se articulan con un solo hueso (astrágalo); la existencia de 8 huesos en el carpo y sólo 7 en el tarso por faltar el homólogo al pisiforme; la menor movilidad del pie, especialmente de los dedos, etc.

Junto a las articulaciones de la mano y del pie y en el espesor de algunos tendones se encuentran unos pequeños huesos redondeados que se denominan *sesamoideos*. La rótula y el pisiforme son considerados por algunos autores como huesos sesamoideos.

Huesos sesamoideos.

El esqueleto presenta variaciones, según la edad, que pueden servir para deducirla aproximadamente de su examen. La columna vertebral no se osifica por completo hasta los 25 a 30 años, arqueándose en la vejez y extendiéndose la soldadura sacra a las regiones limítrofes. La calavera ofrece, en el niño recién nacido, una cara reducidísima con relación al cráneo, y en éste, espacios membranosos en los puntos de convergencia de los huesos, llamados *fontanelas*, de las cuales la más importante por su extensión es la llamada *lambdatriz*, por corresponder al punto lambda; todas ellas se van cerrando por el crecimiento centrífugo de los huesos, que les hace ser por completo adyacentes, aun en los ángulos más alejados del centro del hueso, que son por eso los últimos a los que llega la osificación; pero mientras la cabeza es capaz de crecer, las suturas craneales están formadas por una membrana fibrosa que desaparece hacia los 45 años, en que por anquilosamiento de los huesos, el cráneo cesa de

Determinación de la edad, sexo y estatura por medio del esqueleto.

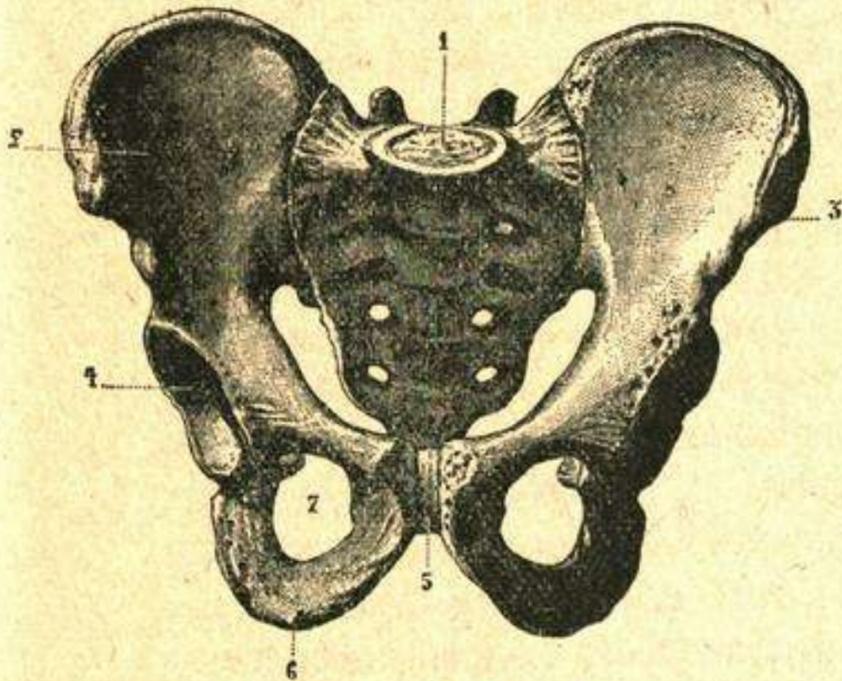


Fig. 37.—Pelvis de hombre.

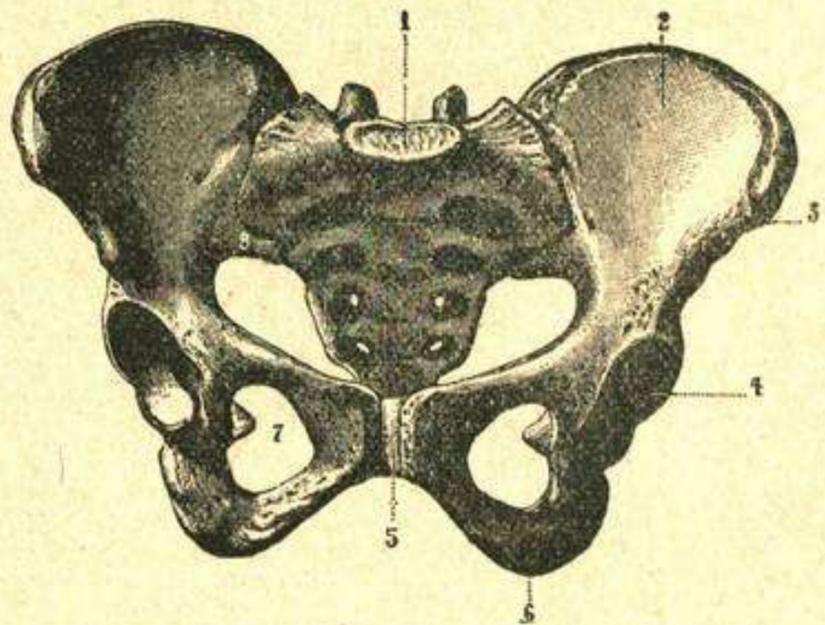


Fig. 38.—Pelvis de mujer.

crecer, siendo completa la soldadura a los 80. En la cara, su desarrollo progresivo, la evolución de la dentición y el desarrollo de los senos

frontales, da idea de la edad; siendo característico de la senectud el desarrollo del maxilar inferior, unido a la caída de las piezas dentarias, y al desgaste de los alvéolos. La longitud de los huesos largos de las extremidades produce también indicaciones aproximadas acerca de la edad y más exactas acerca de la talla.

También es posible deducir, por el estudio del esqueleto, el sexo del individuo a quien perteneció, siendo la pelvis el hueso más indicado para esta determinación. Las figuras 37 y 38 dan buena idea de las diferencias que ofrecen las pelvis masculina y femenina; las más aparentes son: la mayor anchura de la pelvis en la mujer y el aspecto más agudo y corto de su sacro.

Articulaciones:
sus clases.

Las articulaciones o coyunturas son las uniones de los huesos, y pueden ser de tres clases: fijas, semimóviles y móviles.

Las articulaciones móviles o *diartrosis* son aquellas que permiten a los huesos que las forman amplios movimientos; en ellas, los huesos ofrecen caras articulares que son paralelas, por lo que si la una es cóncava la otra resulta convexa; están recubiertos de una lámina,

cartílago hialino, íntimamente adherida a los huesos, los cuales se hallan unidos por ligamentos muy fuertes que los mantienen sujetos y separados por membranas serosas (*sinoviales*), cuyo líquido (*sinovia*) lubrica la articulación. Ejemplo: la articulación de la rodilla (figura 39).

Las articulaciones semimóviles, *anfiartrosis* o *sínfisis*, son aquellas en que los huesos están reunidos por un ligamento interóseo que les permite una pequeña movilidad. Ejemplo: la articulación de las vértebras y de los coxales.

Por último, las articulaciones fijas, *sinartrosis* o suturas, no son propiamente articulaciones, puesto que los huesos que las forman no pueden moverse y están directamente unidos o a veces con algo de cartílago, dibujando esta unión una sutura de trazo recto o meandrinoso, como ocurre con la mayor parte de las uniones de los huesos del cráneo.

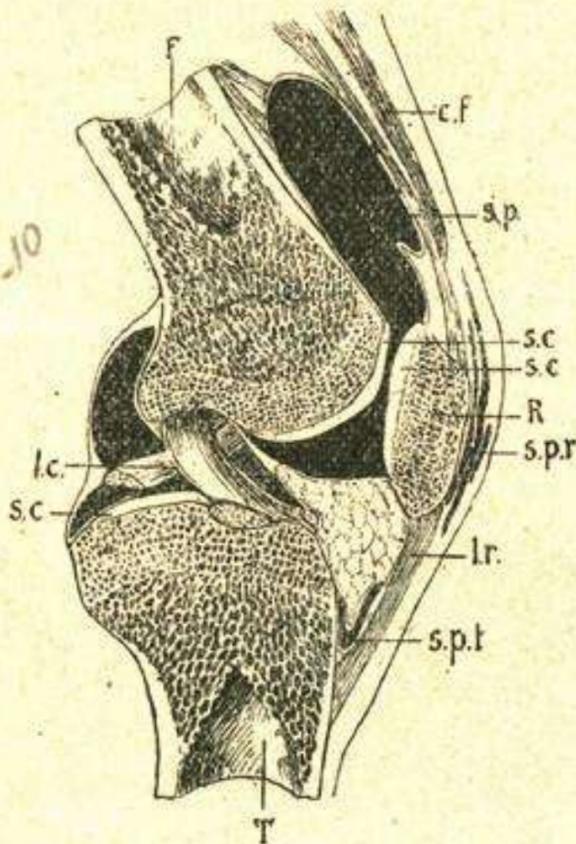


Fig. 39.—Diartrosis de la rodilla: F, fémur; T, tibia; R, rótula; s.c., superficies cartilaginosas; s.p., sinovia principal; s.p.r., sinovia prerotuliana; s.p.t., sinovia pretibial; l.c., ligamentos articulares; l.r., ligamento rotuliano; c.f., cuadriceps femoral.

SISTEMA MUSCULAR

MIOLOGÍA

La carne roja del cuerpo está formada de fibrillas estriadas que constituyen paquetes, cada uno de los cuales es un *músculo*. Por su forma, pueden dividirse, como los huesos, en largos, cortos y anchos; por su posición, en superficiales y profundos. La forma más general es la fusiforme o alargada, con un vientre en su parte media y afilada hacia los extremos; otros ostentan las fibras en abanico o constituyen anillos por unión de dos músculos en forma de arco, que modifican y cierran aberturas (orbiculares) o mantienen cerrados orificios (*esfínteres*) destinados a abrirse en determinados momentos.

Conforma-
ción de los mús-
culos estriados.

Los músculos se insertan sobre el esqueleto (alguna vez sobre los epitelios), por sus extremos, en las *superficies de inserción* de los huesos, directamente o por el intermedio de cordones blancos y muy resistentes llamados *tendones*, que en el caso de músculos planos son membranosos (*aponeurosis*). Cuando un músculo nace en uno de sus extremos por dos, tres o más tendones independientes, se denomina respectivamente *biceps*, *triceps*, etc.

Las fibras musculares estriadas están asociadas formando paquetes que envueltos por una fina membrana conjuntiva constituyen los llamados haces secundarios, los cuales a su vez están reunidos formando los haces primarios, también envueltos por una capa de tejido conjuntivo más gruesa, que por su reunión resultan los músculos, a su vez envueltos por una gruesa vaina conjuntiva llamada *perimisiso* externo, de la cual no son más que derivaciones las envueltas de los haces primarios y secundarios. Estas envueltas conjuntivas se gelatinizan por la coc-

Estructura
de los músculos
estriados.

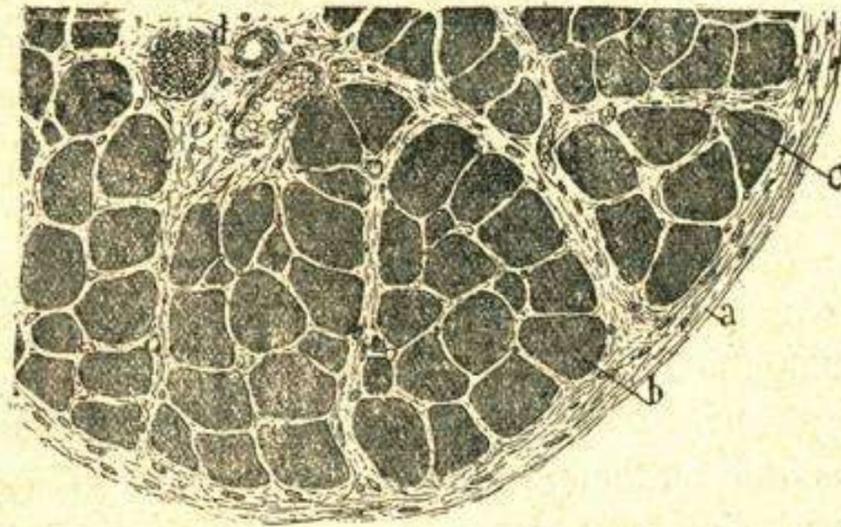


Fig. 40.- Corte transversal de un músculo: *a*, perimisiso externo; *b*, fibra muscular; *c*, tabiques que separan los fascículos secundarios; *d*, corte de un nervio y de los vasos nutricios del músculo. (Según Cajal).

ción, mediante la cual es fácil disociar los paquetes y fibras musculares. Continuación del perimisiso son también los tendones y aponeurosis, que se introducen en los huesos entre los canales de Havers, formando las fibras de Sharpey. Este modo de inserción es tan sólido que puede

verse con frecuencia en las carnicerías las reses de gran tamaño suspendidas por los tendones, lo que demuestra tanto la resistencia de éstos como la solidez de su inserción.

Músculos lisos.

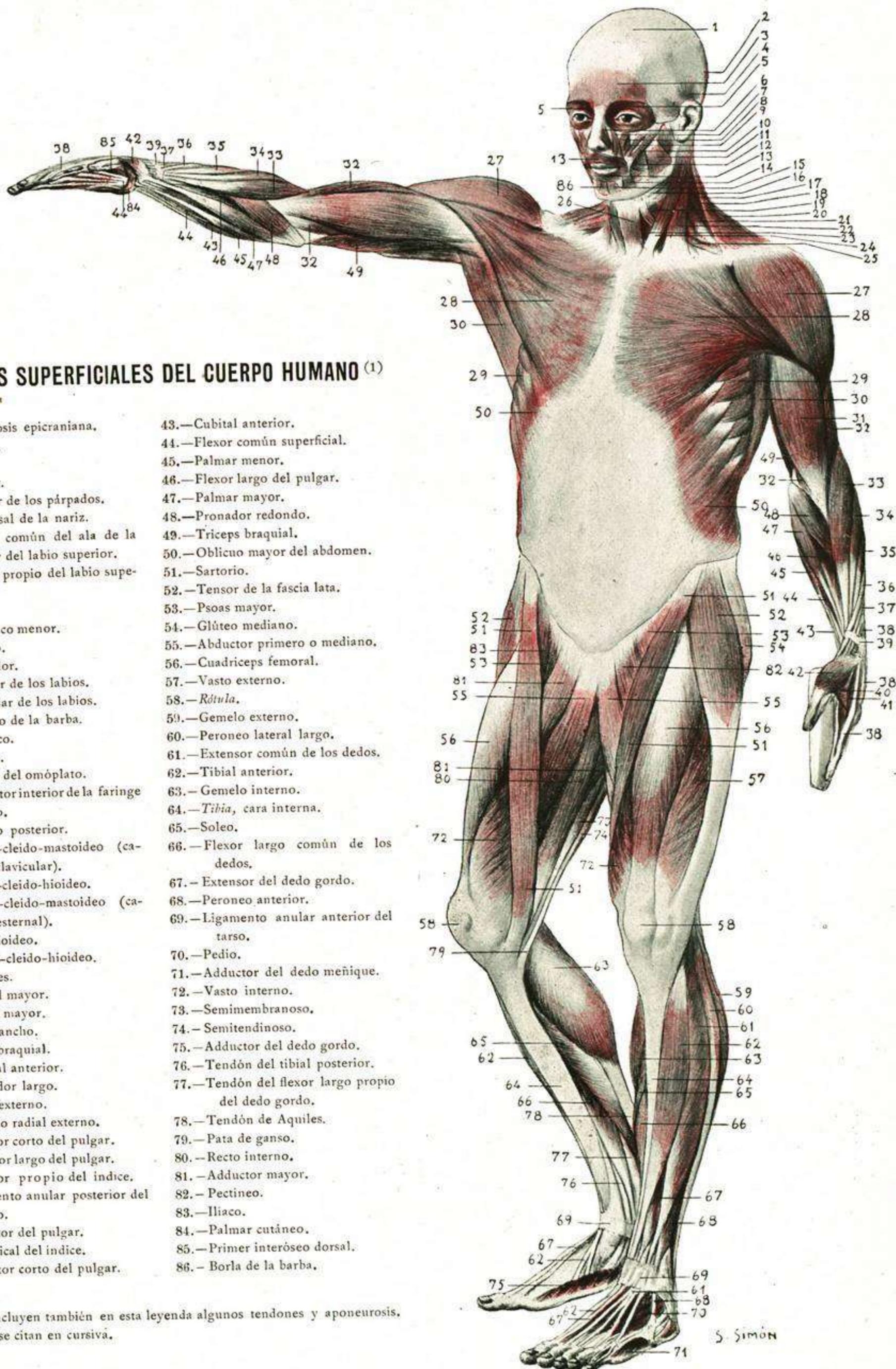
Las fibras musculares lisas constituyen por su asociación músculos que forman parte de las paredes de las vísceras, constituyendo capas de carne de color más pálido que estudiaremos al tratar de los órganos respectivos. El corazón sin embargo es una víscera constituida por fibras musculares estriadas de caracteres particulares.

Principales músculos del cuerpo.

El número de músculos del cuerpo humano es muy elevado, por lo que hemos de conformarnos con citar aquí los más importantes. En la cabeza hay que considerar los músculos llamados cutáneos por insertarse y mover la piel de la cabeza y también mímicos por originar los gestos y muecas, expresión de las emociones, y los músculos masticadores. A los primeros pertenece el *frontal* que arruga transversalmente la frente, el *superciliar* que frunce el entrecejo y los *orbiculares de los párpados* que sirven para cerrarlos; los nasales que contraen la nariz, y los bucales, como el *orbicular de los labios*, que los coloca por su contracción en actitud de silvar; el *buccinador* que sirve para soplar, los *zigomáticos* y el *risorio de Sartorini*, cuya contracción produce la sonrisa, etc.; a los segundos los elevadores de la mandíbula, ya externos como los *temporales* y los *maséteros*, ya internos como los *pterigoideos*.

En el cuello existen gran número de músculos destinados principalmente a mover la cabeza y cuello, como los *esterno-cleido-mastoideos escalenos, rectos y largo del cuello* y los 8 músculos hioideos que actúan sobre la garganta y mandíbula inferior, de ellos 4 superiores (*digástrico, estilo-hioideo, milo-hioideo y geni-hioideo*) y 4 inferiores (*esterno-cleido-hioideo, omo-hioideo, esterno-tiroideo, tiro-hioideo*). En el tronco encontramos los músculos destinados al movimiento de las costillas (*intercostales internos y externos, infracostales, supracostales, triangular del esternón y diafragma*); el *pectoral mayor*, que se extiende en abanico en el pecho, estrechándose hacia la cabeza del húmero, donde se inserta, y el *serrato mayor* que enlaza las costillas con el omóplato; los del abdomen, unos largos como el *recto mayor* que desciende verticalmente al lado de la línea media del esternón y costillas al pubis, y otros anchos como los gran *oblicuos* cuyos dentellones se entrecruzan con los del serrato mayor, y *transversos* que ocupan la parte anterolateral de las paredes del abdomen. De la espalda son: el *trapecio*, músculo ancho triangular que se extiende desde la nuca hasta las últimas vértebras dorsales, terminando en punta; el *romboides*, más profundo, y el *gran dorsal* que enlaza la cabeza del húmero con las últimas vértebras.

Los principales músculos de las extremidades torácicas son el del-



MUSCULOS SUPERFICIALES DEL CUERPO HUMANO (1)

- | | |
|---|--|
| 1.—Aponeurosis epicraniana. | 43.—Cubital anterior. |
| 2.—Occipital. | 44.—Flexor común superficial. |
| 3.—Frontal. | 45.—Palmar menor. |
| 4.—Auricular. | 46.—Flexor largo del pulgar. |
| 5.—Orbicular de los párpados. | 47.—Palmar mayor. |
| 6.—Transversal de la nariz. | 48.—Pronador redondo. |
| 7.—Elevador común del ala de la nariz y del labio superior. | 49.—Tríceps braquial. |
| 8.—Elevador propio del labio superior. | 50.—Oblicuo mayor del abdomen. |
| 9.—Canino. | 51.—Sartorio. |
| 10.—Zigomático menor. | 52.—Tensor de la fascia lata. |
| 11.—Masetero. | 53.—Psoas mayor. |
| 12.—Buccinador. | 54.—Glúteo mediano. |
| 13.—Orbicular de los labios. | 55.—Abductor primero o mediano. |
| 14.—Triangular de los labios. | 56.—Cuadriceps femoral. |
| 15.—Cuadrado de la barba. | 57.—Vasto externo. |
| 16.—Digástrico. | 58.—Rótula. |
| 17.—Esplenio. | 59.—Gemelo externo. |
| 18.—Angular del omóplato. | 60.—Peroneo lateral largo. |
| 19.—Constrictor interior de la faringe | 61.—Extensor común de los dedos. |
| 20.—Trapezio. | 62.—Tibial anterior. |
| 21.—Escaleno posterior. | 63.—Gemelo interno. |
| 22.—Esterno-cleido-mastoideo (cabeza clavicular). | 64.—Tibia, cara interna. |
| 23.—Esterno-cleido-hioideo. | 65.—Soleo. |
| 24.—Esterno-cleido-mastoideo (cabeza esternal). | 66.—Flexor largo común de los dedos. |
| 25.—Omo-hioideo. | 67.—Extensor del dedo gordo. |
| 26.—Esterno-cleido-hioideo. | 68.—Peroneo anterior. |
| 27.—Deltoides. | 69.—Ligamento anular anterior del tarso. |
| 28.—Pectoral mayor. | 70.—Pedio. |
| 29.—Serrato mayor. | 71.—Adductor del dedo meñique. |
| 30.—Dorsal ancho. | 72.—Vasto interno. |
| 31.—Bíceps braquial. | 73.—Semimembranoso. |
| 32.—Braquial anterior. | 74.—Semitendinoso. |
| 33.—Supinador largo. | 75.—Adductor del dedo gordo. |
| 34.—Radial externo. | 76.—Tendón del tibial posterior. |
| 35.—Segundo radial externo. | 77.—Tendón del flexor largo propio del dedo gordo. |
| 36.—Extensor corto del pulgar. | 78.—Tendón de Aquiles. |
| 37.—Extensor largo del pulgar. | 79.—Pata de ganso. |
| 38.—Extensor propio del índice. | 80.—Recto interno. |
| 39.—Ligamento anular posterior del carpo. | 81.—Adductor mayor. |
| 40.—Abductor del pulgar. | 82.—Pectineo. |
| 41.—Lumbrical del índice. | 83.—Iliaco. |
| 42.—Abductor corto del pulgar. | 84.—Palmar cutáneo. |
| | 85.—Primer interóseo dorsal. |
| | 86.—Borla de la barba. |

(1) Se incluyen también en esta leyenda algunos tendones y aponeurosis. Los huesos se citan en cursiva.

S. SIMÓN

toides que se inserta en la cintura escapular y cabeza del húmero, formando el saliente del hombro; en el brazo el *biceps braquial* o flexor del brazo, cuyas dos extremidades superiores se unen al omóplato y la inferior al antebrazo; su antagonista el *triceps braquial* o extensor, en la cara posterior, el *braquial anterior* y el *coraco-braquial* también anteriores; en el antebrazo se distinguen el *pronador* que hace girar el radio, colocando el dorso de la mano hacia arriba, y los dos *supinadores*, que son sus antagonistas los *palmares* que doblan la mano; los *flexores* y *extensores de los dedos*, *cubital*, *radiales*, *palmar*, etc., y los de la mano situados en la palma, músculos que actúan sobre los dedos (*lumbricales internos*, etc.), y que comunican especialmente al pulgar variados movimientos (*abductor*, *adductor*, *oponente* y *flexor del pulgar*).

La disposición de los músculos en los miembros posteriores es análoga a la de los anteriores; en la región lumbo-iliaca son dignos de señalar el *psoas iliaco* y los *glúteos*, que enlazan la fosa iliaca al trocánter mayor del fémur y constituyen la masa muscular más voluminosa del organismo, por estar en relación con la estación bípeda; en el muslo señalaremos en la región anterior el *cuadriceps crural* que extiende la pierna y el *sartorio* que es oblicuo y las cruza, y en la cara posterior el *biceps crural* que las dobla, el *tensor de la fascia lata*, *pectineo*, *semitendinoso* y *semimembranoso*. En la pierna los más importantes son los dos *gemelos*, en su cara posterior, que en compañía del *soleo* y *plantar delgado* forman el abultamiento posterior de la pantorrilla, terminado en un fuerte ligamento que se inserta en el calcáneo (*tendón de Aquiles*); contiene además la pierna los *tibiales*, *peroneos*, *plantar delgado*, *extensores* y *flexores de los dedos* y *poplíteo*. En el pie existen, por último, músculos destinados al movimiento de los dedos (*pedios lumbricales*, etc.)

SISTEMA NERVIOSO

NEUROLOGÍA

El sistema nervioso está constituido por un tubo de materia nérvica con gruesas paredes y angosta cavidad interior, colocado en la línea media dorsal y del que nacen ramificaciones (*nervios*) que se extienden por todas las partes del cuerpo. Este tubo nervioso, en su parte anterior, se engruesa considerablemente dentro de la cabeza, por lo que se distinguen dos partes o *centros nerviosos*; la anterior, abultada, que constituye el *encéfalo*, protegido por el cráneo, y la posterior, prolongada, que forma la *médula espinal*, alojada dentro del canal vertebral

Conformación general.

raquídeo. Ambas dan lugar a cordones nerviosos que se denominan respectivamente *nervios craneales* y *raquídeos*, y se envuelven de tres membranas llamadas *meníngeas*. La más externa, conjuntiva y muy resistente, está adherida a las piezas óseas protectoras por medio de prolongamientos fibrosos y se continúa envolviendo las raíces de los nervios hasta confundirse poco a poco con la vaina conjuntiva de ellos; se la denomina *dura mater*. La más interna, celular y muy vascularizada, se llama *pía mater* y está en íntimo contacto con la sustancia nerviosa. Entre las dos existe una membrana serosa, la *aracnoides*, cuya hoja externa está adosada a la dura mater, mientras que entre la hoja visceral y la pía mater queda el llamado *espacio subaracnóideo*, lleno de una serosidad (*líquido céfalo-raquídeo*). (Fig. 42.)

El conjunto de todos los órganos mencionados constituye el llamado *sistema nervioso cerebro espinal o céfalo-raquídeo*, pero además existen dos largos nervios extendidos a ambos lados de la médula espinal con abultamientos escalonados (*ganglios*) que con las ramificaciones correspondientes que se extienden por las vísceras forman el llamado *sistema nervioso ganglionar o del gran simpático*.

Los nervios están constituidos exclusivamente por fibras nerviosas, mientras que los centros nerviosos contienen además los cuerpos celulares (sustancia gris). Los *ganglios* contienen también neuronas por lo que deben considerarse, a pesar de su situación extra-axil, como centros nerviosos.

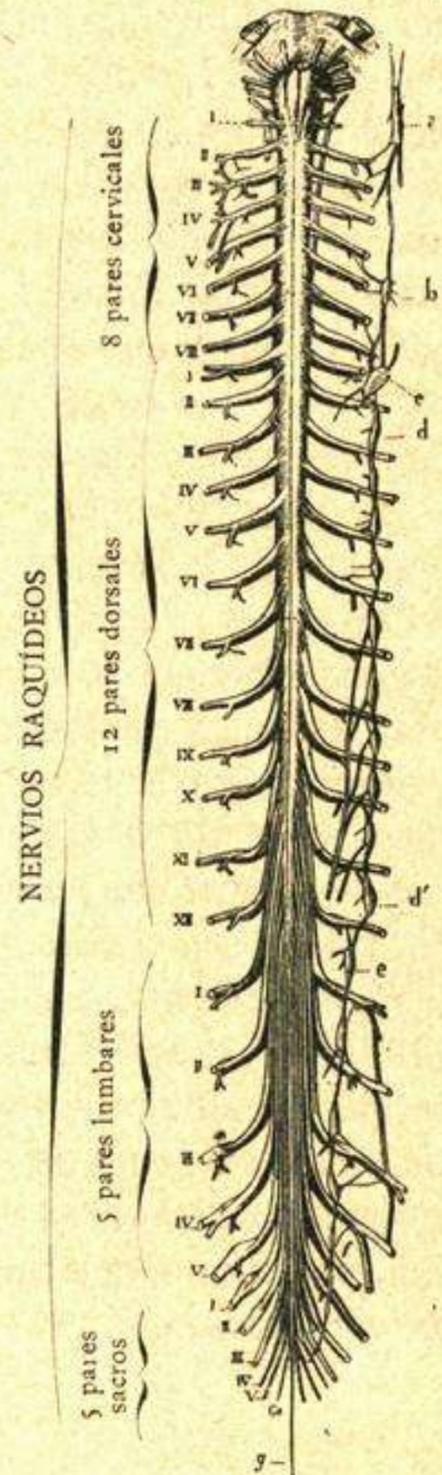


Fig. 41.—Médula espinal vista por su cara anterior, mostrando el arranque de sus nervios y sus relaciones con los ganglios simpáticos derechos. Los números romanos indican ordenadamente los nervios raquídeos; *a b c*, ganglios simpáticos cervicales; *d, d'*, torácicos; *e*, lumbares; *f*, sacros; *co*, nervio coxigeo; *g*, filum terminale. (De Testut.)

Médula espinal.

La médula espinal forma un largo cordón en cuyo interior existe un estrecho canal (*epéndimo*); empieza a nivel del agujero occipital, posee un primer inflamamiento (*braquial*) donde toman origen los nervios de los brazos y otro (*crural*) de donde salen los que se ramifican en las piernas, estrechándose después en un prolongamiento filiforme que en unión de los nervios del último abultamiento forma lo que se llama *cola de caballo*.

Ofrece la médula dos profundos surcos longitudinales, uno anterior y otro posterior, que la dividen en dos mitades simétricas, cada una de las

cuales está recorrida por otros dos más superficiales que definen a cada lado tres salientes longitudinales llamados *cordones anteriores, medios y posteriores*. En la región cervical, y aun en la dorsal, los cordones posteriores se muestran aún divididos por otro surco en dos: los de *Burdach* y los de *Goll*.

En sección transversal se observa que en el interior de la médula existe un islote de *sustancia gris* envuelto por la *sustancia blanca* que forma los cordones. La sustancia gris, estrechada por las *comisuras blancas* que forman el puente de unión de las dos masas laterales de la médula, ofrece dos entrantes a nivel de los surcos anterior y posterior, presentando la forma de una H con cuatro salientes (*astas anteriores y posteriores*).

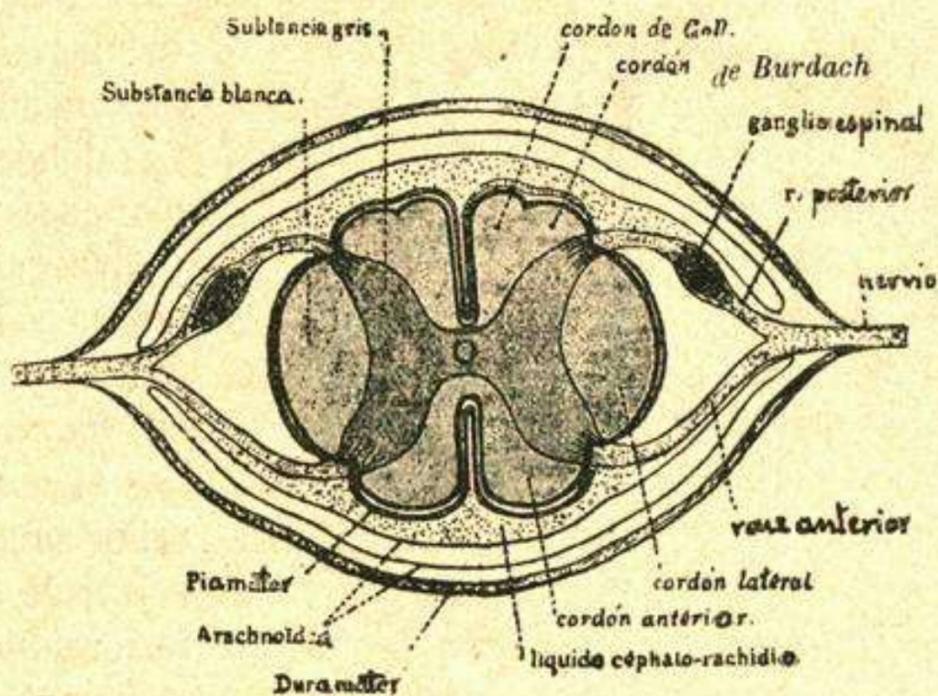


Fig. 42.—Corte transversal de la médula espinal con sus meninges a nivel del arranque de un par de nervios raquídeos. (De Pizón.)

A nivel de las juntas vertebrales salen de la médula, por pares, los nervios raquídeos, cada uno de los cuales nace de ella por dos raíces, una *raíz anterior* y otra *posterior*, que ofrece un abultamiento (*ganglio espinal*); ambas prolongan las astas correspondientes y se reúnen constituyendo un solo nervio que sale por el orificio de conjugación correspondiente, dividiéndose en tres ramas, una dorsal que se ramifica en la región posterior, otra ventral que se ramifica al mismo nivel que la otra pero en la región anterior y otra tercera que sirve de enlace con el sistema nervioso del gran simpático.

Los nervios raquídeos son 31 pares. Los 8 primeros se llaman cervicales y de ellos los 4 anteriores forman por su entrecruzamiento el *plexo cervical*, de donde sale el *nervio frénico* que inerva el diafragma, y los 4 posteriores, el *plexo braquial*, de donde parten los nervios que inervan los brazos. En la espalda existen 12 pares de nervios dorsales que inervan el tronco. Hay 5 pares de nervios lumbares que forman el *plexo lumbar*, de donde arranca el *nervio crural* que inerva el muslo, y 6 pares sacros, de donde sale el *nervio ciático*, larga cinta que marcha a las extremidades inferiores, bifurcándose al llegar a la rodilla y terminando sus últimas ramificaciones en el pie.

Nervios
raquídeos.

Estructura
de la médula y
sus nervios.

Observada al microscopio la médula, puede comprobarse que la sustancia gris está formada por neuronas multipolares, mientras que la parte periférica resulta constituida por fibras con mielina longitudinales.

Los ganglios espinales ostentan células monopolares cuya única prolongación se bifurca bien pronto, dando una hacia la periferia que camina por el nervio raquídeo y otra que ingresa en la médula por la raíz posterior correspondiente y que se divide a su vez en dos ramas, una que entrando por el asta posterior articula su arborización terminal con las dendritas de células de las astas anteriores del mismo lado y la otra que se bifurca en una rama ascendente y otra descendente; la asociación de estas fibras con cilindros ejes emanados por neuronas de las astas posteriores forman los cordones posteriores, cada uno de los cuales posee dos fascículos (*haz de Goll y haz de Burdach*).

Los cordones laterales poseen fibras de cinco clases correspondientes a otros tantos haces, a saber: fibras procedentes de neuronas de las astas anteriores del

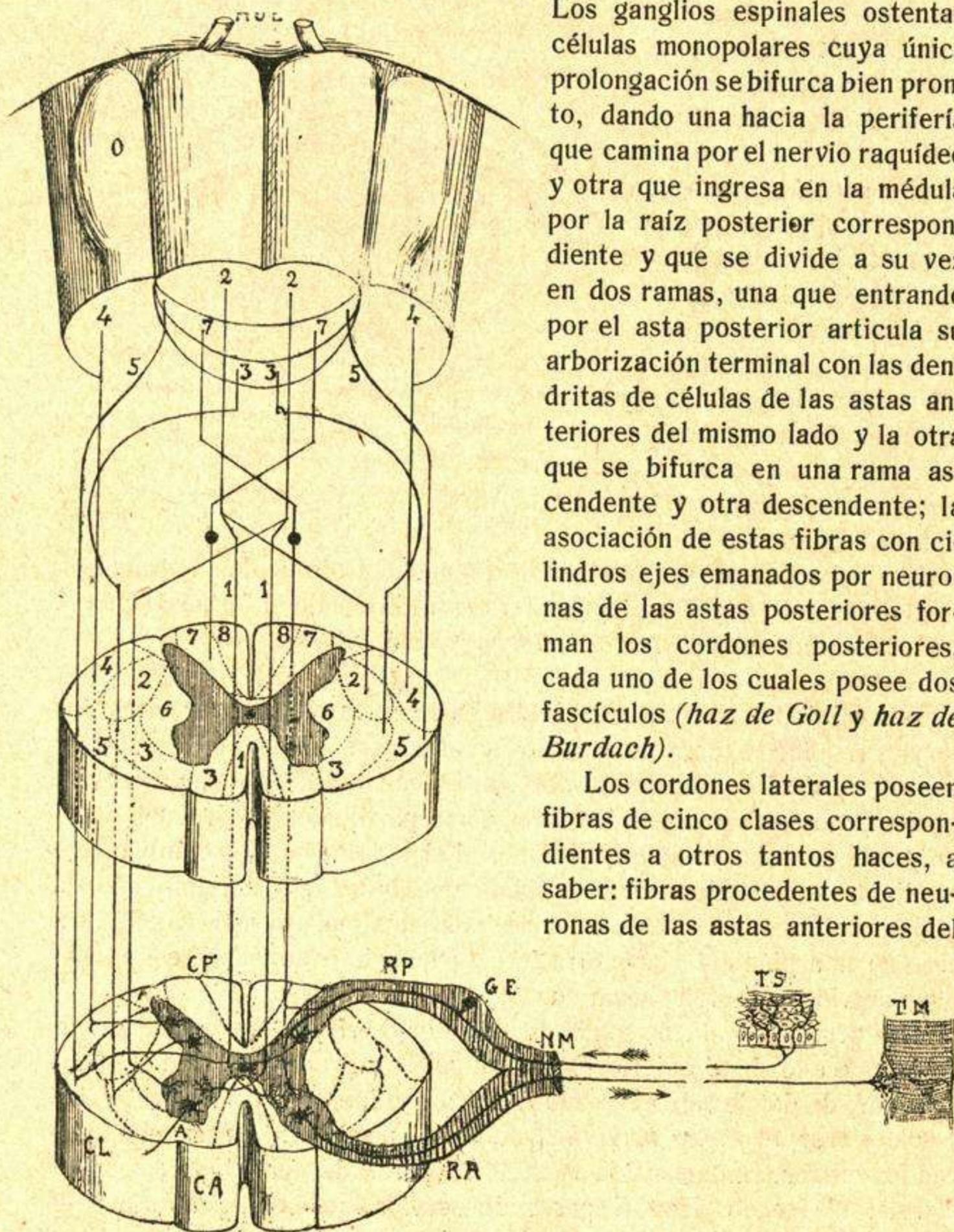


Fig. 43.—Esquema para mostrar la marcha de las fibras nerviosas en la médula y el bulbo raquídeo (cara anterior o ventral): 1, haz piramidal directo; 2, haz piramidal cruzado; 3, haz fundamental; 4, haz cerebeloso directo; 5, haz de Gowers; 6, haz lateral profundo; 7, haz de Burdach; 8, haz de Goll. CA, CL y CP, cordones anterior, medio y posterior respectivamente; RA, raíz anterior; RP, raíz posterior; GE, ganglio espinal; NM, nervio mixto; T, terminación sensitiva; TM, terminación motriz.

lado opuesto (*haz de Gowers*), fibras emanadas por neuronas de las astas posteriores del mismo lado (*haz cerebeloso ascendente*), fibras que descienden de grandes neuronas piramidales del cerebro y que bajan por la médula después de haber cambiado de lado (*haz piramidal cruzado*), y por último, fibras tanto de las astas anteriores como de las posteriores que después de un corto recorrido vuelven a ingresar en la sustancia gris, comunicando así unos pisos de la médula con otros, por lo que se llaman *fibras de asociación* (*haz fundamental y haz lateral profundo*).

Los cordones anteriores contienen cilindros ejes de tres orígenes: fibras procedentes de neuronas piramidales del cerebro que descienden por la médula sin haberse entrecruzado pero que cambian de lado en ella y enlazan su arborización terminal con células de las astas anteriores (*haz piramidal directo*); fibras que nacen de células de las astas anteriores del mismo lado y se bifurcan en dos ramas, una ascendente y otra descendente, que terminan en las astas del mismo lado después de un corto trayecto, y fibras que emanando de los cuernos anteriores terminan en las mismas después de cruzarse.

Las fibras de las raíces anteriores de los nervios raquídeos nacen de las células de las astas anteriores que están en relación por sus dendritas con la arborización de las fibras de la raíz posterior. Las fibras de ambas raíces se juntan y caminan unidas, formando el nervio raquídeo, pero mientras las que proceden de las raíces posteriores se terminan en la piel por una arborización de ramas afiladas, las de procedencia anterior acaban en las fibras musculares estriadas, cuyo sarcolema se confunde con el forro propio de la fibra (*vaina de Henle*) que refuerza a la vaina de Schwann, y el cilindro-eje desnudo se dilata en una ramificación varicosa, libre de mielina, en cuyo derredor, el protoplasma muscular forma una aureola granulosa sin la doble estriación característica.

Los nervios raquídeos forman cordones de aspecto nacarado formados por paquetes de fibras de las dos procedencias; estos manojos tienen grosor variable y están envueltos por una vaina conjuntiva común, el *neurilema*, continuación de la pia mater, que envía prolongaciones interiores que envuelven los fascículos, cada uno de los cuales posee una membrana propia (*vaina laminosa*). Estos fascículos se van disociando a medida que el nervio se aleja de la médula para constituir las ramificaciones, cada vez más finas, hasta que por último en la periferia del cuerpo las fibras de los fascículos se disocian a su vez y termi-

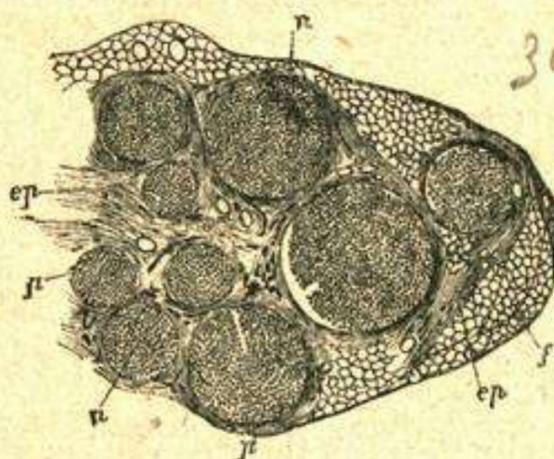


Fig. 44.—Corte transversal de un nervio: ep, neurilema; p, vaina de Henle; p, fibras de un fascículo; f, tejido graso envolvente. (De Klein.)

nan ya independientes envueltas por la vaina de Henle, según hemos indicado.

Encéfalo.

La porción anterior abultada de la médula que se aloja en el interior de la cavidad craneal y que hemos designado con el nombre de encéfalo constituye una voluminosa masa nerviosa (1), en la que distinguiremos cuatro partes, a saber: bulbo raquídeo, cerebelo, istmo del encéfalo y cerebro.

Bulbo raquídeo.

Al ingresar la médula en el interior del cráneo, atravesando el agujero occipital, se ensancha, tomando la forma de tronco de cono y constituyendo la porción posterior del encéfalo o bulbo raquídeo, que como vemos no es otra cosa que una prolongación de la médula. En su curso ascensional los cordones posteriores se separan, resultando de esta divergencia y de la desaparición de la comisura posterior una depresión triangular cuyo vértice más agudo dirigido hacia abajo marca el comienzo del bulbo. En el fondo de esta cavidad, llamada 4.º ventrículo, y que no es otra cosa más que una prolongación del epéndimo, con el cual se continúa inferiormente, se distingue un surco longitudinal mediano a cuyos lados nacen como las barbas de una pluma las raíces de los nervios auditivos, constituyendo el llamado *calamus scriptorius*. Los cordones posteriores penetran después de su descartamiento en el cerebelo con el nombre de pedúnculos cerebelosos inferiores. Los cordones anteriores y laterales, cuya cara posterior forma el suelo del 4.º ventrículo, se engruesan y funden en las llamadas *pirámides anteriores* que en su continuación toman el nombre de *pedúnculos cerebrales*. En la cara anterior y a los flancos de las pirámides hay un par de eminencias ovoides llamadas *olivas*.

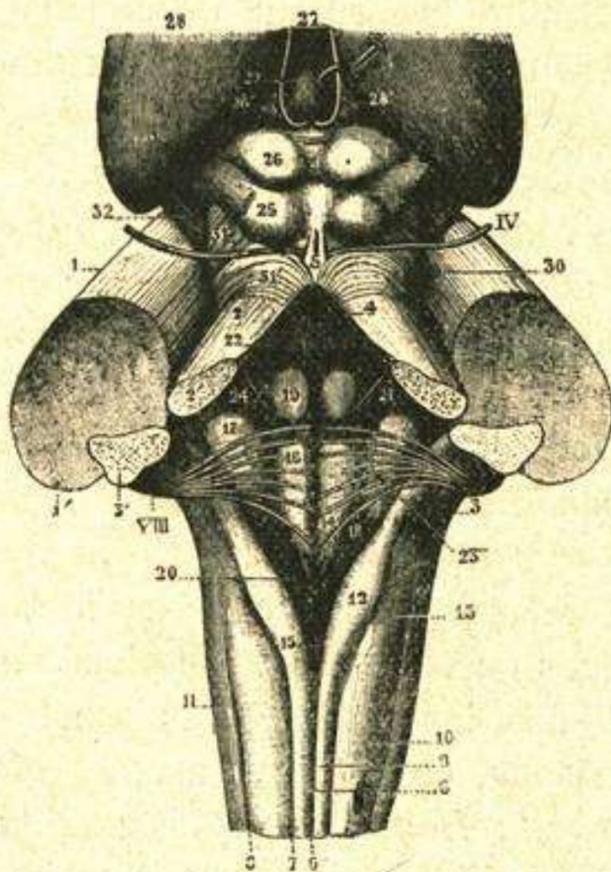


Fig. 45.— Bulbo raquídeo e istmo del encéfalo (cara post.): 1, 2 y 3, pedúnculos cerebelosos medios, sup. e inf. seccionados en 1', 2', 3'; 4, sección de la válvula de Vienssens y su frenillo (5); 6, surco medio post. de la médula; 7, surco intermedio post.; 8, surco colateral post.; 9, haz de Goll; 10, haz de Burdach; 11, haz lateral del bulbo; 12, pirámides post.; 13, cuerpos restiformes; 14, 23, calamus; 25 y 26, tubérculos cuadrigéminos; 27, ventrículo medio; 28, tálamo óptico; 29, epífisis; 30, surco lateral del istmo del encéfalo; 31, haz lateral del istmo; 32, pedúnculos cerebelosos; IV, nervio patético; VIII, nervio acústico. (De Testut.)

terior y a los flancos de las pirámides hay un par de eminencias ovoides llamadas *olivas*.

(1) El peso medio del encéfalo de los europeos es de 1360 a 1400 gr. Se citan como ejemplos de encéfalos de gran peso el de Schiller, 1596; el de Kant, 1624; el de Bismarck, 1807; y sobre todo el de Cuvier, 1828.

En su recorrido a lo largo del bulbo los haces de la médula pierden su paralelismo, divergiendo, entrecruzándose o desdoblándose, de lo que resulta que la sustancia gris se modifica, perdiendo poco a poco su disposición en H característica, dividiéndose en islotes separados por la sustancia blanca. Las fibras de los cordones posteriores se entrecruzan en el bulbo de forma que las del lado derecho de la médula pasan al izquierdo y vice-versa, y reunidas las procedentes del haz de Goll (*pirámides posteriores*) con las del de Burdach (*pedúnculos cerebelosos inferiores* o *cuerpos restiformes*), ambas entrecruzadas en el bulbo y reunidas a las del haz de Gowers entrecruzadas en la médula, forman la *cinta de Reil* que las conduce al cerebro, formando parte de la región ventral de los pedúnculos cerebrales.

Marcha de los cordones medulares en el bulbo. (Fig. 43.)

Las fibras de los cordones anteriores, pertenecientes en su mayor parte al haz piramidal directo, entrecruzadas en la médula, caminan ahora rectas y se unen a las del haz piramidal cruzado después de su inversión, que se verifica en el bulbo, formando la cara ventral de las pirámides anteriores y penetrando en el cerebro, constituyendo la cara anterior de los pedúnculos cerebrales.

Las del haz cerebeloso directo sin cruce penetran en el cerebelo y las del haz lateral profundo y fundamental por estar formadas de fibras cortas no tienen interés como elementos de conexión de unos órganos con otros sino solamente para relacionar los diferentes niveles de la médula y el bulbo.

Sobre la cara dorsal del bulbo y debajo de la parte posterior del cerebro se encuentra el cerebelo, separado del anterior por un profundo surco en el cual se insinúan las meníngeas craneanas, formando un repliegue denominado *tienda del cerebelo*. Se distingue en el cerebelo una parte mediana limitada por dos surcos paralelos y estriada transversalmente llamada *vermis* y dos masas laterales o *hemisferios cerebelosos* surcados también por arrugas paralelas que dividen su superficie, pareciendo constituida por la asociación de láminas paralelas. Los dos hemisferios cerebelosos están unidos por un arco de sustancia blanca que rodea al bulbo y se denomina *protuberancia anular* o *punte de Varolio*.

Cerebelo.

Al contrario de lo que ocurre en la médula, la sustancia gris ocupa la periferia del cerebelo, envolviendo a la sustancia blanca que está en el interior, y emite prolongamientos ramificados que se perciben bien cuando se examina un corte del cerebelo, disposición designada desde antiguo *árbol de la vida* por haberse imaginado misteriosas relaciones entre esta caprichosa estructura y los fenómenos vitales. En el interior de la sustancia blanca de ambos hemisferios existen sendos núcleos de sustancia gris llamados *cuerpos romboidales*, de los que nacen los *pedúnculos cerebelosos superiores*.

La corteza cerebelosa comprende dos capas de sustancia gris, de las cuales la más superficial (*capa molecular*) contiene dos clases de

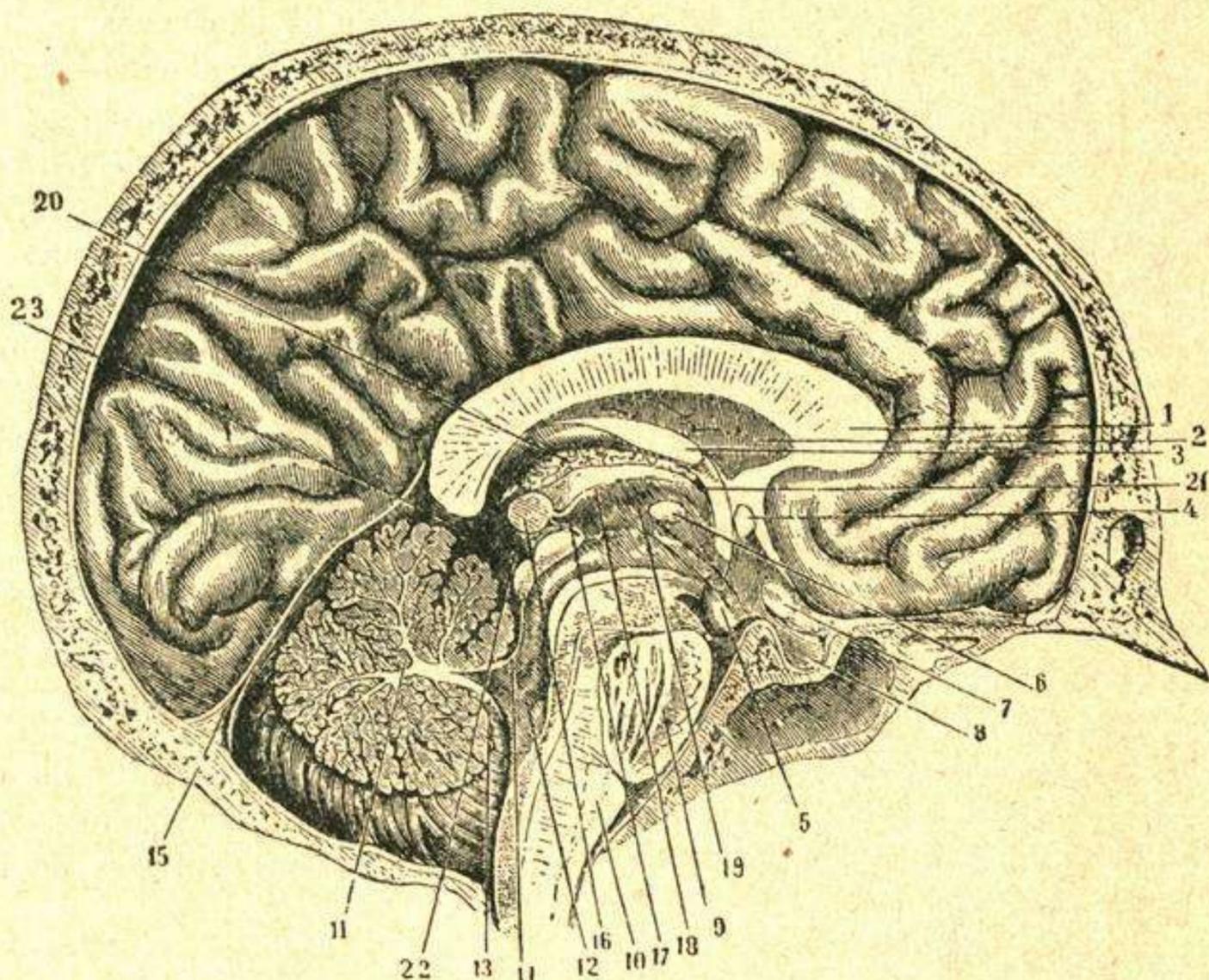


Fig. 46.—Corte sagital del encéfalo: 1, cuerpo calloso; 2, *septum lucidum*; 3, trigono cerebral; 4, sección de la comisura blanca anterior; 5, *tuber cinereum*; 6, sección de la comisura gris; 7, quiasma óptico; 8, hipófisis; 9, tálamo óptico; 10, bulbo raquídeo; 11, cerebelo mostrando el árbol de la vida; 12, 4.º ventrículo; 13, tienda del cerebelo; 14, epífisis; 15, comisura blanca posterior; 16, superficie interna del tálamo óptico izquierdo; 17, plexo coroideo de los ventrículos laterales; 18, agujero de Monro; 19, tubérculos cuádrigéminos. (De M. Duval.)

células, unas pequeñas llamadas *células estrelladas* que dan cilindro-ejes de recorrido superficial y de ellos, los más profundos, su arborización terminal y sus colaterales, dirigiéndose hacia dentro y ramificándose abundantemente, constituyen espesos plexos (cestos terminales) que envuelven el cuerpo de las otras clases de elementos llamados *células de Purkinje*; éstas son de gran talla con las dendritas ramificadas en un plano perpendicular a la laminilla cerebelosa, formando un espeso ramaje que se dirige a la perifería mientras el cilindro-eje camina a las profundidades del cerebelo, dando colaterales que retroceden y van a terminar en el cuerpo de otras células de Purkinje. La capa más interna de sustancia gris, llamada *capa granulosa*, contiene pequeñas células (*granos*) que se relacionan por sus dendritas y dirigen radialmente sus

cilindros ejes hacia la periferia, en la que se dividen en dos ramas que marchan en sentido opuesto en la dirección de la laminilla cerebelosa y perpendicularmente por tanto al plano de las células de Purkinje. Por último, la sustancia blanca, la más interna, está constituida por tres clases de fibras, unas salientes que provienen de las células de Purkinje, y otras entrantes, entre las cuales unas provienen de los cordones posteriores de la médula (haz cerebeloso directo) y forman los *pedúnculos cerebelosos inferiores* y otras que le relacionan con el cerebro (pedúnculos cerebrales); las prolongaciones laterales del puente de Varolio constituyen los *pedúnculos cerebelosos medios*.

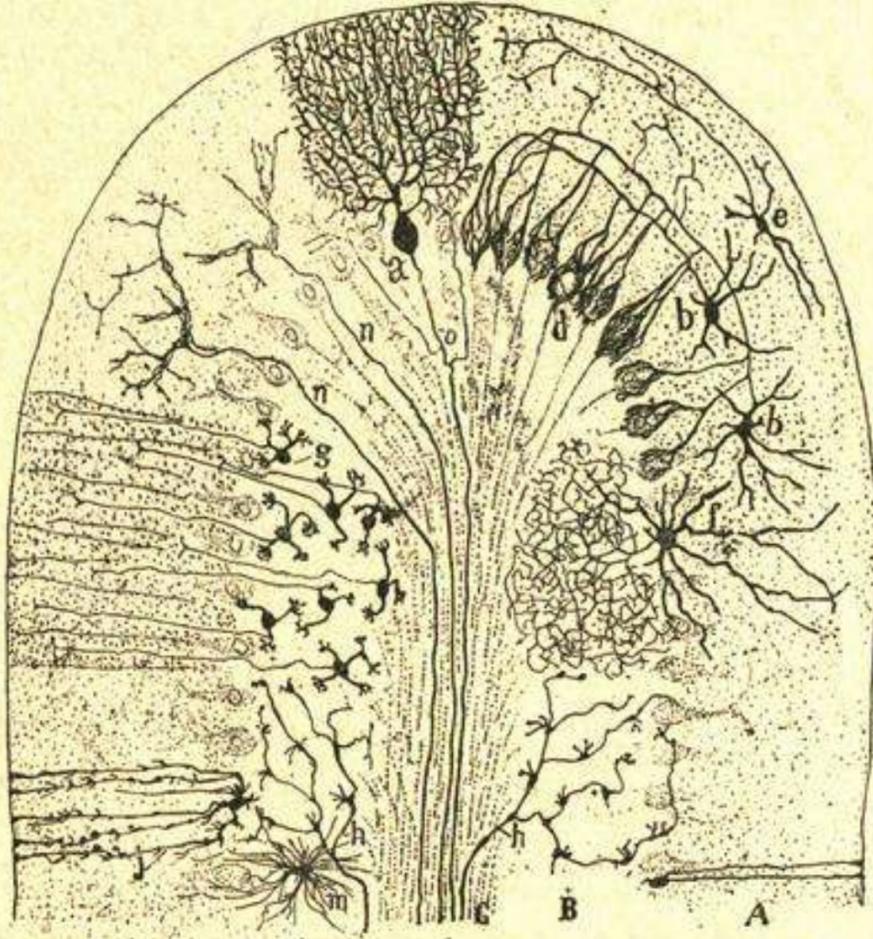


Fig. 47.—Corte transversal semiesquemático de una laminilla cerebelosa: A, zona molecular; B, zona de los granos; C, sustancia blanca; a, célula de Purkinje de plano; b, pequeñas células estrelladas de la zona molecular; d, plexos que envuelven las células de Purkinje; e, células estrelladas superficiales; g, granos con sus cilindros ejes ascendentes bifurcados; h, fibras musgosas; j, célula de neuroglia; n, fibras trepadoras; m, neuroglia de la zona de los granos; f, gr. cel. estrellados de la zona de los granos. (De Cajal.)

La porción encefálica que une el bulbo, cerebelo y cerebro se denomina istmo del encéfalo, y en ella hay que considerar, además de algunos órganos ya mencionados, como son los pedúnculos, puente de Varolio, etc., otros de situación dorsal como: la *válvula de Vienssens*, en forma de delgada lámina, que relaciona los pedúnculos cerebelosos superiores; los *tubérculos cuadrigéminos* o *lóbulos ópticos* en forma de cuatro eminencias redondeadas, dos anteriores y dos posteriores, y el *acueducto de Silvio*, conducto que establece comunicación entre el 4.º ventrículo y el ventrículo medio del cerebro. Lateralmente se observa un surco del que emana en forma de lámina triangular blanca la cinta de Reil o *haz triangular del istmo*.

Istmo del encéfalo.

La parte más superior y voluminosa del encéfalo es el cerebro, puesto que constituye por sí solo más de las $\frac{8}{10}$ partes del peso total del encéfalo. Un profundo surco antero-posterior llamado *cisura interhemisfé-*

Cerebro.

rica, en el que descende un repliegue de las meníngeas denominado *hoz del cerebro*, divide a éste en dos masas laterales simétricas llamadas *hemisferios cerebrales* que no son independientes, pues en el fondo de la parte media de la cisura interhemisférica una lámina horizontal de sustancia blanca llamada *cuerpo calloso* o *mesolobo* les reúne. En su cara inferior los hemisferios están también unidos por una comisura interhemisférica básica que por delante se continúa con el cuerpo calloso, pero que por detrás la separa un surco en forma de herradura (*hendidura cerebral de Bichat*).

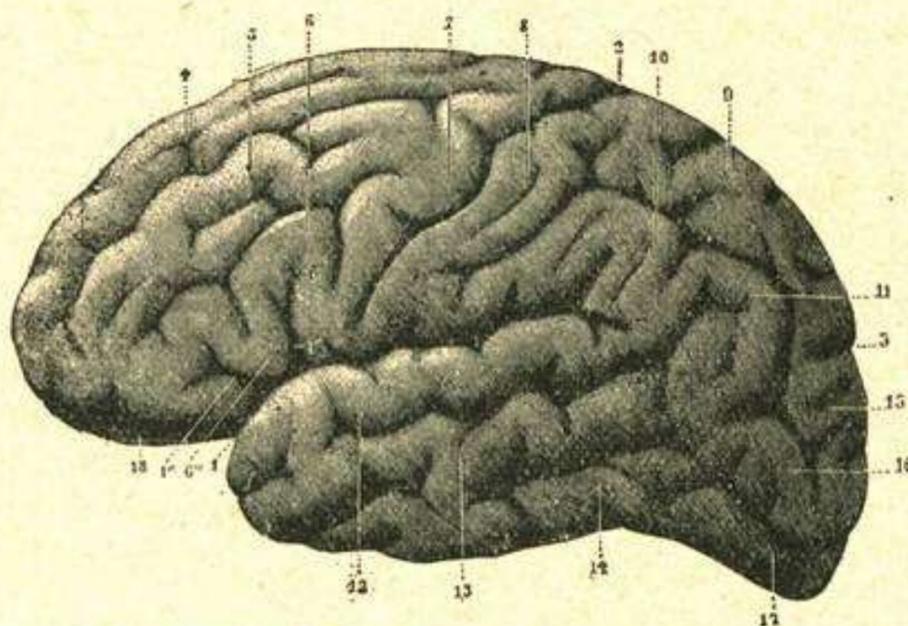


Fig. 48.—Hemisferio cerebral izquierdo visto por su cara externa: 1, cisura de Silvio; 2, id. de Rolando; 3, cisura perpendicular externa; 4, 5, 6, 1.^a, 2.^a y 3.^a circunvolución frontal; 7, circunvolución frontal ascendente; 8, 9, 10, circunvoluciones parietales ascendente, sup. e inf.; 11, pliegue curvo; 11, 12 y 13, 1.^a, 2.^a y 3.^a circunvolución temporal; 15, 16 y 17, 1.^a, 2.^a y 3.^a circunvolución occipital. (De Testut.)

En su cara inferior los hemisferios están también unidos por una comisura interhemisférica básica que por delante se continúa con el cuerpo calloso, pero que por detrás la separa un surco en forma de herradura (*hendidura cerebral de Bichat*).

La superficie del cerebro tiene un aspecto meandrinoso, ofreciendo pliegues salientes contorneados caprichosamente llamados *circunvoluciones cerebrales*. Dos surcos más marcados, uno que arranca del borde inferior (*cisura de Silvio*) y otro del superior (*surco de Rolando*), permiten dividir la superficie de cada hemisferio en cuatro lóbulos que reciben los nombres de las fosas craneales que los alojan (lóbulo frontal, parietal, temporal y occipital). Cada uno de ellos comprende varias circunvoluciones, como indica la figura 48.

Los hemisferios no son macizos, sino que poseen sendas cavidades pequeñas e irregulares denominadas *ventrículos laterales*, separados por dos tabiques medianos y transparentes (*septum lucidum*) que definen un espacio cerrado (*5.º ventrículo*). Los ventrículos laterales no tienen entre sí comunicación directa, pero se abren por los *agujeros de Monro* en el 3.º ventrículo, que los relaciona y que continuándose por el acueducto de Silvio comunica con el 4.º ventrículo, el cual por abrirse por intermedio del *agujero de Magendie* en el espacio subaracnóideo, el líquido céfalo-raquídeo puede extenderse por todas las cavidades nerviosas (epéndimo, acueducto, ventrículos), menos en el 5.º ventrículo, que está completamente incomunicado.

El septum lucidum se extiende entre dos puentes de sustancia blanca que enlazan los dos hemisferios, el superior o cuerpo calloso y el inferior o *trígono cerebral*, así llamado por estrecharse hacia delante, lo que

le da un aspecto triangular. En la parte postero-superior del ventrículo medio, entre los tubérculos cuadrigéminos anteriores, se encuentra un cuerpo grisáceo y mediano denominado impropriamente *glándula pineal* y también *epífisis*.

En la base del cerebro, en el espacio en V definido por los pedúnculos cerebrales, se encuentra una prominencia conóidea (*tuber cinereum*), con una prolongación (*tallo pituitario*) que se engruesa formando un cuerpo mediano llamado *hipófisis* o *cuerpo pituitario*, alojado en la silla turca del esfenoides, y a los lados y detrás de la hipófisis existen los llamados *tubérculos mamilares*.

En las paredes de los ventrículos hacen saliente dos masas grises pares llamadas *tálamos ópticos* y *cuerpos estriados*; los primeros están situados a ambos lados del ventrículo medio, los segundos comprenden una porción intraventricular (*núcleos caudales*) que hace saliente en los ventrículos laterales y otra extraventricular (*núcleos lenticulares*), separados de los anteriores por sustancia blanca.

Lo mismo que en el cerebelo, la sustancia gris ocupa en el cerebro la perifería, formando una capa de 2 a 3 mm. de espesor (*corteza cerebral*) que envuelve la sustancia blanca, que forma la mayor parte del cerebro.

Examinando un corte de la corteza cerebral se distinguen, procediendo de fuera a dentro, las siguientes zonas: 1.^a *Zona molecular*, así llamada por lo diminuto de sus elementos, es la más superficial y contiene, además de fibras nerviosas, vasos sanguíneos emanados de la pía mater y células de neuroglia, células de cortas prolongaciones llamadas *células poligonales*, y *células de Cajal* que forman apretados plexos. 2.^a *Zona de las pirámides*, así llamada por contener neuronas de cuerpo piramidal, cuya base se prolonga mediante el cilindro-eje que se interna en el cerebro, mientras el pico dirigido hacia la superficie se resuelve en expansiones protoplásmicas que buscan la superficie pasando por entre las mallas plexiformes de la capa molecular. El tamaño de las pirámides va aumentando hacia el interior, distinguiéndose dos clases, las superficiales o *pequeñas células piramidales* y las más profundas o *grandes células piramidales*. 3.^a *Zona de las células polimorfas*, formada por células de forma variable que emiten sus prolongamientos

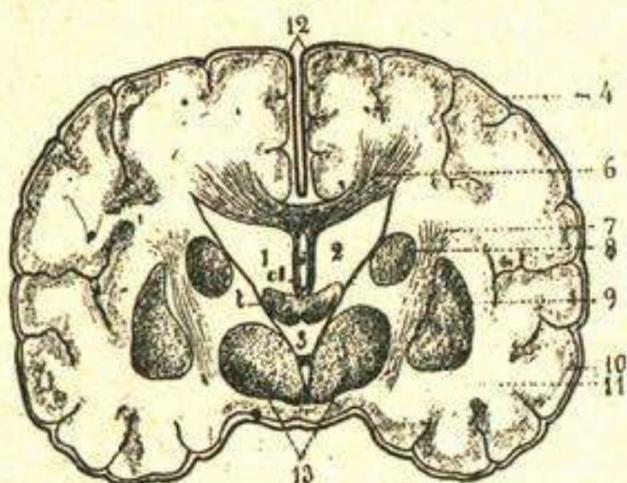


Fig. 49.—Corte transversal del cerebro perpendicularmente a la cisura interhemisférica: 1 y 2, ventrículos laterales; 3, ventrículo medio; cl, septum lucidum; 5, quinto ventrículo; 4, meninges; 6, cuerpo calloso; 7, trigono cerebral; 8, pedúnculo cerebral; 9, núcleo caudal; 10, núcleo lenticular; 11, sustancia gris; 12, s. blanca; 13, tálamo óptico. (De Pizón.)

Estudio de
la corteza cerebral.

protoplásmicos hacia la periferia y su cilindro-eje se interna a formar parte de la sustancia blanca.

Aunque la corteza cerebral ofrezca en toda su superficie los caracteres histológicos esenciales que hemos enunciado, esto no quiere decir que sea un órgano esencialmente homogéneo, sino que, por el contrario, dentro de los caracteres generales existen rasgos particulares y característicos de cada región, y sin entrar en detalles respecto este asunto, puesto que nos lo veda la índole elemental de este libro, sí haremos resaltar que existen dos tipos diversos de estructura, el de las *superficies de proyección*, así llamadas por las fibras que abocan, y las *superficies de asociación* que, intercaladas entre las primeras, abarcan la mayor parte de la corteza cerebral y cuyas fibras de asociación aferentes proceden de los focos de proyección.

Fibras de la sustancia blanca del cerebro.

La sustancia blanca está constituida por cuatro especies de fibras: 1.^a *Fibras de proyección*, que se supone toman nacimiento en las células

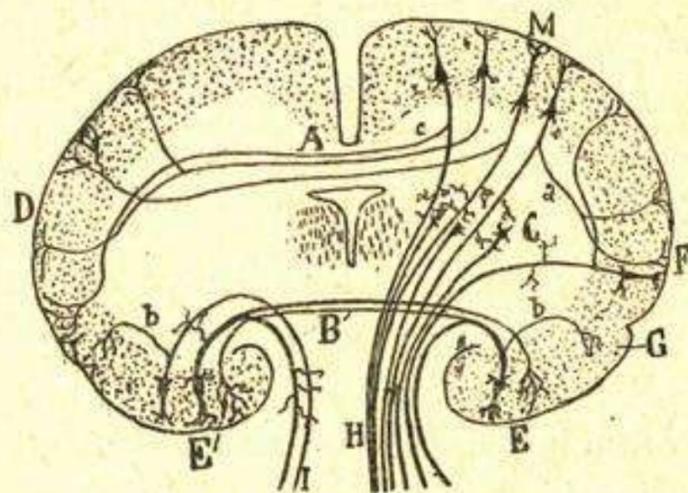


Fig. 50.—Corte frontal esquemático del cerebro: M, pirámides de donde arrancan las fibras de proyección; C, cuerpo estriado; H, pedúnculo cerebral; A, fibras callosas; a, fibras de asociación con una colateral; B, comisura anterior por donde marchan las fibras que enlazan las regiones esfenoidales opuestas. (De Cajal.)

piramidales y que procediendo de todas las partes periféricas de la corteza convergen a través del cuerpo estriado para ingresar en los pedúnculos cerebrales. 2.^a *Fibras de asociación*, cuyo probable arranque está en las células piramidales y polimorfas y van a terminar en otro punto de la periferia del mismo hemisferio, relacionando por tanto dentro de él circunvoluciones distintas. 3.^a *Colaterales de las fibras de asociación*, las cuales remontan de nuevo, en su mismo hemisferio, a la corteza

cerebral. 4.^a *Fibras callosas* que enlazan ambos hemisferios, pasando de uno a otro por el cuerpo calloso, excepto las que marchan de una a otra región esfenoidal, que eligen la comisura básica como camino de tránsito.

Nervios craneales.

Del encéfalo nacen 12 pares de nervios llamados craneales que, atravesando la cavidad craneal, van a terminar en los diversos órganos de la cabeza y aun algunos del tronco. Nosotros indicaremos aquí su nacimiento aparente, es decir, el punto del encéfalo en que se separan, pues su nacimiento real será la región de la corteza cerebral en que sus fibras toman nacimiento. Estos 12 pares, enumerados ordenadamente de delante a atrás, son los siguientes: 1.^o *Nervios olfativos*: nacen de unos abulta-

mientos llamados *bulbos olfativos* que hay en la base anterior del cerebro, dividiéndose en seguida en un gran número de filetes nerviosos que atraviesan la lámina cribosa del etmoides y van a terminar en las fosas nasales. 2.º *Ópticos*: nacen de los tubérculos cuadrigéminos y tálamos ópticos, entrecruzan parcialmente sus fibras en un puente de convergencia formando el llamado *quiasma*, atraviesan los agujeros ópticos y van a terminar en el interior de los globos oculares. 3.º *Motores oculares comunes*: nacen entre la protuberancia anular y los tubérculos mamilares, salen por las hendiduras esfeno-

noidales y terminan en la órbita, innervando casi todos los músculos del ojo (menos el oblicuo mayor y recto externo). 4.º *Patéticos*: salen detrás de los tubérculos cuadrigéminos y, como los anteriores, terminan en las órbitas, innervando los oblicuos mayores. 5.º *Trigéminos*: muy voluminosos, con dos raíces, una ganglionar (*ganglio de Gasser*) como los de la médula; nacen del puente de Varolio y se dividen en tres ramas, las *oftálmicas*, que penetran en las órbitas por la hendidura esfeno-

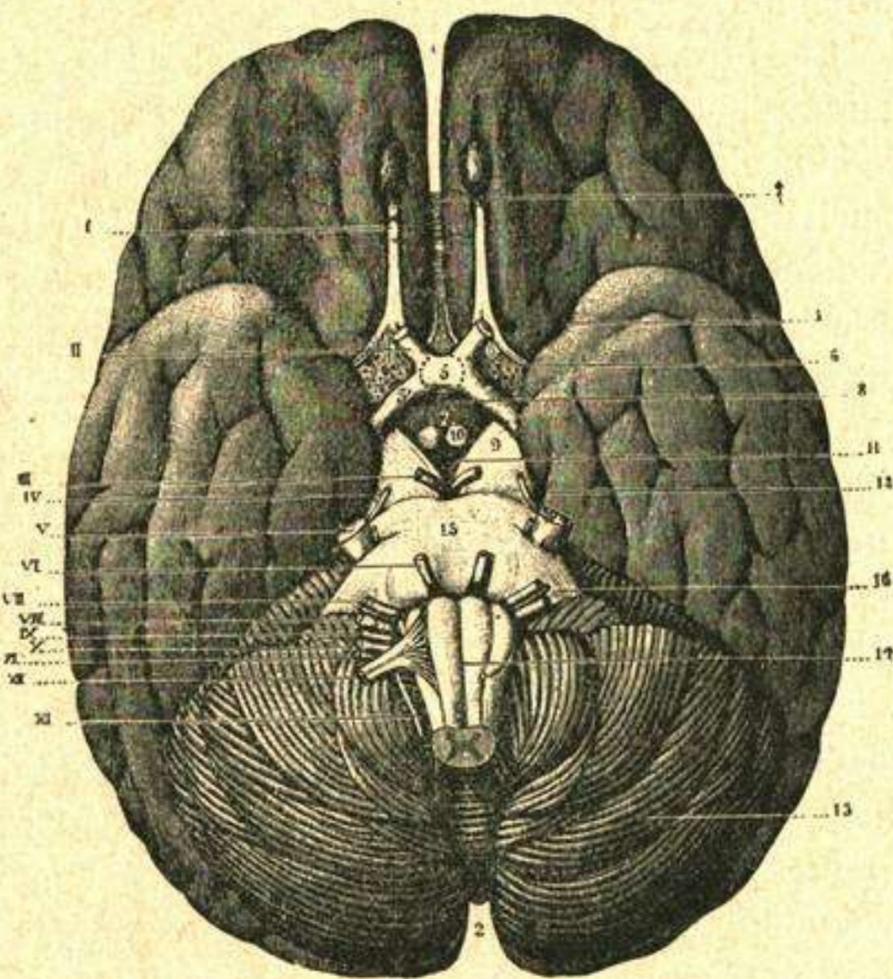


Fig. 51.—Encéfalo visto por su cara inferior mostrando el arranque de los nervios craneales: 1, cisura interhemisférica anterior y 2, posterior; 3, cisura de Silvio; 4, cuerpo calloso; 5, quiasma de los nervios ópticos; 5', tálamos ópticos; 6, 7, 11, espacios perforados; 7, tuber cinereum; 8, tallo pituitario; 9, pedúnculos cerebrales; 10, tubérculos mamilares; 12, hendidura cerebral de Bichat; 13, puente de Varolio; 14, bulbo raquídeo; 15, cerebelo; 16, pedúnculo cerebeloso medio.

I a XII, los 12 pares de nervios craneales. (De Testut.)

mayor, y las *maxilares inferiores*, que después de pasar por el agujero oval innervan la mandíbula inferior, dando una rama a la lengua (*nervios linguales*). 6.º *Motores oculares externos*: nacen del surco que separa el bulbo de la protuberancia anular y salen del cráneo por la hendidura esfeno-

ducto auditivo interno, terminando en el oído. 9.º *Gloso-faríngeos*: marchan en busca del agujero rasgado posterior, distribuyéndose por la lengua y garganta. 10.º *Neumogástricos vagos* o *triesplácnicos*: nacen y salen del cráneo por donde los anteriores, descienden por el cuello e inervan diversas vísceras (corazón, pulmones, estómago). 11.º *Espinales*: nacen y salen como los anteriores, pero se ramifican al llegar a la laringe. Y 12.º *Hipoglosos*: nacen en la cara anterior del bulbo en el surco preolivar, salen por el agujero condíleo posterior y se ramifican por la lengua.

Las fibras nerviosas que componen tanto los nervios craneales como raquídeos son de dos clases. Unas, que podemos llamar centrípetas, nacen de neuronas superficiales cuyos cilindros ejes enlazan su arborización terminal con las pequeñas pirámides del cerebro o enlazan una dendrita superficial con una célula de un ganglio espinal, a la que pertenecen, articulando su arborización terminal con las dendritas de las grandes células de las astas anteriores de la médula. Otras, que llamaremos centrífugas, se originan en las grandes pirámides de la corteza cerebral o en las grandes células de las astas anteriores de la médula y marchan a la periferia del cuerpo para dar su arborización terminal en los músculos. Estas dos clases de fibras, de dirección inversa, pueden estar asociadas en un mismo nervio: tales son los *nervios mixtos* como todos los raquídeos y los trigéminos, faciales, glossofaríngeos y neumogástricos. Ciertos nervios poseen solamente fibras de la primera categoría, como los olfativos, ópticos, auditivos y todas las raíces ganglionares de los nervios mixtos; mientras que otros, por último, están exclusivamente formados por la asociación de fibras de la segunda clase: tales son los motores oculares, patéticos, espinales, hipoglosos y raíces anteriores de los nervios mixtos.

Sistema nervioso ganglionar.

Todos estos nervios del sistema nervioso céfalo-raquídeo inervan los órganos de la vida animal, pues los de la vida vegetativa son inervados por nervios de fibras sin mielina procedentes de otros centros nerviosos (*ganglios simpáticos*), el conjunto de los cuales con sus nervios constituye el sistema nervioso ganglionar o del gran simpático, el cual como veremos no es independiente, sino que está en relación con el cerebro-espinal.

Consta esencialmente el gran simpático de dos largos nervios extendidos paralelamente a ambos lados del eje cerebro-espinal, con una serie de pares de ganglios escalonados. Estos ganglios no solamente están relacionados entre sí los del mismo lado por los dos cordones longitudinales y con los nervios con mielina por su raíz simpática, sino también con los órganos que inervan por sus prolongaciones, las cuales se anastomosan formando en la línea media ventral del cuerpo *plexos* provistos de ganglios secundarios.

Los ganglios dorsales o principales son 26 pares y se dividen en cinco grupos. Los tres primeros son *intracraneales* y situados en el trayecto de las tres ramas del trigémino (*ganglios oftálmico, esfenoopalatino o de Meckel y ótico*). Los tres siguientes o *cervicales* envían al corazón sus prolongamientos que, anastomosándose con los de los neumogástricos, forman el *plexo cardíaco* en relación con los tres ganglios del corazón (*ganglios de Bidder, Ludwig y Remak*). Los doce *ganglios dorsales* de cada lado reúnen sus prolongaciones que forman los *nervios espláncnicos*, que atravesando el diafragma terminan en dos gruesos *ganglios semilunares* (*cerebro-abdominal de Bichat*) y forman el llamado *plexo solar*. Cuatro *ganglios lumbares* dan los nervios que forman el *plexo mesentérico y cuatro sacros el plexo hipogástrico*.

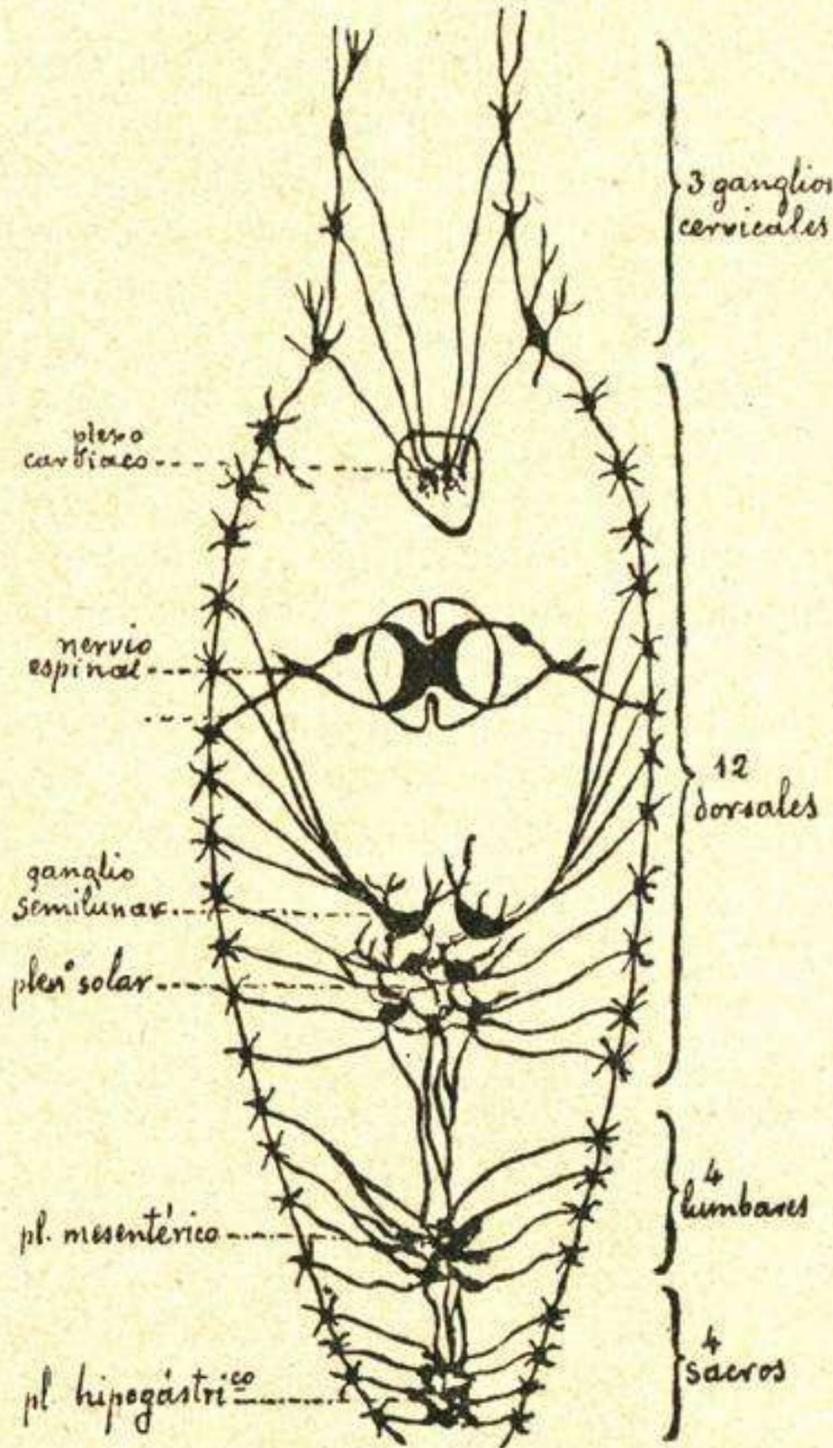


Fig. 52. —Esquema del sistema nervioso ganglionar y sus relaciones con la médula espinal representada por una sección con el arranque de un par de nervios raquídeos. (De Pizón.)

Examinados al microscopio convenientemente preparados los ganglios simpáticos principales, se puede apreciar que se componen de células multipolares, cuyas fibras cilindro-axiales salen del ganglio y toman uno de los seis caminos siguientes: o el nervio comisural superior o inferior, que enlaza el ganglio con sus adyacentes superior e inferior respectivamente, o la raíz simpática del nervio raquídeo, para caminar después por su raíz anterior, posterior o por el nervio mixto, o por último el nervio simpático correspondiente que, salvo su centro, ocupado por una fibra con mielina, el resto está totalmente formado de fibras pálidas o de Remack.

Estructura de los ganglios y nervios simpáticos.

ORGANOS DE LOS SENTIDOS

Noción general.

Además de las neuronas profundas situadas en los centros nerviosos, y de las cuales nos hemos ya ocupado, existen *neuronas periféricas*, así llamadas por su posición superficial, completamente fuera de los centros nerviosos; emiten sus dendritas hacia la superficie del cuerpo y por la mediación de *neuronas intermediarias* centrales, a las que lanzan sus cilindro-ejes, están en relación con las pequeñas células piramidales del cerebro. Estas neuronas periféricas, con aditamentos especiales que las acompañan, constituyen los órganos de los sentidos (*ojos, oídos*), a veces con misiones complejas (*nariz, lengua*). Todos ellos poseen nervios formados por la reunión de los cilindro-ejes, de origen periférico, que marchan a los centros nerviosos (*nervios centrípetos*).

Las células de los ganglios espinales deben considerarse como periféricas a pesar de su posición profunda, siendo sus cilindro-ejes las fibras que las relacionan con las dendritas de las astas anteriores de la médula, mientras que sus dendritas, sumamente alejadas, residen en la *piel*, que

constituye por tanto un sentido, si bien también sirve además para otras funciones.

Piel

El revestimiento del cuerpo constituye la piel, órgano epitelico-conjuntivo, pero que como ya hemos dicho aloja las dendritas táctiles. Examinando un corte perpendicular de la piel, se distinguen, aun a simple vista, dos capas, una superficial traslúcida, de naturaleza epitelial, la *epidermis*, y otra más gruesa y opaca, de textura conjuntiva, llamada *dermis*. Su espesor es variable, desde menos de $\frac{1}{2}$ mm. en los párpados, hasta 3 y 4 mm. en la planta del pie y la nuca; su superficie no es lisa sino provista de pequeñas eminencias, acribillada de diminutos orificios y surcada

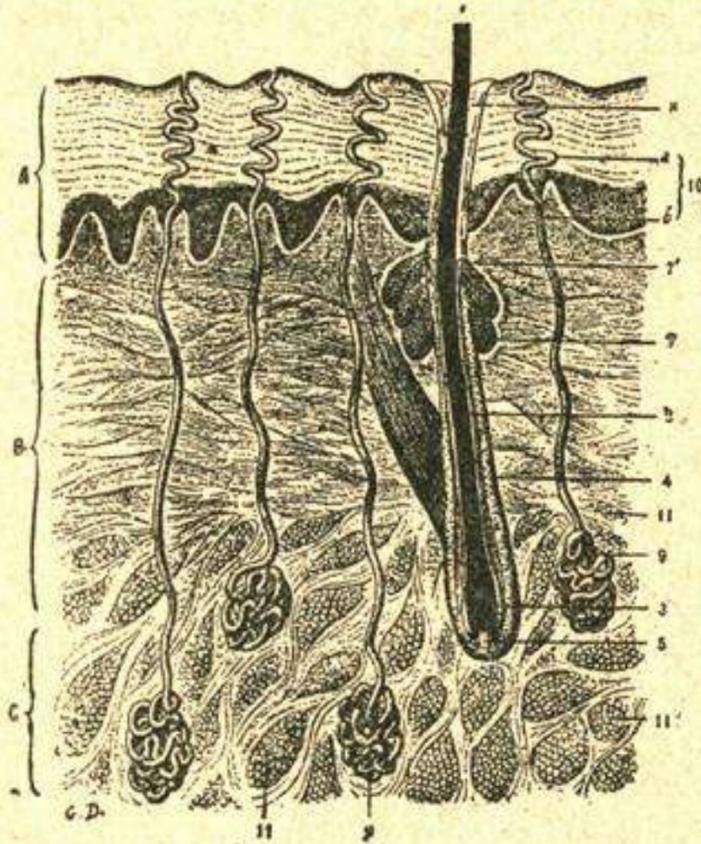


Fig. 53.—Corte perpendicular a la piel mostrando sus tres capas: epidermis (A); dermis (B) y tejido subcutáneo (C). 1, pelo, con 2, su raíz; 3, su bulbo; 4, su folículo; 5, su papila y 6, músculo horripilador; 7, glándula sebácea con su conducto excretor, 7', que vierte en el folículo piloso, saliendo por 8 al exterior; 9, glomérulo de una glándula sudorípara; 10, su conducto excretor recto en *b*, flexuoso en *a*; 11, paquetes adiposos subcutáneos. (De Testut.)

de diminutos pliegues, cuya caprichosa y variada disposición en la yema de los dedos ha sido objeto en estos últimos años de minuciosos estudios,

y por ser invariables con la edad se han aplicado para la práctica de la identificación personal (*dactilografía*).

La epidermis comprende dos capas, la más superficial, formada de células queratinizadas llamada, *capa córnea*, y la interna constituida por epitelio pavimentoso estratificado, llamada *capa de Malpigio* o *cuerpo mucoso*. En el dermis o *corión* se distingue una *capa papilar*, así designada por las elevaciones o papilas que accidentan su cara externa; una *capa reticular*, formada como la anterior de tejido conjuntivo laxo, pero menos apretado, y una *capa subcutánea* o *panículo adiposo*, en que las lagunas conjuntivas en muchos puntos se rellenan de tejido adiposo.

Las papilas dérmicas son de dos clases, unas, llamadas *papilas vasculares*, encierran vasos sanguíneos procedentes de la red que forman en el dermis, mientras que la epidermis está totalmente desprovista de ellos. Otras, llamadas *papilas nerviosas* o *corpúsculos táctiles*, repartidas por toda la piel, pero especialmente acumuladas en ciertas regiones privilegiadas, como la yema de los dedos y palma de la mano, encierran las dendritas ganglionares. Estos corpúsculos son de tres clases. Los *corpúsculos de Meissner*, residentes de preferencia en la cara palmar de los dedos (100 en 2 mm.²), labios, etc., son pequeños (30 a 50 μ), ovóideos, compuestos de células apiladas, entre las que se insinúan ramificaciones de las fibrillas meduladas, cuya vaina de Henle se continúa formando la cápsula envolvente. Los *corpúsculos de Pacini* o de *Vater* son mayores (1 a 2 mm.), más profundos y prefieren también el pulpejo de los dedos; poseen una cápsula espesa y transparente, formada de láminas concéntricas que limitan una cavidad interior alargada en donde penetra la fibra nerviosa, que termina abultándose. Por último, los *corpúsculos de Krause* son análogos a los anteriores pero más pequeños (40 a 50 μ); residen especialmente en la boca. Existen todavía otras *terminaciones nerviosas intraepidérmicas* y también fuera de ella en el interior del cuerpo.

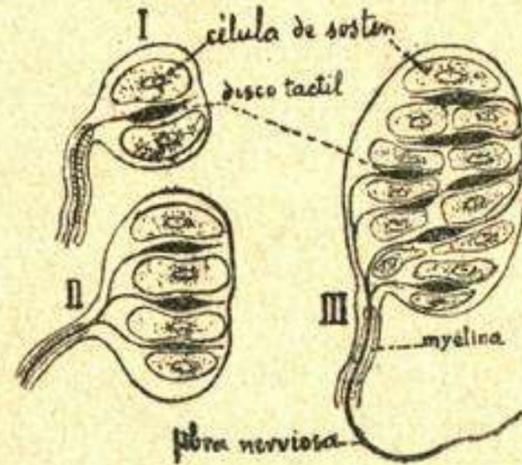


Fig. 54.—Corpúsculos táctiles de Meissner. (De Pizón.)

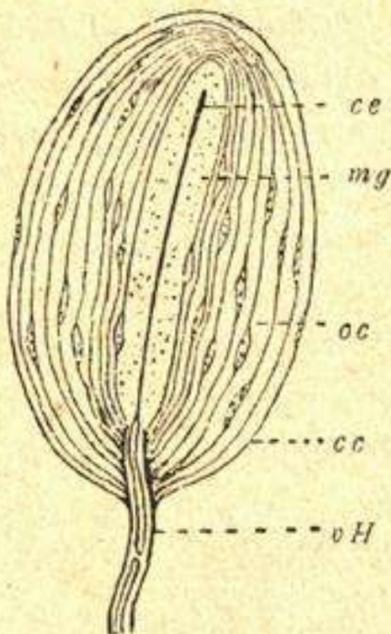


Fig. 55.—Corpúsculo de Pacini: *ce*, terminación abultada; *mg*, masa granulosa; *cc*, cápsulas concéntricas protectoras; *vH*, vaina de Henle. (De Cajal.)

gada en donde penetra la fibra nerviosa, que termina abultándose. Por último, los *corpúsculos de Krause* son análogos a los anteriores pero más pequeños (40 a 50 μ); residen especialmente en la boca. Existen todavía otras *terminaciones nerviosas intraepidérmicas* y también fuera de ella en el interior del cuerpo.

Glándulas cutáneas.

Existen en la piel dos clases de glándulas, unas formadas por tubos simples que desde su desembocadura (*poros de la piel*) descienden sinuosamente hasta el panículo adiposo, donde terminan en un pelotón (*glándulas sudoríparas*), y otras arracimadas más superficiales y en conexión con los pelos (*glándulas sebáceas*).

La secreción de las glándulas sudoríparas rezuma por los poros de la piel, constituyendo el *sudor*, solución acuosa bastante concentrada de urea, cloruro sódico, fosfatos, lactatos y sudoratos.

Producciones epidérmicas.

Dependientes de la capa córnea, existen producciones especiales, como son los pelos y las uñas. Los pelos constituyen tallitos formados de células muertas queratinizadas, introducidos en invaginaciones de la piel, constituyendo bolsas cuyo fondo recibe la parte inferior abultada del pelo, única viviente, llamada *bulbo*, la cual cubre a una papila dérmica. Los pelos salen con dirección más o menos oblicua pero pueden ser momentáneamente levantados por la contracción de un músculo que se inserta en su base y en

la epidermis llamado *músculo horripilador*. En la parte de tallo enfundada en la piel, que se continúa con el bulbo y que se denomina *raíz*, vierten las glándulas sebáceas su producto, que embadurna el pelo, de naturaleza grasienta, por contener un éter de la colessterina análogo a la lanolina que se extrae de la lana.

Las uñas son producciones córneas laminosas que protejen la cara superior de las falangetas y que, lo mismo que los pelos, están formadas de células muertas apretadas y queratinizadas pero en cuya inserción son vivientes, pues como los pelos crecen por su base.

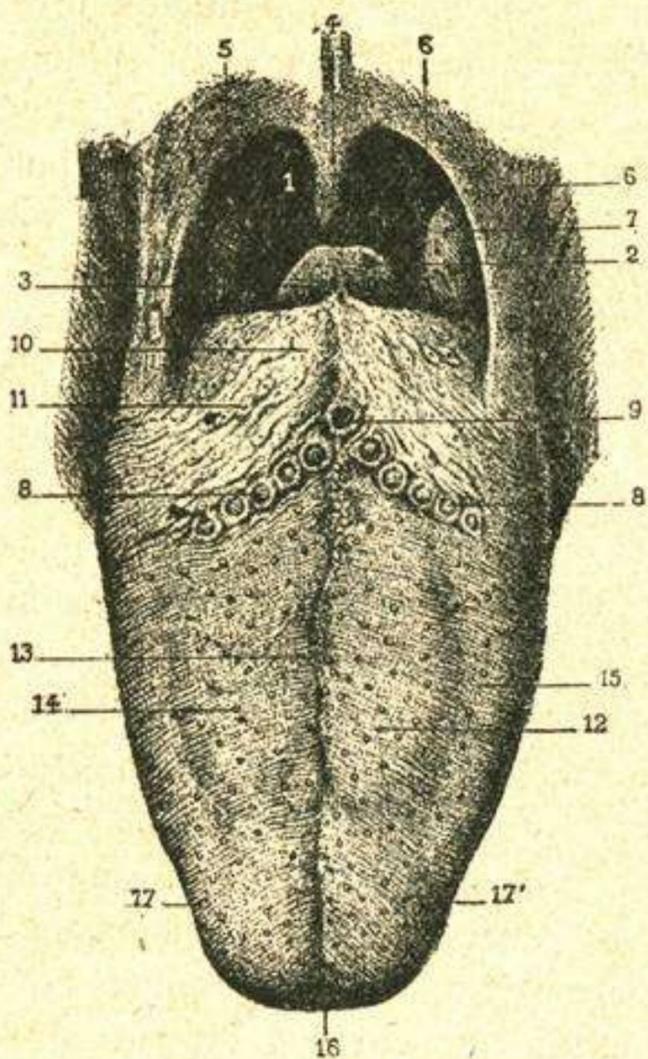


Fig. 56.—Lengua vista por su cara superior: 1, faringe; 2, epiglotis; 4, campanilla; 5, velo del paladar con sus pilares 6 y 6'; 7, amígdala; 8, V lingual formada por las papilas calicícolas; 13, surco central; 14, papilas fungiformes; 15, papilas coroliformes. (De Testut.)

La lengua

Es la lengua un órgano constituido por músculos diversos, como los *linguales* superior, inferior y transverso, que la doblan hacia arriba, hacia abajo o en canal respectivamente; el *geniogloso*, que se inserta en el maxilar inferior, haciéndola salir de la boca, y los *hipoglosos* y *estiloglosos*, que se insertan en el hioides

y la apófisis estiloides del temporal respectivamente. Está recubierta por un tegumento que, como todos los internos, recibe el nombre de mucosa.

Se ramifican en la lengua los nervios hipoglosos, glossofaríngeos y los linguales, a los que se une la cuerda del tímpano. Estos nervios terminan en eminencias o asperezas superficiales de la lengua que se denominan *papilas linguales* o gustativas, excepto los hipoglosos, que se ramifican en los músculos. Las papilas son de tres clases, las *calicícolas*, así llamadas por habitar en el fondo de dos series de pequeñas copitas que en la base de la lengua forman una especie de V; las *fungiformes*, que tienen forma de seta y están repartidas por toda la superficie antero-superior de la lengua; las *coroliformes*, que terminan en un pincel de prolongamientos filamentosos, a veces reducido a un solo prolongamiento (*filiformes*), están repartidas como las anteriores, y las *hemisféricas*, las más pequeñas, pero las más numerosas, que no difieren de las dérmicas.

Nervios y papilas de la lengua.

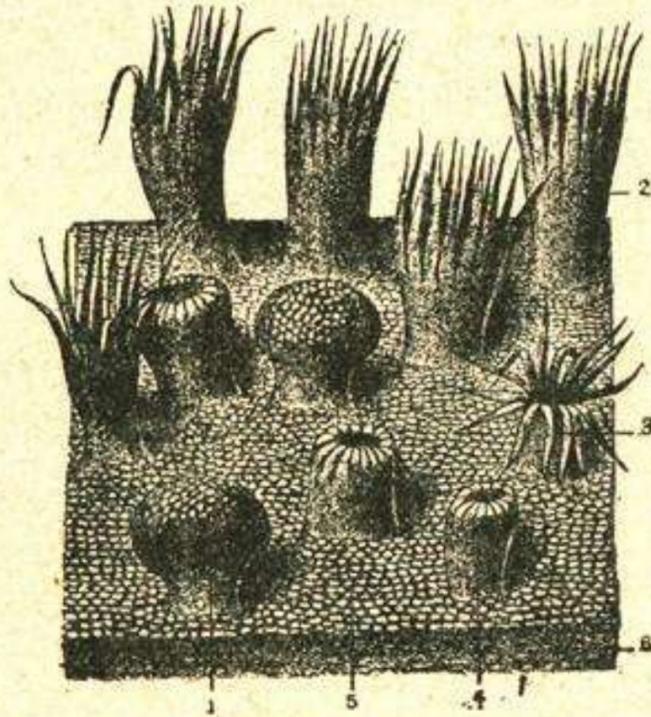


Fig. 57.—Porción de la superficie lingual vista con aumento: 1, papilas fungiformes; 2 y 3, coroliformes; 5 hemisféricas. (De Testut.)

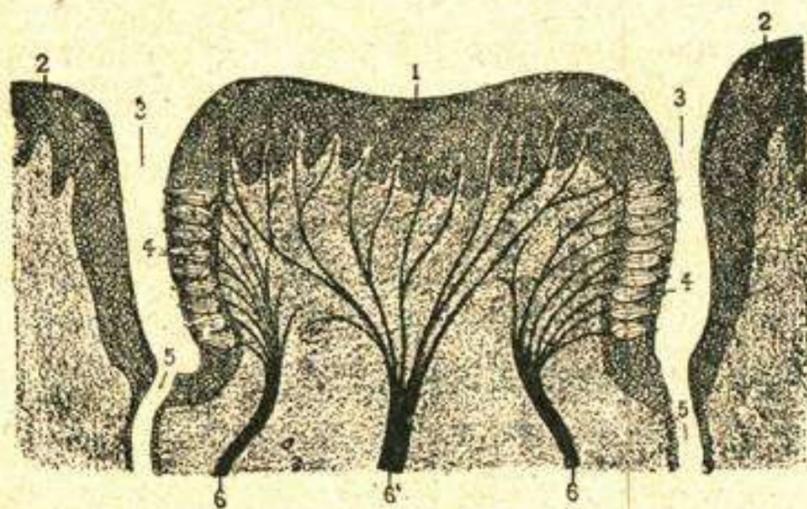


Fig. 58.—Sección vertical de una papila calicícola con su rodete 2 y su surco circular 3, para mostrar los corpúsculos del gusto 4, inervados por filetes del hipogloso 6; 5, orificio glandular. (De Testut.)

En la estructura de la lengua es digno de mencionarse la presencia de los llamados *botones gustativos*, cuerpecillos ovóideos (70 μ) que parecen formados de rajadas por resultar de la asociación de células epiteliales modificadas, de forma semilunar, conteniendo en su interior un grupo de células que emiten un pincel de prolongaciones flageliformes y en las cuales se ramifican fibras nerviosas de los glossofaríngeos, procedentes de células de su *ganglio pétreo*; estos botones gustativos se encuentran en las papilas calicícolas (asomando los flagelos en su surco circular) y en las fungiformes, mientras que las demás papilas contienen terminaciones nerviosas linguales idénticas a las de Krause.

parecen formados de rajadas por resultar de la asociación de células epiteliales modificadas, de forma semilunar, conteniendo en su interior un grupo de células que emiten un pincel de prolongaciones flageliformes y en las cuales se ramifican fibras nerviosas de los glossofaríngeos, procedentes de células de su *ganglio pétreo*; estos botones gustativos se encuentran

La lengua contiene glándulas llamadas mucosas por segregar mucus y que responden al tipo arracimado.

Las fosas nasales

Las fosas nasales están formadas por los huesos correspondientes prolongados hacia delante por cartílagos que dan consistencia a la punta de la nariz. El interior está tapizado por una membrana mucosa llamada *pituitaria*, roja y muy vascular en su parte inferior y amarillenta en la

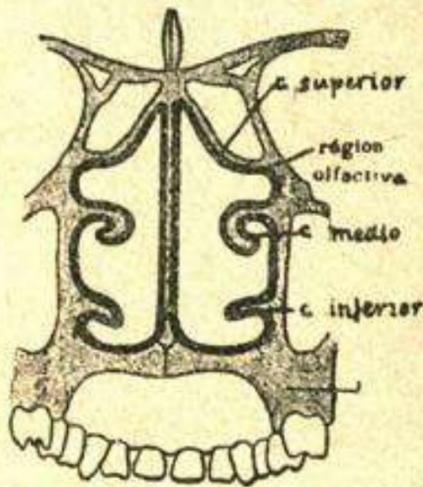


Fig. 59. — Representación esquemática de las fosas nasales. (De Pizón.)

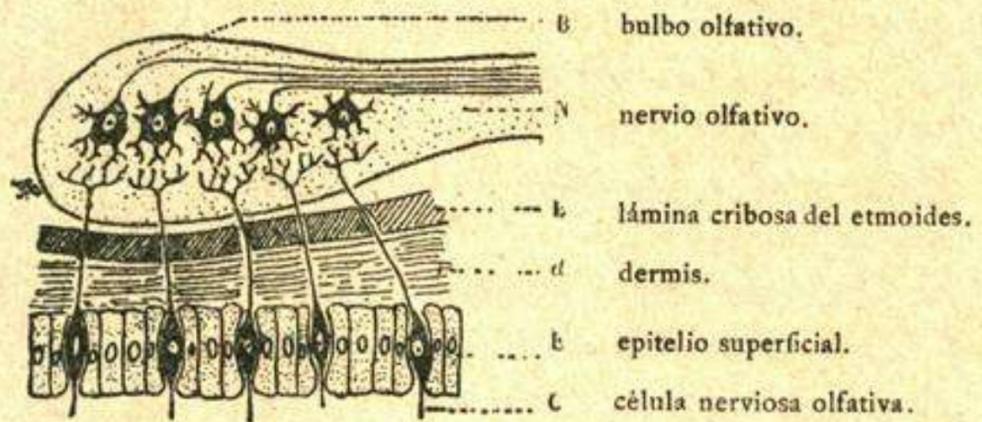


Fig. 60. — Esquema del órgano del olfato. (De Pizón.)

interna, en la que nacen las fibras del nervio olfativo que marchan a su inflamamiento ganglionar (*bulbos olfativos*), donde dan su arborización terminal. Estos bulbos están situados encima de la lámina cribosa del etmoides, cuyos orificios atraviesan las fibras que a ellos se dirigen. Los cuerpos celulares de estas fibras son bipolares y residen en la zona amarillenta de la pituitaria, intercaladas entre células epitelicas, sobre las que asoman su terminación protoplásmica.

El ojo

El órgano de la vista constituye un cuerpo esférico (*globo ocular*) alojado en las cuencas orbitarias y rodeado de otros anejos.

Membranas.

El globo del ojo es hueco y formado de tres membranas, la más externa o *esclerótica*, y vulgarmente blanco de los ojos, es blanca, opaca, fibrosa, córnea y se abomba en la parte anterior, donde es más delgada y constituye un casquete esférico, diáfano denominado *córnea transparente*. La membrana intermediaria se llama *coroides*, es oscura, muy vascular, de naturaleza conjuntiva y se amolda a la cara interna de la esclerótica, despegándose en la parte anterior para formar delante de la

córnea un tabique denominado *iris*, cuyo centro está perforado por un orificio llamado *pupila* o niña de los ojos; posee el iris fibras musculares lisas, unas circulares concéntricas y otras radiales, y como la coroides células pigmentarias a

las que deben los ojos su coloración, que varía desde el pardo oscuro al azul claro. En la línea de unión del iris y la coroides existe una zona saliente en forma de burlete circular, constituida por fibras musculares antero-posteriores y circulares y por unas pequeñas pirámides blanquecinas (*procesos ciliares*), que irradian en todas direcciones, formando una corona. La capa más interna es la esencial del ojo, de naturaleza nerviosa, formada por la expansión del nervio óptico que perfora las dos ante-

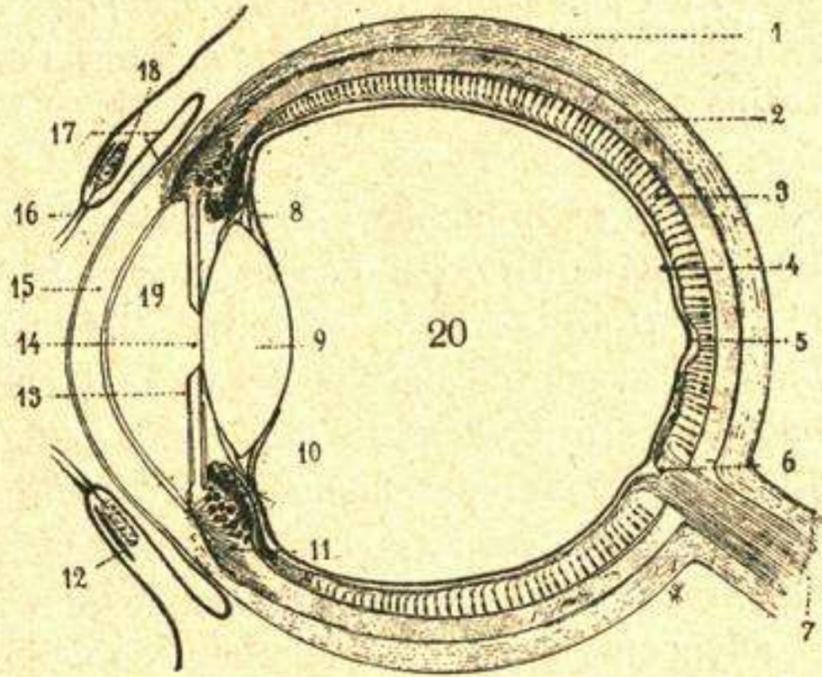


Fig. 61.—Corte vertical antero-posterior del ojo: 1, esclerótica; 2, coroides; 3, retina; 4, hialoides; 5, mancha lútea; 6, punto ciego; 7, nervio óptico; 8, 10 y 11, ligamento suspensor del cristalino, zona de Zinn, procesos y músculos ciliares; 9, cristalino; 12, cartilago tarso; 13, iris; 14, pupila; 15, córnea transparente; 16, pestañas; 17, conjuntiva; 18, glándulas de Meibomius; 19, cámara anterior del ojo; 20, cámara posterior. (De Pizón.)

riores, abriéndose a partir de dicho punto (*punctum cæcum*) en una copa que constituye la *retina*, adherida a la cara interna de la coroides que encubre. Observada al microscopio en un corte transversal, se distinguen en la retina, procediendo de fuera a dentro, las siguientes capas: 1.^a, la *capa pigmentaria*, en contacto con la coroides; 2.^a, *capa de Jacob, de las células visuales o de los conos y palitos* (bastoncitos), así llamada por contener prolongamientos de dos clases de células, unos cónicos (conos), particularmente abundantes en una fosita central de la retina llamada *mancha amarilla*; otros alargados (bastones), coloreados en rosa por un pigmento (*púrpura retiniana, eritropsina, rodopsina o foto-estesina*); 3.^a, *capa limitante interna* que forma la chapa terminal de elementos conjuntivos neuróglícos que van desde esta capa a la cara interna de la retina (*fibras de Müller*); 4.^a, *capa de los cuerpos de las células visuales*, por contener éstos (granos), de los cuales los de los conos son mayores y más próximos a la limitante y ambos se prolongan en cortos cilindro-ejes, cuyas arborizaciones terminales forman la 5.^a, *capa plexiforme externa*, en unión con las arborizaciones terminales articuladas con ellas de los elementos de la 6.^a, *capa de las células bipolares*, cuya otra prolongación entra en otra capa, la 7.^a, *capa plexiforme interna*, en la que se articulan con las ramificaciones protoplásmicas de los

elementos de la 8.^a, *capa de las células multipolares o ganglionares* cuyos cilindro-ejes asociados, marchando en dirección paralela a las capas, forman la 9.^a, *capa de las fibras del nervio óptico*, forrada por la 10.^a, *capa limitante interna*, donde terminan las fibras de Müller y que constituye la más interna de la retina.

Medios transparentes.

Detrás de la pupila, en el interior del ojo, hay todavía otro órgano a considerar, que es el *crystalino*, especie de lente convergente biconvexa, con su cara posterior más abombada, la anterior adosada al iris y formada de elementos epiteliales hialinos, muy modificados, en forma de largos prismas exagonales de dirección meridiana, cuyo cabo anterior es adyacente a una capa de células cuboides, mientras el posterior termina en una chapa que con el nombre de membrana *hialoides* envuelve toda la superficie del cristalino, continuándose en la región ecuatorial para constituir el *ligamento suspensor* o *zona de Zinn* que le mantiene sujeto al iris y se continúa todavía forrando la retina.

El cristalino limita en el ojo dos cavidades muy desiguales: la anterior y más pequeña, definida por delante por la córnea transparente, está llena de un líquido hialino llamado *humor acuoso* constituido por una disolución acuosa débil de sales y albuminoides, y la posterior más grande con un líquido análogo llamado *humor vítreo*, contenido dentro de la membrana hialoides.

Relacionados con el ojo existen una porción de órganos secundarios encargados de su protección y motilidad. Por delante, el globo ocular está protegido por los *párpados*, que son dos repliegues musculosos de la piel con una lámina conjuntiva fibrosa, interna, resistente (*cartílago tarso*), y cuyos bordes libres ostentan pelos cortos y rígidos (*pestañas*) desembocando en ellos glándulas arracimadas (*glándulas de Meibomius*), que segregan un producto graso amarillento (*lagañas*), el cual se deposita preferentemente en un pequeño cuerpo rojizo que hay en el ángulo interno de los párpados (*carúncula lacrimal*), cerca del cual existe un repliegue (*r. semilunar*) y dos pequeños orificios en los párpados (*puntos lacrimales*), a los que siguen dos *conductos lacrimales* que terminan en el *saco lacrimal*, alojado en el interior del unguis, del que por intermedio del *canal nasal* se vierten en las fosas nasales las lágrimas. Estas

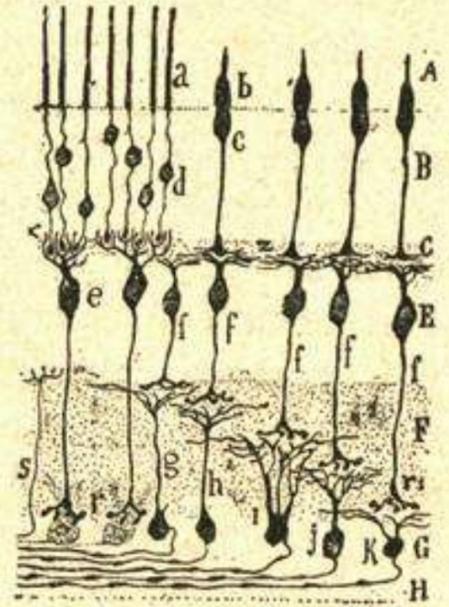


Fig. 62. — Corte de la retina: A, capa de Jacob; a, bastones; b, conos; B, capa de los cuerpos de las células visuales; c, cuerpo de los conos; d, cuerpo de los bastones; C, capa plexiforme externa; E, capa de las células bipolares; e, bipolares para bastones y f, para conos; F, capa plexiforme interna; G, capa de las células ganglionares; H, fibras del nervio óptico. (De Cajal.)

son un líquido claro algo salado y albuminoso, continuamente segregado para humedecer el ojo por una glándula arracimada situada encima del ángulo externo del ojo y denominada *glándula lacrimal*. La piel que recubre los párpados, muy delicada y vascular en su cara interna (*membrana mucosa*), se continúa por encima del globo del ojo, donde se hace transparente, y toma el nombre de *conjuntiva*. Por detrás el globo del ojo está envuelto por una cavidad serosa limitada por la cúpula aponeurótica denominada *cápsula de Tenon*, en la que se insertan los *músculos oculares*. Estos son seis, cuatro rectos (superior, inferior, externo e interno) y dos oblicuos, el mayor y el menor. El resto de la órbita está invadido por una masa adiposa. Por último, encima de los ojos, y correspondiendo a los arcos superciliares, existen dos eminencias transversales donde el vello brota oblicuamente hacia arriba, constituyendo las *cejas*.

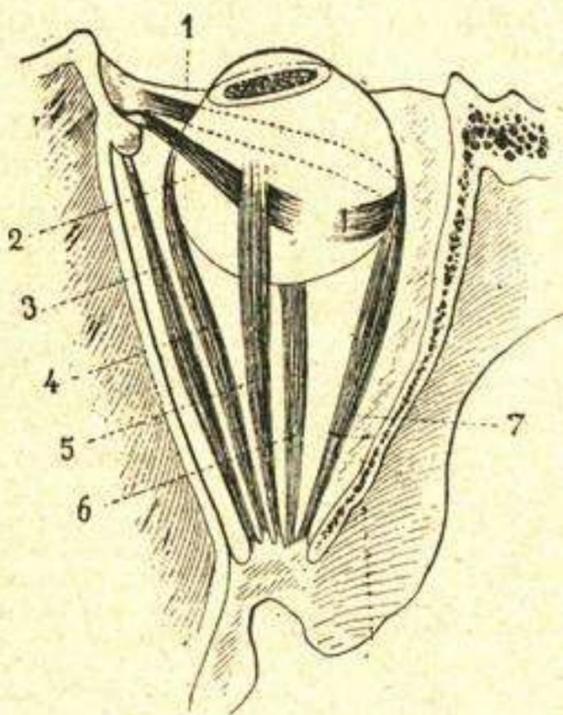


Fig. 63.—Músculos del globo del ojo: 1, obliquo menor; 2 y 3, obliquo mayor; 4, recto interno; 5, recto superior; 6, recto inferior; 7, recto externo. (De Pizón.)

Oído

El órgano del oído está alojado en la región petrosa del temporal, y para su estudio se acostumbra a dividirlo en tres porciones sucesivas que, procediendo de fuera a dentro, se designan con los nombres de oído externo, medio e interno.

El oído externo comprende la *oreja* o *pabellón auditivo*, en cuyo fondo se abre, revestido por la piel, el conducto auditivo externo. La oreja está constituida por una lámina de fibro-cartílago envuelta por la piel. En ella se distinguen dos pliegues concéntricos (*helix* y *antelix*) que bordean una concavidad o *concha* en forma de embudo, donde se abre el conducto entre dos eminencias, una anterior (*trago*) y otra posterior (*antitrago*). En la parte inferior de la oreja existe un apéndice no cartilaginoso sino adiposo que es el *lóbulo* de la oreja. El conducto auditivo externo es corto, flexuoso, de paredes cartilaginosas primero, óseas después y contiene glándulas sebáceas modificadas que son las que segregan el *cerumen* o *cerilla del oído*, sustancia amarilla y pegajosa.

Oreja.

El oído medio, llamado también *caja del tímpano*, es una pequeña cavidad excavada en el temporal, donde termina el conducto auditivo externo, del que está incomunicada por una membrana tensa llamada *mem-*

Caja del tímpano.

brana del tímpano. Ofrece dos comunicaciones, también cerradas por membranas, con el oído interno que se llaman, por su forma, *ventana oval* y *ventana redonda* y están situadas a los lados de una eminencia (*promontorio*). El oído medio comunica además con la cavidad faríngea que hay a continuación de la boca y las cavidades nasales por un conducto llamado *trompa de Eustaquio*.

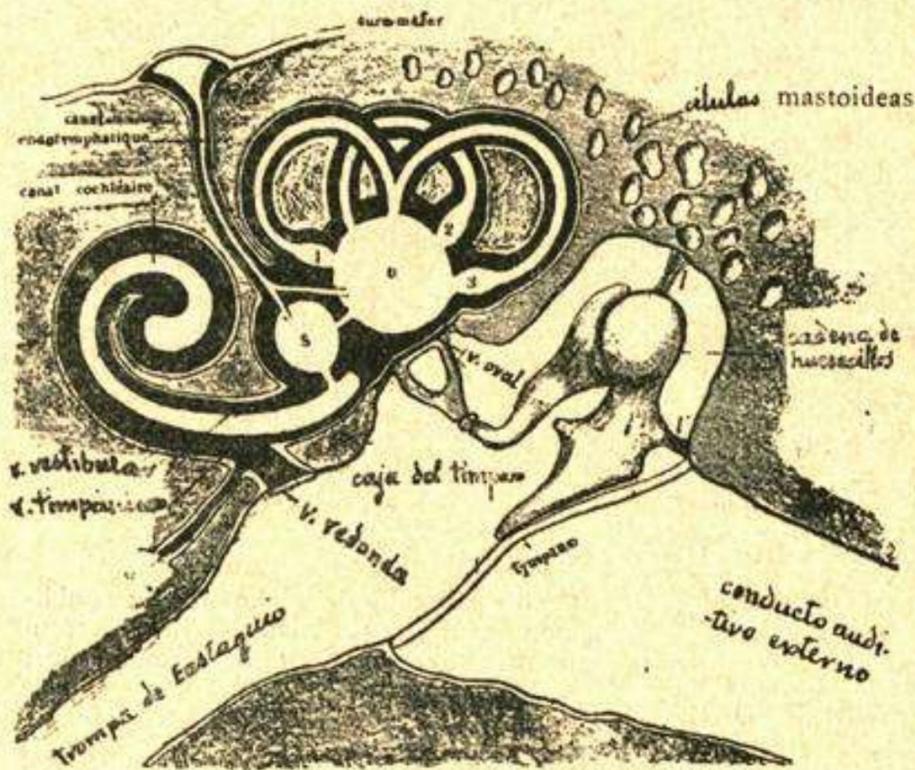


Fig. 64.—Esquemá del aparato auditivo: *u*, utrículo; *s*, sáculo; *1*, *2*, *3*, vejigas de los conductos semicirculares; *1'*, *1''*, ligamentos del martillo. En el oído interno la endolinfa está en blanco y la perilinfa en negro. (De Pizón.)

Entre la membrana del tímpano y la de la ventana oval, se extiende la *cadena de huesecillos del oído* formada de cuatro huesos: el primero o *martillo*, tiene su mango fijo a la membrana del tímpano y su cabeza, relacionada con ella por el músculo del martillo, se apoya en el hueso siguiente o *yunque*, en forma de molar, con dos raíces, una de las cuales por medio de un hueso intermediario (*lenticular*)

se articula con el último o *estribo*, provisto también de un músculo y cuya base cierra la ventana oval. En lo alto de la pared posterior de la caja timpánica existe un orificio que conduce a las cavidades mastoideas.

Laberinto.

El oído interno o *laberinto* comprende una cavidad ósea (*laberinto óseo*) que aloja formaciones blandas (*laberinto membranoso*) llenas de un líquido llamado *endolinfa* o *humor de Scarpa*, con un polvillo calizo en suspensión (*otoconia*), mientras que el que existe fuera de ellas, contenido dentro del laberinto óseo, es la *perilinfa* o *humor de Valsava*. El laberinto óseo comprende una cavidad central o *vestíbulo*, que por detrás comunica con tres tubos encorvados y orientados según tres planos perpendiculares (*conductos semicirculares*) y por delante con un conducto arrollado en espiral (*caracol*), y además comunica, por intermedio del conducto auditivo interno, con la cavidad craneal. En el interior del vestíbulo la cavidad membranosa está dividida por un estrangulamiento en dos, el *utrículo* y el *sáculo*, en cuyo forro epitelial se distinguen una *mancha acústica* blanquecina utricular y otra sacular, ambas con células que emiten en la cavidad endolinfática sus cirros y en los cuales terminan fibras emanadas del nervio auditivo. En el utrículo se abren los tres conductos semicirculares membranosos (dos verticales

perpendiculares y uno horizontal) que desembocan por cinco orificios (dos son confluentes) y ofrecen en uno de sus extremos inflamientos, a cada uno de los cuales van derivaciones de la rama vestibular del nervio auditivo que inervan salientes internos llamados *crestas acústicas*, con la misma estructura que las manchas acústicas. El *caracol* es una evaginación del vestíbulo, así llamado por ser muy semejante a la concha de un caracol con dos vueltas y media de espira; pero su cavidad no es única, sino que se ofrece dividida por dos láminas espirales, una inferior óseo-conjuntiva (1), *membrana basilar* o *espiral*, y otra superior epitelial o *membrana de Reissner*, en tres rampas, una superior perilinfática llamada *rampa timpánica* por abocar a la caja del tímpano, en la ventana redonda; otra también perilinfática inferior, llamada *rampa vestibular*, por comunicar con el vestíbulo, y otra intermedia endolinfática que no es más que un divertículo del sáculo llamado *coclear* que termina ciegamente en el ápice del caracol. Esta rampa aloja el curiosísimo *órgano de Corti*, asentado sobre la cara superior de la membrana basilar y formado de células que limitan un túnel espiral, dando una membrana con finos orificios por los que salen los cirros de células especiales (*corpúsculos acústicos*) envueltas por la arborización terminal de las fibras emanadas de células de un ganglio (*ganglio espiral*) situado en el trayecto de una derivación del nervio auditivo (*rama coclear*).

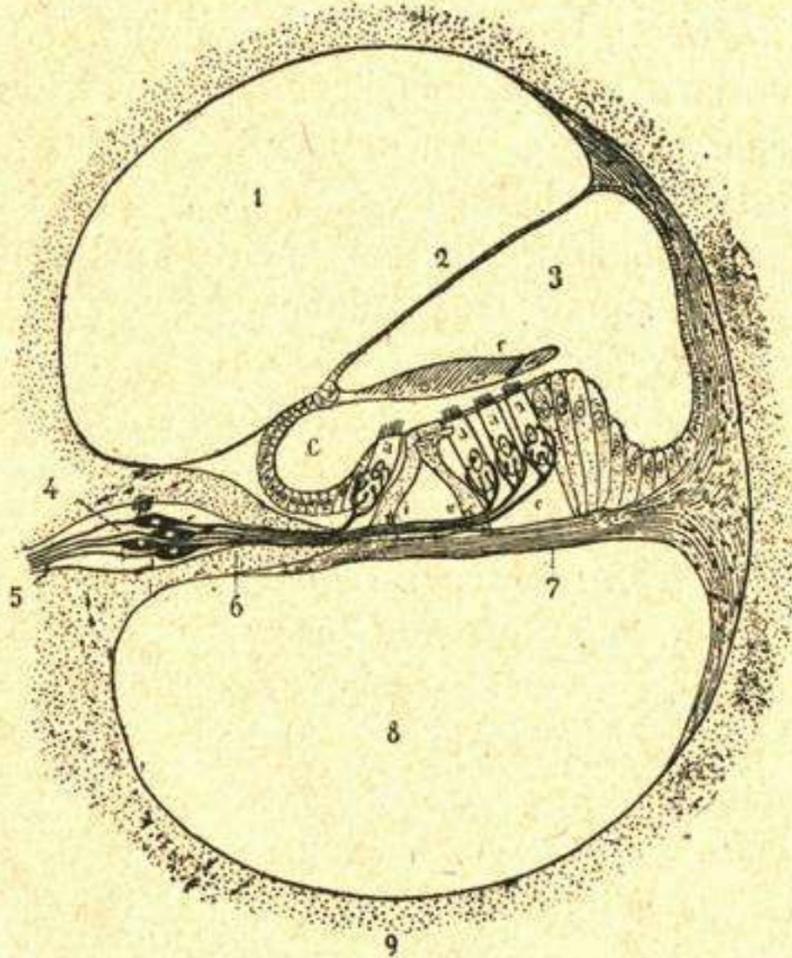


Fig. 65.—Corte transversal de una espira del caracol: 1, rampa vestibular; 2, membrana de Reissner; 3, conducto coclear; r, membrana tectoria; c, rampa de Corti; a, células ciliadas auditivas; i, pilar interno con su prolongación perforada; e, pilar externo; 6, lámina ósea; 7, membrana basilar; 8, rampa timpánica; 9, contorno óseo; 4, ganglio espiral; 5, nervio coclear. (De Pizón.)

Encima del órgano de Corti hay una membrana anhista poco saliente, *lámina tectoria*, que define debajo de ella una rampa no incomunicada del todo de la coclear (*rampa de Corti*).

(1) La membrana de Reissner es fina y epitelial, la basilar resistente y ósea al principio, pero en su curso ascendente la materia ósea va desapareciendo en el borde, siendo reemplazada por fibras conjuntivas transversas y paralelas, cada vez de mayor longitud, que acaban por comprender al final todo el ancho de la membrana por desaparición de la sustancia ósea.

SISTEMA CIRCULATORIO

(ANGIOLOGÍA)

Conformación
general.

Los tejidos líquidos están contenidos en el interior de cavidades comunicantes llamadas *vasos*, dentro de las cuales circulan, y cuyo conjunto recibe el nombre de sistema circulatorio, que comprende los *vasos sanguíneos*, en cuyo interior se mueve la sangre, y los *vasos linfáticos*, por los cuales circula linfa. En esencia el sistema vascular consiste en una complicada canalización de tubos endoteliales, de los cuales los de mayor calibre tienen sus paredes reforzadas por estratos de tejido conjuntivo y muscular. Estas formaciones están especialmente desarrolladas en un paraje central del sistema que constituye el *corazón*, del que salen vasos denominados *arterias* destinados a llevar la sangre a todos los demás órganos, resolviéndose en delgadas ramificaciones (*capilares arteriales*), regresando al corazón la sangre por las *venas*, que en él vierten la recogida por sus últimas y finas ramificaciones (*capilares venosos*). En las venas expulsan los vasos linfáticos su contenido (*linfa*) procedente de sus ramificaciones (*capilares linfáticos*).

Corazón.

El corazón es una víscera situada en la cavidad torácica, apoyada sobre el diafragma, de forma cónica, con el vértice hacia abajo y un poco inclinado a la izquierda, a nivel del 5.^o espacio intercostal. Es hueco, ofreciendo en su interior cuatro cavidades, dos superiores o *aurículas*, y dos inferiores o *ventrículos*, que comunican con la aurícula respectiva por los llamados *orificios aurículo-ventriculares*; las aurículas entre sí y

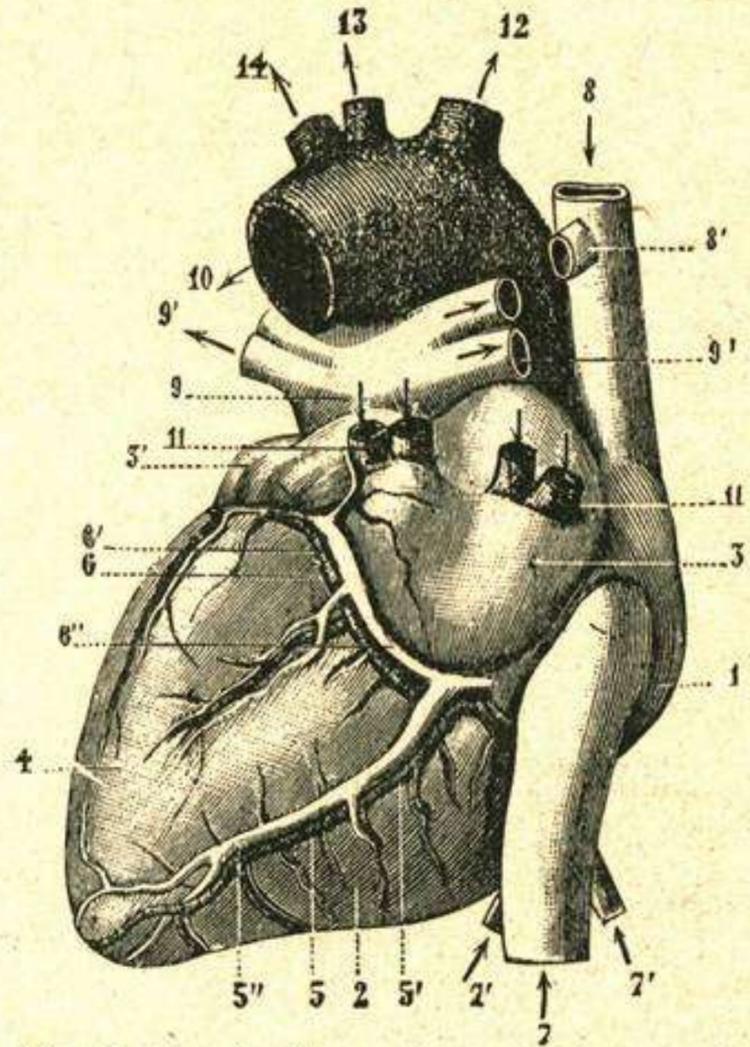


Fig. 66.—Corazón visto por su cara posterior: 1, aurícula derecha; 2, ventrículo derecho; 3, aurícula izquierda; 4, ventrículo izquierdo; 5, surco interventricular posterior; 6, surco aurículo-ventricular. (Las arterias coronarias, como las demás arterias, están en negro y las venas en blanco, salvo las pulmonares, en que ocurre lo contrario); 7, vena cava inferior; 7', venas suprahepáticas; 8, vena cava superior; 8', vena azigos; 9, arteria pulmonar; 10, aorta; 11, venas pulmonares; 12, tronco braquio-cefálico arterial; 13, arteria carótida primitiva izquierda; 14, arteria subclavia izquierda. (De Testut.)

los ventrículos están por el contrario incomunicados. Cada orificio aurículo-ventricular está provisto de una válvula formada por membranas, cuyo borde libre se sujeta mediante hilos tendinosos a las paredes de los ventrículos, ricos en salientes o pápilas. La del corazón izquierdo posee dos láminas y se llama *válvula mitral*, mientras la que obtura el orificio aurículo-ventricular derecho posee tres y se llama *tricúspide*.

Se distinguen en el corazón, como en todos los vasos, tres capas. La más interna, muy fina y endotelial, se llama *endocardio*; la intermedia, que es la más espesa especialmente en las paredes ventriculares y sobre todo en el ventrículo izquierdo, se denomina *miocardio* y está formada por tejido muscular estriado con fibras ramificadas de caracteres particulares; su gran desarrollo hace que pueda definirse el corazón como un músculo hueco. Por último, la envuelta externa es serosa y constituye el *pericardio*; su hoja parietal contrae adherencias con la pared torácica.

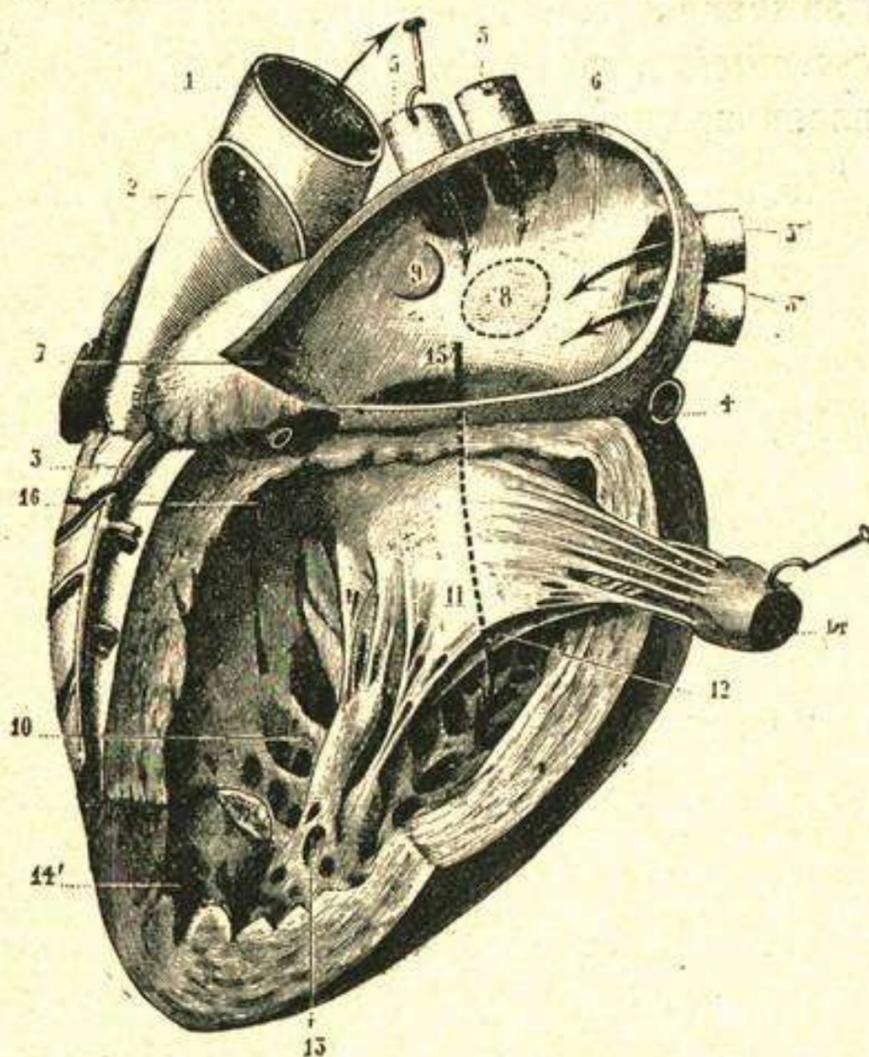


Fig. 67.—Corazón abierto mostrando las cavidades izquierdas: 1, aorta; 2, art. pulmonar; 3 y 4, vasos coronarios; 5, v. pulmonares; 6 y 7, aurícula izquierda; 10, ventrículo izquierdo; 11-14, válvula mitral; 15, flecha que recorre la comunicación aurículo ventricular izquierda; 16, flecha que indica el camino aórtico. (De Testut.)

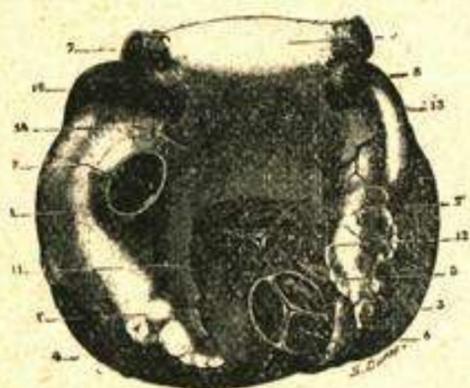


Fig. 68.—El corazón visto por su cara sup. mostrando las aurículas derecha (1) e izquierda (2); 3, ventrículo derecho; 4, izquierdo; 5, origen de la aorta con sus válvulas sigmoideas; 6, origen de la arteria pulmonar con sus válvulas sigmoideas; 7, v. pulmonares derechas; 8, id. izquierdas; 9, cava sup.; 10, v. cava inf.; 11, a. coronaria derecha; 12, id. izquierda; 13, vena coronaria; 14, línea interauricular. (De Testut.)

Las arterias nacen de los ventrículos. Del izquierdo nace la arteria *aorta*, grueso vaso que en su arranque ofrece una válvula formada por tres láminas alabeadas, con la convexidad hacia el corazón, llamadas *sigmoideas*; asciende (*aorta ascendente*) para encorvarse en seguida constituyendo el *cayado de la aorta* y descender paralelamente a la columna vertebral (*aorta descendente*),

Sistema arterial.

atravesando el diafragma y bifurcándose a nivel de la pelvis, dando arterias secundarias en todo su recorrido, de las cuales las primeras son las *coronarias*, que se ramifican en el corazón. Del cayado de la aorta nacen las *carótidas* que por el cuello van a ramificarse en la cabeza y

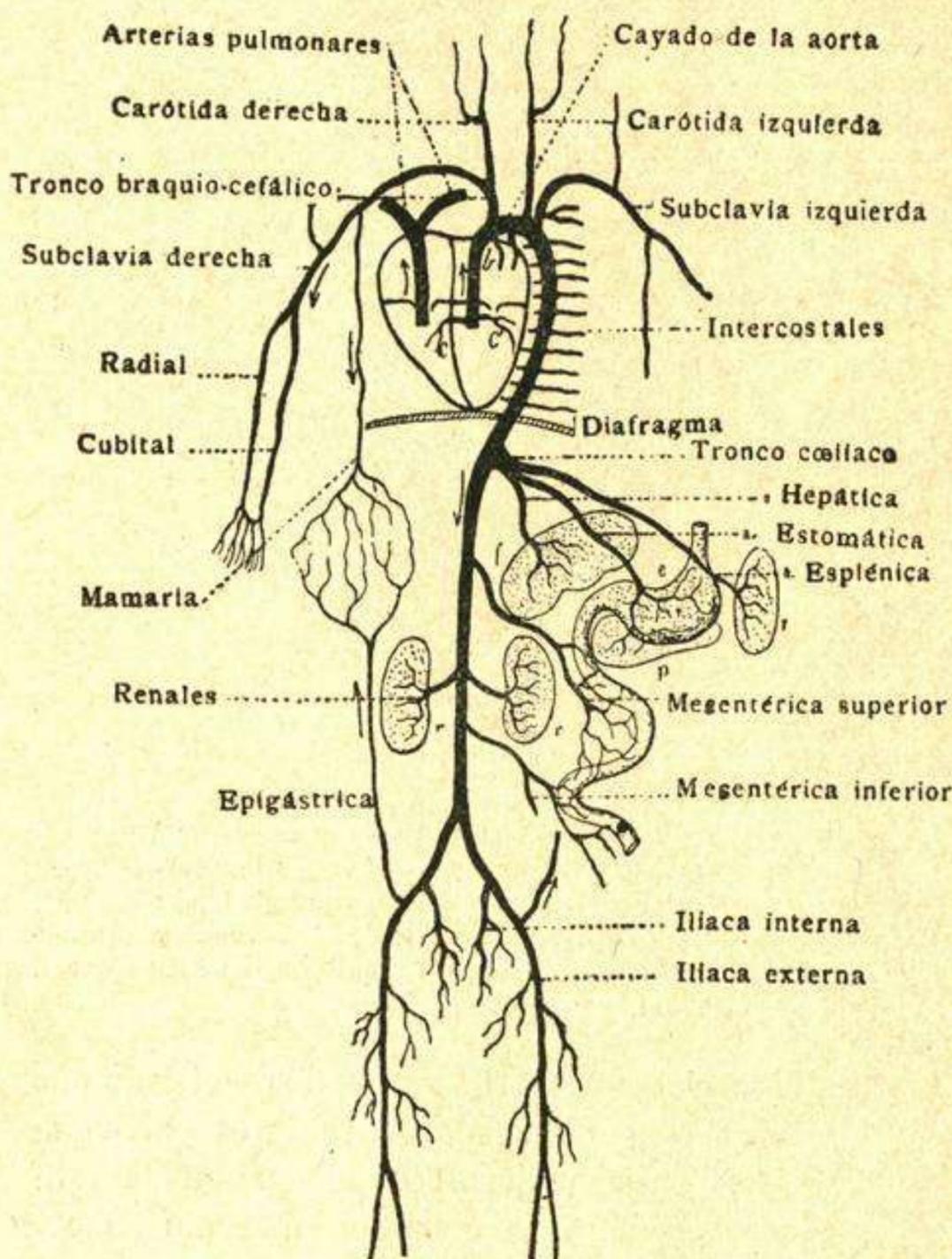


Fig. 69.—Sistema arterial. (De Pizón.)

las *vertebrales*, que ingresan en la cavidad craneal después de haber marchado por los orificios de las apófisis laterales de las vértebras cervicales; penetran las subclavias en el brazo respectivo, tomando el nombre de *humeral*, la cual se bifurca en *cubital* y *radial*, que se ramifican por último en la mano.

De la aorta descendente torácica se desprenden las *bronquiales*, *esofágicas*, *intercostales*, y después de atravesado el diafragma, de cuya irrigación están encargadas las *diafragmáticas*, nace el *tronco celíaco*, gruesa arteria que da lugar a la *hepática* que se ramifica en el hígado, a la *esplénica* del bazo y a la *coronaria estomacal* que irriga y rodea al estómago. Después del tronco celíaco nacen la *mesentérica*

las *subclavias* que por el hombro marchan a los brazos; es de advertir que la carótida y subclavia derechas, que son las primeras en nacer, confluyen en general originando un corto vaso denominado *tronco braquio-cefálico*; las carótidas se bifurcan dando una rama externa y otra interna que después de originar una rama oftálmica ingresan en el cráneo, formando el *exágono arterial de Willis* sobre el cuerpo del esfenoides, ramificándose en el encéfalo. De las subclavias nacen

superior, las dos *renales* o de los riñones, la *mesentérica inferior* que como la superior se ramifica en el intestino, y por último la aorta se divide en las dos *ilíacas* primitivas, cada una de las cuales se bifurcando la ilíaca interna que se ramifica en la pelvis y la externa que penetra en la pierna correspondiente, constituyendo la *femoral*, después la *poplítea* que se bifurca en *tibial anterior* y *tibio-perónea* que después de recorrer la pierna se ramifican en el pie. Es de advertir que la continuidad de los capilares de la arteria *mamaria*, rama descendente de la subclavia y llamada así por la región en que se capilariza con los capilares de la *epigástrica*, rama ascendente de la ilíaca externa, hace comunicar a las ilíacas directamente con la subclavia del mismo lado por fuera del camino aórtico.

Del ventrículo derecho nace la *arteria pulmonar* que en su arranque ofrece también tres válvulas sigmoideas como la aorta, bifurcándose después en dos ramas, derecha e izquierda, que marchan a los pulmones respectivos.

Las venas del organismo forman dos sistemas, uno superficial y otro profundo. El primero constituye una red que se divide especialmente en los miembros, por transparencia a través de la piel y desemboca en las profundas. Estas son en general dos por cada arteria; tres terminan en la aurícula derecha: la *coronaria*, que procede de los capilares del corazón y presenta en su desembocadura las *válvulas de Thebesius*; la *cava superior* formada por la reunión de dos *troncos braquiocefálicos* venosos originados por la unión de las venas *yugulares* o del cuello procedentes de la cabeza y las *subclavias* o de los hombros procedentes de los brazos, y la vena *cava inferior* que, formada por la unión de las *ilíacas* procedentes de las piernas, asciende atravesando el diafragma paralelamente a la aorta, recibiendo las venas *renales* y *suprahepáticas*, y presenta al desembocar en la aurícula derecha las llamadas *válvulas de Eustaquio*. Ambas cavas están relacionadas por la vena impar *azigos* que reúne la ilíaca derecha con la vena cava superior y recibe las *semiazigos superior e inferior* que vierten en ella la sangre de las venas intercostales izquierdas, mientras las derechas vierten en la cava superior.

Sistema venoso.

Existe además la *vena-porta* que presenta la notable propiedad de capilarizarse por sus dos extremos; se forma en efecto de la reunión de los capilares del intestino (*venas intestinales*), del estómago y páncreas (*estomáquicas*) y del bazo (*esplénicas*), y va a terminar resolviéndose en capilares en el hígado, de donde nacen las venas suprahepáticas que desembocan en la cava inferior. Un sistema porta existe también en el interior de los riñones.

En la aurícula izquierda desembocan por último cuatro venas llama-

madras *pulmonares*, de las cuales dos provienen del pulmón derecho y las otras dos del izquierdo.

Las venas se distinguen de las arterias por un conjunto de caracteres. En primer lugar éstas proceden siempre de los ventrículos, mientras aquéllas marchan hacia las aurículas; las arterias son en general profundas, pudiéndose citar la radial y la *temporal* (rama de la carótida) como las más superficiales; las venas, por el contrario, presentan como ya hemos dicho una red superficial, y las profundas acompañan en general a las arterias en número de dos por cada una de ellas. Pero es en la estructura en donde residen los caracteres más importantes, pues aunque arterias y venas tengan la composición general de todo el sistema circulatorio, las primeras tienen la pared más espesa y consistente y su túnica media formada de fibras elásticas anastomosadas, mientras que en la de las venas predominan las fibras musculares lisas. Tanto en unas como en otras las túnicas externa y media se van adelgazando a medida que el vaso disminuye de calibre, hasta quedar reducidas a la túnica interna endotelial, única que forma los capilares.

Es por último característico de las venas el presentar válvulas de dos, rara vez tres, piezas, con la concavidad hacia el corazón, que faltan en absoluto en las arterias, salvo en el arranque de la aorta y pulmonar, donde existen (válvulas sigmoideas) pero con la convexidad hacia el corazón.

Sistema linfático.

Los vasos linfáticos, más difíciles de comprobar que los sanguíneos por ser más incoloros y finos, se encuentran también repartidos por todo el cuerpo y como las venas ofrecen un sistema superficial y otro profundo en el cual los más importantes vasos son dos, a saber: la *gran vena linfática* que reúne los vasos linfáticos que provienen del brazo derecho, mitad derecha de la cabeza, tórax e hígado y que después

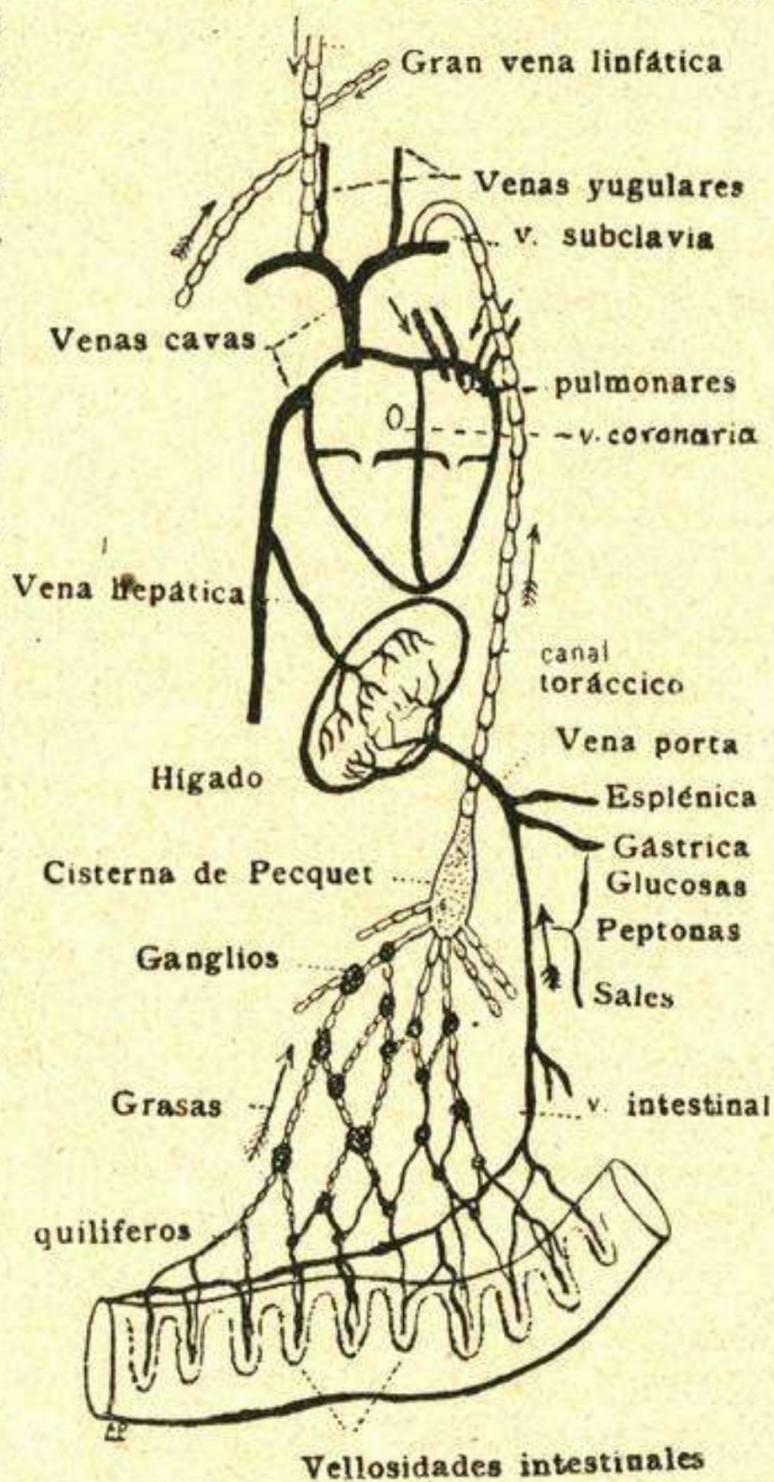


Fig. 70.—Sistema venoso y linfático. (De Pizón.)

de un corto recorrido vierte en la subclavia derecha, y el *canal torácico* que junta los de los miembros inferiores, pelvis, intestino (*vasos quilíferos*), asciende junto a la columna vertebral después de formar un inflamiento (*cisterna de Pecquet*), atraviesa el diafragma, recibe los linfáticos

Válvulas de las venas

Válvulas de los vasos linfáticos

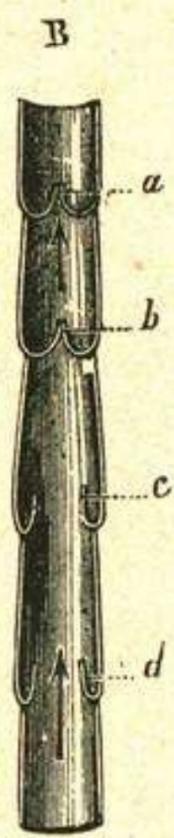
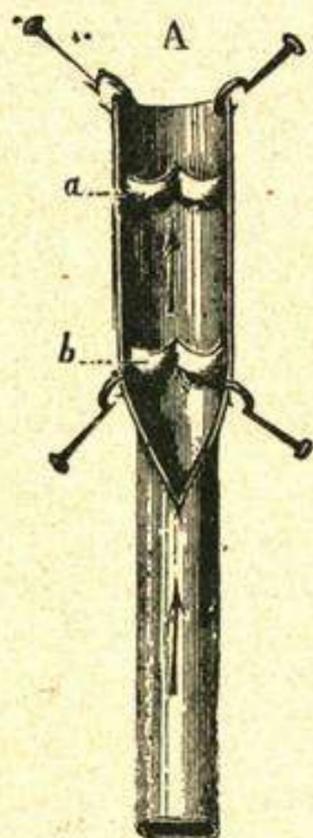


Fig. 71.—Vena incindida.

Fig. 72.—Vena cortada.

Fig. 73.—Vaso linfático.

Fig. 74.—Sección de un vaso linfático.

Las flechas indican la dirección de la corriente en el interior de los vasos. (De Testut.)

izquierdos de la cabeza y los del brazo izquierdo y va a desembocar en la subclavia izquierda.

Los vasos linfáticos poseen la misma estructura que las venas, pero su túnica media posee mayor número de fibras elásticas, y les distingue sobre todo el que las válvulas, que lo mismo que las venas poseen, se traducen al exterior por estrangulaciones que les da un aspecto nudoso. Pero lo más característico de los vasos linfáticos es el reunirse y apelonarse, originando inflamientos varicosos llamados *ganglios linfáticos*, que son especialmente gruesos y numerosos en el cuello y la axila. Están envueltos por una cápsula que se prolonga hacia dentro, dividiéndole en compartimentos o folículos, cada uno de los cuales recibe un vaso aferente, mientras que al lado opuesto en una depresión (hilio) sale el vaso eferente, en general único.

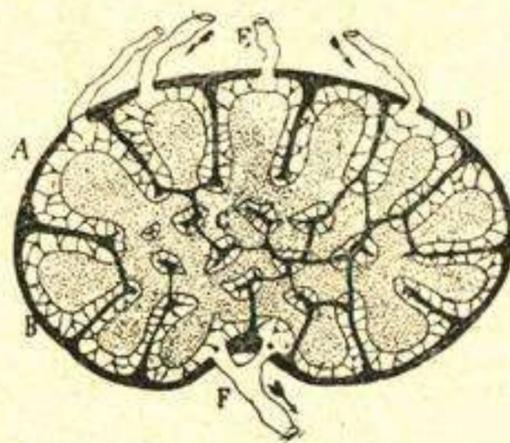


Fig. 75.—Esquema de la estructura de un ganglio linfático. (De Cajal.)

EL APARATO RESPIRATORIO

Conforma-
ción general.

El aparato respiratorio se reduce en esencia a una gran superficie de unos 200 m² pero plegada de forma que se encierra totalmente dentro de dos órganos llamados *pulmones* que, junto con el corazón, rellenan la cavidad torácica. A dicha superficie llega el aire del exterior por medio de un conducto (*tráquea*) en comunicación con la boca y las fosas nasales, que se bifurca en dos (*bronquios*), cada uno de los cuales se dirige a uno de los pulmones.

El conducto respiratorio comienza a partir de una cavidad situada detrás de la boca denominada faringe, que forma parte del canal digestivo y con la cual comunican además de la boca y fosas nasales los oídos medios por intermedio de las trompas de Eustaquio.

Laringe.

La porción anterior de la tráquea se dilata y modifica, constituyendo la *laringe*, que es el órgano esencial de la producción de la voz, la cual está en comunicación con la faringe, presentando el orificio una lengüeta valvular anterior denominada *epiglotis*.

Entran en la constitución de la laringe los siguientes cartílagos: el *cricoides*, anular y más alto por detrás que por delante; el *tiroides* es el más voluminoso, abierto por detrás y formando hacia delante una arista que hace saliente en la garganta, constituyendo la nuez o *bocado de Adán*, con dos pares de prolongamientos, los superiores o grandes cuernos se articulan con el hioides y los pequeños cuernos con el cricoides, y por último los dos cartílagos *aritenoides* triangulares, situados sobre la cara posterior del cricoides.

En el interior de la laringe se observan dos pares de salientes llamados cuerdas bucales superiores e inferiores, que limitan un orificio triangular o *glotis*, quedando entre ambas un espacio o *ventrículo de Morgagni*. Estas cuerdas bucales contienen, en su interior, una masa muscular con un ligamento elástico y están recubiertas por el epitelio que, como en todo el resto de la laringe, no posee pestañas vibrátiles.

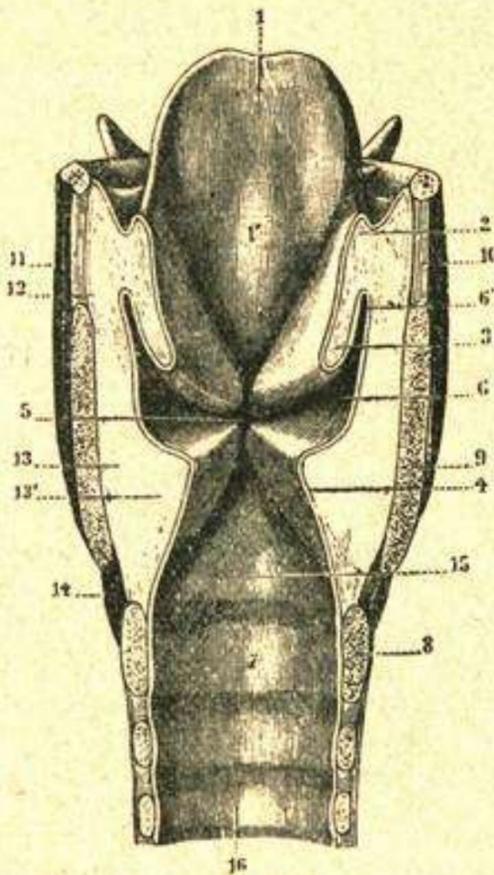


Fig. 76.—Corte frontal de la faringe mostrando la parte anterior: 1, epiglotis (cara post.); 3, cuerda bucal sup.; 4, id. inf.; 6, ventrículo; 7, 8, cricoides; 9, tiroides. (De Testut.)

Contiene la laringe gran número de músculos, unos que la imprimen movimientos de conjunto (esternotiroideo, tirohioideo, etc.), y otros que modifican la posición recíproca de sus cartílagos; está irrigada por derivaciones de las carótidas y subclavias e inervada por gran número de nervios, procedentes principalmente de los pneumogástricos y espinales.



Fig. 77.—Cuerpo tiroides visto por su cara ant.: 1 y 2, lóbulos; 3, istmo; 4, pirámide de Lalouette; 5, hioides; 6, tiroides; 7, cricoideo; 9, músculo tirohioideo; 10, id. crico-tiroideo; 11, tráquea. (De Testut.)

Envolviendo por delante la laringe y sin otras relaciones con ella que las de vecindad, existe un órgano glanduloso llamado cuerpo tiroides, formado por dos lóbulos laterales enlazados por un istmo anterior. El lóbulo derecho lleva una delgada prolongación ascendente (pirámide de Lalouette).

Tiroides.

Fuera del territorio tiroideo, pero en la proximidad del órgano, hay cuerpecillos de su misma naturaleza pero de forma y tamaño variables, llamados *tiroides accesorios* y anexos al cuerpo tiroides, corpúsculos redondeados, de naturaleza distinta, llamados *glándulas paratiroideas*.

Delante del conducto aéreo existe otro cuerpo glandular, cuyo tamaño se reduce en el transcurso de la vida, llamado timo, órgano alojado entre los pulmones, en el hueco anterior que entre sí dejan (mediastino anterior).

Timo.

Continuando a la laringe existe la tráquea, que constituye un tubo de unos 12 cm. largo, de aspecto anillado, que se bifurca originando los dos bronquios, cada uno de los cuales se dirige al pulmón respectivo, penetrando en él y ramificándose abundantemente en su interior.

Tráquea bronquios.

Los pulmones son dos órganos voluminosos situados a los lados del corazón y moldeados por la cavidad torácica. Su forma es análoga a una pirámide con la base cóncava apoyada en el diafragma, su vértice dirigido hacia arriba, donde se estrecha la cavidad torácica, y de sus caras laterales la interna adyacente al corazón es cóncava y la externa contigua a la pared torácica convexa.

Pulmones.

El pulmón derecho es algo más voluminoso que el izquierdo, presentando dos surcos que le dividen en tres lóbulos, mientras que el izquierdo sólo tiene uno y por tanto dos lóbulos. Ambos están recubiertos por su serosa correspondiente llamada *pleura*, que les envuelve completamente, excepto en un punto (*hilio*), por donde pasan sin perforarla los

bronquios, las arterias y las venas pulmonares, órganos cuyas ramifica-

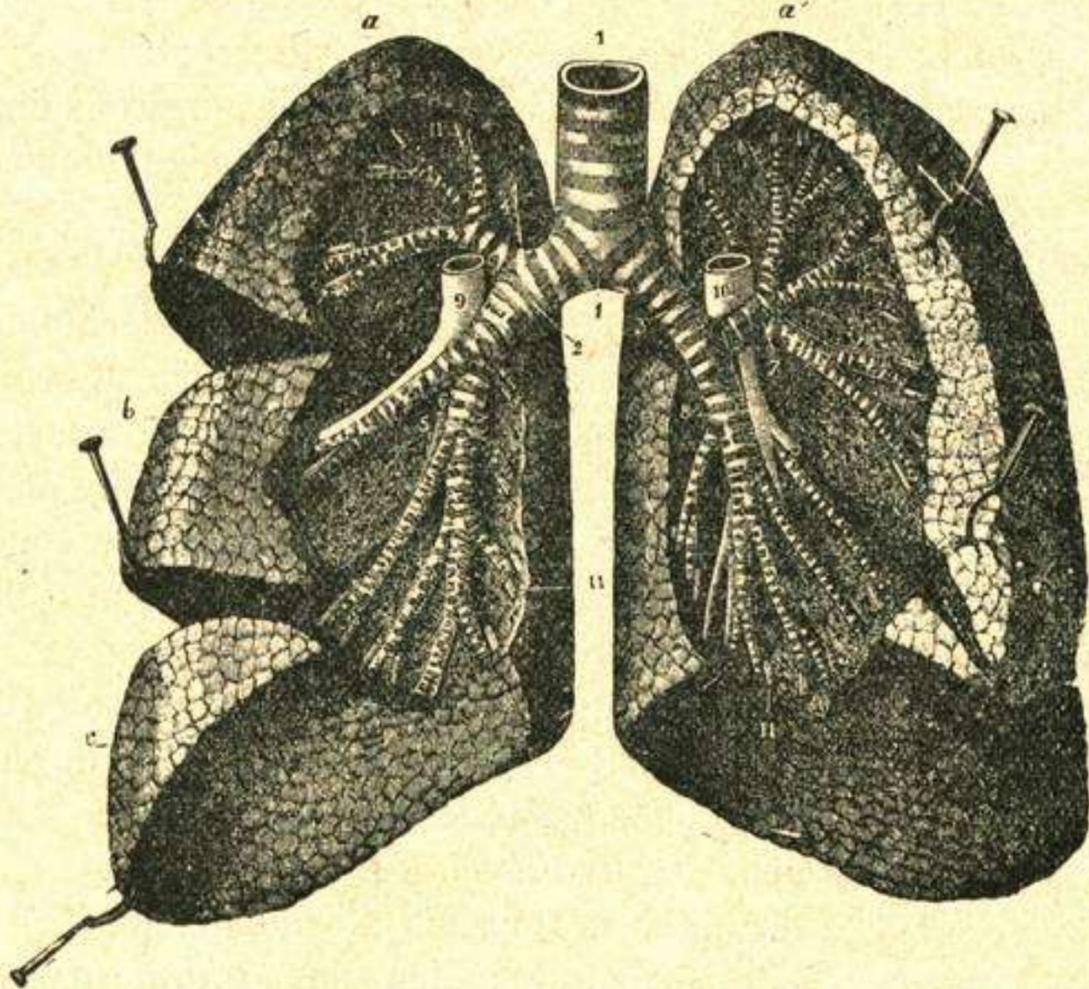


Fig. 78.—Ramificación de los árboles bronquiales en los pulmones: *a, b, c*, lóbulos del pulmón derecho; *a', c'*, del izquierdo; *1, 1'*, tráquea con *1'*, su bifurcación; *2*, bronquio derecho; *3*, id. izquierdo; *9* y *10*, arterias pulmonares. (De Testut.)

ciones enlazadas por el tejido conjuntivo intersticial constituyen la materia propia del pulmón.

Estructura.

El conducto respiratorio está formado por dos túni-

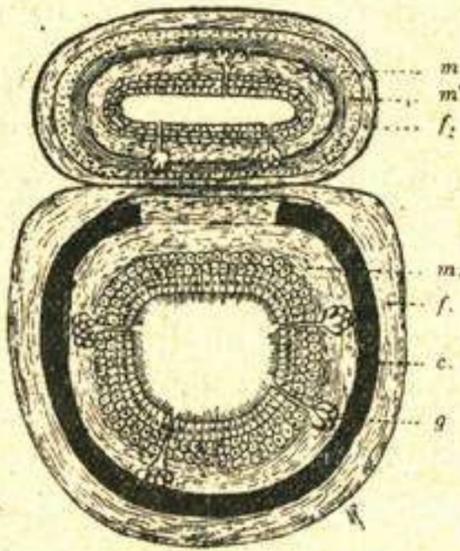


Fig. 79.—Corte transversal de la traquea y el esófago para mostrar su estructura; *m*, túnica mucosa; *m'*, muscular; *f*, fibrosa; *c*, cartilago; *g*, glándula.

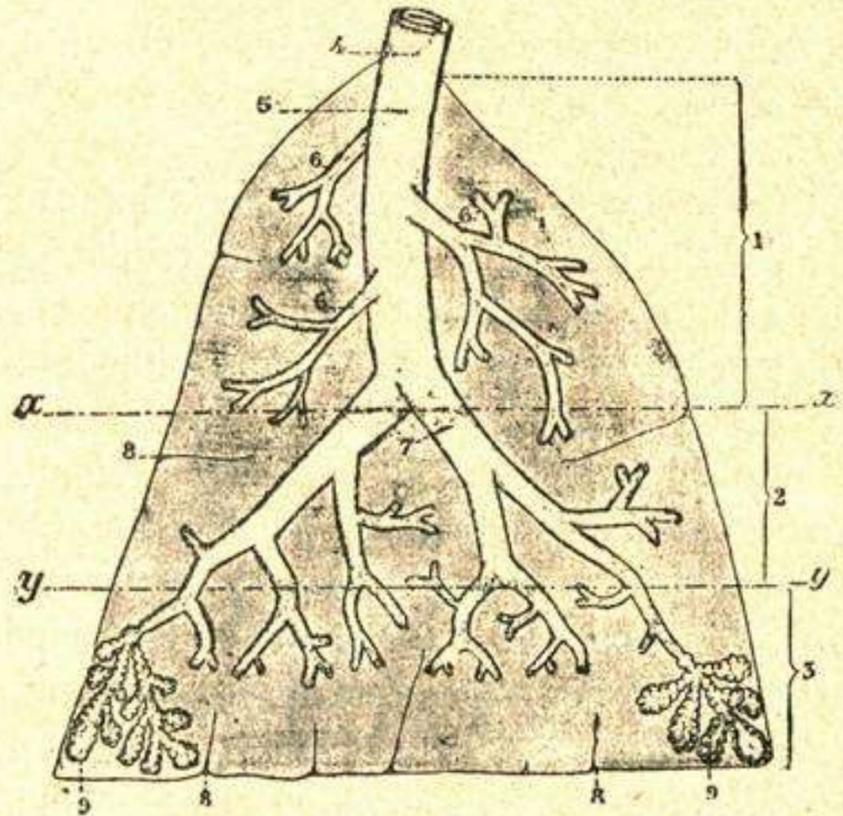


Fig. 80.—Esquema de la estructura del pulmón según Laguesse y D'Hardiviller.

cas, una externa fibro-elástica y otra interna mucosa, con epitelio vibrátil y glándulas mucosas arracimadas. En el espesor de la túnica externa

existen formaciones fibrocartilaginosas que en la tráquea revisten la forma de anillos incompletos en forma de C, por estar abiertos por detrás, mientras que en los bronquios se fragmentan y constituyen plaquitas cada vez más pequeñas hasta desaparecer en las últimas ramificaciones del árbol bronquial, en las que por adelgazamiento progresivo de las capas exteriores, la pared queda reducida a epitelio de una sola capa de células aplanadas (pavimentoso). La terminación de los finos bronquiolos consiste en un inflamiento (*alvéolos pulmonares*) subdividido en pequeños saquitos (*vesículas pulmonares*), en los que se capilariza una ramita de la arteria pulmonar y recoge sus capilares otra de las venas pulmonares.

APARATO DIGESTIVO

Es el aparato digestivo un largo tubo, que incomunicado con la cavidad del cuerpo la atraviesa, apelotonándose en el interior de la cavidad abdominal, para poder ser contenido dentro del cuerpo a pesar de su gran longitud, en toda la cual recibe las secreciones de diversas glándulas, abocando al exterior por dos orificios opuestos.

Conformación general.

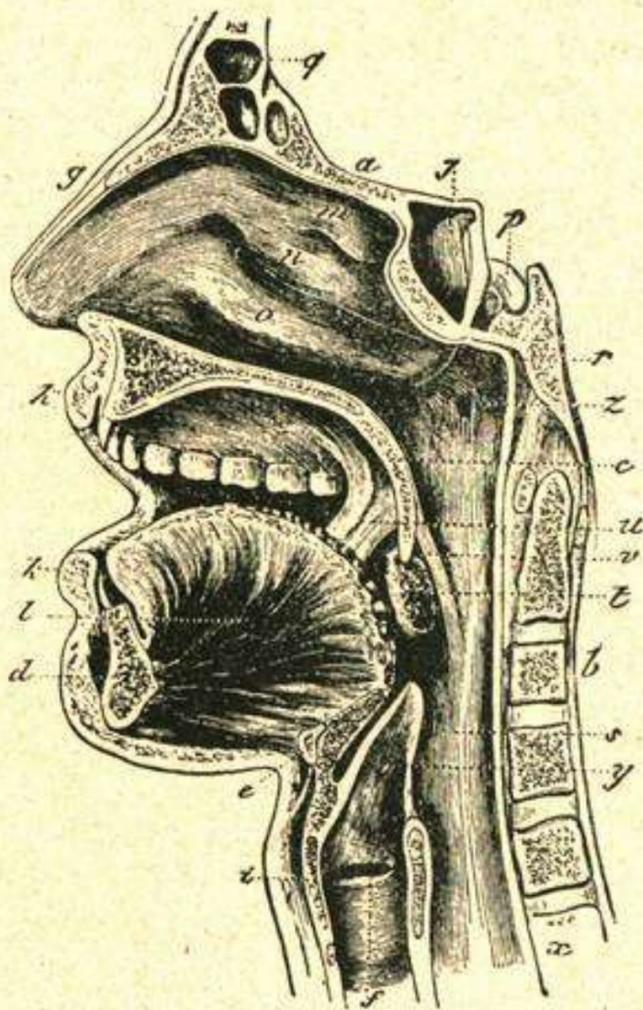


Fig. 81.—Boca, fosas nasales, laringe, faringe y esófago en corte vertical.

Este tubo no es de calibre uniforme, por lo que se distinguen en él partes u órganos distintos, pero su naturaleza histológica es homogénea, ofreciendo en todo su recorrido tres tunicas, a saber: una externa, formada de fibras musculares longitudinales y transversas, una intermedia celular y otra interna mucosa. Después de atravesar el diafragma el tubo digestivo, se rodea aún de otra membrana, de naturaleza serosa, que se llama *peritoneo*, y su hoja visceral *mesenterio*, el cual forma un gran repliegue anterior llamado *epiplón mayor*, que se carga de grasa en las personas obesas.

El orificio anterior del tubo digestivo es la boca, al que sigue la llamada cavidad bucal, limitada delante por los labios, lateralmente por las mejillas, superiormente por la bóveda palatina e inferiormente por el suelo de la boca, sobre el que se asienta la lengua.

Boca.

Dientes.

Es de considerar también en la boca los dientes, implantados en los alveolos de los maxilares, cuyos bordes, recubiertos por la mucosa bucal, constituyen las encías. Se distingue en ellos tres partes: la superior que emerge de la encía o *corona*, la inferior introducida en el alvéolo o *raíz* y el estrechamiento que las separa o *cuello*.

La analogía de consistencia entre los huesos y los dientes, la existencia en éstos de las sustancias minerales de aquéllos y de una materia

albuminoidea, la *dentina*, que queda como producto de la decalcificación del diente conservando su forma, hace pensar en la analogía de ambos órganos, pero el examen de la estructura demuestra lo contrario. La masa fundamental del diente la constituye el *marfil*, sustancia recorrida por finísimos tubos que divergen y afinan hacia la periferia, constituyendo los *canaliculos dentarios*. En la parte de la corona, el marfil está envuelto por una sustancia también caliza, sumamente dura y frágil, formada de prismas, orientados perpendicularmente a la superficie del diente, que constituye el *esmalte*, mientras que, por

el contrario, la raíz está recubierta por una capa de tejido óseo llamada *cemento*. Por último, el diente es hueco y en su cavidad interior hay una materia viva, formada de tejido conjuntivo, en el que se ramifican los vasos que ingresan por un orificio (*agujero dentario*), así como también filetes nerviosos emanados de las ramas maxilares del trigémino.

Por su posición y forma, se distinguen tres clases de dientes: los *incisivos* anteriores y cortantes en número de 4 en cada mandíbula, los *caninos* o *colmillos*, que son 4 dientes puntiagudos cortantes, uno a cada lado de los incisivos en ambas mandíbulas, y los *molares* o *muelas* en número de 20 (5 a cada lado de cada mandíbula), con la corona ancha y tuberculosa. Esta dentición sólo la ofrece el adulto, pues la del niño es más reducida (20 dientes), por faltar los 3 últimos molares de cada lado de ambas mandíbulas, y constituyen lo que se ha llamado *dentición de leche*, por hacer su aparición en la época de la lactancia, saliendo en general, en un orden constante,

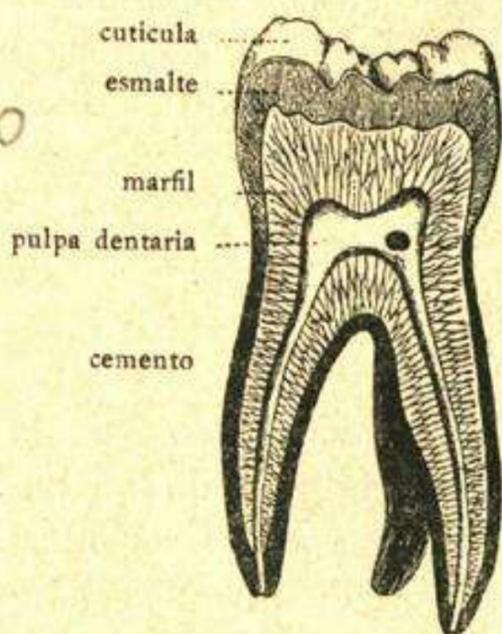


Fig. 82.—Sección vertical de un molar.
(De Pizón.)

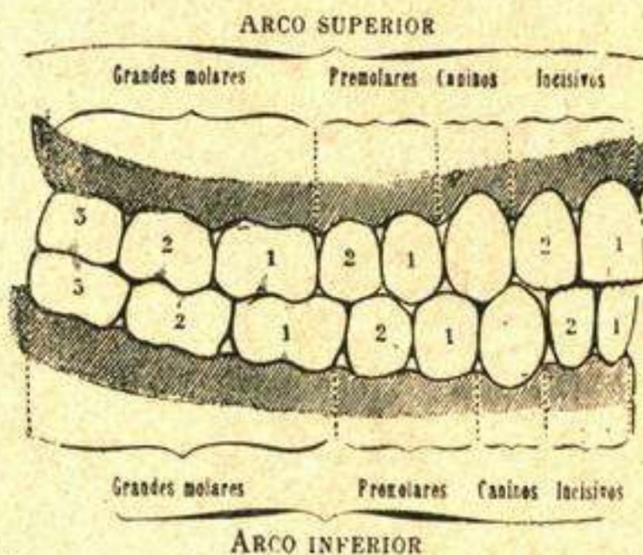


Fig. 83.—Esquema de la disposición de los dientes (lado derecho), vistos por la cara externa.
(De Testut.)

que es el siguiente: hacia los 6 meses aparecen los incisivos centrales inferiores, después los superiores, luego los 4 laterales, los primeros molares, los colmillos, y por último, las segundas muelas, quedando hacia los dos años y medio completada la dentición; pero hacia los 7 años, gérmenes de nuevos dientes que se han formado debajo de los de leche los hacen caer próximamente en el orden en que aparecieron, siendo reemplazados por los dientes definitivos. Los dos primeros molares, únicos que existen en la dentición de leche, se llaman *premolares*; los 3 restantes o *verdaderos molares*, van apareciendo desde la época de la renovación de la dentición hasta los 20 a 30 años, en que sale el último (*muela del juicio*). Estas denticiones se expresan simbólicamente y abreviadamente por medio de las siguientes *fórmulas dentarias*:

$$\text{Dentición de leche: } i = \frac{4}{4} \quad c \frac{1-1}{1-1} \quad pm. \frac{2-2}{2-2}$$

$$\text{Dentición definitiva: } i = \frac{4}{4} \quad c \frac{1-1}{1-1} \quad pm. \frac{2-2}{2-2} \quad mv. \frac{3-3}{3-3}$$

y representando solamente una mitad de la mandíbula, puesto que la otra posee por simetría, la misma fórmula, y supliendo las iniciales de las diversas clases de dientes por el orden que les corresponde, se pueden escribir de la manera siguiente más sencilla.

$$\text{D. de leche: } \frac{2 \cdot 1 \cdot 2}{2 \cdot 1 \cdot 2}$$

$$\text{D. definitiva: } \frac{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}$$

En la boca vierten su producto, llamado *saliva*, tres pares de glándulas arracimadas compuestas llamadas *glándulas salivares*: las *carótidas*, situadas debajo de las orejas, que desembocan por el *canal de Stenon* después de perforar el buccinador junto al segundo molar verdadero superior; las *submaxilares*, situadas debajo de las ramas del maxilar inferior, desaguan por el *canal de Warthon*, junto al frenillo de la lengua, detrás de los incisivos inferiores, y las *sublinguales*, que residen en el suelo de la boca y vierten junto a los anteriores por una decena de canales llamados *canales de Rivinus o de Bartolín*.

Glándulas salivares.

La mezcla de los líquidos elaborados por estas glándulas y el segregado por las glándulas de la mucosa bucal, constituye la *saliva mixta* que humedece constantemente la boca, líquido alcalino muy viscoso, constituido por agua (99'5 por 100), que contiene en disolución sales especialmente sódicas y una zimasa llamada *ptialina*.

A continuación de la boca está situada la *faringe*, separada de ella por el llamado *istmo de las fauces*, que deja bajo su borde libre

Faringe.

un repliegue musculoso, prolongación posterior de la bóveda palatina llamado *velo del paladar*, de cuya línea media pende una prolongación llamada *úvula o campanilla*, de la que salen cuatro repliegues en forma de arco que se unen a la base de la lengua y faringe, constituyendo los *pilares del velo del paladar* anteriores y posteriores, entre los cuales quedan sendas depresiones ocupadas de unos órganos linfoides denominados *amígdalas palatinas* para distinguirlas de otra que ocupa la pared superior de la faringe y que se denomina *amígdala faríngea*.

Esófago

Continuando a la faringe por detrás del orificio de la glotis, empieza el esófago, tubo de 20 a 25 cm., que desciende verticalmente, atravesando el diafragma y terminando en el estómago, con el que comunica mediante un orificio denominado *cardias*. Ofrece una forma de retorta con una gran curvatura convexa, y otra pequeña curvatura cóncava. La primera ofrece en su parte superior la gran tuberosidad, mientras que en la parte inferior de la segunda se encuentra la pequeña tuberosidad.

Estómago.

El estómago no es, en realidad, más que una dilatación del canal digestivo, y ofrece por tanto su estructura general, siendo sin embargo de notar entre las particularidades histológicas propias de este órgano la existencia de fibras lisas oblicuas, especialmente en la gran tuberosidad, además de las longitudinales y transversas, y glándulas de dos clases, unas mucosas y otras especiales (glándulas pépsicas), tubuloso-digítadas con células normales que segregan un líquido rico en *pepsina* o zimasa gástrica, y otras redondeadas en la cara externa de las anteriores que segregan ácido clorhídrico. El líquido que resulta de la mezcla de todos los segregados por las glándulas de la mucosa estomacal se denomina *jugo gástrico*.

El estómago comunica por medio de un esfínter llamado *píloro* con el intestino, en cuya primera porción (*duodeno*) y en un orificio denominado *ampolla de Water* vierten su producto de secreción dos glándulas muy importantes: el páncreas y el hígado.

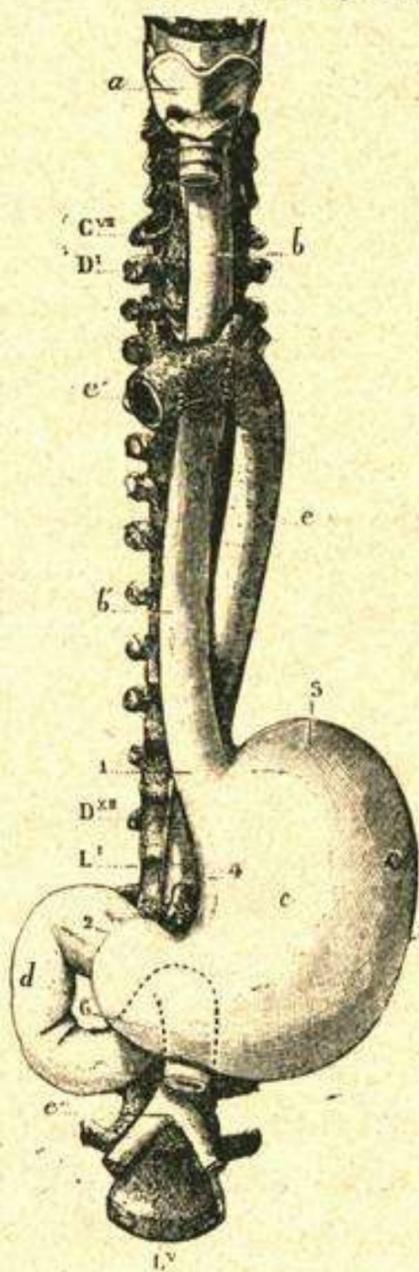


Fig. 84.—Posición en vivo del esófago (b) y estómago (c), mostrando sus relaciones con la aorta (e) y el espinazo: 1, cardias; 2, píloro; 3, curvatura mayor; 4, id. menor; 5, tuberosidad mayor; 6, id. menor; d, duodeno. (De Testut.)

El páncreas es una glándula arracimada, situada detrás del estómago, de forma alargada, con el extremo derecho abultado (cabeza del páncreas), y el izquierdo afilado (cola); recorrido en toda la longitud por su conducto excretor (*conducto de Wirsung*), que vierte inde-

Páncreas.

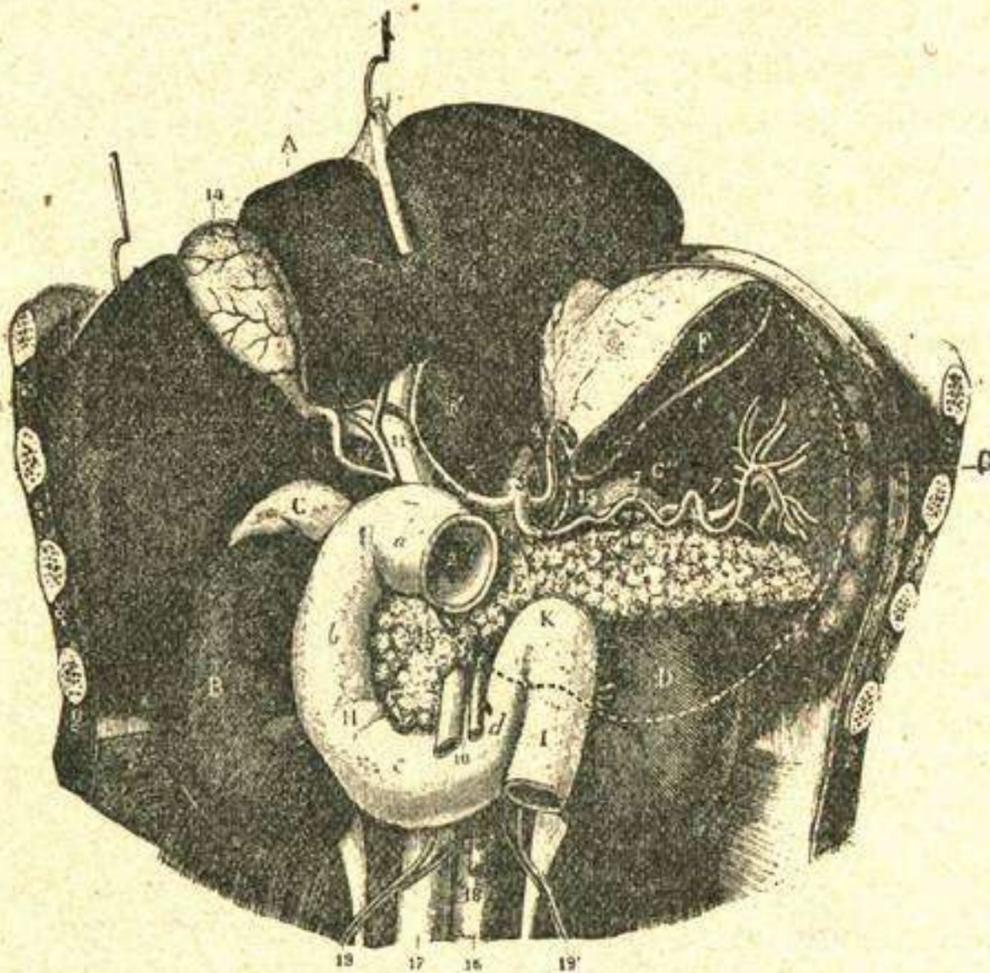


Fig. 85.—Visceras superiores del abdomen (el hígado ha sido erinado y el estómago, en parte, resecaado). A, cara inferior del hígado; B, riñón derecho; C, C, cápsulas suprarrenales; D, riñón izquierdo; E, páncreas; F, parte superior del estómago; G, bazo; H, duodeno; I, yeyuno.—1, cardias; 2, piloro; 3, tronco celiaco; 4, arteria coronaria estomáquica; 5, arteria hepática, cuya concavidad rodea el lóbulo de Spiegel; 6, 7, 7', vasos esplénicos; 10, vasos mesentéricos superiores; 11, vena porta; 12, conducto hepático; 13, conducto cístico; 14, vesícula biliar; 16; aorta; 17, vena cava inferior; 18, arteria mesentérica inferior.—(De Testut).

pendientemente en el duodeno de otro llamado *conducto accesorio*. Está irrigado por ramificaciones de las arterias hepática y esplénica, y segrega un líquido claro, alcalino y viscoso, llamado *jugo pancreático*, con diastasas muy variadas (*amilasa, maltasa, tripsina y lipasa*).

El hígado es una voluminosa víscera situada en el hipocostrio derecho, inmediatamente debajo del diafragma, por lo que su cara superior es convexa y lisa, mientras que la inferior, cóncava, ésta

Hígado.

recorrida por dos surcos anteroposteriores que definen dos lóbulos (derecho e izquierdo) y una zona mediana que a su vez está dividida por un surco transverso (hilio), que forma con los anteriores una H, en dos partes o eminencias portas, la anterior, o lóbulo cuadrado, y la posterior, o *lóbulo de Spiegel*.

El hígado segrega continuamente la *hiel* o *bilis*, líquido alcalino de un bello color amarillo en el momento de la secreción, que se cambia después en verde; compuesto de agua, sales (cloruros y fosfatos de sodio, potasio, calcio y magnesio), colessterina y otras substancias orgánicas, que resultan de degradación de los albuminoides, como el *ácido glicocólico* y *taurocólico* neutralizados por la sosa en forma de glicocolato y taurocolato sódico, a los que debe su sabor amargo característico. El color amarillo es debido a la presencia de un cromoproteído derivado de la hemoglobina, la *bilirrubina*, que en estado de bilirubi-

atos potásico y sódico la colora, transformándose por oxidación en otro pigmento de color verde, la *biliverdina*, también en combinación con las mismas bases en estado de biliverdatos.

La hiel sale del hígado por dos conductos que, reunidos, forman el *conducto hepático*, el cual se bifurca en dos: el *conducto cístico*, que conduce a una dilatación cerrada llamada *vejiga de la hiel*, y el *conducto colédoco*, que desemboca en el intestino junto con el de Wirsung en la ampolla de Vater.

Recibe el hígado la arteria hepática y la vena porta, que se capilari-
zan en él y da lugar a las venas suprahepáticas.

Con respecto a su estructura, se distingue en el hígado, además de su envuelta serosa, una cubierta (*capítulo de Glisson*), de naturaleza conjuntiva, que emite tabiques al interior, que se subdividen y definen celdillas llamadas *lóbulos hepáticos*, en donde residen las células hepáticas, en las que se capilari-
zan los vasos del hígado, y las cuales limitan canaliculos biliares, por donde vierten la bilis elaborada.

Bazo

En el hipocondrio izquierdo y sin relación de funcionalismo con los órganos digestivos, existe un órgano de color rojo oscuro regado por la arteria esplénica y que engendra la vena del mismo nombre, al cual se le denomina bazo. Su estructura esponjosa recuerda a la de los ganglios linfáticos, y sus cavidades están teñidas de una sustancia blanda de color rojo oscuro, denominada pulpa o *barro esplénico*.

Intestino.

El intestino o tripas es un largo tubo que continúa al estómago, ofreciendo una porción primera de menor calibre, llamada intestino delgado, cuya longitud, de 7 a 8 ms., le obliga a replegarse formando circunvoluciones en el interior de la cavidad abdominal, distinguiéndose en él tres porciones sucesivas, denominadas *duodeno*,

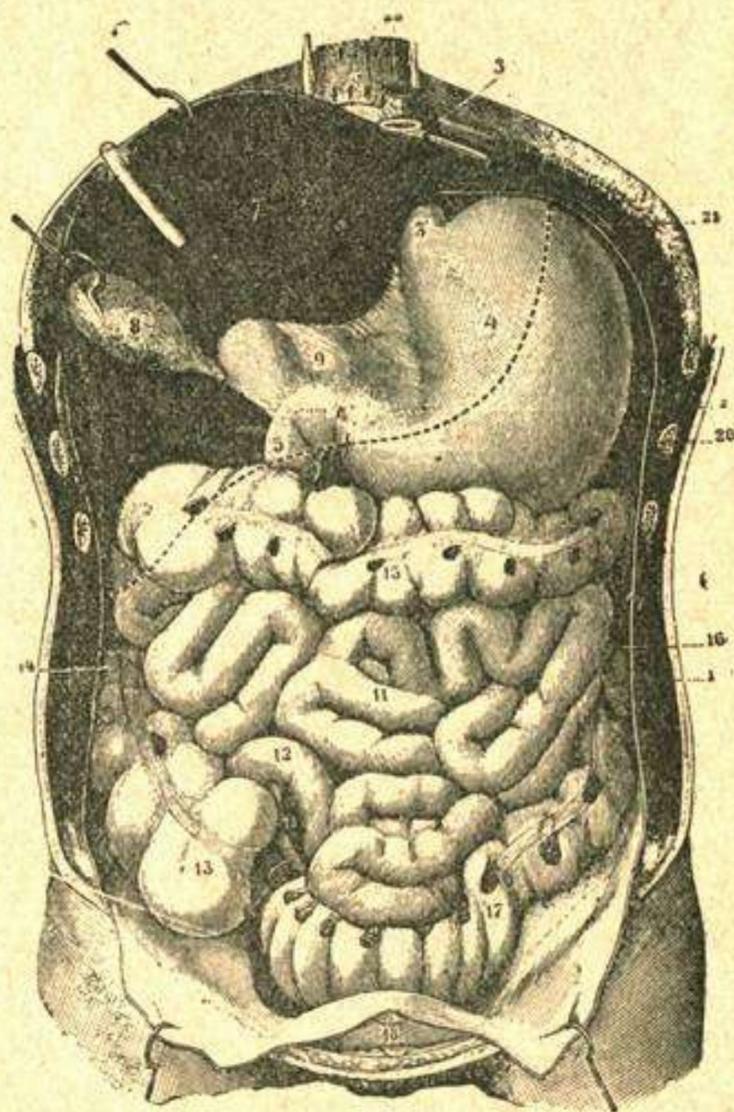


Fig. 86.—Visceras del abdomen, cara anterior, después de reseca el epiploon mayor y levantado el hígado.—1, pared abdominal; 2, pared torácica; 3, esófago, con 3', cardias; 4, estómago, con 4', piloro; 5, duodeno; 6, cabeza del páncreas; 7, hígado; 8, vesícula biliar; 9, epiploon gastro-hepático; 10, riñón derecho y cápsula suprarrenal; 11, yeyuno ileon; 12, porción terminal del ileon; 13, ciego, con 13', su apéndice; 14, colon ascendente; 15, colon transverso; 16, colon descendente; 17, colon ileo-pelviano; 18, vejiga; 19, hoja parietal del peritoneo; 20, bazo; 21, diafragma; 22, aorta torácica. (De Testut).

yeyuno e íleon; este último termina en la parte inferior derecha del abdomen, donde se continúa con la porción posterior del intestino, de metro y medio de longitud, que en vez de ser liso, como el anterior, presenta bolseaduras y por su mayor anchura se denomina intestino grueso. Su primera parte, el *ciego*, es una especie de saco comunicante con el íleon por un orificio estrechado en forma de ojal llamado *válvula iliocecal*, con un prolongamiento delgado y hueco llamado *apéndice vermiforme*. Continúa al ciego el intestino *colon*, primero ascendente, después transversal, luego descendente y por último contorneado en S, formando la ese ilíaca o del colon, a la que sigue la última porción o intestino *recto*, lisa y muy musculosa, que termina en el exterior por el esfínter anal.

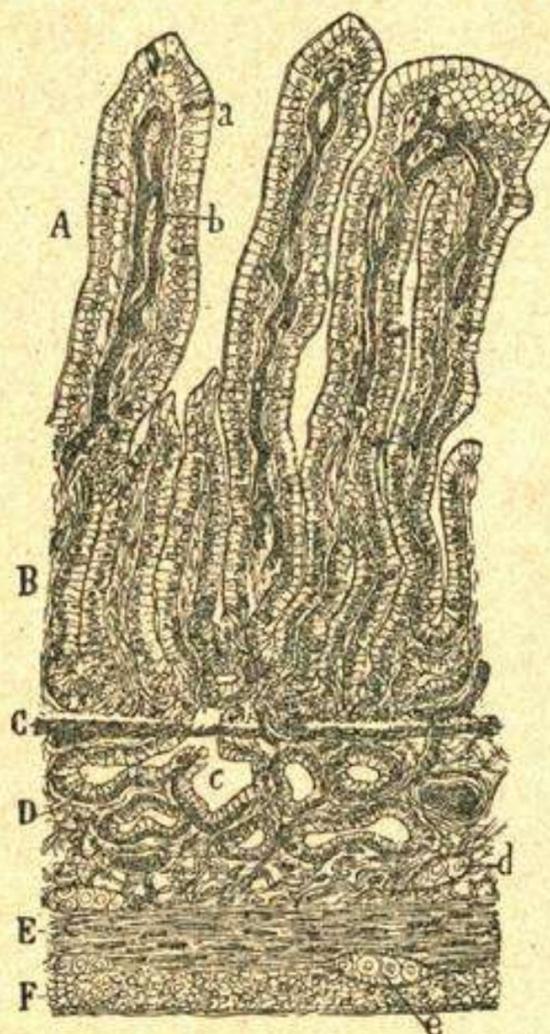


Fig. 87.—Corte transversal de la pared del duodeno. A, vellosidades; B, capa glandular superficial o de las glándulas de Lieberkühn; a, célula caliciforme; b, red vascular; C, túnica muscular; D, capa glandular profunda, c, glándula de Brünner; E, fibras musculares anulares; F, id., longitudinales. (De Cajal).

La superficie interna del intestino está considerablemente aumentada por la presencia de numerosos repliegues llamados *válvulas conniventes*, y en el intestino delgado por gran número de papilas o *vellosidades intestinales*, en cuyo interior existe una red de capilares arteriales, venosos y quilíferos. En su estructura se distinguen la capa serosa o mesenterio, la muscular lisa y la mucosa. Esta última, que es la que da lugar a las vellosidades intestinales, contiene dos clases de glándulas, cuyo producto se denomina *jugo intestinal*. De ellas, unas, tubulosas, se denominan *glándulas de Lieberkühn*; otras, arracimadas, análogas a las de igual tipo del estómago, *glándulas de Brünner*. El *jugo intestinal* segregado principalmente por el duodeno, es alcalino y contiene gran número de fermentos (*mal-tasa, invertasa, lactasa, lipasa, erepsina y enteroquinasa*).

En su estructura se distinguen la capa serosa o mesenterio, la muscular lisa y la mucosa. Esta última, que es la que da lugar a las vellosidades intestinales, contiene dos clases de glándulas, cuyo producto se denomina *jugo intestinal*. De ellas, unas, tubulosas, se denominan *glándulas de Lieberkühn*; otras, arracimadas, análogas a las de igual tipo del estómago, *glándulas de Brünner*. El *jugo intestinal* segregado principalmente por el duodeno, es alcalino y contiene gran número de fermentos (*mal-tasa, invertasa, lactasa, lipasa, erepsina y enteroquinasa*).

APARATO URO-GENITAL

La parte más esencial del aparato productor de la orina la constituyen los riñones, que son dos glándulas en forma de judía colocados en la pared dorsal, a ambos lados de la columna vertebral, con la escotadura (hilio) hacia ésta. En un corte de ellos se distingue una *capa cortical* y otra *medular*, y están formados por la reunión de multitud de conducti-

Ap. urinario.

tos, llamados *tubos uriníferos*, que marchan radialmente desde la periferia, convergiendo en una cavidad que existe en la parte del hilio llamada *pelvis del riñón*. Los tubos uriníferos están asociados en 10 a 15 paquetes llamados *pirámides*, cuyos vértices terminan en una papila de la pelvis con 15 a 30 orificios. En su recorrido por la sustancia medular los tubos uriníferos son rectos (fig. 89), dando colaterales también

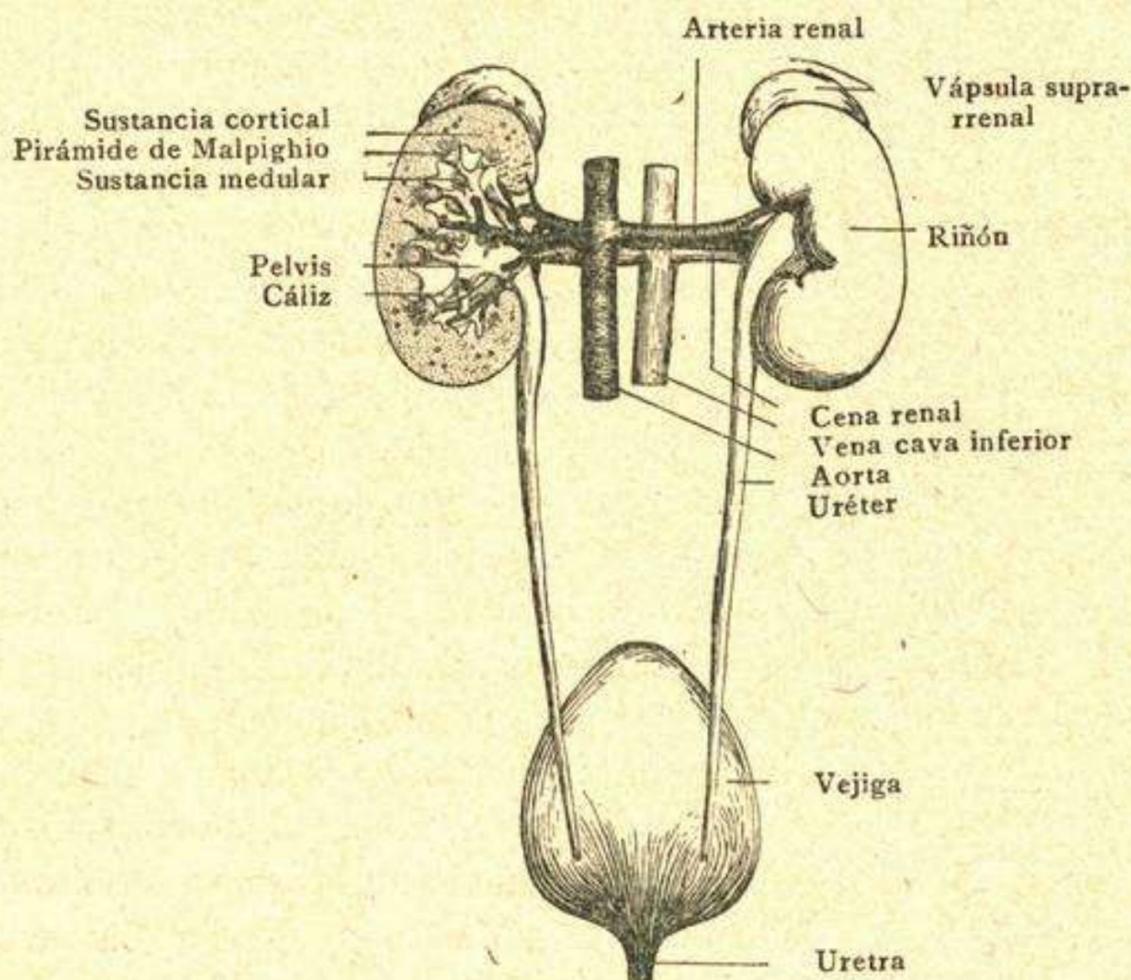


Fig. 88.—Conjunto del aparato urinario con el riñón izquierdo seccionado.

rectos y divergiendo hacia la superficie, para ingresar en la sustancia medular, donde su curso se hace flexuoso, dibujando una horquilla que se introduce en la sustancia medular (*asa de Henle*), regresando a la cortical, para terminar después de un recorrido corto y caprichoso en un inflamamiento en forma de copa, denominado *cápsula de Bowman*, en cuyo interior hay un pelotón arterial que constituye el *glomérulo de Malpighio*, cuyos capilares proceden de ramificaciones de la arteria renal correspondiente, formándose por nuevos capilares una arteriola de corto trayecto que constituye un *sistema porta renal arterial*, porque se capillariza de nuevo en la asa de Henle, en donde toma origen una venita que, reuniéndose con las demás, constituirá la vena renal correspondiente. Tanto la arteria como la vena renal ingresan por el hilio, dando ramas divergentes que se relacionan por medio de una arteria y una vena en arcada; de la primera salen las ramitas que van a los glomérulos, y a la segunda abocan las venitas que provienen de las asas de Henle.

La orina segregada marcha por los tubos uriníferos a la pelvis, de donde sale por un conducto que se llama uréter. Los dos uréteres des-

embocan en una vejiga (fig. 88) formada por un epitelio estratificado impermeable y por fibras elásticas y musculares lisas (*vejiga de la orina*), abocando oblicuamente en ella. La vejiga posee en su parte inferior un

orificio cerrado por un músculo esfínter, en donde nace un conducto llamado uretra que la conduce al exterior.

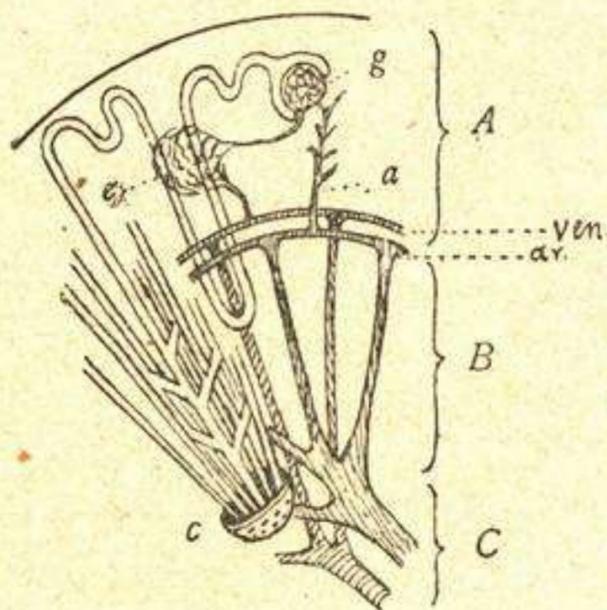


Fig. 89.—Esquema de una pirámide renal, con sus tubos uriníferos y venas y arterias renales.—A, sustancia cortical; B, id. medular; C, pelvis; *ven, ar*, vena y arteria en arcada *a* arteriola que forma el glomérulo *g, c* y capilares de un asa de Henle.

La orina normal se segrega en cantidad de unos 1.500 cm.³ a las 24 horas, y es un líquido de color amarillo, reacción ácida, densidad 1,02, compuesto de agua que contiene disueltas sales (cloruros, sulfatos y fosfatos, ácidos de sodio, potasio y magnesio), sustancias orgánicas que resultan de la degeneración de los albuminoideos (urea, ácido úrico, ácido hipúrico, creatinina, indican urinario) y pigmentos que la colorean.

Orina.

Encima de cada riñón existen unos pequeños órganos glandulares, llamados cápsulas suprarrenales, amarillos al exterior y oscuros al interior, que poseen

Cápsulas suprarrenales.

una sustancia especial (*adrenalina*).

En el aparato urinario convergen en los llamados órganos copuladores, los conductos vectores de los órganos genitales, cuya parte esencial son las llamadas impropiedades *glándulas genitales*, por cuanto su misión principal es la producción, no de líquidos, sino de células especiales heminucleadas. Las glándulas femeninas (ovarios) engendran los *óvulos*, células redondeadas, que disponen de una membrana, un protoplasma llamado vitelus, un núcleo con la mitad del número normal de cromosomas (vesícula germinativa) y nucleolos (manchas germinativas); las masculinas (testículos) originan los *espermatozoides*, que poseen también un heminúcleo, escaso protoplasma, un centrosoma (espermocentro) y un flagelo que les permite moverse en el seno del líquido espermático o semen en que son expulsados. Los óvulos, por el contrario, son inmóviles y quedan retenidos en el interior de una dilatación muscular (útero o matriz) del conducto femenino, a la que llegan de los ovarios por intermedio de dos conductos llamados trompas de Falopio. Las glándulas mamarias, que no son sino glándulas sebáceas modificadas y que quedan en estado atrófico en los individuos masculinos, son órganos anejos de los genitales.

Aparato genital.

FISIOLOGÍA

El hecho fundamental de la vida es el intercambio continuo de materiales con el medio (*metabolismo*), en virtud del cual nuestro organismo tiene la facultad de incorporarse materias del exterior (*alimentos*) que llegan a formar parte de su propia sustancia (*anabolismo*), la cual continuamente se está desgastando (*catabolismo*), y convertida por degradación química en sustancia de desecho, es devuelta al medio (*excreción*). Este continuo trasiego no se hace inútilmente, por cuanto en el proceso metabólico las sustancias admitidas dejan en libertad la energía potencial que encierran, la cual el organismo aprovecha para sus actividades propias, hasta que, convertidas aquéllas en sustancias exhaustas de energía, son arrojadas al exterior. Es, pues, nuestro organismo una máquina transformadora de materia y de energía; pero máquina prodigiosa por su facultad de adaptarse al medio, de reaccionar a las influencias de éste y sobre todo por ser consciente.

La actividad del cuerpo humano es la resultante de las actividades parciales armónicamente combinadas de sus células. Es, por tanto, la célula la unidad fisiológica, y por ello será forzoso que conozcamos su funcionalismo antes de pasar a estudiar el del organismo.

FISIOLOGIA CELULAR

La célula es un organismo en miniatura, independiente y autónomo, con la facultad de reaccionar contra las acciones del medio, nunca espontáneamente; es decir, que la célula no obra, sino que reacciona, mediante transformaciones materiales y energéticas, a los excitantes mecánicos, físicos y químicos del medio. La índole de la reacción varía según la naturaleza del excitante y la especificidad de la célula, siendo lo más frecuente que la excitación se traduzca por una secreción o un movimiento, y en este último caso las acciones productoras del movimiento además le dirigen, denominándose *tropismos* o *tactismos* estos fenómenos de dirección.

El medio vital de la célula ha de ser líquido y más o menos isotónico (1) con el protoplasma. Un medio excesivamente hipo o hipertónico

(1) Se dice que dos líquidos son isotónicos cuando son equimoleculares y ejercen, por tanto, la misma presión osmótica.

con respecto al protoplasma provoca su muerte; en el primer caso, la célula se hincha hasta reventar; en el segundo, pierde el agua y muere por desecación. Los fenómenos osmóticos que se establecen entre la célula y el medio pericelular, explican el intercambio material, que da

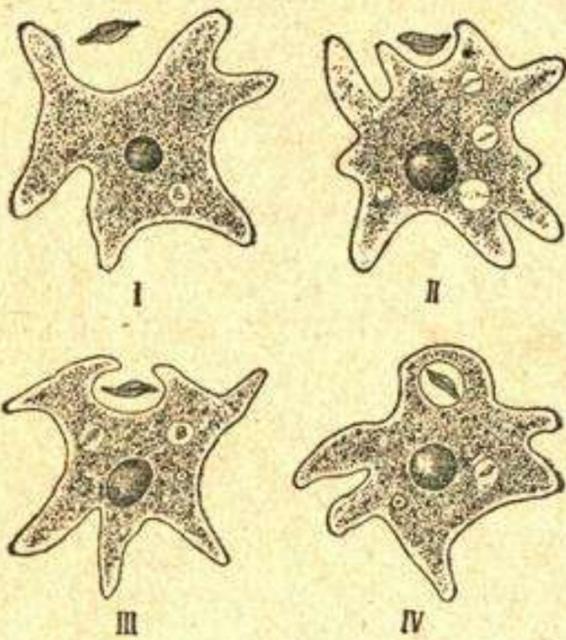


Fig. 90. — Distintas fases de la persecución y atrapamiento con formación de vacuola digestiva de una partícula alimenticia por una célula almiboide.

por resultado la adquisición por parte de la célula, de los materiales extraños (absorción) y la expulsión a él de los que no necesitan (excreción); pero la célula puede también apoderarse de las sustancias útiles no disueltas en el medio, porque los productos que elimina obrando sobre ellas las transforma en solubles (*digestión*). No es raro que las células puedan apoderarse de dichas sustancias, bien englobándolas con una gota del medio formando una burbuja, dentro de la cual quedan incluidas, en el caso de células sin membrana o ingiriéndolas por un orificio de ella cuando la poseen, y en uno u otro caso la partícula queda dentro de una ampolla (*vacuola digestiva*), donde la acumulación de las excreciones digestivas

hace más eficaz su acción.

La célula no se limita a absorber y eliminar sustancias sólidas y líquidas, sino que absorbe también gases, especialmente el oxígeno, que es absolutamente indispensable para la vida, exhalando anhídrido carbónico (*respiración*) que resulta de las combustiones intraorgánicas.

Es indudable que todos los materiales absorbidos se ponen en contacto con todos los territorios celulares (*circulación*), y que la célula los incorpora (*asimilación*) para reemplazar las pérdidas materiales que continuamente está sufriendo (*desasimilación*). Si la asimilación predomina, la célula crece; mientras si la desasimilación es la predominante, mengua. La regulación de estas dos funciones no puede verificarse indefinidamente, pues el equilibrio móvil de la vida entre la célula y el medio no es permanente; al principio la facultad asimiladora es preponderante y produce un rápido crecimiento que va amortiguándose hasta un período de equilibrio metabólico seguido de otro de regresión por predominancia de la función desasimiladora que conduce a la muerte, si un accidente no la ha acarreado antes.

Es de advertir que la absorción y eliminación de sustancias a través de la membrana celular se hace de una manera selectiva, puesto que su grado de permeabilidad es distinto para cada sustancia.

En cuanto a las transformaciones químicas que se operan en el metabolismo vital de la célula, son todavía mal conocidas, porque empieza

por no conocerse bien todavía la constitución química de la materia viviente, es decir, la compleja materia albuminoidea; se sospecha, sin embargo, que en ellas deben jugar un importante papel las llamadas *diastasas*, *zimazas* o *enzimas* por su propiedad de obrar como catalizadores, es decir, de provocar por su presencia, aun en pequeñísima cantidad, transformaciones químicas muy variadas según la índole de la diastasa: unas obran desdoblado las substancias en otras más sencillas; otras actúan como hidratantes, provocando la hidrólisis de las substancias; otras como oxidantes; otras por el contrario, como reductoras; en fin, otras son coagulantes o descoagulantes, y otras, por último, coadyuvantes, en el sentido de que hacen activas zimazas que sin ellas no lo serían.

Parece, por otra parte, que es el núcleo el órgano de la asimilación, en el sentido de presidir el quimismo protoplásmico, de tal forma, que mantiene constante la composición de éste, porque se ha conseguido, mediante delicadas manipulaciones (*merotomía*), mutilar una célula, dividiéndola en dos partes, dejando el núcleo en una de ellas y observándose que ésta sigue viviendo y regenera el protoplasma perdido, mientras que la porción desnucleada, aunque prosigue su intercambio con el medio, bien pronto se modifica su composición química y muere sin duda por no existir la acción reguladora que al núcleo se le atribuye.

Además de funciones de nutrición, realizan también las células funciones de reproducción y de relación. Entre éstas, aparte de la irritabilidad existe, en muchas, la motilidad, que puede verificarse mediante expansiones (pseudopodos) del protoplasma en el caso de células sin membrana (*movimiento amiboide*) o de prolongamientos cortos y numerosos (*pestañas vibrátiles*) o largos y escasos (*flagelos*) del retículo protoplásmico (*movimiento vibrátil*).

Es, por último, de advertir que las células de nuestro organismo ofrecen una marcada especialización para una reacción determinada, de forma que, particularmente orientadas para un funcionalismo determinado, delegan en sus coasociadas todas aquellas que no son de su especialidad, lo que constituye la llamada división del trabajo fisiológico, que hace de nuestro cuerpo una congregación perfecta, en que cada función es realizada por elementos especialmente adaptados para ella.

FISIOLOGIA DEL ORGANISMO

FUNCIONES SENSORIALES

Sensaciones.

Todo ser vivo es irritable, es decir, que reacciona a las excitaciones del medio. Nuestro organismo dispone de células especializadas, particularmente impresionables a las excitaciones del medio, las cuales re-

siden en los órganos de los sentidos. Las impresiones por ellas recibidas transmitidas al cerebro, son transformadas en estados de conciencia que constituyen las sensaciones. Por ellas podemos formarnos idea de las cualidades del medio que nos rodea (*sensaciones externas*), así como de nuestro medio interno (*sensaciones internas*).

Las sensaciones se distinguen por cualidades diversas que poseen; su carácter específico debe residir, no en la naturaleza del excitante, sino en la índole de los elementos celulares receptores (así los puntos de sensibilidad calorífica de la piel dan impresión de calor aunque se toquen con un estilete frío; los golpes en los ojos producen sensación de ráfagas luminosas, etc.)

Caracteres de las sensaciones.

Poseen las sensaciones una intensidad, por la que juzgamos de la energía del excitante; pero contra lo que a primera vista pudiera creerse, no hay proporcionalidad entre la excitación y la sensación, sino que (aparte de la irritabilidad de momento del órgano sensorial) la intensidad de la sensación crece, según se deduce de las investigaciones de Weber y de Fechner, según el logaritmo de la excitación (1) (ley psicofísica); es decir, que cuando una excitación crece en progresión geométrica, la sensación aumenta en progresión aritmética, por cuanto para producir con un excitante una serie de sensaciones que crecen uniformemente una cantidad apreciable, es preciso aumentar progresivamente su intensidad. Una excitación demasiado débil no produce sensación, y una demasiado fuerte cambia la sensación en dolor. Entre estos dos límites, la sensación crece de la manera indicada.

Las sensaciones no son instantáneas, sino que tienen una cierta duración que se mide por el tiempo transcurrido entre la excitación y la reacción, descontando el tiempo invertido por la corriente nerviosa, al ir del aparato sensorial al centro nervioso y de él al aparato motor. Esta duración disminuye con la atención y el hábito; aumenta con la fatiga, el temperamento, la edad y la acción de algunas sustancias, como el alcohol.

Las sensaciones pueden tener distinto carácter, del agradable al desagradable, lo que se denomina tono de la sensación, y las referimos a puntos más o menos distantes, bien a objetos exteriores (luminosas, auditivas), al medio interno (sensaciones internas) o al límite del cuerpo (térmicas). Frecuentemente son engañosas (ilusiones sensoriales) y desde luego todas susceptibles de adquirir mayor precisión con la aten-

(1) Siendo e la intensidad de la excitación y s la de la sensación, la relación entre ambas puede expresarse por la fórmula $s = k \lg. \frac{e}{\rho}$, siendo k y ρ dos constantes que cambian con cada excitante. Para $e = \rho$ se tiene $s = 0$; es decir, que ρ representa la máxima excitación, que no produce impresión.

ción y el hábito (*educación de los sentidos*), especialmente acusada en las que carecen de alguno de los sentidos, lo que apareja un mayor desarrollo y exquisitez de los demás.

Sensibilidad cutánea

La piel, órgano fronterizo entre el cuerpo y el medio, tiene evidentemente que ser un órgano sensorial, sobre el que acciona de continuo el medio cuyas excitaciones recogen las numerosas terminaciones nerviosas que contiene.

La sensibilidad cutánea es sumamente compleja, y sus múltiples sensaciones las estudiaremos en dos grupos, las táctiles y las térmicas, dejando las dolorosas para cuando tratemos de la sensibilidad general.

Sensaciones
táctiles.

Las impresiones táctiles son muy variadas (contacto, presión, etc.); su recepción se atribuye a los corpúsculos de Meissner, porque el tacto es particularmente exquisito en aquellos parajes en que abundan (yema de los dedos, lengua, etc.), y parecen estas impresiones efecto de la deformación de la piel apreciada por dichos corpúsculos, porque la presión homogénea de un líquido, por ejemplo, a la temperatura del cuerpo, no produce sensación alguna.

La sensación táctil es producida en puntos más o menos espaciados, según las regiones del cuerpo, y la determinan con independencia de la naturaleza del excitante.

Para que haya sensación táctil, es necesario una presión determinada, la cual se mide por la que es preciso ejercer en un estilete para provocar una sensación mínima; esta sensación varía con el aumento de presión, no sólo de intensidad, sino de tono, desde el contacto a la presión, y por último al dolor. La duración excede al tiempo de aplicación del excitante, y por esto si una serie de impresiones táctiles se suceden rápidamente, se fusionan, como ocurre recibiendo los choques de una rueda dentada giratoria si exceden de 640 por segundo.

La sensación de contacto no sólo da idea del cuerpo que la produce, sino con una gran exactitud del sitio de la piel que la recibe; su precisión varía en las diversas regiones del cuerpo, y se mide tocando con un estilete manchado de negro de humo la



Fig. 91.—Experimento de Aristóteles.

piel de una persona que tenga los ojos cerrados y haciendo que ésta señale en seguida el punto tocado, midiéndose la precisión táctil por la distancia entre ambos puntos. Este hábito de localizar las sensaciones, es la causa de la ilusión táctil que se sufre haciendo el experimento de Aristóteles, que consiste (fig. 91) en cruzar los dedos medio é índice, y poniendo entre sus yemas un objeto, hace la ilusión de que son dos por recibirse la impresión en dos caras opuestas de los dedos, que en su posición normal a la que nos referimos por costumbre, no pueden dar simultáneamente la sensación con un solo objeto.

Del espaciamiento de los puntos táctiles puede juzgarse por la apertura máxima con que un compás produce tocando simultáneamente la piel con sus dos puntas, la impresión de una sola; distancia que da el diámetro del llamado círculo táctil de Weber.

Las sensaciones térmicas comprenden las impresiones frías (corpúsculos de Krause) y las de calor, ambas apreciadas en puntos distintos e independientes de los táctiles. Se aprecia la independencia de todas estas sensaciones cuando se adormece, una pierna por ejemplo, por compresión del nervio ciático, pues desaparece primero la sensibilidad para el frío, luego para el calor y por último para los contactos y el dolor.

Sensaciones de temperatura.

La sensación de calor depende (aparte de circunstancias particulares del estado del organismo), no de la temperatura absoluta del cuerpo que se toca, sino de la diferencia de ella con la de la piel; así, sumergiendo la mano en agua a 25°, hay impresión de frialdad; pero la sensación es de calor si se hace inmediatamente después de sacarla de agua a 20°. Por otra parte, un cuerpo mal conductor parece menos frío que otro a igual temperatura, pero buen conductor, porque éste roba por conductibilidad calor al cuerpo, produciendo una sensación de frío mayor de lo que a su temperatura corresponde. La impresión es mayor en los primeros momentos, porque en ellos es mayor la diferencia térmica y aumenta con la superficie de contacto, puesto que si se sumerge toda la mano en agua caliente o fría, la impresión es mayor que si se introduce solamente un dedo, y más grande todavía cuando nos bañamos.

Las sensaciones de temperatura persisten algún tiempo también; así, la impresión de frialdad que produce una moneda puesta medio minuto sobre la frente, persiste después de retirarla.

Aun cuando las sensaciones de temperatura ambiente cambian con los individuos el estado de ánimo, la humedad de la atmósfera y el viento, puede decirse que la de 20 a 25°, a pesar de ser muy inferior a la del organismo, no produce sensación térmica y sólo un sentimiento de bienestar, mientras que por encima de dicha temperatura, aun conservándose inferior a la del organismo, la sensación es de calor.

Las sustancias químicas pueden producir impresiones térmicas in-

dependientemente de su temperatura; así, el mentol da sensación de frescura, y el anhídrido carbónico de calor.

La sensibilidad térmica es más o menos fina según los parajes del organismo, existiendo algunos particularmente sensibles, como demuestra un gran número de actos instintivos, cual ofrecer el dorso de la mano hacia arriba para cerciorarnos si llueve y no la palma, pues si bien ésta tiene mayor sensibilidad táctil y por ello la empleamos de preferencia para tocar, su sensibilidad al frío es menor que la del dorso; el aproximarse a la mejilla los objetos calientes para juzgar de su temperatura, como hacen con frecuencia las planchadoras, para saber si las planchas están a temperatura conveniente, etc.

Olfación

Las fosas nasales son no sólo una vía de ingreso del aire de la respiración, sino además un sentido para juzgar de las cualidades del aire que se respira, así como también de los alimentos que han de ingerirse. Las sensaciones olorosas son producidas solamente por cuerpos volátiles, a veces aun cuando existan en pequeñísima cantidad, y exigen una cierta velocidad de entrada del aire que los contiene (por eso cuando tratamos de percibir un olor que es poco intenso hacemos entrar rápidamente el aire por la nariz) y una cierta humedad en la mucosa nasal, pero no excesiva, pues entonces se amortigua la sensibilidad, como ocurre en los constipados, sin duda porque la percepción de los olores exige la disolución de los vapores oloríferos, que en el caso de humedad abundante se diluyen con exceso. La necesidad de la disolución de los vapores, para que produzcan sensación olfativa, explica la persistencia de ellas y el tiempo relativamente largo que exigen. La parte sensible a los olores es solamente la región amarilla u olfativa de la pituitina, por ser la que contiene las células olfativas inervadas por los nervios olfativos, que son los encargados de transmitirlos al cerebro. La porción roja inervada por el trigémino es meramente táctil, y las excitaciones gaseosas en ella son meramente táctiles (anhídrido carbónico), aun cuando además sean olorosas (ácido acético). En los olores se distingue su intensidad, que depende de su especificidad, que es lo que hace que predominen sobre otros, y que no hay que confundir con la potencia; así, el olor de la bencina es fuerte; el de la vanillina es débil, pero de gran potencia. Las calidades de los olores varían con la naturaleza química del excitante.

La sensibilidad olfática es susceptible como todos los sentidos de afinarse por educación, y los olores fuertes y persistentes la embotan, al menos temporalmente, para ellos, sin perderse para los demás (ausencia parcial), y así en las farmacias, los empleados acaban por no percibir los olores fuertes y penetrantes (como los del ácido fénico, iodo-

formo, etc., percibidos en seguida por los que entran por poco tiempo), lo cual no impide para que perciban los otros olores. Hay personas insensibles a determinados olores y aun con falta total de sensibilidad olfática.

Gustación

La lengua es un órgano sensorial, cuya mucosa, prolongación de la piel, por contener terminaciones análogas a las de ésta, constituye un delicado órgano táctil; pero además, las terminaciones especiales la hacen asiento de un sentido especial el gusto, como corresponde a su situación en la entrada del aparato digestivo para juzgar de la calidad de las sustancias que han de ingresar en él (1). Las sensaciones gustativas son sumamente complejas, pues entre ellas hay que contar unas meramente táctiles y otras olfativas: estas últimas tienen tal importancia, que cuando se suprime la olfacción o queda muy atenuada, como ocurre en los constipados, los alimentos resultan en su mayoría insípidos. Como impresiones meramente gustativas se consideran solamente dos, el amargo y el dulce, y quizá también el agrio y salado. Para que una sustancia sea sávida, es condición indispensable su solubilidad en la saliva, y la índole de la sensación es independiente de la composición química del cuerpo; así, el sabor azucarado le presentan sustancias de composición química tan diferentes, como la sacarosa, la sacarina, las sales de plomo, la glicerina y el cloroformo, y el amargo las sales de magnesia, la quinina, etc. Hay, sin embargo, algunas reglas generales: todos los ácidos son agrios; las sales, en general, saladas; los alcaloides y sales magnesianas, amargos; los azúcares y sales del boro, aluminio y plomo, dulces.

No toda la superficie de la lengua percibe los sabores, existiendo una región central completamente insensible, como indica la fig. 92, que pone de relieve la distribución de la sensibilidad gustativa para los diferentes sabores. Estos impresionan las terminaciones libres de las células sensoriales de los botones gustativos, siendo transmitidas por los nervios glosio-faríngeos y las cuerdas timpánicas, mientras que las táctiles caminan por los nervios linguales (los hipoglosos son nervios centrífugos y por tanto no sensitivos, sino motores).

Para producirse la sensación gustativa, es preciso que las sustancias sápidas obren en suficiente cantidad, puesto que de ésta depende la intensidad de la sensación, así como de la extensión en que actúen.

(1) El vulgo achaca la función gustativa al paladar y no a la lengua; es de advertir que aunque ésta juegue en la gustación el papel principal en menor grado, intervienen también las otras partes de la boca, las cuales disponen de terminaciones nerviosas gustativas.

La motilidad y humedad de la lengua son condiciones también necesarias de la gustación, la cual se perfecciona con el ejercicio y se embota mediante las impresiones muy fuertes, las cuales pueden atenuarse con otros sabores, fundándose en el contraste y compensación de los sabores el arte culinario. De todas formas, la gustación resulta una sensación compleja de impresiones gustativas percibidas por las papilas calicícolas y fungiformes y transmitidas por los nervios hipoglosos, impresiones táctiles recibidas por las papilas coroliformes y hemisféricas transmitidas por los nervios linguales e impresiones olfativas. Los nervios hipoglosos son puramente motores. Todo esto se pone de manifiesto por la sección de los nervios: la de los primeros, en un perro puede observarse que el animal ingiere sin repugnancia las sustancias más amargas; la sección de los segundos suprime el tacto lingual, y la sección de los hipoglosos apareja la parálisis de la lengua; el animal queda con la lengua fuera e inmóvil y se la muerde sin poderlo evitar.

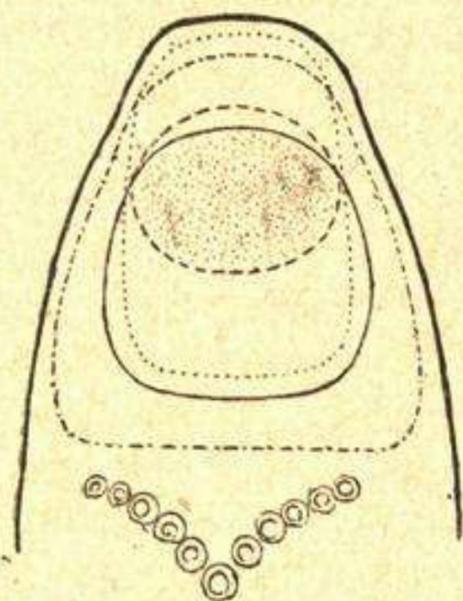


Fig. 92.—Distribución en la superficie de la lengua de la sensibilidad para los diversos sabores. Las líneas limitan en su interior las zonas insensibles.
 - - - - - para el amargo.
 ————— » dulce.
 » salado.
 - - - - - » ácido.
 La región punteada es insensible a todos los sabores. (De Schreiber).

Visión

Teoría dióptrica.

El ojo bajo el punto de vista dióptrico, es sencillamente una cámara oscura, en que el iris representa su diafragma, el cristalino hace el papel de objetivo, la esclerótica, de pared; la coroides, de baño negro (1) y la retina de pantalla. Es, sin embargo, de notar dos particularidades, a saber: el enfoque automático por modificación del poder convergente del cristalino (acomodación), y la autorregulación del pincel luminoso por la facultad de la pupila de modificar su diámetro. Por lo demás, el ojo, en lo que a su funcionalismo óptico se refiere, no difiere del de una cámara oscura, y los rayos, después de

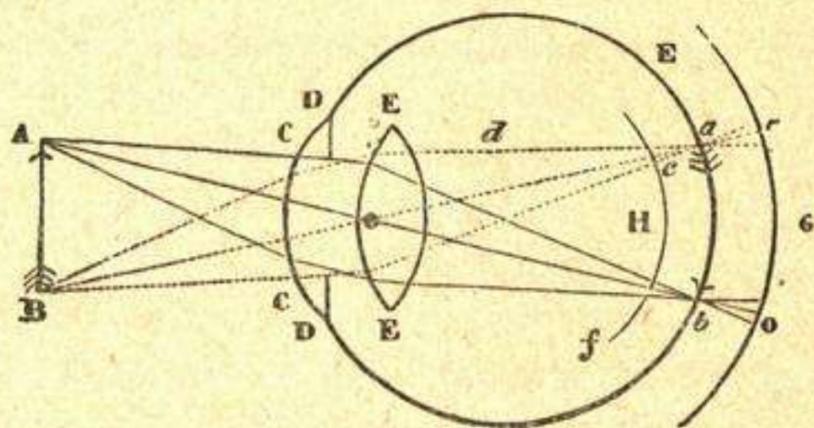


Fig. 93.—Marcha de los rayos luminosos en el ojo.

(1) La coroides, además del importante papel de evitar las reflexiones internas en virtud de su pigmento negro, que cuando escasea (ojos albinos) hace muy imperfecta la visión, sirve por estar muy vascularizada, como capa nutricia del ojo.

atravesar la serie de sus medios refringentes (1) (córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo), forma en la retina una imagen real invertida y más pequeña que el objeto, como es fácil comprobar mirando una luz a través del ojo extraído de un conejo albino, o de otro cualquier animal, si se descortezza por su parte posterior. El tamaño de la imagen está en razón directa del del objeto e inversa de la distancia, puesto que depende del *ángulo visual* bajo el cual le vemos (un árbol cercano se nos representa más grande que una elevada montaña de las lejanías). Para que un objeto sea visible, es preciso que el ángulo óptico sea mayor de medio minuto, y esté suficientemente iluminado.

En estado de reposo, el ojo distingue claramente un objeto situado hacia los 65 m^s (*punctum remotum*); si el objeto se acerca, la imagen se alejará, y por tanto, en la retina se pintaría confusa; pero bajo la acción del órgano ciliar, el cristalino se hace más convergente por abombarse su cara anterior y la imagen se pinta con toda claridad hasta una distancia mínima de 15 cm. (*punctum proximum*). El cambio de curvatura de la cara anterior del cristalino se pone de manifiesto (2) por medio del experimento de Purkinje, que consiste en observar las imágenes de un objeto luminoso que se forman por reflexión en el ojo; éstas son tres: una que procede de la superficie convexa de la córnea, es directa y brillante; otra de la superficie anterior, también convexa del cristalino, más grande y directa, pero menos brillante, y la tercera, que procede de la superficie cóncava, invertida, brillante y más pequeña que las otras.

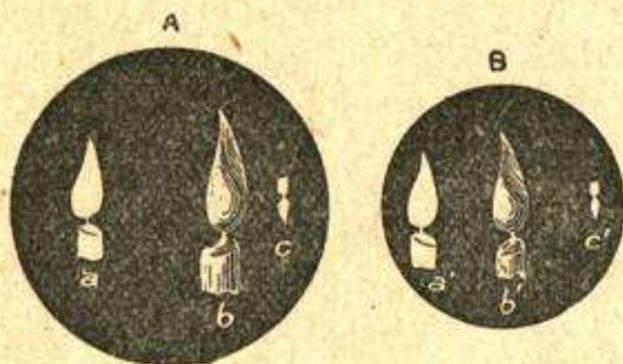


Fig. 94.—Imágenes de Purkinje (a, corneal; b, cristalina anterior; b', id. posterior). A, visión alejada; B, visión próxima.

Si se hace que la persona en cuyo ojo se están viendo reflejadas estas imágenes fije la vista en el objeto más próximo, se observa que las imágenes corneal y de la cara posterior del cristalino no se modifican, mientras que la otra se empequeñece y cambia de posición, lo que prueba que ha habido modificación en su curvatura.

La acomodación es siempre simultánea en ambos ojos y disminuye con la edad, hasta ser nula, hacia 60 ó 70 años. Depende esto de que el punto próximo se aleja poco a poco por endurecimiento del cristalino, constituyendo la afección llamada *presbicia* o *vista cansada*, que se corrige con lentes convergentes.

(1) El índice de refracción de la cámara anterior es análogo al de la posterior y algo mayor el del cristalino.

(2) En los casos de extirpación del cristalino, hay *afaquia*, es decir, imposibilidad de acomodación.

El ojo normal o *emétrope* funciona como una lente casi acromática de 20 mm. de distancia focal, y puede ver con claridad todos los objetos situados entre 15 cm. (distancia de la visión distinta) y una distancia prácticamente indefinida; pero hay ojos anormales (*amétropes*), que por ser muy largo el diámetro antero-posterior o por su gran convergencia, tienen muy cercano el punto próximo, como ocurre a los *miopes* o *cortos de vista*, por lo que se acercan mucho a los ojos los objetos, y como el punto remoto se aproxima también, no ven con claridad a distancia. En otros individuos, por el contrario, la imagen se forma detrás de la retina, a menos que el objeto esté lejano; el punto próximo se ha alejado (*hipermétropes*). En algunos los dos ojos tienen distinta convergencia (*anisométropes*). Estos defectos pueden combinarse por la edad con la presbicia; el miope que se hace presbita tiene una amplitud de acomodación muy pequeña, pues en virtud de su miopia, el punto remoto está muy próximo y la poca flexibilidad de su cristalino presbita le impide acomodarle para ver de cerca y el punto próximo queda lejos. Fácil es comprender que la miopia se combatirá con lentes divergentes que, alejando la imagen, harán posible que se forme con claridad en la retina; que los hipermétropes necesitan, por el contrario, lentes convergentes que, anticipando el encuentro de los rayos hacen que la imagen pueda formarse en la retina y que los anisométropes necesitan lentes de diferente graduación para sus dos ojos.

El ojo no está en absoluto desprovisto de *aberración de esfericidad*; pero ésta es particularmente manifiesta en los *astigmáticos*, en los que la imagen se pinta deforme, bien porque las superficies refringentes no sean completamente esféricas, sino que ofrezcan variaciones de curvatura (astigmatismo irregular) o por falta de homogeneidad de ellas (astigmatismo regular). Se corrige el astigmatismo con lentes cilíndricas que hagan converger más los rayos, según el meridiano de menos curvatura. Cuando el astigmatismo no es muy pronunciado, sus efectos son inapreciables.

Propiedad singularísima del ojo es la de autorregular la cantidad de luz por medio de la variación de diámetro de la pupila. Cuando sobre el ojo actúa una luz muy intensa, las fibras circulares del iris (esfínter de la pupila) se contraen y achican la abertura; por esto si inmediatamente después de estar al sol se pasa a un sitio obscuro, apenas se ve; pero poco a poco dichas fibras se relajan, mientras que las radiales se contraen agrandando la pupila y llegando a verse aunque la claridad sea escasa; pasando entonces a un sitio iluminado, hay deslumbramiento por exceso de luz, hasta que la pupila vuelve a estrecharse. Las variaciones de diámetro de la pupila son involuntarias, lentas, bilaterales, y pueden provocarlas otras excitaciones, aparte de las lumínicas, entre ellas la acción de diversas sustancias químicas, como la atropina, que dilata la

pupila, y la eserina, que la contrae. También hay contracción de la pupila cuando se mira un objeto distante, y dilatación si es cercano (reacción pupilar de acomodación).

Las modificaciones pupilares se operan en ambos ojos solidariamente; así, si se observa la pupila en una persona que mira libremente, tapándole un ojo se produce la dilatación pupilar del otro.

Nuestra retina se impresiona por las radiaciones de longitud de onda intermedia, cuando actúan un cierto tiempo y tienen suficiente intensidad; de todo esto resulta que las radiaciones poco o demasiado refrangibles no son luminosas y las intermedias lo son solamente en el caso de que tengan una intensidad tanto mayor cuanto menor sea su tiempo de acción, y por eso un chispazo ha de ser intenso para ser visible. Una radiación luminosa no se percibe si al mismo tiempo se está recibiendo otra mucho más intensa (las estrellas no se ven de día más que desde el fondo de los pozos; los peces dentro del agua no se perciben cuando da en los ojos el reflejo de la superficie; la llama de una cerilla al sol no se distingue).

No toda la retina es sensible, sino que el punto en que aboca el nervio óptico, por no tener terminaciones nerviosas, resulta insensible (*punctum cæcum*). Se demuestra su existencia por medio del clásico experimento de Mariotte. Ciérrase el ojo izquierdo y mírese con el derecho la cruz negra (fig. 95); acercando y alejando el libro se obser-

Sensaciones
visuales.

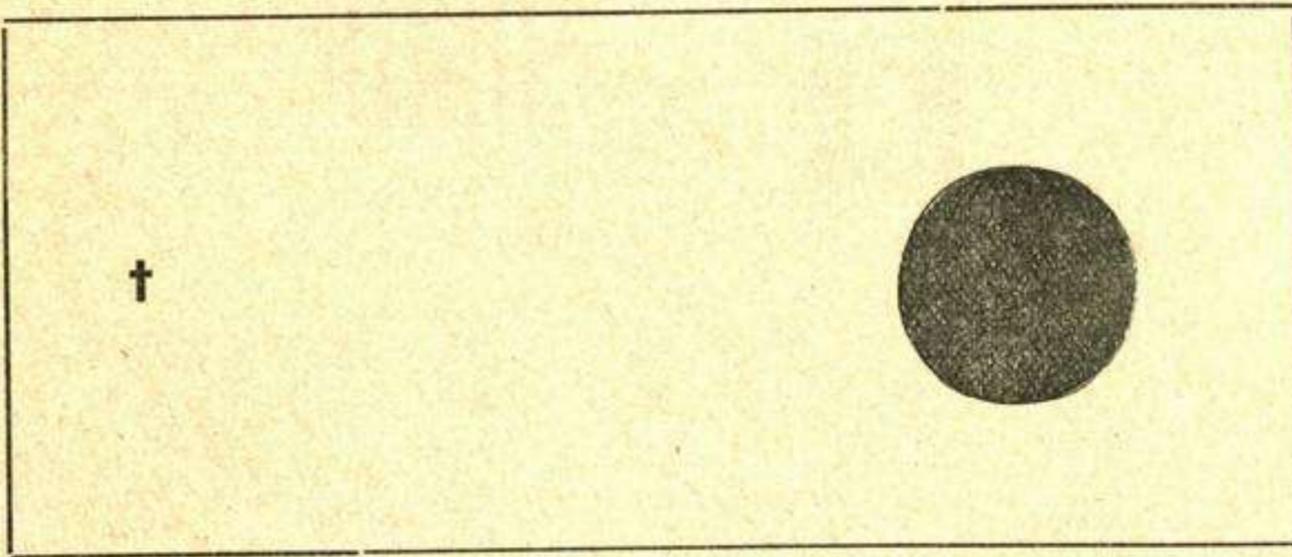


Fig. 95.—Experimento de Mariotte.

va que cuando la separación es de 25 cm., el círculo negro deja de verse por pintarse su imagen en el punto ciego.

La mayor sensibilidad corresponde a una fosita situada en el polo posterior del ojo (*mácula lutea*), en la cual hacemos instintivamente al dirigir el ojo, que se pinten en ella las imágenes de los objetos que deseamos ver.

Es carácter de la retina el ofrecer una cierta inercia a la percep-

ción, el adaptarse a la luminosidad ambiente y el retener algún tiempo la sensación. Esta persistencia de las imágenes en la retina es el fundamento del fenakisticopio y el cinematógrafo, y puede probarse de gran número de maneras (un cuerpo luminoso que se mueve rápidamente se ve como una raya de luz, el disco de Newton produce impresión de que es blanco a pesar de estar pintado de sectores coloreados, etc.). Esta misma persistencia es la causa de las imágenes consecutivas, o sea de aquellas que se ven aún con los ojos cerrados por persistencia de anteriores. Así, si después de percibir una imagen muy luminosa se cierran los ojos, se sigue viendo algún tiempo tal como era (imagen positiva), pero va palideciendo hasta convertirse en negativa, especialmente entreabriendo los ojos, porque la luz que entra entonces impresiona toda la superficie retiniana, menos la impresionada anteriormente, que queda algo insensible por fatiga. Esta *fatiga retiniana* explica buen número de fenómenos: si después de mirar una superficie roja fijamente, cerramos los ojos, la impresión persiste (imagen positiva), hasta que debilitándose se convierte en verde (color complementario del rojo).

Son también interesantes los llamados fenómenos de irradiación, porque son causa de muchas ilusiones ópticas, y consisten en la apre-

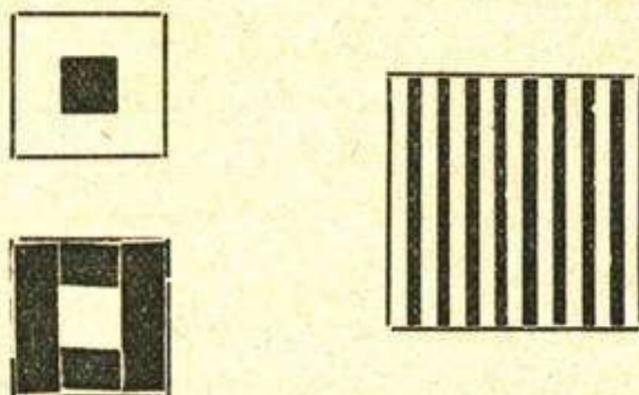


Fig. 96.—Ilusiones ópticas.

ciación falsa del tamaño de objetos idénticos, según que el campo en que estén sea claro u obscuro; así, un cuadrado blanco en fondo negro parece más grande que otro igual negro en fondo blanco; una superficie surcada de rayas blancas y negras de igual grosor, nos parece que tiene más blanco. Las ilusiones ópticas son muy numerosas: los árboles que bordean las carreteras parecen juntarse a distancia; cuando se ve un tren que marcha por una línea cercana desde otro parado, parece que es éste el que marcha; las rectas AA' BB' CC' paralelas, cruzadas por oblicuas equidistantes parecen convergentes (figuras de Zollner).

Aunque realmente la misión de los ojos sea principalmente la apreciación de la luz y del color, la educación de ellos les hace sumamente útiles para otro buen número de apreciaciones.

La localización de las imágenes fuera de nosotros y en la dirección de los rayos visuales, es particularidad muy interesante sobre la que

descansa la explicación de los fenómenos ópticos (desviación de los objetos vistos oblicuamente a través de medios planos, desviación hacia el vértice de las imágenes de los objetos vistos a través de un prisma,

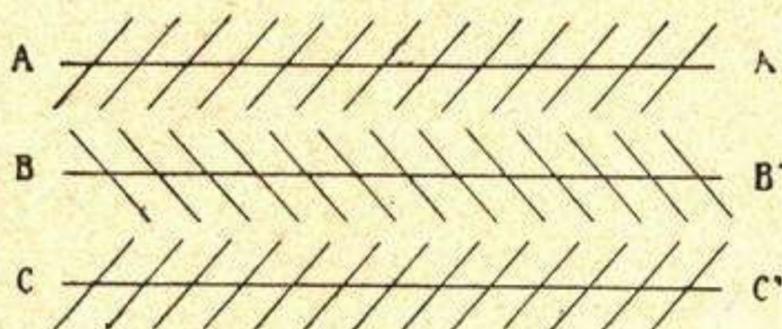


Fig. 97 — Figuras de Zollner.

imágenes virtuales de espejos y lentes, etc.) Esta localización es un efecto de educación, porque los ciegos de nacimiento que recobran la vista y los niños recién nacidos ven los objetos como si tocaran a sus ojos.

La propiedad de referir las imágenes a la prolongación de los rayos, es para algunos la causa de la visión directa, a pesar de pintarse invertidos los objetos en nuestra retina; es de advertir que los ciegos de nacimiento que recobran la vista ven desde luego derechos los objetos.

La distancia se aprecia por la vista por efecto de educación; un ojo no experimentado toma las montañas por más próximas de lo que en realidad están. También es consecuencia de la educación la apreciación del tamaño, pues los objetos que le tienen diferente se ven iguales si están colocados a distancia conveniente para que se vean bajo el mismo ángulo óptico; hay, pues, apreciación comparativa de éste y de la distancia al juzgar del tamaño.

La apreciación del relieve es debida principalmente a la visión binocular, la cual, además, extiende el campo de la visión, como puede comprobarse cerrando un ojo. Se explica que veamos una sola imagen, a pesar de pintarse en los dos ojos, por formarse en puntos similares de ambas retinas; pero basta desviar un ojo para que se vean dos imágenes (diplopia). En los bizcos (*estrabismo*) no hay visión binocular. Una consecuencia interesante de la visión binocular es el fundamento de los *estereoscopios*.

Si la teoría catóptrica de la visión es relativamente conocida, la doctrina fisiológica de ella ofrece todavía muchas incertidumbres. El hecho de existir en la retina, localizada en los bastones, una substancia roja (*eritropsina rodopsina* o *púrpura retiniana*), que se descompone por la acción de la luz. dió lugar a la teoría química o fotográfica de la visión, según la cual se supone que los puntos iluminados sufren una excitación química por efecto de la descomposición de la púrpura retiniana, presentándose como comprobación de esta teoría los *optogra-*

mas o imágenes obtenidas en el ojo como en una placa fotográfica, en los cuales las partes iluminadas quedan blancas por decoloración del pigmento retiniano y las oscuras en rojo. Se ha pretendido desechar esta teoría atribuyendo a la eritropsina un mero papel defensor de la retina contra las excitaciones demasiado intensas, alegando que una retina decolorada sigue siendo sensible a la luz, que los conos, únicas terminaciones que existen en la mancha amarilla, donde la visión es más perfecta, no la contienen, y que falta la rodopsina en muchos animales que ven. Cabe suponer que los conos son los órganos destinados a apreciar las diferencias cualitativas de la luz (colores) y los bastones las cuantitativas, y por ello la visión de los colores decrece como el número de los conos del centro a la periferia del ojo; así como que pueden existir sustancias descomponibles por la luz, no coloreadas. Es lo cierto que en los casos de ceguera nocturna, es decir, de personas que ven bien a plena luz, pero muy mal con luz escasa, hay falta de púrpura retiniana, y que en los envenenamientos con santonina, que obra sobre los bastones, hay acromatosis (ceguera cromática) para los colores de poca longitud de onda.

Se supone que hay tres clases de sensaciones coloreadas (rojo, verde y violeta), y que todos los demás colores que percibimos no son más que mezclas de dos o tres de las sensaciones elementales en diversas proporciones. En algunas personas falta la percepción de los colores (acromatosis o ceguera para los colores), y a veces sólo perciben uno o dos de los fundamentales; entre estos casos el más conocido es el *daltonismo*, así llamado del eminente físico inglés que le padeció. Los daltónicos son ciegos para el rojo, que le ven negro cuando es muy intenso (su retina es, pues, una verdadera placa fotográfica, puesto que no se impresiona más que con los últimos colores del espectro); todos los colores les parecen variedades del amarillo y el azul (las cerezas nunca les parecen maduras), y deben ser proscritos para los cargos de ferrocarriles, en que han de apreciarse las señales por colores.

Funciones accesorias.

Con respecto a los órganos anejos al globo del ojo, es de advertir que las cejas sirven para desviar el sudor de la frente, evitando que caiga al ojo; que los párpados y pestañas le protegen contra una luz demasiado intensa y contra la intromisión de partículas extrañas, y que el aparato lacrimal le mantiene húmedo, condición necesaria para su transparencia. Las lágrimas sólo se derraman en el caso de una secreción abundante por el influjo de una excitación nerviosa (llanto) o en el de oclusión del conducto lacrimal que vierte el sobrante (ojos húmedos o tiernos). Los músculos oculares rectos mueven el ojo en la dirección correspondiente (arriba, abajo, dentro y fuera), y los oblicuos le hacen girar alrededor de su eje, hacia fuera el mayor y en sentido contrario el menor.

Audición

Los movimientos vibratorios que se producen y transmiten por los medios ponderables, producen en nuestro oído las impresiones auditivas, las cuales se transmiten al cerebro por intermedio de los nervios auditivos.

El pabellón de la oreja recoge las ondas sonoras y parece servir para juzgar de su dirección, porque se aprecia mal ésta cuando se aplana por compresión o rellenando de cera sus depresiones. Sin embargo, la apreciación de la dirección en que vienen los sonidos, se hace también por la distinta intensidad con que se perciben en ambos oídos cuando uno está orientado hacia ella, y por esto instintivamente ladeamos la cabeza cuando queremos saber de dónde viene un sonido de procedencia desconocida.

El conducto auditivo sirve para transmitir el sonido a la membrana del tímpano; esta transmisión puede hacerse por las paredes del conducto, pero se realiza de preferencia por el aire de su interior, por cuanto se dificulta bastante la audición cuando se obtura. El cerumen es útil, porque mediante él se adhieren las partículas extrañas que pueden entrar e irritar el oído, tan sensible, que basta hurgar en él para que se provoque un sentimiento de malestar acompañado de tos y náuseas.

Las ondas sonoras hacen vibrar a la membrana del tímpano cuando su número de vibraciones está comprendido entre 16 y 35.000 por segundo, debido a que su tensión puede variar principalmente bajo la acción del músculo del martillo, que al contraerse la pone tensa, con lo que resulta más apta para vibrar con los sonidos, que reclaman mayor atención. No es, sin embargo, indispensable la integridad de la membrana del tímpano para la audición, ya que oyen las personas en que se encuentra perforada. Las vibraciones de la membrana del tímpano se transmiten por intermedio de la cadena de huesecillos al oído interno. La trompa de Eustaquio, aunque normalmente cerrada, se abre en cada deglución, estableciéndose comunicación entre el oído medio y el exterior y equilibrándose por ello la presión en ambas caras de la membrana del tímpano. En cuanto a las células mastoideas, su papel parece ser el amplificar la cavidad timpánica, preservando a la membrana del tímpano de los cambios bruscos de presión. Los sonidos pueden transmitirse también al oído interno por los huesos de la cabeza, pero más imperfectamente, como puede probarse haciendo sonar un diapasón y colocándole sobre la cabeza; si cuando deje de oírse se acerca al oído, su sonido se percibe todavía.

El oído externo y medio son, como vemos, meramente transmisores del sonido, y su recepción se verifica en el oído interno, pues las vibraciones de la base del estribo producen la vibración de la masa líquida

del laberinto, que reacciona sobre la ventana redonda, conmoviendo las manchas acústicas, tanto más profundamente cuanto mayor es la intensidad, por lo que se sospecha que sólo son sensibles a los ruidos. El caracol, en cambio, debe percibir no sólo la intensidad, sino también el tono y timbre de los sonidos, y sin duda la complicación estructural del órgano de Corti fuerza a pensar en su localización en dicho aparatito, sin que el mecanismo de la recepción en él del sonido nos sea conocido, inclinándose los fisiólogos en favor de la teoría telefónica de la audición, que la explica como resultado de la transformación del movimiento vibratorio en corriente nerviosa, por efecto de los choques de la membrana tectoria que actúan de una manera análoga a la placa vibrante de un teléfono sobre las prolongaciones ciliadas de los corpúsculos auditivos.

Los principales caracteres de las sensaciones auditivas son el exteriorizarlas fuera del organismo, el poder recibir multitud de impresiones simultáneas como las producidas por una orquesta, pudiendo el oído distinguir y seguir un sonido especial en lo que se funda la parte armónica de la música y el apreciar la intensidad, tono (acuidad) y timbre de los sonidos (justeza). La acuidad o agudeza del oído varía mucho con las personas, y es susceptible y en mayor grado aún la justeza de desarrollarse por educación y disminuye con la fatiga, siendo de advertir que ésta es corta y que la fatiga para un tono no impide el oír bien un sonido si es de tono distinto.

Sensaciones internas

Llámanse sensaciones internas aquellas que por proceder de excitaciones originadas en los procesos intraorgánicos nos dan idea de nuestro estado íntimo, que cuando es normal produce un conjunto sensorial de bienestar (*euforia*). Hay sensaciones internas que corresponden a suspensión de funciones, y pueden ser llamadas *necesidades*, como las de hambre, sed, necesidad de respirar, etc.; otras se relacionan al ejercicio de funciones, como el sentido del equilibrio, especialmente localizado en los conductos semicirculares, el sentido de las actitudes y movimientos y la noción del esfuerzo (sentido muscular).

A las sensaciones generales pertenece también el dolor, cuya intensidad depende, como en todas las sensaciones, de la del excitante; es mayor en el lado izquierdo que en el derecho, y aumenta con la atención y la fatiga intelectual. La localización del dolor es siempre más o menos imprecisa, y provoca en gran número de fenómenos de reacción, (contracciones musculares, trastornos secretores y psíquicos, etc.) El dolor es una sensación útil, en el sentido de dar la voz de alarma en las alteraciones fisiológicas.

INERVACIÓN

La anatomía demuestra que toda célula sensorial está en relación con una célula del sistema nervioso, a la que camina una corriente *centrípeta* o *sensitiva*, que es transformada en el centro nervioso, partiendo de él una reacción motora o secretora que, transmitida por el cilindro eje de una neurona central, forma la corriente *centrífuga* (*motora* o bien *secretora*), que produce la contracción del músculo o la actividad de la glándula en que termina su arborización terminal. De esta manera nuestro organismo responde con movimientos o secreciones a la acción de los excitantes, pudiendo ser este acto de dos clases: *reflejo* o involuntario, o sea cuando es elaborado fuera del cerebro, y no es consciente, y *voluntario*, cuando nos damos cuenta de él, es decir, cuando es elaborado en la corteza cerebral. En el caso más sencillo se precisa por lo menos dos células centrales: una *receptora* o *sensitiva*, cuyas dendritas recogen la impresión, y otra *motora* o *secretora*, relacionada con la arborización terminal de la anterior por intermedio de sus dendritas, que envía por su cilindro eje hasta su arborización terminal la corriente centrífuga que ha de excitar las fibras musculares o las células secretoras, siendo en ambas neuronas la corriente *celulífuga* en el cilindro eje (es decir, del cuerpo celular a la arborización terminal) y *celulípeta* en las dendritas (es decir, de ellas al cuerpo celular). En todo acto cerebral hay por lo menos cuatro neuronas interesadas: 1.º, una neurona sensitiva periférica; 2.º, una neurona sensitiva central; 3.º, una neurona motora central; 4.º, una neurona motora periférica. Por otra parte, existen además las llamadas *neuronas de asociación*, que se relacionan entre sí, y con las diversas neuronas sensitivas y motoras; lo que multiplica extraordinariamente las relaciones mutuas y explica, por ejemplo, la multiplicidad de reacciones que provoca una excitación única.

De todas formas vemos que, gracias al sistema nervioso, una célula aun sumamente apartada del punto en que se verifica una determinada excitación es impresionada por ella y capaz de reaccionar a su influjo, y que la complicada red nerviosa que se extiende por todo el organismo es un aparato de armonización y regulación de las funciones orgánicas.

Las neuronas son excitables por agentes mecánicos físicos y químicos, y además por las excitaciones centrípetas o sensitivas que modifican ellas de mil maneras. También hay estímulos ejercidos por un centro nervioso sobre otro en virtud de las comunicaciones intercentrales, los cuales pueden ser aumentados (dinamogenia) o disminuídas (inhibición). Las excitaciones fisiológicas pueden dividirse en externas, cuando proceden de los cabos periféricos de fibras centrípetas, e internas si

de otras células nerviosas, entre las cuales pueden colocarse las llamadas voluntarias. La excitación en todo caso se traduce por cambios histológicos (aumento de volumen de la neurona y de sus dendritas, seguido de disminución en caso de fatiga, reducción de cromatina, etc.), cambios físicos (producción de electricidad) y químicos (formación de ácido sarcoláctico y de colina, disminución de colessterina de fósforo y calcio, absorción más intensa de oxígeno, etc.)

La neurona es para todas sus partes un centro generador nutritivo y funcional (ley de His). A la unidad anatómica de las neuronas, preconizada principalmente por Cajal, demostrando que sus relaciones recíprocas son solamente de contigüidad y no de continuidad (1), es preciso agregar la unidad fisiológica que también representa, y que puso de manifiesto Waller, demostrando que si se secciona un nervio, la parte que queda por la operación separada del cuerpo celular degenera (degeneración valeriana).

Funciones de
los nervios
raquídeos.

Los nervios raquídeos transmiten a la médula las impresiones recibidas en la superficie del cuerpo, y son, además, órganos de conducción para las excitaciones motrices elaboradas en los centros nerviosos. Se les califica de *nervios mixtos*, pues por constar de fibras centrífugas y centrípetas, son a la vez sensitivos y motores, lo que se demuestra seccionando cualquiera de ellos, pues se observa que queda suprimida la sensibilidad y la voluntad en la región en que se ramifica.

De las dos raíces de que nace todo nervio raquídeo, la posterior, por estar formada de fibras centrípetas, es sensitiva, y la anterior, por ser centrífuga, motora; y en efecto, si se secciona la primera, queda abolida la sensibilidad, pero no la motilidad de la parte del cuerpo en que se ramifica, mientras que si la seccionada es la anterior, sobreviene la parálisis, pero se conserva la sensibilidad.

También puede ponerse de manifiesto el doble papel conductor de los nervios raquídeos, seccionando uno de ellos y excitando por medios mecánicos, por ejemplo, sus dos partes; la excitación de la parte terminal produce contracciones en los músculos, por obrar la excitación de una manera análoga a la corriente motora; pero no hay sentimiento de dolor, porque dicho trozo está incomunicado con el cerebro, donde solamente las impresiones pueden ser transformadas en sensaciones. Lo contrario ocurre si se excita el trozo decapitado, es decir, el que conserva enlace con los centros nerviosos; hay sensibilidad, pero falta la voluntad.

(1) Recientemente, varios histólogos imaginan la materia nerviosa como una maraña de finísimas hebras continuas, sobre la que están intercaladas las células nerviosas; pero esta opinión que se opone a la concepción ya clásica de la neurona, ni está sancionada en todos sus extremos por la observación, ni goza de los sufragios de la mayor parte de los histólogos, ni informa por de pronto una teoría tan completa como la de la neurona.

La médula posee una doble función; por su substancia gris actúa como un centro nervioso elaborando actos, mientras que su substancia blanca es meramente conductora, jugando el papel de un gran nervio mixto.

Funciones de la médula espinal.

Los actos elaborados en la médula son todos reflejos, por cuanto los realizamos impensadamente fuera de la acción de la voluntad. La elaboración de un acto medular exige forzosamente una excitación previa, actuando de células sensitivas o receptoras las neuronas monopolares de los ganglios espinales, y de neuronas motoras las células de las astas anteriores. Así, la excitación de las terminaciones nerviosas TS (fig. 43) provocará la contracción involuntaria de la fibra muscular TM. La substancia gris de la médula parece servir también para la transmisión de las impresiones térmicas y dolorosas.

La substancia blanca tiene un papel puramente conductor de las corrientes centrípetas y centrífugas, sirviendo de enlace entre los nervios raquídeos y el encéfalo; por esto si se secciona la médula, toda la región en que se ramifican los nervios raquídeos que arrancan por debajo de la sección, queda paralítica e insensible.

De la substancia blanca, los cordones posteriores y una parte de los laterales (haces de Göwers y cerebeloso directo, principalmente) son centrípetos, es decir, que conducen hacia el cerebro las impresiones sensitivas, mientras que las anteriores y el resto de los laterales (haz piramidal cruzado en el bulbo, principalmente), son centrífugos, es decir, que transmiten hacia la periferia las impresiones motoras elaboradas en el cerebro, todo lo cual puede demostrarse mediante la sección de dichos cordones.

Dada la analogía anatómica entre el bulbo y la médula, es lógico suponer una analogía fisiológica, y en efecto, el bulbo tiene, como la médula, una misión de doble conducción que realizan las fibras de su substancia blanca y un papel de centro nervioso elaborador de reflejos. Los actos elaborados en el bulbo son de una gran importancia, pues constituyen los reflejos de la vida vegetativa (movimientos del corazón, respiratorios, secreciones), y así es posible en ciertos animales hacerles vivir después de extraerles el encéfalo, menos el bulbo, y, por el contrario, la lesión de éste produce la muerte instantánea, por detención del corazón y de los movimientos respiratorios, y de aquí el nombre de nudo vital con que se le designaba antiguamente.

Funciones del bulbo raquídeo.

Desde los experimentos clásicos de Flourens, se sabe que en un animal descerebelado no hay déficit sensorial, ni parálisis, ni trastornos psíquicos, y sólo desorden y falta de coordinación en los movimientos. Se supone que el cerebelo ejerce sólo su acción sobre la motilidad en el sentido de aumentar la elasticidad de los músculos y la energía y coordinación de sus contracciones. También parece elaborarse en el cere-

Funciones del cerebelo.

belo las sensaciones de equilibrio, porque su excitación produce vértigos análogos a los que se originan por lesiones de los canales semi-circulares.

Funciones del
ismo del en-
céfalo.

Los tubérculos cuadrigéminos deben tener una función análoga a la del cerebelo, aunque menos pronunciada en el hombre, pero muy importante en seres que, como los peces, los tienen muy desarrollados, y el cerebelo está, en cambio, todavía poco desenvuelto. Su relación anatómica con los nervios ópticos explica su intervención en las funciones oculares, que es muy grande, pues su extirpación produce la ceguera y parálisis del iris.

Funciones del
cerebro.

El cerebro es el asiento de la sensibilidad y de la voluntad, porque la extirpación del cerebro las suprime en absoluto, y el animal operado se convierte en un autómatas, todos sus actos son reflejos, no da muestras de enterarse de nada ni toma iniciativa alguna (1). Sólo al llegar al cerebro son convertidas las impresiones en sensaciones, y tenemos conciencia de ellas, admitiéndose que esto se verifica en las pequeñas células piramidales de la corteza cerebral. En ésta se elaboran también las excitaciones motoras (voluntad), probablemente en las grandes células piramidales.

La corteza cerebral se considera también como el asiento de la inteligencia. En términos generales existe relación entre el tamaño del cerebro y el desarrollo de la inteligencia; en los hombres eminentes cuyo cerebro ha sido estudiado, éste era de gran tamaño; se citan, sin embargo, casos de hombres de indudable valía y cerebro pequeño; pero en ellos las cisuras eran muy profundas, lo que aumenta la superficie cerebral y por tanto la cantidad de materia gris, pues evidentemente entre el desarrollo de las facultades intelectuales y el peso del cerebro no hay una relación necesaria, ya que sólo una parte de la sustancia gris está en relación con las facultades psíquicas, que pueden ser mayores o menores, con independencia del tamaño global del cerebro. Puede, sin embargo, asegurarse, que un cerebro europeo con menos de 1.000 gr., corresponde a un idiota, y que las enfermedades nerviosas con lesión en la médula, bulbo o cerebelo, no alteran las propiedades psíquicas, mientras que las lesiones de la corteza cerebral producen trastornos mentales.

(1) Los experimentos de ablación del cerebro se realizan generalmente en aves, pues la operación en los mamíferos es difícil de hacer sin acarrearles la muerte. Los pichones descerebrados pueden, en cambio, conservarse durante mucho tiempo. El animal operado parece indiferente a todo lo que le rodea, y no se mueve aunque se le asuste o se le presente el alimento; pero anda si se le empuja, vuela si se le arroja al aire y come si se le mete la comida en la boca, porque todos estos actos son reflejos. Las ranas se comportan de manera análoga; pero la operación les hace menos mella, pues su cerebro está menos desarrollado, y los peces, en los que es escasísimo, parecen no perder ninguna de sus aptitudes con la operación.

Lo mismo puede decirse respecto al ángulo facial, que en líneas generales aumenta de amplitud con la inteligencia, sin que por esto pueda en manera alguna medirse la inteligencia por los grados que alcanza dicho ángulo. La relación que en cierto modo existe entre la inteligencia y el ángulo facial, estriba en que éste acusa más o menos exactamente el desarrollo de los lóbulos frontales.

Los tálamos ópticos están relacionados con todos los órganos sensoriales, hasta el punto de que su lesión produce la abolición de la sensibilidad, mientras que la de los cuerpos estriados origina la parálisis, por ser éstos, órganos de paso de las vías motoras.

Por lo que se refiere a la epífisis, que ha sido considerada por Descartes como el asiento del alma, su papel ha sido puesto de manifiesto con la observación de que en ciertos reptiles actuales se prolonga en su nervio, que atravesando el frontal termina en un ojo impar, del que se mira como un órgano atrófico.

De los nervios craneales, unos son puramente sensitivos o centrípetos (olfativos, ópticos y acústicos); otros puramente motores o centrífugos (motores oculares comunes, patéticos, motores oculares externos, espinales e hipoglosos), y otros, por último, mixtos como los nervios raquídeos (trigéminos, faciales, glosos faríngeos y pneumogástricos). La sección de los nervios sensitivos provoca, respectivamente, la supresión de la olfacción, la ceguera o la sordera; la de los motores oculares y patéticos, la inmovilidad del globo ocular; la de los espinales, la parálisis de los músculos faríngeos, etc.; la de los hipoglosos de la lengua. Por último, los nervios mixtos poseen dos raíces que se comportan como las de los raquídeos (una sensitiva y otra motora), y el resto es de función mixta.

Funciones de los nervios craneales.

Las impresiones recibidas en los órganos de los sentidos son conducidas al cerebro por los nervios sensitivos que ya conocemos. Respecto a la sensibilidad dérmica, camina por las fibras centrípetas de los nervios raquídeos hasta la médula, cuya substancia gris parece transmitir las impresiones térmicas y dolorosas, mientras que las táctiles marchan por las fibras de los cordones posteriores y parte de los laterales; las primeras se entrecruzan en el bulbo y las segundas en la médula, y por intermedio de los tálamos ópticos abocan a las pequeñas pirámides de la corteza cerebral, donde se convierten en sensaciones. La misma marcha entrecruzada se observa en la voluntad elaborada en las grandes pirámides de la corteza cerebral, desciende a los cuerpos estriados del mismo lado y después a la médula por las fibras de los cordones anteriores y parte de los laterales, las primeras entrecruzadas en la médula y las segundas en el bulbo. Por todo esto queda explicado que la lesión de un hemisferio determina la pérdida de la sensibilidad y de la motilidad (hemiplejia) en la mitad opuesta del cuerpo. Es conveniente, sin

Vías trasmisoras de la sensibilidad y de la motilidad.

embargo, advertir que hay también una acción directa de cada hemisferio sobre la mitad del cuerpo de su mismo lado.

Actos conscientes.

Los actos cerebrales pueden ser asimilados o reflejos, como los de la médula, pero más complicados y conscientes. Se supone que las células cerebrales tienen la propiedad de retener las sensaciones (memoria), las cuales reaparecen y pueden producir reacciones como cuando actúan directamente, y de aquí la complicación fisiológica de los actos cerebrales (1). Por otra parte, los actos conscientes pueden convertirse, mediante el hábito, en reflejos propiamente dichos, y por esto, actos que requieren al principio un gran esfuerzo de atención, llegan a ejecutarse de una manera absolutamente inconsciente (el andar, por ejemplo).

Localizaciones cerebrales.

La corteza cerebral no tiene un funcionalismo homogéneo, sino que varía en sus diversos territorios. Es fácil demostrar que hay extensos parajes cuya excitación no provoca efectos motores, y cuya ablación no produce anestias, pues corresponden a centros de asociación.

Recientemente se han determinado muy exactamente diversas localizaciones sensoriales, motoras y psíquicas.

Localizaciones sensoriales.—El centro de la visión está situado en los lóbulos occipitales, cuya destrucción determina la ceguera, así como también la produce la de los tubérculos cuadrigéminos que relacionan aquellos lóbulos con los nervios ópticos. Es de advertir que como el entrecruzamiento de las fibras en el quiasma de los nervios ópticos es parcial, la destrucción de un lóbulo occipital no produce la ceguera completa del ojo opuesto, sino sólo en el tercio externo. El centro auditivo

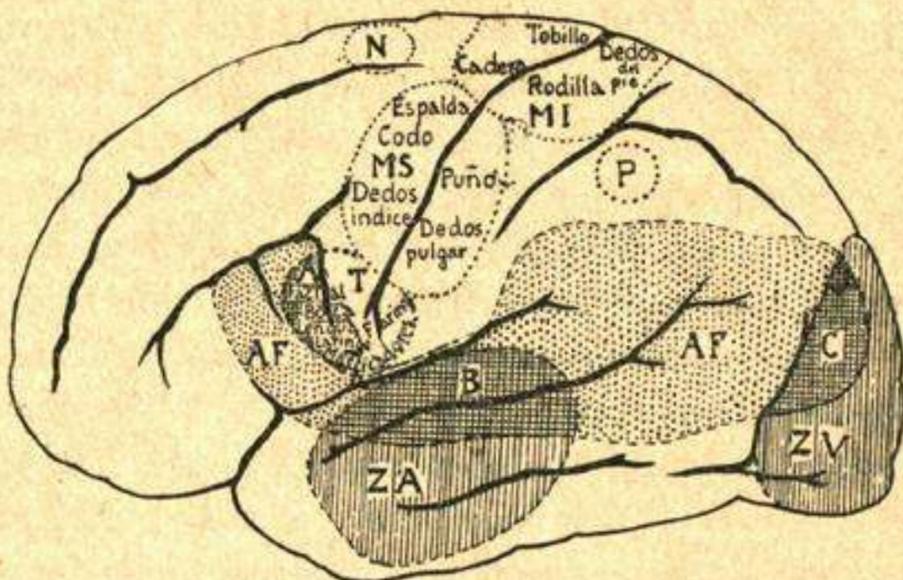


Fig. 98.—Localizaciones cerebrales del hemisferio cerebral izquierdo.—Z A, zona auditiva; Z V, zona visual; M I, centro del miembro inferior; M S, id., del superior; P, id., de la cabeza y lengua, con A, centro de la afasia; N, id., de la nuca y cuello; P, id., de los párpados. La parte punteada representa la zona del lenguaje. (A F, centro de las imágenes motoras de la articulación de las palabras; B, id., de las imágenes auditivas de las palabras; C, id., de las imágenes visuales de las mismas).

(1) Según Flechsig, las primeras regiones que pueden funcionar de la corteza cerebral corresponden a esferas sensoriales, que reciben sencillamente las excitaciones externas; después, cuando las fibras centrífugas se desarrollan, se adquiere la facultad de responder; pero hasta que no se verifica la mielinización de las fibras tardías, no entran en acción la inteligencia y la voluntad, por lo que resulta muy exacto el antiguo aforismo: *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu.*

se encuentra en los lóbulos temporales, y por eso la destrucción de uno de ellos produce la sordera, pero en el oído opuesto, por entrecruzarse en el bulbo las fibras de los nervios auditivos.

Localizaciones motoras.—Se han reconocido excitando eléctricamente una parte de la corteza cerebral, comprobándose que en cada caso se obtenían movimientos de determinados músculos. El surco de Rolando es particularmente motriz y posiblemente también asiento de sensibilidad táctil y general de las regiones cuyos músculos mueve. En él están situados el centro motor de la pierna, del brazo, de los músculos faciales y de la lengua. La excitación del primero en su hemisferio, por ejemplo, produce movimientos en la pierna opuesta, y su extirpación la parálisis de ella, si bien después pueden aparecer ciertos movimientos que se explican por fenómenos de suplencia.

Localizaciones psíquicas.—No hay acuerdo entre los fisiólogos sobre si las facultades intelectuales tienen un asiento particular en la corteza cerebral o se extiende por toda ella (1). Los partidarios de la primera hipótesis admiten cuatro centros todos en el hemisferio izquierdo: 1.º *Centro de la memoria de los movimientos necesarios para la articulación de las palabras*, situado en la base de la 3.ª circunvolución frontal izquierda (*circulación de Broca*); se supone que de su desarrollo depende el talento oratorio, y su lesión produce la *afasia*, enfermedad en que el paciente pierde la palabra sin tener paralizados los músculos de la fonación y conservando sus ideas intactas, hasta el punto de que comprende y puede responder por escrito. 2.º *Centro de la memoria del sentido de las palabras*; su lesión produce la *sordera verbal*, en la que se pierde la significación de las palabras, oyéndose perfectamente, pudiéndose repetir las, pero sin entenderlas; comprendiendo por escrito y pudiéndose leer, escribir y pensar. 3.º *Centro de la memoria de las palabras escritas*; su lesión produce la *agrafia*, y los enfermos de ella ven las palabras, entienden lo que se les dice, responden oralmente y por escrito, escriben al dictado, pero son incapaces de entender lo que leen. 4.º *Centro de los movimientos de la escritura* (ésta debe considerarse, más que como un centro psíquico, como un centro motor); su lesión, que se produce frecuentemente por efecto de ataques de apoplejía, hace olvidar al escribir.

La suspensión temporal y reparadora de las funciones de relación es el *sueño*, que cuando no se satisface llega a constituir una tan imperiosa necesidad, que provoca la muerte antes que el hambre. Durante él, las funciones de nutrición continúan, pero con menos intensidad, y el

(1) Para muchos fisiólogos existe relación entre el desarrollo de la inteligencia y el del lóbulo parietal, habiéndose observado un desarrollo extraordinario de éste en el cerebro de algunos hombres eminentes (Liebig, Kant, Bach, Beethoven, etc.)

individuo se conduce como un animal descerebelado, no realizando más actos que los reflejos medulares. Lo característico del sueño es la suspensión de la sensibilidad de las funciones psíquicas y de los movimientos voluntarios. Cuando el sueño no es profundo, las impresiones pueden producir elaboraciones sensoriales incoherentes o la vuelta espontánea y desordenada de imágenes anteriormente percibidas (ensueños). No está todavía claramente determinada la causa del sueño; para algunos autores residiría en que durante la vigilia se engendran toxinas narcóticas que producen la plasmolisis de las neuronas, y por tanto la interrupción de las vías nerviosas, mientras que en el sueño, por el contrario, se forman toxinas convulsivas que producen su turgescencia.

Funciones ganglionares.

Los nervios simpáticos son mixtos, conduciendo lo mismo corrientes centrípetas (sensoriales) que centrífugas (motoras o secretoras). Los fenómenos simpáticos son todos reflejos, medulares o bulbares, y, por tanto, inconscientes, y las sensaciones vagas, o sea que no pueden localizarse con exactitud.

MOTILIDAD

Nuestro organismo tiene la facultad de transformar la energía química en mecánica. Esta propiedad reside en el tejido muscular, cuyas

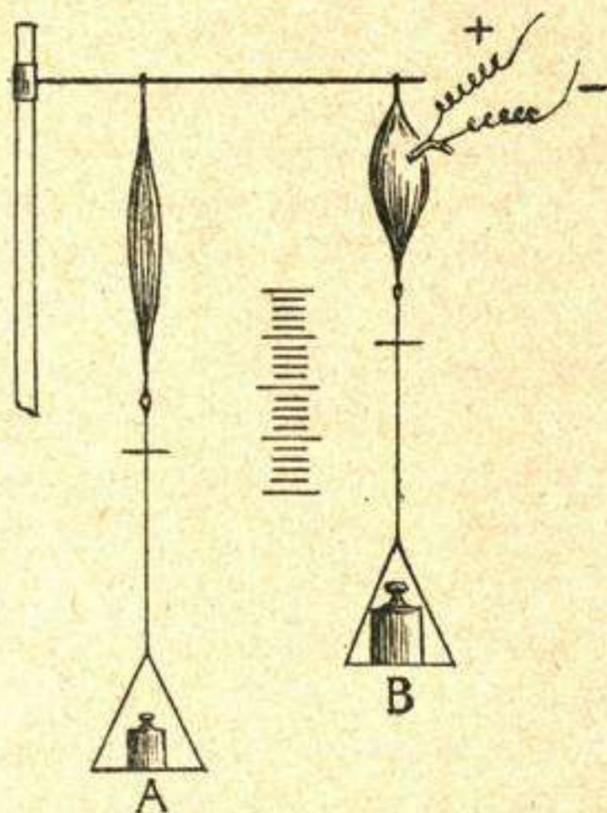


Fig. 99.—Comparación de la elasticidad de un músculo en estado de reposo (A) y de contracción (B).

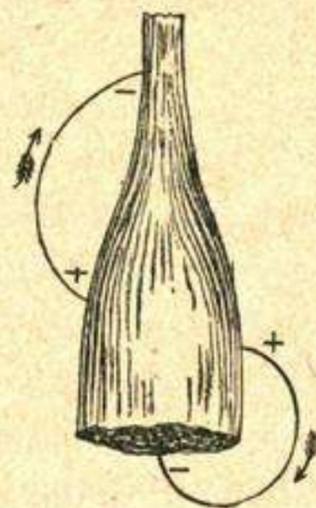


Fig. 100.—Dirección de las corrientes eléctricas engendradas en los músculos.

fibras bajo la acción del sistema nervioso son susceptibles de encogerse, residiendo en esta contracción que modifica la posición de los huesos, el mecanismo de nuestra motilidad.

Las propiedades fisiológicas de los músculos son: la elasticidad, la fuerza electromotriz y la contractibilidad. Las tres son propiedades de todo tejido viviente, pero particularmente ostensibles en el muscular.

Los músculos son elásticos hasta un cierto límite de distensión, siendo su elasticidad débil y perfecta. Si se suspende (fig. 99) un músculo aislado, de uno de sus extremos y se cuelga del otro un pequeño platillo, cargando a éste de pesas, se alarga el músculo, no siendo este alargamiento proporcional al peso, sino que, grande al principio, disminuye hasta un límite, traspasado el cual, el músculo es incapaz de recobrar su primitiva longitud; pero si el límite no es traspasado, el músculo recobra lenta, pero completamente su forma anterior. En vivo los músculos están siempre algo forzados, porque al seccionarse se acortan. Esta ligera distensión natural se denomina *tonicidad* muscular.

Elasticidad de los músculos.

Los músculos en estado de reposo producen corrientes eléctricas que se ponen de manifiesto poniendo los conductores de un galvanómetro en contacto, uno con la superficie del músculo, y otro con el centro de una sección transversal de él. La fuerza electromotriz de esta corriente oscila alrededor de 005 voltios. La dirección de la corriente (fig. 100) es siempre de la superficie del músculo a la superficie seccionada, en cuyo punto medio está la tensión negativa máxima, mientras que la tensión positiva máxima se encuentra en el ecuador del músculo. En estado de trabajo, la intensidad de la corriente disminuye hasta anularse y aun invertirse.

Fuerza electromotriz.

Condición esencialísima de los músculos es la de encogerse por la acción de agentes diversos, mecánicos (picaduras, seccionamiento, pellizcos), químicos (acción de ácidos, álcalis, etc.), físicos (temperatura, luz, electricidad) y biológicos, como el influjo nervioso.

Contractibilidad.

Los músculos de fibra lisa y estriada se diferencian fisiológicamente por su contracción. En los primeros, la contracción es involuntaria; en los segundos, voluntaria; pero como este carácter presenta algunas excepciones (el miocardio, a pesar de ser de fibra estriada es de contracción involuntaria), se han sustituido las denominaciones fisiológicas de músculos involuntarios y voluntarios por las de músculos de contracción lenta y músculos de contracción rápida, pues éstos son, respectivamente, los caracteres de su contracción.

Para el estudio de la contracción muscular se utiliza la excitabilidad de los músculos por la corriente eléctrica. Una corriente constante como la de una pila, no produce más que una contracción cuando la corriente empieza y otra cuando la corriente acaba, quedando entre ambos momentos el músculo en estado de reposo, cualquiera que sea la intensidad de la corriente, pudiendo decirse que las contracciones son debidas, no a la intensidad de la corriente, pero sí a las variaciones de intensidad. Cuando las excitaciones eléctricas se repiten, por lo menos, en número de 30 al segun-

do, el músculo no tiene tiempo de volver al estado de reposo y se dice que está *tetanizado*; así, cuando se coge entre las manos un conductor de corriente alternativa, no puede soltarse. Cuando el número de interrupciones llega de 1.500 a 2.000 por segundo, la contracción no se verifica. Las corrientes poco frecuentes (100 a 200 veces por segundo) son mortales, hasta el punto de que en América se utilizan para las ejecuciones; en cambio las de alta frecuencia pasan desapercibidas, como puede demostrarse haciendo pasar una corriente de esta clase (un millón de vibraciones al segundo, por ejemplo) por el cuerpo de una persona que sostiene una bombilla eléctrica la cual viene a ser luminosa, sin que el individuo note la menor sensación.

Todos los fenómenos de la contracción muscular mediante la acción de la electricidad pueden estudiarse con aparatos especiales llamados *miógrafos* (fig. 101), que trazan la gráfica de la contracción (*miogramas*).

La contracción de un músculo consiste en su acortamiento, perdiendo

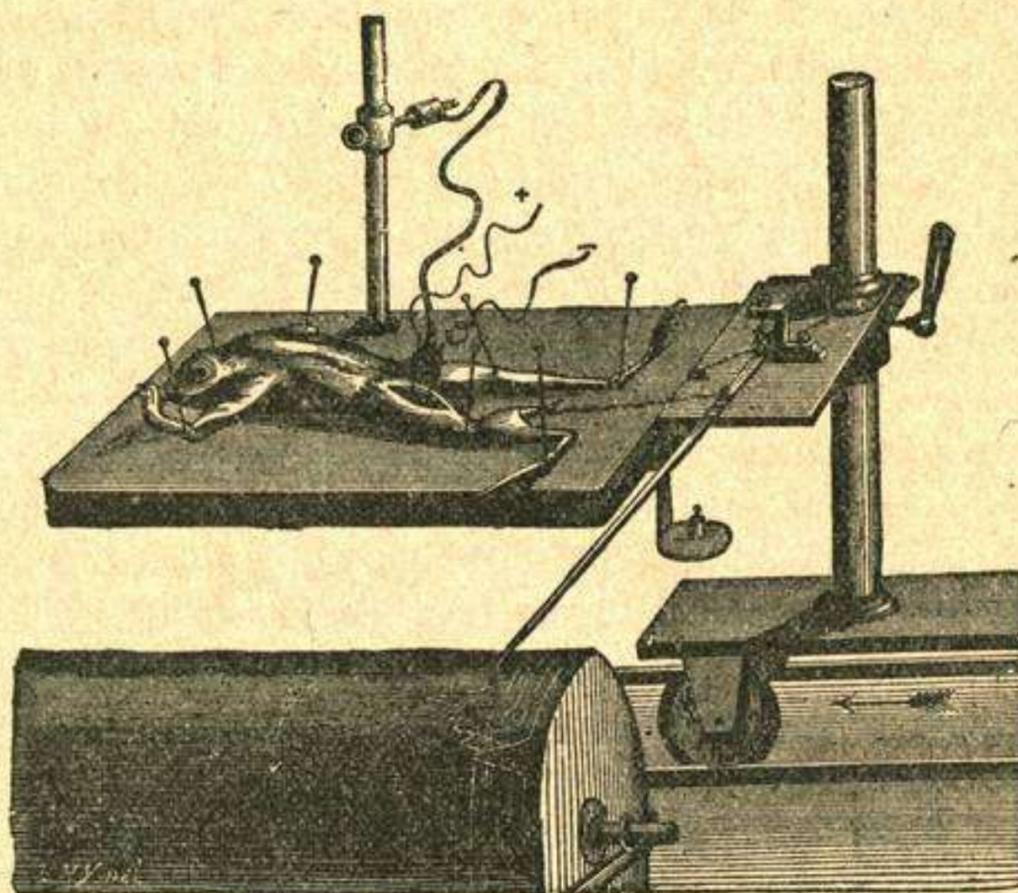


Fig. 101.—Miógrafo de Marey.

do los $\frac{5}{6}$ de su longitud primitiva, pero aumentando correlativamente en espesor, de forma que el volumen del músculo permanece constante, como puede probarse haciendo contraer mediante excitaciones eléctricas a un músculo dentro de un recipiente con agua, sin que varíe el nivel de ésta (fig. 102).

Por la contracción, el músculo no adquiere mayor dureza, como generalmente se cree; la que se observa en vivo en ellos (el biceps, por ejemplo), al contraerse, es debido a que los huesos les impiden alcanzar su longitud de contracción, y en esas condiciones, como siempre que se

estira un músculo contraído, éste adquiere gran consistencia, a la que se debe el trabajo muscular. Puede, pues, decirse que la contracción es el paso de la elasticidad del músculo en reposo a la elasticidad en estado activo.

Con respecto a las modificaciones histológicas que sufre el músculo durante la contracción, se ha observado que los discos oscuros se hinchan ecuatorialmente, disminuyendo de volumen, por expulsar parte del líquido que contienen, lo que explica el acortamiento longitudinal producido por el achicamiento de los discos oscuros de las fibrillas y la hinchazón ecuatorial por la salida del líquido expulsado.

Durante la contracción muscular, se operan fenómenos químicos, y especialmente la intensificación de la absorción de oxígeno y glucosa, la cual se quema, así como también la grasa, dejando en libertad la energía que pueden desplegar los músculos y desprendiéndose calor, cuya producción durante el trabajo muscular es bien ostensible.

Si se sujeta un músculo por un extremo y se suspende del otro un peso P haciendo contraerse el músculo, éste es levantado si no es excesivo hasta una altura A. El trabajo T realizado por el músculo será $T = PA$. En relación a su peso, el músculo realiza un trabajo mucho más grande que ninguna de las máquinas que el hombre ha podido descubrir.

La fuerza muscular varía con la energía del excitante, teniendo su máximo cuando es la voluntad movida por una fuerte pasión y también con el estado del músculo, pues su contracción continuada conduce a la fatiga, que se manifiesta por una sensación especial, y exige entonces desplegar un esfuerzo mayor de voluntad para realizar el mismo trabajo. Depende la fatiga del agotamiento de los hidratos de carbono y de la acumulación de sustancias de excreción, cuya producción aumenta con el trabajo del músculo, pudiéndose producir con sólo inyectar sangre de un animal fatigado, y se alivia con el masaje, que activa la circulación, y con ella el aporte de oxígeno y el arrastre de materiales residuales.

Después de la muerte, los músculos van perdiendo la elasticidad por un cierto orden (primero la mandíbula inferior, después los del cuello y miembros inferiores y por último, los torácicos), quedando rígidos al cabo de un cierto tiempo, que es muy corto, en el caso de que el individuo

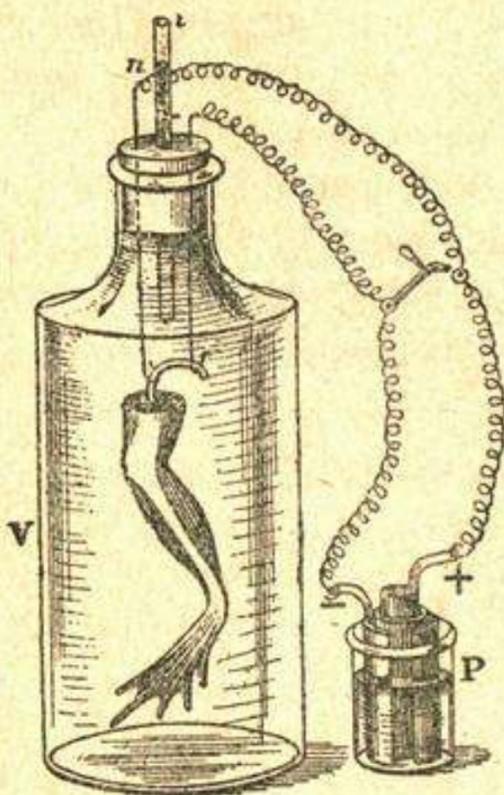


Fig 102.—Demostración de que los músculos no cambian de volumen por la contracción.

muera fatigado. Atribúyese la rigidez a la coagulación del miosinógeno de los músculos que se transforma en miosina.

Acción de los
músculos so-
bre los hues-
sos.

Los músculos obran, bien por presión; así ocurre en los esfínteres y en los conductos musculares, como la mayor parte de los músculos lisos o por tracción, como ocurre con la generalidad de los estriados que, actuando sobre el esqueleto, modifican la posición de los huesos actuando de palancas, y constituyendo, por tanto, los órganos pasivos del movimiento. Se conocen en nuestro organismo tipos de las tres clases de palancas. Las de 1.^{er} género forman en general palancas de estación, y las de 2.^o y 3.^o palancas de movimiento, siendo las de 2.^o las preferidas en los casos en que la resistencia es grande, por estar en ellas siempre favorecida la potencia, mientras que las de 3.^{er} género en

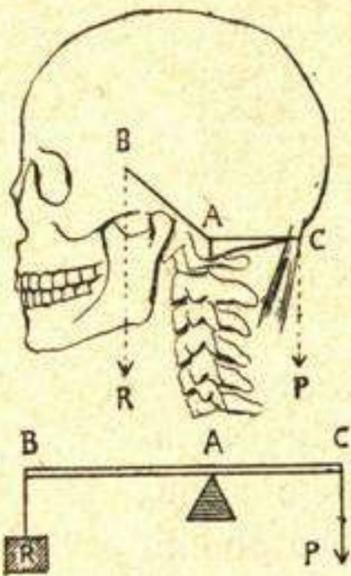


Fig. 103.

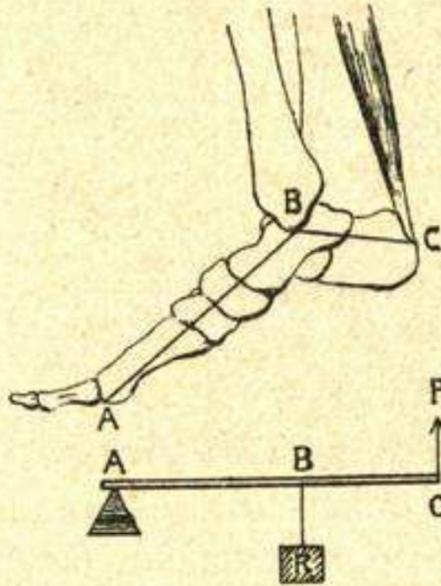


Fig. 104.

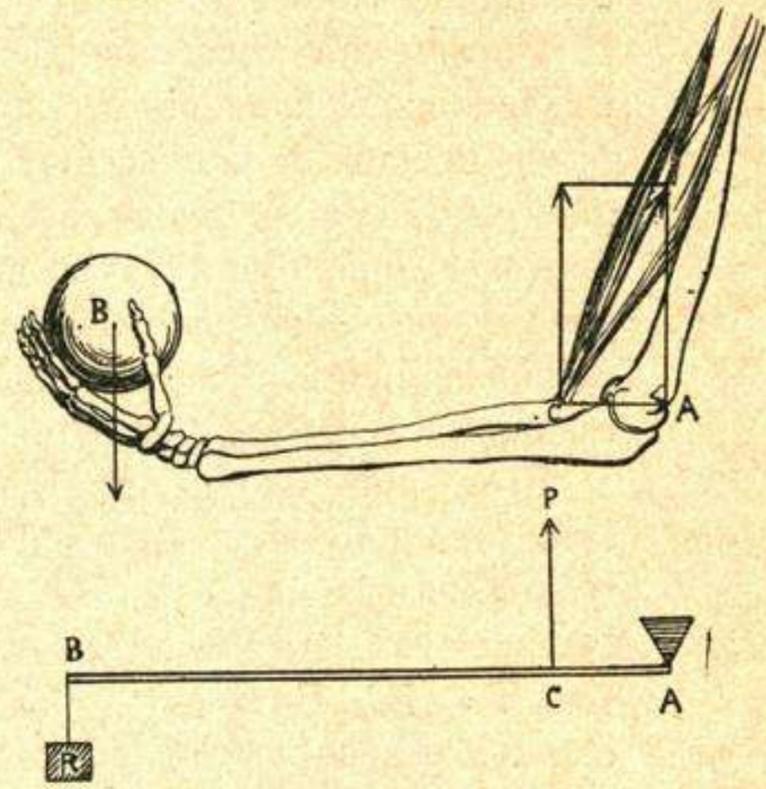


Fig. 105.

Ejemplos de tres tipos de palancas en el organismo.—Fig. 103, palanca de 1.^{er} género; id. 104, palanca de 2.^o género; id. 105, palanca de 3.^{er} género.—A, B, C, puntos de apoyo y de aplicación de la resistencia R y de la potencia P, respectivamente.

que está siempre perjudicada existen en aquellos órganos que necesitan rapidez en sus movimientos. Las figuras adjuntas son ejemplos de los tres tipos de palancas en nuestro organismo.

Los huesos cambian de posición relativa merced a sus articulaciones. En las diartrosis, el cambio puede ser muy grande; pero el rozamiento queda disminuído por el almohadillado cartilaginoso y la acción lubricante de la sinovial.

Estaciones.

Con respecto a las estaciones hay que considerar; la vertical, la cual exige que la vertical del centro de gravedad del cuerpo, situado a nivel de la segunda vértebra lumbar, caiga dentro del polígono de sustentación, y exige el concurso de los músculos que sostienen la cabeza, impidiendo que ésta caiga por delante, de los músculos espinales que man-

tienen erguida la columna vertebral, y de los músculos anteriores del muslo que contrarrestan la tendencia del tronco a caer hacia atrás. En la estación sentada es inútil la de estos últimos, y aun de los anteriores, en caso de haber respaldo, y en la echada (decúbito) no hay trabajo de ningún músculo.

Se distinguen dos modos de locomoción: la marcha y la carrera. En la marcha hay siempre contacto con el suelo y comprende tres tiempos: 1.º, un pie está plantado y el otro apoyado en su punto; 2.º, ésta oscila hacia adelante (tiempo de apoyo simple); 3.º, el pie oscilante apoya el talón hasta plantarse. En la carrera hay, por el contrario, un tiempo en que el cuerpo queda en el aire (tiempo de suspensión), pues por la mayor velocidad un pie se levanta cuando el oscilante aún no se ha apoyado. El tiempo de suspensión no es debido a que el cuerpo se eleve en virtud de un salto, sino que, por el contrario, corresponde al momento en que el cuerpo está más bajo, y si queda en el aire es por la flexión de las piernas, que al apoyar de nuevo le elevan. La duración de este tiempo depende de la velocidad de la carrera.

Movimientos.

FONACIÓN

El órgano esencial de la producción de la voz humana es la laringe, que puede ser comparada a un aparato músico de lengüeta, produciendo el sonido en el angostamiento glótico; pero con la facultad de poderse cambiar la luz del orificio glótico y la tensión de sus labios. El mecanismo de la fonación se reduce, pues, a la vibración de las cuerdas bucales inferiores bajo la acción de la corriente de aire que sale de los pulmones.

La *intensidad* de la voz humana depende de la fuerza con que el aire haga vibrar las cuerdas bucales, y por esto, para producir un sonido *muy fuerte*, es preciso respirar profundamente, lanzando con violencia el aire, y dilatar la glotis. Por el contrario, se producirá un sonido *pianísimo* si las condiciones son contrarias.

Intensidad de la voz.

El *tono* o *altura* de la voz depende de la tensión de las cuerdas bucales, originándose un sonido más *agudo* o más *grave*, según que estén más o menos tensas, respectivamente. La voz humana puede, por tanto, cambiar de tono formando dos series de gamas, una más baja (*registro o voz de pecho*), y otra más alta (*registro o voz de falsete*). La extensión es de unas dos octavas, y según la situación de éstas en la escala musical se clasifican las voces, procediendo de las más bajas a las más elevadas: en voz de *bajo* (de *fa* al *re*³); *barítono* (del *la* al *fa*³); *tenor* (del *do*² al *la*³); *contralto* (del *mi*² al *do*⁴); *mezzo-soprano* (del *sol*¹ al *mi*⁴), y *soprano* (del *si*² al *sol*⁴). Las tres últimas voces son femeninas.

Altura de la voz.

Las dos notas límites son: el *mi*, de 162 vibraciones, y el *do*⁵ de *pecho*, con 2.069. La voz es muy aguda en los niños, bajando rápidamente en la pubertad una octava en los muchachos y solamente dos tonos en las niñas, descendiendo aún más en la vejez por osificación de los cartílagos y atrofas musculares en las cuerdas (los tenores se hacen barítonos en la vejez).

Timbre de la voz.

Los labios de la glotis producen vibraciones parciales, además del sonido fundamental, el cual, a su vez, se modifica en las cavidades contiguas, resultando un sonido compuesto del fundamental, acompañado de otros armónicos, a los que se debe el *timbre* de voz, que permite frecuentemente reconocer individualmente las voces.

Lenguaje.

Los elementos de la palabra son dos: las vocales y las consonantes. Las vocales son sonidos que dependen de la disposición de la cavidad bucal durante su emisión; las consonantes son ruidos que modifican la emisión de las vocales, sin las cuales no pueden pronunciarse. Las primeras pueden ser muy variadas, por serlo también las disposiciones que pueden hacerse adoptar a la boca; mas hay solamente cinco posiciones que dan sonidos bien distintos al oído, y que corresponden a las cinco vocales del idioma castellano, que con el italiano, son los idiomas de más pura pronunciación de las vocales.

Las consonantes se engendran mediante disposiciones que producen obstáculos a la emisión de una vocal, engendrándose así las vibraciones que la modifican. Según la posición de este obstáculo, se dividen en *labiales, linguales o guturales*, y según la manera de vencerle, en *explosivas, resonantes y temblonas*. El adjunto cuadro resume esta clasificación con los ejemplos relativos a cada tipo de consonante. Las asociaciones de vocales y consonantes forman las sílabas, de cuya unión resultan las palabras, mediante las cuales el hombre dispone de un medio maravilloso de comunicar sus pensamientos, que no es más que uno de tantos movimientos de expresión (mímica, escritura, lenguaje).

CONSONANTES	LABIALES	explosivas (<i>b, p</i>).
		resonantes (<i>f, m</i>).
		temblonas (<i>r</i>).
	LINGUALES	explosivas (<i>t, d</i>).
		resonantes (<i>s, n, l</i>).
		temblonas (<i>r lingual</i>).
	GUTURALES	explosivas (<i>k, g</i>).
		resonantes (<i>j</i>).
		temblonas (<i>r gutural</i>).

DIGESTIÓN

Las sustancias alimenticias que ingerimos son más o menos parcialmente transformadas en otras aptas para ingresar en el organismo, atravesando disueltas la pared digestiva. La digestión consiste en esencia, en una serie de transformaciones químicas que sufren los alimentos al recorrer el canal digestivo, bajo la acción de los líquidos segregados en las glándulas anejas, acción química facilitada por la trituración y movimientos a que son sometidos. La parte asimilable de éstos es absorbida por la pared intestinal, mientras que los residuos intransformables (excrementos) en materia nutricia siguen su marcha y son, por último, arrojados al exterior.

Las sustancias útiles que ingerimos, y de cuya calidad juzgamos mediante el sentido del gusto, se llaman alimentos en el caso de sustancias sólidas, y bebidas en el caso de líquidos. (El alimento gaseoso es adquirido por el organismo mediante la función respiratoria). Alimentos.

Los alimentos son sustancias que sirven para reparar las pérdidas materiales que el organismo continuamente está experimentando (agua, sales) y superarlas en el caso de crecimiento; para aportar en forma de energía latente la que constantemente el organismo está dejando en libertad (hidratos de carbono, oxígeno de la respiración) y para ambas cosas a la vez (albúminas, grasas).

En general, los alimentos son mixtos, es decir, encierran diversas clases de principios inmediatos, siendo completos cuando contienen todos los esenciales, como la leche.

Algunas sustancias se toman, no porque realmente sean alimenticias, sino porque en virtud de sus propiedades estimulantes, comunican mayor actividad a las glándulas digestivas, y también por hacer más agradables al gusto los alimentos. A este grupo de sustancias pertenecen las bebidas alcohólicas, aromáticas y los condimentos.

La privación de alimentos conduce a la *inanición*, en la cual el organismo suple su falta consumiendo materiales propios del tejido adiposo y muscular, lo que constituye la causa del enflaquecimiento. El ayuno es soportable más largo tiempo si no hay privación de agua, sobreviniendo la muerte cuando la pérdida de peso es de 4/10. La alimentación escasa conduce a la *inanición parcial*, a la que el organismo parece adaptarse, pero perdiendo en fortaleza.

Los alimentos introducidos en la boca son triturados en ella para facilitar su paso en el aparato digestivo, así como para hacer más eficaz la acción de los líquidos digestivos. Al mismo tiempo que la *masticación* se verifica en la boca la *insalivación*, mediante la cual los alimentos se mezclan con la saliva, que fluye más abundantemente por acción

Masticación e insalivación.

refleja, no ya sólo con la entrada en la boca de los alimentos, sino simplemente a su vista. En estos actos intervienen todos los órganos musculosos de la boca, removiendo el alimento dentro de ella y colocándole entre los dientes, donde es comprimido por efecto de la contracción de los músculos elevadores del maxilar superior, formándose, por último, una masa viscosa apta para ser ingerida, denominada *bolo alimenticio*.

El papel de la saliva es muy variado y quizá principalmente mecánico (favoreciendo la masticación y la deglución) y gustativo (permitiendo saborear los alimentos sólidos); pero a pesar de contener una diastasa, la ptialina, capaz de desdoblar los polisacaridos en disacaridos, su papel digestivo debe ser poco importante, por el corto tiempo en que se verifica su acción, ya que en el estómago no puede continuarse libremente, por ser ácido el jugo gástrico y actuar la diastasa salivar solamente en medio alcalino.

Deglución.

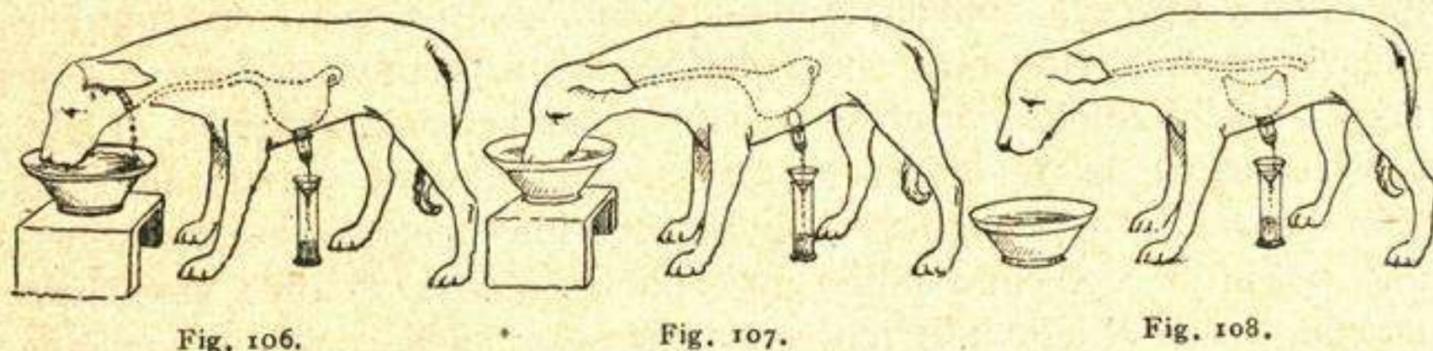
Una vez formado el bolo alimenticio se verifica la *deglución* o acto de pasar los alimentos de la boca al estómago, el cual comprende tres tiempos. En el primero, llamado tiempo bucal, el bolo alimenticio atraviesa la cavidad de la boca, bajando por el plano inclinado que forma la lengua aplicada su punta contra el paladar. Este primer tiempo es voluntario; pero los movimientos de deglución sólo se verifican a condición de haber algo que tragar. Los dos tiempos siguientes son, por el contrario, reflejos, y por eso una vez iniciados, la deglución no puede suspenderse. El segundo período se llama tiempo faríngeo, porque durante él, el bolo alimenticio atraviesa la faringe, mientras todas sus comunicaciones, menos la esofágica, se obliteran, y así el alimento pasa por encima de la glotis sin entrar en el conducto respiratorio, por obstruirlo la epiglotis, que se abate en el momento de tragar, salvo en el caso de sobrevenir un golpe de tos o de risa en el momento de la deglución que levanta la epiglotis, dejando expedita la vía respiratoria. Por último, en el tercer tiempo, llamado esofágico, el bolo alimenticio desciende a lo largo del esófago por las contracciones de éste, sin intervención necesaria de la gravedad, ya que se puede deglutir cabeza abajo.

Quimificación.

Una vez los alimentos en el estómago, sufren en él una acción digestiva que no es completa, como suponían los antiguos, puesto que apenas se verifica otra transformación que la de los albuminoideos, los cuales se convierten más o menos parcialmente por la acción de la pepsina del jugo gástrico en peptonas. Mientras se verifica la digestión, el estómago sufre contracciones que van del cardias al píloro, comprimiendo los alimentos, favoreciendo su mezcla con el jugo gástrico y pasan por último al intestino conforme van siendo digeridos, transformados en una masa líquida ácida que se denomina *quimo*. El tiempo que dura la digestión varía mucho, según la índole de los alimentos; así el agua pasa di-

rectamente al intestino sin detenerse en el estómago; los alimentos azucarados y feculentos apenas reposan algunos minutos; los albuminoides necesitan más de media hora para ser digeridos, y las grasas quedan aún más tiempo en el estómago. En general puede decirse que la duración de la digestión estomacal varía de hora y media a cinco horas.

Suponían los antiguos fisiólogos que la digestión estomacal era un acto puramente mecánico, en que los alimentos quedaban reducidos a pulpa por la acción de las contracciones estomacales sobre los alimentos triturados, y reblandecidos por los líquidos digestivos. Reamur, en 1740, al mismo tiempo que demostraba la realidad del papel mecánico del estómago por la deformación que sufrían cuerpos en él introducidos, probó de una manera concluyente que el jugo gástrico actuaba químicamente sobre los alimentos, pues introduciendo pedacitos de carne en tubos perforados que hacía tragar a algunos animales, y con los que quedaba anulada la acción mecánica del estómago, observó que desaparecía la carne, es decir, que habían sido disueltos por el jugo gástrico. Sus investigaciones fueron continuadas por Spallanzani (1777), el cual extraía jugo gástrico de animales, a los que hacía ingerir esponjas sujetas con un hilo, exprimiéndolas después de retirarlas; mezclando luego el jugo gástrico así obtenido con carne y manteniendo la mezcla a la temperatura del cuerpo, observó que la carne se disolvía realizando así una digestión artificial de ella. Posteriormente Blondlot (1843) ideó, para obtener el jugo gástrico, la llamada fístula gástrica, perforando la pared del cuerpo y la estomacal y poniendo una cánula por la que fluía el líquido cuando se alimentaba el animal; como por este procedimiento el jugo gástrico extraído era muy impuro, por salir mezclado con la saliva y los alimentos, Pavlow ha propuesto nuevos procedimientos, como



Procedimientos de obtención de jugo gástrico por medio de la fístula gástrica.—Fig. 106, comida ficticia; id. 107, pequeño estómago; id. 108, aislamiento del estómago.

el de realizar al mismo tiempo que la fístula gástrica una sección del esófago, poniendo en comunicación las secciones con el exterior, de forma que el alimento ingerido salga otra vez fuera, bastando, sin embargo, esto para que se produzca la secreción gástrica (comida ficticia); mas como en estas condiciones el animal no puede nutrirse y conservarse durante largo tiempo, es preferible hacer una ligadura de la gran

curvatura dividiendo el estómago en dos partes, una mayor que sigue funcionando por las necesidades del animal, y otra menor (pequeño estómago de Pavlow), de donde se extrae por la fístula el jugo gástrico. Puede también seccionarse el estómago a nivel del cardias y el píloro, articulándose directamente el esófago con el duodeno y quedando aislado el estómago, a pesar de lo cual sigue produciendo jugo gástrico. La excitación que produce el acto reflejo a que responde la secreción estomacal, se verifica no sólo por la acción de las sustancias alimenticias que obran como estimulantes (especialmente los albuminoides) a su contacto con la mucosa estomacal (excitación química), sino que basta la deglución y aun la vista y el olor de los manjares (excitación psíquica) para producirla.

Es lógico preguntarse por qué si el jugo gástrico digiere las carnes, no ataca a las paredes del estómago. Se suponía antes que los tejidos vivos soportan la acción digestiva, opinión apoyada por el hecho de que los gusanos intestinales resisten a la acción de todos los líquidos digestivos; pero si se introduce la pata de una rana viva por la fístula gástrica de un perro, retirada al cabo de cierto tiempo puede comprobarse que está digerida, y el mismo estómago se digiere a sí mismo cuando se le suprime el riego sanguíneo por ligadura de la coronaria estomática, en los casos de úlcera estomacal y también después de la muerte, por lo que ha sido necesario recurrir a otra explicación, como la de que la mucosa estomacal está siendo constantemente alcalinizada por la sangre, o bien se defiende segregando un antifermento (antipepsina) que invalida la acción de la pepsina, o sencillamente gracias a la secreción de mucina, cuya virtud antipéptica está absolutamente demostrada.

A la llegada de los alimentos al estómago, la mucosa de éste se congestiona y segrega abundante líquido no digestivo, pero no contiene todavía pepsina, sino otra sustancia llamada propepsina, que por la acción del ácido clorhídrico se transforma en pepsina. Además, el jugo gástrico es capaz de digerir las grasas ingeridas en estado de emulsión (1), y en el estómago son también digeridas las grasas no emulsionadas, por afluir jugo pancreático por el píloro. A pesar de todo, si se tiene en cuenta que el jugo gástrico acaba por invalidar la acción de la saliva y que la digestión que aquél opera sólo es eficaz para las albuminoides y grasas emulsionadas, y por tanto que todas las otras categorías de alimentos son digeridos por los líquidos intestinales, que además actúan también sobre los citados, es lógico conceder poca importancia a la función digestiva del estómago, lo que comprueba el hecho de ser

(1) En los recién nacidos, la pepsina está sustituida por otro fermento: la presura o lab, que digiere la caseína de la leche, con independencia de la reacción ácida o alcalina del medio.

posible la vida sin estómago en los animales en que se hace la operación de articular directamente el esófago con el duodeno. No debe, sin embargo, deducirse de esto que el estómago sea inútil, pues aparte de que la acción digestiva del jugo gástrico, aunque no tan importante como antes se suponía, es positiva, es indudable que dicho jugo posee propiedad antiséptica ya descubierta por Spallanzani, al observar que las sustancias putrescibles se conservaban en él sin alteración. Además, el estómago, por su volumen, consiente una ingestión copiosa, y sin él habría que tomar el alimento en pequeñas dosis, con mayor frecuencia y con una masticación muy completa.

Los movimientos del estómago son originados en virtud de reflejos engendrados por las excitaciones que los alimentos producen en él y persisten aún con la sección de los nervios estomacales, los cuales actúan sólo como transmisores de excitaciones aceleradoras (pneumogástrico) o moderadoras (esplácnico). Terminada la digestión sobrevienen las contracciones de expulsión, que hacen que el quimo franquee el esfínter pilórico. En ocasiones el alimento puede ser expulsado en la dirección en que ha sido ingerido (vómito), acto reflejo provocado por excitaciones en diversos órganos (base de la lengua, etc.), con sustancias químicas (emetina de la ipecacuana, tártaro emético, etc.) y por influencias psíquicas. El vómito es elaborado en el bulbo porque la destrucción de las capas profundas del calamus le suprime.

Terminada la quimificación, es ultimada la digestión en el intestino. La digestión intestinal es indudablemente mucho más importante que la gástrica y muy compleja, por resultar de la acción combinada de las variadas diástasas de los distintos líquidos intestinales. El papel principal en la quilificación lo juega el jugo pancreático; su tripsina completa la digestión de los albuminoides, transformándolos en peptonas; su lipasa emulsiona y saponifica las grasas; su amilasa juega un papel complementario de la ptialina salivar, transformando las féculas en maltosa, y su maltasa desdobra esta maltosa en glucosa. El jugo intestinal es particularmente eficaz para la digestión de los azúcares, que son transformados en glucosa por la acción de la maltasa que obra sobre la maltosa, la invertina sobre la sacarosa y la lactasa sobre el azúcar de leche. Por otra parte, también las grasas son atacadas por el jugo intestinal merced a su lipasa y los albuminoides bajo la acción de la erepsina. Parece que la tripsina del jugo pancreático no puede obrar sin la presencia de la enteroquinasa del jugo intestinal, y que éste contiene también una sustancia llamada *secretina*, la cual, absorbida, es la que provoca la secreción pancreática, y como dicha secretina se segrega en virtud de la acción excitante del ácido clorhídrico sobre las células epiteliales de la mucosa intestinal, resulta explicada la oportunidad de la intermitente secreción pancreática por el hecho de que la llegada del quimo

Quilificación.

ácido al intestino determina la producción de la secretina, la cual, a su vez, determina la secreción pancreática, que coincide así con la llegada de los alimentos al intestino. En cuanto al papel digestivo de la bilis, parece ser muy escaso, pues si bien es ya antigua la observación de que ligándose el conducto colédoco, la digestión, especialmente de las grasas, es muy imperfecta, lo que condujo a suponer que la digestión de éstas está encomendada a la bilis, hoy se supone que su principal papel consiste en alcalinizar el quimo, poniéndole en condiciones de que actúen las diastasas de los otros líquidos intestinales que no obran en medio ácido. Se admite también que la bilis juega un gran papel antiséptico que no impide, sin embargo, el desarrollo de gran número de microbios, muchos de los cuales parecen ser convenientes a la digestión, si bien no necesarios, pues está probado que la digestión se realiza normalmente en un intestino totalmente aséptico, como el de los animales polares, y el de los cultivados en condiciones asépticas desde su nacimiento, en el cual el intestino nunca posee microbios.

A medida que se va operando la digestión intestinal, los alimentos van avanzando por el intestino, en virtud de las contracciones de sus fibras lisas longitudinales y transversales, que originan los llamados *movimientos peristálticos y antiperistálticos*, transformándose en un líquido de aspecto lechoso por los glóbulos grasos que posee, llamado *quimo*, el cual es absorbido por las vellosidades intestinales a medida que se va formando, quedando las materias insolubles, las cuales, una vez franqueada la válvula íleo-cecal, no pueden ya retroceder al intestino delgado, continuando por el grueso, hasta que, moldeados, rellenan la S ilíaca y son, por último, expulsados al exterior (defecación).

Se calcula en 24 horas el tiempo necesario para que los alimentos recorran todo el tubo digestivo, habiéndose podido comprobar mediante observaciones radioscópicas en personas cuyos alimentos se han mezclado con subnitrito bismuto (opaco a los rayos X), que en el intestino delgado, los alimentos avanzan a razón de un metro por hora; pero en cambio, en el intestino grueso caminan mucho menos velozmente.

Absorción.

Las sustancias digeridas pasan de la cavidad digestiva a los vasos en virtud de la absorción. Esta función se verifica a través de la pared digestiva en toda la longitud del tubo intestinal; pero es particularmente intensa en el intestino delgado, especialmente organizado para ella por ofrecer las vellosidades intestinales que absorben por osmosis el quilo en que están sumergidas de una manera análoga a como las raicillas de las plantas absorben los jugos de la tierra.

El quilo que ha penetrado en el interior de las vellosidades intestinales atravesando su pared epitelica, entra en los vasos que hay en el interior de ellas, con la particularidad de que las peptonas glucosas, sustancias minerales y bebidas ingresan en los capilares venosos en

que se resuelven las venas intestinales, mientras que las grasas digeridas toman la vía linfática, dando un aspecto lechoso a los vasos quilíferos, que les hace muy visibles cuando se sacrifica a un animal después de una digestión copiosa en grasas, mientras que si se le sacrifica en ayunas son incoloros y difíciles de descubrir como los demás vasos linfáticos.

RESPIRACION

La respiración es una función celular. Todas las células de nuestro organismo necesitan constantemente tomar oxígeno y desprenden el anhídrido carbónico originado en las combustiones intracelulares; pero sumidas en el interior del organismo, no están en condiciones de tomar directamente del medio ambiente el oxígeno, ni de expulsar a él el anhídrido carbónico, y de aquí la necesidad de un aparato especial (aparato

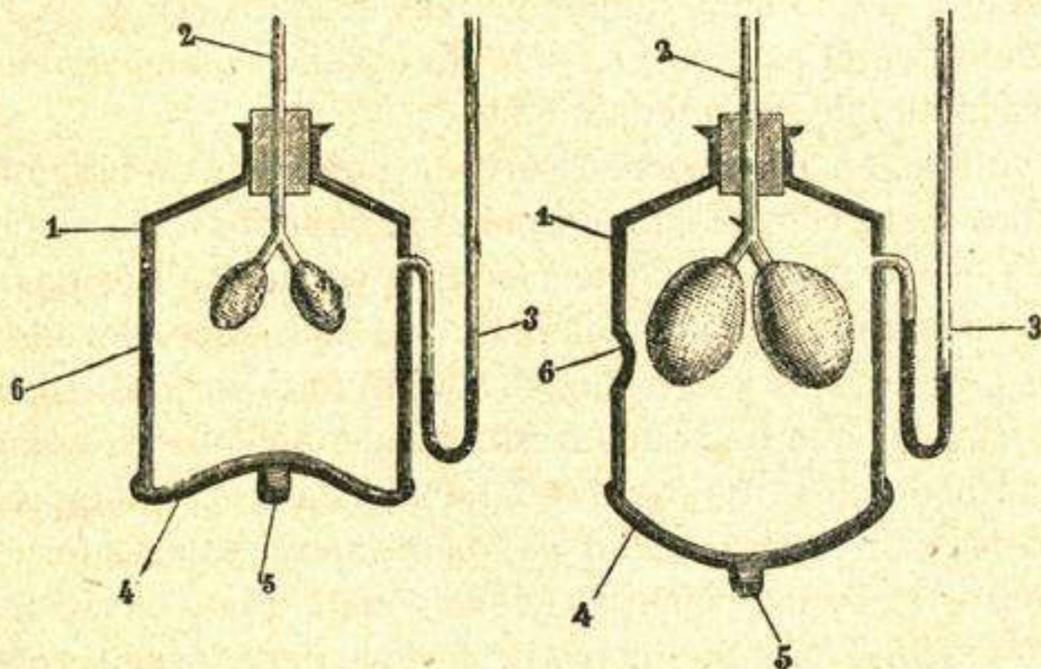


Fig. 109.—Expiración.

Fig. 110.—Suspensión.

Esquema de Funke que demuestra la solidaridad de movimientos entre un órgano elástico en comunicación con el exterior y la cavidad cerrada en que está contenido. La variación de volumen de ésta se hace mediante el diafragma inferior de caucho 4, que representa el diafragma. El tubo 2 actúa de conducto respiratorio por el que entra el aire hinchando las dos vejigas que representan los pulmones cuando la presión disminuye en la cámara que actúa de caja torácica.

respiratorio), adonde un medio intermediario, la sangre, conduzca el anhídrido carbónico que producen todas las células del organismo, alejando este cuerpo perjudicial para la vida animal y arrojándole al exterior, al mismo tiempo que en el mismo aparato toma la sangre el oxígeno del aire para conducirlo a todas las células del organismo. Este intercambio de gases entre el aire y la sangre, se hace por osmosis gaseosa a través de la enorme superficie permeable de separación que representan los dos pulmones, a los que llega el aire por el conducto respiratorio y se renueva la sangre por los vasos pulmonares.

Fenómenos
mecánicos.

Continuamente y a pequeños intervalos se verifican alternadamente los movimientos respiratorios, que son de dos clases; unos provocan la entrada del aire en el aparato respiratorio (*inspiración*), otros dan lugar a la salida del residuo gaseoso de los pulmones (*expiración*). El mecanismo de la inspiración y de la expiración reside en la elasticidad de los pulmones, en la facultad de la caja torácica de modificar su volumen y en la solidaridad de ésta y los pulmones. Fácilmente se demuestra la elasticidad de los pulmones ajustando al tubo respiratorio de un animal recién sacrificado un tubo con una espita, por el que se inyecta aire, el cual sale con violencia si después de hecha la operación y cerrada la espita se abre ésta, porque la presión del aire inyectado ha distendido las vesículas pulmonares, que recobran por elasticidad su volumen cuando se abre la llave. Se comprende ahora, dada la elasticidad de los pulmones, que encerrados éstos en una cavidad susceptible de amplificarse y reducirse, el aire tiene que entrar y salir, respectivamente, por efecto de la disminución y aumento de presión, de la misma manera que lo hace a unas vejigas elásticas (figs. 109 y 110) en comunicación con el exterior cuando se agranda o empequeñece la cavidad cerrada en que están contenidas.

La amplificación del tórax se verifica poniendo en juego los llamados músculos inspiradores que agrandan la caja torácica según sus tres diámetros (antero-posterior, transversal y vertical). Los dos primeros diámetros aumentan por la acción de los músculos elevadores de las costillas (supracostales y escalenos), y el último por descenso del centro del diafragma, que toma una forma menos abombada, comprimiendo a la cavidad abdominal, que se dilata también. La expiración se produce principalmente por la elasticidad de los órganos violentados, que tienden a recobrar su forma primitiva, devolviendo a la cavidad torácica su anterior volumen. Tanto uno como otro movimiento respiratorio pueden ser amplificados por la acción de músculos que normalmente no entran en juego (inspiración y expiración forzadas).

Los movimientos respiratorios ofrecen una frecuencia variable, aun en estado normal, según el estado del organismo, edad, sexo, etc. Puede decirse que el hombre adulto respira 16 veces por minuto, y la mujer y el viejo 18, elevándose este número en los niños hasta 44 en los recién nacidos.

La *capacidad pulmonar* se estima de un máximo de 4 a 5 litros para un adulto, y como aun en una expiración forzada no se llega a expulsar toda esta cantidad, queda un *aire residuario*, cuya cantidad es próximamente de un litro. La diferencia entre la mayor cantidad de aire que puede introducirse y la que puede expelerse, se llama *capacidad vital* y se evalúa en 3 litros y $\frac{1}{2}$ como término medio. En la inspiración normal se absorbe solamente litro y medio de aire (*aire respiratorio* o

corriente), denominándose *aire complementario*, al que puede introducirse de más en una inspiración enérgica y *aire de reserva* la cantidad que puede ser espirada de más en una espiración forzada. El siguiente cuadro resume todos los datos en centímetros cúbicos referentes a estos fenómenos respiratorios:

Capacidad total de los pulmones: 4.500.	Capacidad vital: 3.500.	Aire complementario..	1.500	} Capacidad pulmonar: 2.500.
		» corriente.....	1.500	
		» de reserva.....	1.500	
		» residual.....	1.000	

Resulta de esto que en cada respiración el aire no se renueva del todo, sino sólo una parte, y así, si se hace una inspiración de hidrógeno puro, es preciso de 6 a 10 respiraciones para concluir de eliminar todo el hidrógeno inspirado.

Aplicando el oído al pecho de una persona, se oyen dos clases de ruidos: uno llamado *murmullo vesicular*, que se origina en la inspiración al inflarse las vesículas pulmonares, y otro llamado *soplo bronquial*, que produce en la faringe el aire inspirado. La apreciación de estos ruidos (auscultación) es de gran importancia clínica.

Ruidos respiratorios.

Ruidos respiratorios se producen también en una porción de actos accidentales respiratorios, como la *tos*, inspiraciones profundas seguidas de espiraciones violentas; el *estornudo*, inspiración lenta y profunda con la nariz, seguida de una espiración rápida y ruidosa, también nasal; el *sollozo*, inspiraciones y espiraciones entrecortadas causadas por pequeñas contracciones del diafragma; el *hipo*, inspiraciones lentas por depresiones rápidas del diafragma; el *bostezo*, inspiración larga y profunda con la boca muy abierta; el *suspiro*, inspiración lenta y profunda, seguida de una espiración también lenta; el *esfuerzo*, inspiración profunda seguida de espiración pausada, con la glotis y la boca cerrada, y el *ronquido*, espiración ruidosa que se presenta durante el sueño, por vibrar el velo del paladar. La fonación, por último, no es en realidad más que una serie de ruidos respiratorios.

Las modificaciones físicas que sufre el aire inspirado se refieren principalmente a su temperatura y su estado higrométrico. Durante su paso a través del aparato respiratorio, el aire exterior se calienta especialmente al pasar por las anfractuosidades muy vascularizadas de las fosas nasales, cuyo papel es también importante, como depurador del aire, pues en ellas abandona las partículas en suspensión que dañarían el aparato respiratorio y que quedan así adheridas a las mucosidades de la nariz.

Fenómenos físico-químicos.

Las modificaciones químicas que el aire experimenta, en virtud del fenómeno respiratorio, fueron ya establecidas por Lavoisier, y consis-

ten en esencia en la disminución de oxígeno y el aumento de anhídrido carbónico; así, mientras la composición del aire en 100 partes es de 20'95 de oxígeno, 79'02 de nitrógeno y unos 0'03 de anhídrido carbónico, el análisis del aire espirado demuestra que mientras la proporción de nitrógeno queda constante, la de oxígeno baja a 16 ó 17 % y la de ácido carbónico asciende a 3 ó 4 %. Respecto al aumento de vapor de agua, se hace bien ostensible con el hecho de empañarse los objetos fríos con el vaho del aliento.

Se supone que a través del fino endotelio de las vesículas pulmonares se verifica el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire pulmonar por la diferente tensión entre los gases de ambos, y que el oxígeno se combina con la hemoglobina de los glóbulos rojos, transformándola en oxihemoglobina, de la cual, reduciéndola, toman los tejidos el oxígeno. El anhídrido carbónico que se forma en las combustiones intraorgánicas, es transportado a los pulmones, en parte combinado con la hemoglobina en forma de carbohemoglobina y en parte con el carbonato y fosfato sódico en forma de bicarbonato y fosfocarbonato, combinaciones todas muy inestables que se desdoblán en presencia del oxígeno de los pulmones, quedando en libertad el anhídrido carbónico, que es expulsado al mismo tiempo que el oxígeno es absorbido.

Se puede calcular en 540 litros la cantidad de oxígeno que absorben los pulmones diariamente, de los cuales solamente 400 son utilizados en la formación de anhídrido carbónico, mientras que los 140 litros restantes se utilizan en otras oxidaciones. La relación $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = \frac{400}{540}$, llamada cociente respiratorio, es, pues, siempre menor que la unidad, contrariamente de lo que debía ocurrir si todo el oxígeno fuera consumido por el carbono para la formación de anhídrido carbónico, en cuyo caso equivaldría a la unidad. La actividad respiratoria aumenta con el frío, el ejercicio y la presión. El oxígeno, a la presión de 3'5 atmósferas o el aire a la de 17'5, obra como un veneno, por tetanizar todos los músculos, entre ellos el corazón; por el contrario, el aire a 1/25 de atmósfera, o bien a la presión ordinaria con 3 % de oxígeno, no sirve para la respiración, aun cuando esté privado de anhídrido carbónico, por dejar de ser absorbido el oxígeno. La falta de presión en el aire es la causa de los vértigos de altura o mal de las montañas que se padece en las ascensiones. Los aeronautas, aun manteniéndose en reposo, sienten aumentar los movimientos respiratorios con la altura; por encima de 400 metros sobrevienen vértigos, ruidos de oído, dolores de cabeza y astenia y por último, la muerte por encima de 6.000 metros. En los habitantes de países elevados, el número de glóbulos rojos aumenta, con lo que se facilitan los cambios respiratorios, así como la cantidad de hemoglobina, mientras que el aumento de presión la destruye. Los cambios de

presión son mortales cuando se operan súbitamente, circunstancia que han de tener presente los que, como los buzos, trabajan a presiones superiores a la normal.

De todos los gases, sólo el oxígeno sirve realmente para la respiración; pero es preciso distinguir entre los sencillamente irrespirables (nitrógeno, hidrógeno, anhídrido carbónico) de los venenosos, como el Cl, SO₂ y SH₂, que destruyen los tejidos, y el CO (óxido de carbono) o tufo, que por formar con la hemoglobina un compuesto muy estable que el oxígeno del aire no puede descomponer, es muy venenoso, aun en pequeña cantidad.

No todos los tejidos tienen igual necesidad de oxígeno, siendo desde luego mayor el consumo en los períodos de actividad, y menor durante el sueño. Los tejidos muscular y nervioso son entre todos los más ávidos de oxígeno.

Los movimientos respiratorios son regidos por centros bulbares que reciben las impresiones por conducto de los pneumogástricos. Es indudable la intervención del cerebro en los actos respiratorios, pero no necesaria. Los centros respiratorios son excitados también por el anhídrido carbónico, y por esto cuando la sangre se carga de él sobreviene la disnea, que no es más que una reacción del organismo contra la asfixia.

Complemento de la respiración pulmonar es la que se verifica por toda la superficie del cuerpo. La intensidad de la respiración cutánea en el hombre equivale a una centésima parte de la de los pulmones.

La respiración cutánea, por lo que se refiere a la exhalación de vapor de agua, se pone de manifiesto con sólo acercar a la piel un objeto brillante, pues éste queda empañado.

Aunque la respiración cutánea en el hombre no tiene la importancia que en algunos animales, debido a que la superficie del cuerpo es poco mayor de 1 m², mientras que la de los pulmones se eleva a 200, no por eso es despreciable, como lo prueba el aparecer los síntomas de asfixia cuando el cuerpo esté introducido en un gas deletéreo, aunque por la boca se respire aire puro.

Es, pues, la piel, aunque en menor grado que los pulmones, un órgano de absorción de oxígeno y de eliminación del anhídrido carbónico y el vapor de agua, verificándose el intercambio gaseoso entre el aire y la sangre de los capilares a través de la piel de una manera en un todo análoga al que se opera entre el aire de los pulmones y la sangre de los capilares pulmonares.

Respiración
cutánea.

CIRCULACION

Marcha general de la sangre en el organismo.

La sangre se mueve en el interior de los vasos en virtud de desigualdad de presiones, siendo el corazón el órgano encargado de mantener estas desigualdades. Es fácil demostrar que la sangre se mueve hacia el corazón en las venas y en sentido inverso en las arterias, repitiendo los experimentos clásicos de Harvey (1) de ligarlas, pues las primeras se hinchan del lado opuesto al corazón, mientras que en las segundas la sangre se acumula en el otro lado.

El esquema adjunto dará idea de la marcha de la sangre en nuestro organismo. Del ventrículo izquierdo sale sangre roja o arterial, es decir, rica en oxígeno, que marcha por la arteria aorta y la red capilar arterial a todas las partes del cuerpo, dejando el oxígeno en los tejidos y recogiendo el anhídrido carbónico, con lo que queda convertida en sangre venosa, que recogida por los capilares venosos y por los linfáticos la parte extravasada (plasma y leucocitos) va al corazón, donde la arrojan las venas que desembocan en la aurícula derecha; de ésta pasa al ventrículo izquierdo para marchar a los pulmones por las arterias pulmonares, convirtiéndose en aquéllos en sangre arterial, que vuelve por las venas pulmonares a la aurícula izquierda, de donde pasa al ventrículo izquierdo, que hemos tomado como punto de partida. La sangre,

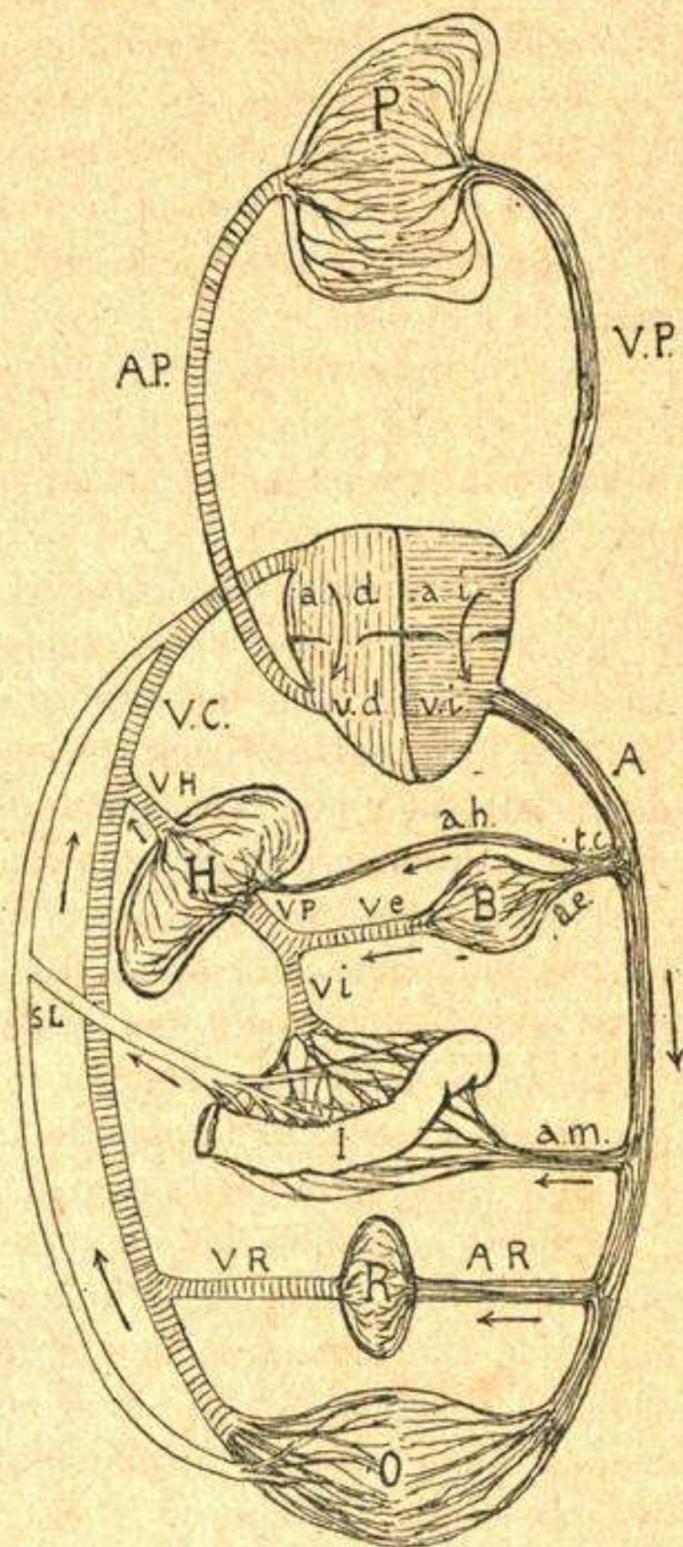


Fig. III.—Esquema de la circulación de la sangre. Los conductos con sangre arterial están rayados longitudinalmente, los de sangre venosa transversalmente y los linfáticos en blanco. P, pulmón; O, un órgano cualquiera; I, intestino; R, riñón; H, hígado; B, bazo; AP y VP, arteria y vena pulmonar; A, aorta; VC, vena cava; S L, sistema linfático; V P vena porta.

(1) El descubrimiento de la circulación de la sangre es relativamente reciente. Los antiguos tenían ideas muy incompletas y erróneas sobre este asunto, como las de considerar las arterias como conductos de aire (y de aquí su nombre), por encontrarse siempre vacías en el cadáver en virtud de su elasticidad; conceptuar el hígado como el centro del sistema circulatorio, etc. En el siglo XVI Colombo y el español Miguel Servet descubrieron la circulación pulmonar, y poco después Cesalpino y Harvey la circulación mayor.

pues, recorre una trayectoria cerrada, pasando dos veces por el corazón y describiendo dos círculos: uno el de la circulación mayor, en que la sangre va del corazón a los órganos y de éstos al corazón, y otro de la circulación menor, en el que están intercalados los pulmones. Se dice que la circulación en el hombre es doble, por ofrecer estos dos círculos, y completa por haber un segmento arterial y otro venoso, de forma que la sangre arterial no se mezcla con la venosa. Es de notar que en la circulación menor las arterias llevan sangre venosa y las venas arterial, al contrario de lo que ocurre en los vasos de la circulación mayor.

Circulación
cardíaca.

En el corazón, órgano esencialmente muscular, reside la causa inicial de la circulación. Su funcionalismo consiste en una serie de contracciones rítmicas (*sístole*) que alternan rigurosamente con períodos de descanso (*diástole*). La suma de estos dos tiempos constituye lo que se llama una *revolución cardíaca*, y dura aproximadamente $\frac{3}{4}$ de segundo en el adulto.

No todo el corazón entra en sístole al mismo tiempo. Las aurículas quedan en sístole durante $\frac{1}{10}$ de revolución cardíaca, y después de otro tiempo igual de *intersístole* sobreviene la contracción ventricular, que dura $\frac{3}{10}$, quedando, por tanto, un tiempo de $\frac{5}{10}$ de revolución cardíaca, en que todo el miocardio se relaja y descansa. Este descanso es, por tanto, de $\frac{9}{10}$ para las aurículas y de $\frac{7}{10}$ para el ventrículo.

La sangre llega a las aurículas que están en diástole por las venas correspondientes. La contracción de ambas aurículas es simultánea, y al achicar sus cavidades comprimen a la sangre que pasa por los orificios aurículo-ventriculares a los ventrículos, no volviendo a las venas por ser la presión en ellas mayor que la producida por la sístole de las aurículas (2.5^{mm} de mercurio), mientras que su paso a los ventrículos es favorecido por la absorción que produce la diástole ventricular. Al contraerse los ventrículos cierran automáticamente las válvulas tricúspide y mitral, y no pudiendo volver la sangre a las aurículas, pasa a las arterias, venciendo la resistencia que opone la presión de la sangre en ellas (15 a 18 centímetros de mercurio en el origen de la aorta y 3 a 5 cm. en el origen de la pulmonar). En resumen: la sangre es expulsada del corazón en virtud de su energía contráctil, y acude a él en virtud de la aspiración que produce el aumento de las cavidades auriculares coetáneamente con la sístole ventricular, la aspiración producida a su vez por la diástole ventricular sobre la sangre de las aurículas y por la llamada *aspiración torácica* que obra constantemente en virtud de la elasticidad de los pulmones.

El análisis de la contracción cardíaca se hace mediante aparatos que la registran y que se llaman *cardiógrafos*; los destinados a experimentar en animales consisten en sondas con ampollas herméticamente cerradas (fig. 112) que se introducen en el animal, en que se experimenta

dentro de su corazón, por los grandes vasos del cuello (vena yugular para el corazón derecho, arteria carótida para el izquierdo). Las contracciones de las cavidades cardíacas comprimen las ampollas transmitiéndose a unos tambores que mueven una aguja inscriptora, la cual traza el cardiograma en un tambor giratorio en virtud de un aparato de relojería. Los tiempos de sístole se señalan por ascensos de la curva, que ofrecen una especie de meseta que corresponde al tiempo sistólico en que la presión es sostenida. Estos máximos son especialmente elevados en el ventrículo y muy especialmente en el izquierdo.

En el hombre, los cardiógrafos consisten en tambores que recogen las sacudidas cardíacas aplicándoles contra el pecho.

Signos externos de la revolución cardíaca.

La actividad del corazón se acusa exteriormente por dos clases de fenómenos de gran importancia clínica: los *latidos* y *ruidos* del cora-

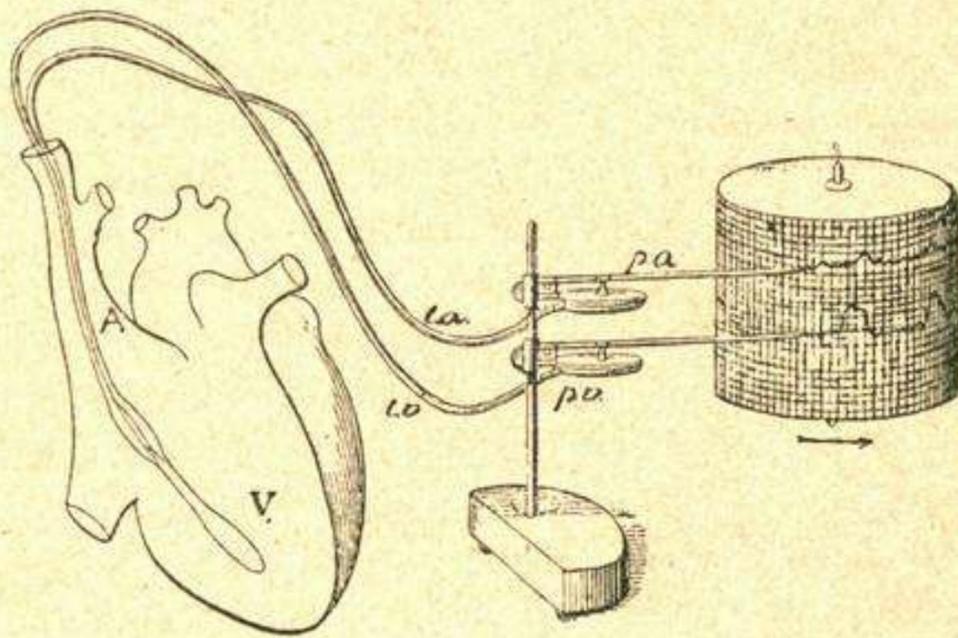


Fig. 112.

Cardiógrafo de sonda trazando las curvas de variaciones de presión en una aurícula y su ventrículo correspondiente.

zón. Los latidos son conmociones que se sienten al apoyar la mano en el pecho a nivel del 4.º ó 5.º espacio intercostal izquierdo, y que se repiten con ritmo regular 70 a 75 veces al minuto por término medio en el hombre adulto, siendo mayor su frecuencia en los viejos y sobre todo en los niños (140 en el recién nacido). El latido no es un choque del corazón contra la pared torácica, puesto que el corazón es adherente a ella, sino que ésta es conmovida coetáneamente con la sístole ventricular por efecto del endurecimiento y aumento de diámetro en sentido anteroposterior del miocardio y por el empuje de la onda sanguínea que llega.

Si se aplica el oído contra el pecho, se perciben dos clases de ruidos alternantes: uno que se produce al mismo tiempo que el latido, es sordo y prolongado y se produce con el cierre de las válvulas aurículo-ventriculares al impedir el retroceso de la sangre a las aurículas, y otro

breve y claro que es producido al cerrarse las válvulas sigmoideas por tender la sangre de las arterias a volver al corazón en la diástole ventricular, impidiéndoselo dichas válvulas, que bruscamente se cierran por el impulso de la misma sangre.

El papel de las arterias es no solamente distribuir la sangre por todo el cuerpo, llevándola a todos los órganos, sino además asegurar una circulación continua de la sangre en los tejidos, a pesar de ser intermitente el impulso del corazón y todavía aún regular la cantidad de sangre que en cada momento debe recibir cada uno de los órganos.

Circulación arterial.

Estos dos últimos fines se consiguen, respectivamente, gracias a las dos propiedades características de las arterias: la elasticidad y la contractibilidad que las comunican sus tejidos elástico y muscular.

En virtud de su elasticidad, las paredes de las arterias reaccionan sobre la sangre, que inyectada en ellas a presión por sacudidas en su interior, da por resultado el producir una corriente continua. Se comprueba la transformación del esfuerzo intermitente de un líquido en el interior de un tubo de paredes elásticas en propulsión continua por medio del aparato de Marey (fig. 113), que consiste en un frasco de Mariotte lleno de agua, del que sale un tubo depresible, pero inextensible, que se

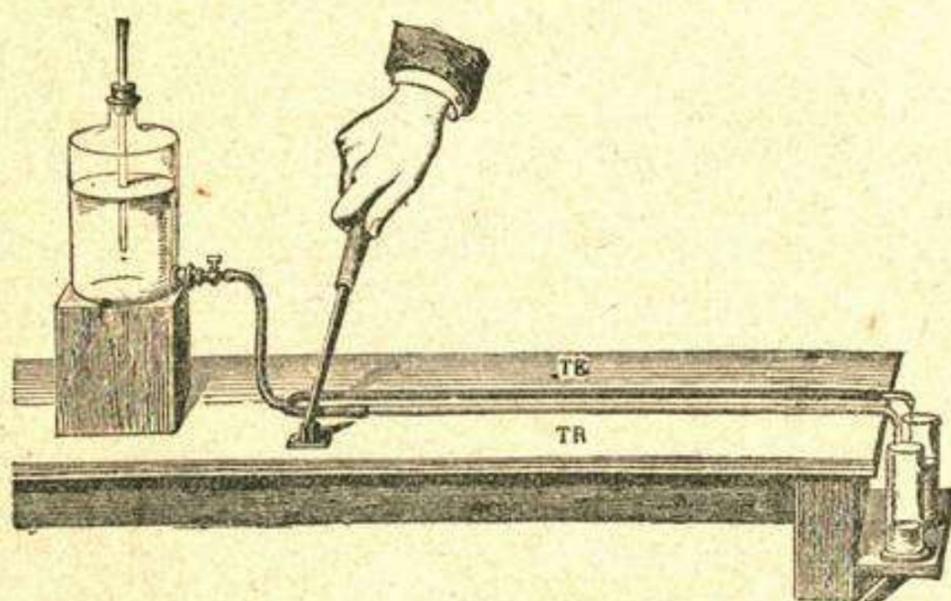


Fig. 113.

Experimento de Marey para comparar la salida de un líquido en un tubo de paredes rígidas y otro de paredes elásticas, inyectado en ambos con intermitencias.

bifurca, continuándose sus dos ramas por dos tubos de un metro de longitud, uno de vidrio con paredes rígidas, y otro de goma, es decir, con paredes elásticas. Comprimiendo ahora rítmicamente el tubo en Y, se observa que el tubo de cristal da chorros intermitentes, mientras el de goma da un chorro continuo. La explicación de este fenómeno es la misma; reside en que el tubo de goma, lo mismo que las arterias, se distiende por la presión del líquido sobre las paredes, las cuales reaccionan sobre él, convirtiendo el esfuerzo intermitente en continuo. El co-

razón lanza, pues, rítmicamente a cada sístole ventricular una oleada de sangre a las arterias, produciendo una distensión en éstas; su reacción empuja la sangre hacia la periferia, ya que no puede retroceder al corazón, por impedírsele las válvulas sigmoideas, con lo que el esfuerzo cardíaco es almacenado en las arterias en forma de fuerza elástica y restituído a la sangre durante los intervalos de diástole ventricular. Esta manera de progresar la sangre en las arterias, originando dilataciones rítmicas de ellas, se llama *pulso arterial*, y su número es frecuentemente determinado por el médico en la arteria radial para juzgar del estado del organismo, siendo igual al de latidos del corazón. El

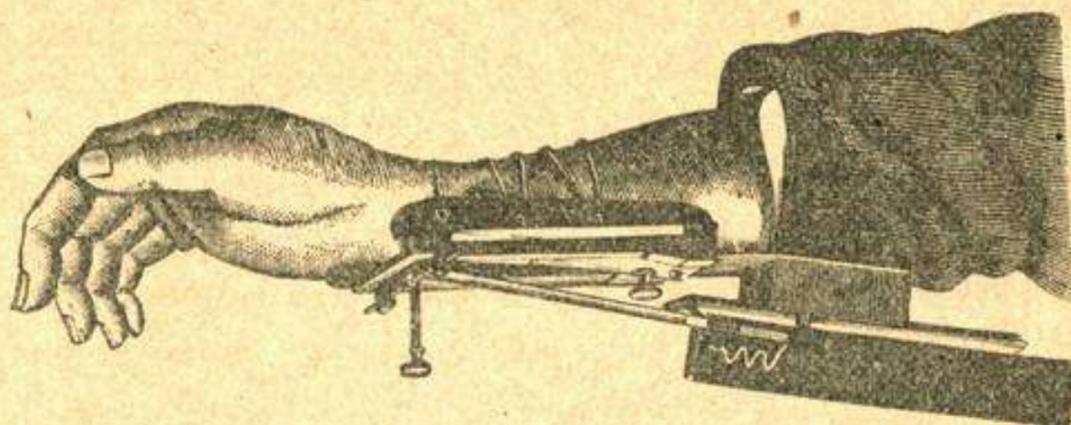


Fig. 114.

Esfigmógrafo de Marey. La palanca inscriptora recibe las conmociones de la arteria radial cerca de su punto de apoyo y por su gran longitud las exagera trazando con su extremo la gráfica del pulso en un plano ennegrecido que se desliza suavemente.

número de pulsaciones aumenta con la fiebre, el ejercicio, la emoción, y disminuye con el ejercicio. El estudio gráfico del pulso se hace mediante aparatos denominados esfigmógrafos. La fig. 114 da buena idea de su mecanismo.

La onda pulsátil se propaga con una velocidad de nueve metros por segundo, con independencia de la velocidad de traslación de la sangre, que es sólo de 50 cm. al nacimiento de la aorta.

De lo expuesto se deduce que la sangre corre en las arterias sometida a una presión que sufre intermitencias alternadas de aumento y disminución, todo lo cual lo prueba el hecho de que seccionando una arteria, la sangre rutilante es proyectada violentamente, formando un chorro que se refuerza por sacudidas intermitentes. La presión arterial ha podido ser medida y registrada en los animales por medio de delicados manómetros que se ponen en comunicación con el interior de la arteria. En el hombre, estas determinaciones se hacen midiendo el esfuerzo necesario para deprimir las arterias, impidiendo el paso de la sangre por la compresión que se obtiene con un saco o balón en que se inyecta aire a presión hasta producir dicho efecto.

Reside la causa de la presión arterial en la resistencia que los capi-

lares arteriales ofrecen a dejar pasar la sangre en virtud de su pequeño calibre, y disminuye con la distancia al órgano propulsor central, contribuyendo a ello la debilitación de la capa elástica a medida que disminuye el calibre de las arterias.

La contractibilidad de las arterias es cualidad muy importante, porque gracias a ella puede en cierta medida variar su calibre y con él la cantidad de sangre que aportan. La autorregulación de la irrigación sanguínea que cada órgano debe recibir se hace, como veremos, bajo la acción del sistema nervioso.

La sangre circula en los capilares merced al empuje que constantemente recibe de las arterias, determinado por las contracciones ventriculares y por la elasticidad arterial, y circula con una presión muy inferior a la que tiene en las arterias, debido a la gran resistencia que ofrecen los capilares en razón de su pequeño diámetro y a la gran capacidad de la red capilar superior a la de las arterias, pues la multiplicidad de los capilares compensa con creces su finura. La corriente sanguínea en los capilares es continua y uniforme, pues la onda pulsátil que llega a ellos muy debilitada, se extingue por la falta de elasticidad de las paredes, que son exclusivamente endoteliales. La disminución de presión en los capilares determina una disminución de velocidad en la corriente sanguínea que corre por ellos muy lentamente, especialmente en los de más estrecho calibre.

Circulación en los capilares.

La circulación capilar puede observarse al microscopio en órganos transparentes de animales vivos, como la membrana interdigital de la rana. El espectáculo que se sorprende es sumamente instructivo; los glóbulos rojos desfilan lentamente en columnas cerradas, alargándose en los pasos angostos. En los capilares más gruesos la sangre pasa más rápidamente y se observa ya la pulsación, puesto que rítmicamente la velocidad aumenta y disminuye.

La sangre circula por las venas hacia el corazón, uniformemente sin sacudidas y a débil presión (5 a 15 mm. de mercurio), en virtud del empuje de la sangre que constantemente afluye a ellas desde los tejidos, en virtud también de la aspiración que produce la diástole auricular y por la dilatación que la elasticidad de los pulmones producen sobre los gruesos troncos venosos (aspiración torácica).

Circulación venosa.

Otras causas secundarias coadyuvan también a la circulación de la sangre en las venas, como son: la pesantez en las venas en que la sangre camina en la dirección de la gravedad, como ocurre en las del cuello; la existencia de válvulas en las que vienen de los miembros, las cuales impiden el retroceso de la sangre, que corre en dirección opuesta a la gravedad y la obligan a ascender cuando se producen contracciones de las paredes venosas; la vecindad de las arterias que transmiten por contacto sus movimientos ondulatorios, y la acción de los músculos que

comprimen las venas, obligando a la sangre a avanzar, ya que las válvulas la impiden retroceder.

Circulación linfática.

La progresión de la linfa es debida a análogas causas que la de la sangre venosa, como hace presumir la analogía anatómica entre los vasos linfáticos y las venas. La linfa que continuamente trasuda por las paredes de los capilares, hace avanzar continuamente hacia delante lo que contiene el sistema linfático. La aspiración torácica, el empuje y movimientos de las vísceras, los latidos de la aorta, las contracciones musculares y las válvulas de los vasos linfáticos son causas accesorias que colaboran en la circulación linfática.

Inervación circulatoria.

El corazón es un órgano autónomo, puesto que funciona aún separado del sistema nervioso, debido a los centros nerviosos que posee (1). Sabemos, sin embargo, que el corazón está en relación con el sistema nervioso por los pneumogástricos y filetes simpáticos de los ganglios cervicales; pero el papel de estos nervios es el de transmisores de excitaciones puramente modificadoras, porque el corazón sigue funcionando después de seccionados, obrando los pneumogástricos de transmisores de excitaciones moderadoras y los simpáticos de aceleradoras, porque si se excitan las primeras, el movimiento del corazón se hace más lento, mientras que si se excitan las segundas, el corazón late más velozmente.

Los movimientos de los vasos están supeditados al sistema nervioso por el intermedio de dos clases de nervios llamados vasomotores; los unos disminuyen su calibre, y se llaman vasoconstrictores; los otros le aumentan, llamándose vasodilatadores. De esta manera el riego sanguíneo es regulado por la acción antagónica de ambas clases de nervios; recibiendo las órganos en cada momento la cantidad conveniente de sangre.

NUTRICIÓN

Asimilación y desasimilación.

Siendo la sangre el medio vital de las células de nuestro organismo, con ella han de realizar el intercambio de materiales característicos de la vida. Este intercambio constituye la nutrición, función celular que no se localiza, por tanto, en ningún aparato determinado.

De la sangre toman las células los productos de anabolismo que serán incorporados (asimilación), hasta que transformados por el metabolismo celular en productos de catabolismo (desasimilación), son devueltos a la sangre.

De las sustancias absorbidas por la pared digestiva, el agua y las sales solubles, así como el oxígeno de la respiración, son directamente

(1) De ellos, el ganglio de Ludwig es moderador, y los de Remak y Bidder aceleradores.

asimilados por las células, siendo selectiva su asimilación, escogiendo cada órgano de preferencia ciertas sustancias, como el cloruro sódico, las glándulas digestivas; el hierro, el hígado y bazo; el iodo, el cuerpo tiroides; el fósforo, las glándulas genitales; el oxígeno, el fósforo y el calcio, el sistema nervioso, etc.

La glucosa es oxidada en su mayor parte utilizándose el calor que resulta de su combustión, y siendo los músculos, especialmente durante su actividad, los que preferentemente la consumen; pero es preciso tener en cuenta que no toda la glucosa absorbida va directamente en masa al torrente circulatorio, sino que marcha por la vena porta al hígado, donde es retenida en forma de glucógeno, siendo este órgano el que la vierte constantemente a la sangre, según el organismo va consumiendo la que hay en ella en pequeña cantidad. Se calcula que el hígado proporciona a la sangre cada 24 horas 10 gramos de glucosa por kilogramo de materia viva, o sea 600 gramos para un hombre de peso medio.

La grasa la utiliza el organismo por su gran poder termógeno, almacenándola cuando hay abundancia en el tejido adiposo subcutáneo. Fórmase las grasas en las vellosidades intestinales a expensas de los ácidos grasos y de la glicerina en que han sido desdobladas en la digestión; pero también forma el organismo las grasas a expensas de los hidratos de carbono y aun de las sustancias proteicas, porque se engorda con alimentación rica, principalmente en hidrocarbonados. Con respecto a la desasimilación de las grasas, sabemos que una gran parte es quemada, como los hidratos de carbono y eliminada por el pulmón en forma de anhídrido carbónico y vapor de agua; pero también se eliminan las grasas y sin descomponerse por la piel con la secreción sebácea.

En cuanto a los albuminoides, muy transformados por la digestión, son absorbidos, edificando con ellos las células de nuestro organismo la multitud de sus sustancias proteicas. Se supone que a expensas de los albuminoides desdoblados por el proceso digestivo y absorbidos por la pared intestinal, forma el hígado y las células intestinales los albuminoides de la sangre, y a expensas de ellos las células sintetizan sus albuminoides específicos. Es curioso que el organismo es incapaz de almacenar las sustancias proteicas en caso de abundancia, para las épocas de penuria, como lo hace con la glucosa y las grasas, de forma que elimina los nitrogenados en la proporción que las toma, y por esto en caso de alimentación muy rica en albuminoides, ahorra grasas e hidratos de carbono. Así no es posible engordar con un régimen albuminoideo, mientras que la obesidad se alcanza fácilmente con alimentación de grasas, y, sobre todo, de hidratos de carbono, de los cuales el tubo digestivo puede tolerar una ración de 600 gramos, mientras sólo puede digerir como máximo 200 gramos de albúmina.

La materia albuminoidea asimilada se desintegra en los procesos de

catabolismo intraorgánico, quedando reducida a sustancias de desecho, de composición química muy sencilla, de las que es tipo la urea.

Calorificación.

Las transformaciones químicas que se operan en los procesos intraorgánicos no solamente determinan transformaciones de materia, sino que son además una fuente continua de energía que utiliza el organismo en sus actividades y que se manifiesta por un desprendimiento incesante de calor. Se sabe, en efecto, que nuestro organismo, sea cualquiera la temperatura del ambiente, se mantiene a una temperatura propia y constante, en general superior a la de aquél, y esta aparente falta de obediencia a ley del equilibrio térmico, se consigue gracias a una producción continua de calor que compense la que constantemente el organismo pierde por radiación, tanto más intensa cuanto más baja es la temperatura del medio.

La temperatura del cuerpo humano oscila entre 37° y $37^{\circ},8$. En estado normal se mantiene siempre entre dichos valores, subiendo algo durante las digestiones y descendiendo un poco durante el sueño; pero en estado patológico puede elevarse por encima de 38° , constituyendo la fiebre.

Las investigaciones calorimétricas han permitido determinar que en reposo el hombre adulto produce unas 2.500 calorías, pudiendo elevarse esta cifra con el trabajo hasta 3.800.

Los recursos de que el organismo dispone para mantener constante su temperatura, son muy variados. Si la temperatura ambiente es muy baja, el organismo necesita una alimentación más abundante y termógena, y por esto los habitantes de climas fríos comen más y prefieren las grasas que repugnan en los climas cálidos. El ejercicio es también una fuente de calor, y el frío constituye un estimulante de la actividad muscular. La piel y el tejido adiposo subcutáneo constituyen excelentes abrigo que aminoran la radiación calorífica. Por último, con el frío los nervios vaso-constrictores superficiales entran en juego, y aminorándose la actividad circulatoria en la piel, se impide un desperdicio de calor, además de una menor producción de melanina, con lo que la piel, tomando una coloración más blanca, emite menos calor.

Por el contrario, cuando el medio ambiente tiene una temperatura muy elevada, los vasos superficiales se dilatan y con ello la actividad de la piel se exalta, activándose la producción del sudor, que al evaporarse refresca la piel, la melanina se produce bajo la acción del sol en mayor cantidad, tomando el cutis un color más moreno que consiente mayor emisión calorífica. El ejercicio se hace penoso gustando la inactividad, y se prefiere una alimentación más ligera a base de hidratos de carbono, cuyo poder termógeno es inferior al de la grasa.

SECRECIÓN

Propiedad general de las células es la de separar sustancias determinadas del medio que viven y expulsarlas después de transformadas químicamente; pero esta propiedad es particularmente manifiesta en las células glandulares como las que ocupan las superficies epiteliales de las glándulas. Entre éstas hay unas que expulsan su producto al exterior (1) (glándulas de secreción externa), mientras que otras están desprovistas de conducto vector, pues vierten sus productos al mismo medio interno (sangre) del que han separado los elementos para su formación, siendo su principal papel el de mantener constante la composición de la sangre (glándulas de secreción interna). Las primeras pueden aún dividirse, como antiguamente se hacía, en *recrementicias*, atendiendo a que el producto sea aún útil al organismo y pueda ser de nuevo incorporado a él (glándulas digestivas), y *excrementicias*, es decir, glándulas cuyo producto una vez formado está destinado a evacuarse (riñones). Es preciso, sin embargo, tener en cuenta que muchos productos excrementivos pueden ser aún de utilidad (sudor, lágrimas, etc.), y que muchas glándulas que vierten productos son además de secreción interna (hígado, páncreas, etc.).

La actividad glandular es debida a la influencia del sistema nervioso, ya que sabemos que éste preside todos los movimientos y secreciones del organismo. También obedece a la acción de excitantes químicos, debiendo para cada glándula existir fibras nerviosas *escito-secretoras* que estimulan la actividad glandular y *freno-secretoras* que la moderan, resultando del juego de ambas acciones antagónicas la regulación de la actividad funcional de la glándula. Esta consiste en la elaboración de principios en el interior de las células que se acumulan en ella (2), expulsándose después en los momentos de actividad a beneficio de un exceso de agua que toman también de la sangre, cuyo aflujo es mayor en las fases de actividad.

Glándulas de secreción interna

El hígado tiene a su cargo una misión compleja y muy importante, no sólo por el gran número de funciones que desempeña, sino también por Hígado.

(1) Entre ellas se encuentran las glándulas digestivas, ya que la cavidad digestiva es en realidad exterior al cuerpo, y lo que hay en el tubo digestivo está realmente fuera del cuerpo mientras no franquee la pared intestinal.

(2) Se suponía antes que había glándulas cuyas células se transformaban íntegramente en la sustancia de secreción (holocrinas), mientras que en otras la célula elaboraba las sustancias sin dejar de vivir (merocrinas). En rigor, todas las glándulas son merocrinas.

la elevada significación fisiológica de ellas. Una manifestación grosera, pero demostrativa, de la gran importancia del hígado, es su gran desarrollo, pues representa en casi todos los animales del 2 al 4 por 100 del peso total del cuerpo.

Aparte de la *función biliar*, el hígado regula la cantidad de glóbulos rojos de la sangre (*funciones hematólitica y hematopoyética*), fija el hierro (*función marcial*), forma el glicógeno y a expensas de él la glucosa (*funciones glucogénica y glucémica*), fija la grasa (*función adipogénica*) y los albuminoideos, forma el fibrinógeno (*función fibrinogénica*) y materias anticoagulantes (*función anticoagulante*), forma la urea (*función uropoyética*) y neutraliza la acción de los tóxicos (*función antitóxica*).

Sabemos que todos los hidratos de carbono son transformados finalmente en glucosa en el tubo digestivo, la cual, una vez absorbida, marcha por la vena porta al hígado; ahora bien: según demostró brillantemente Claudio Bernard, este órgano retiene la glucosa, que queda almacenada en sus células bajo forma de glicógeno, restituyéndola a la sangre según las necesidades del organismo (1). El hígado es, pues, un órgano de reserva de los hidratos de carbono y un regulador de su gasto; sin él la glucosa de la digestión pasaría íntegra a la sangre, impidiendo la circulación con la viscosidad que la comunicaría.

El hígado es también un órgano de reserva para la grasa, que se encuentra en sus células almacenada en forma de finas gotitas, siendo probable que este órgano pueda fabricarla a expensas de los alimentos feculentos y nitrogenados. El hígado retiene también los albuminoides y produce otros, tales como el fibrinógeno y sustancias anticoagulantes.

Aunque en pequeñas proporciones, el hígado es uno de los órganos que contribuyen a la formación (hematopoyesis) y destrucción (hematolisis) de los glóbulos rojos, reteniendo el hierro de la hemoglobina, a expensas de cuyo grupo prostético forma los pigmentos biliares.

El hígado realiza, por último, una importantísima misión de defensa contra las sustancias tóxicas, ya provengan de la alimentación, ya de los procesos fisiológicos internos y de las infecciones microbianas, destruyendo o reteniendo dichas sustancias. Desde los tiempos de Orfila, se sabe que los venenos minerales, tales como las sales de cobre, mercurio, arsénico, etc., son más o menos retenidos en el hígado, y lo mismo ocurre con los de origen orgánico (nicotina, estriquina, morfina, cu-

(1) Las experiencias de Cl. Bernard fueron concluyentes: 1.º En un animal alimentado con sustancias feculentas, el análisis de la sangre de la vena porta demuestra más cantidad de glucosa que en la sangre suprahepática, lo que prueba que la glucosa ha sido retenida en el hígado. 2.º En un animal en inanición, la sangre de los suprahepáticos y el hígado siguen conteniendo glucosa, y si se elimina ésta haciendo circular por los vasos del hígado agua destilada (hígado lavado), abandonándole, vuelve a engendrar glucosa.

rare, veneno de serpientes, etc.), por lo que estas substancias son mucho menos venenosas introducidas por la vía digestiva que por la inyección intravenosa. Parece también que el hígado produce substancias llamadas antitoxinas, que combinándose con las toxinas, las transforman en cuerpos inocuos; pero la más importante acción antitóxica es la que ejerce sobre los productos de la degradación de los albuminoides intra-orgánicos, formando la urea a expensas de ellos.

El páncreas tiene también, aparte de su misión de glándula digestiva, otra de secreción interna, incorporando a la sangre un producto sin el cual el organismo es incapaz de utilizar la glucosa para sus necesidades, suponiendo que esta facultad reside en unos acúmulos globulares que en él existen, denominados *islotes de Langerhans*, y que deben constituir verdaderas glándulas de secreción interna. Páncreas.

El bazo se considera como un órgano de función hematopoyética y hematólítica, como el hígado, y además leucopoyética, es decir, formándose de glóbulos blancos como los ganglios linfáticos, especialmente en la edad joven. En el adulto, su misión parece ser exclusivamente hematólítica y desde luego no indispensable para la vida, pues puede vivirse después de su extirpación, no observándose otros fenómenos que el aumento de volumen de los ganglios linfáticos. Bazo.

Parece también que existe una estrecha dependencia entre este órgano y el páncreas, pues la extirpación del bazo hace inactivo el jugo pancreático, por carecer de tripsina.

La glándula tiroides tiene una misión distinta de las glándulas paratiroides, como corresponde a su diversa estructura y a las siguientes observaciones: 1.^a La extirpación de la glándula tiroides solamente es inofensiva en los animales adultos, y en los muy jóvenes determina la suspensión del desarrollo y el cretinismo experimental. 2.^a La extirpación de todo el cuerpo tiroides y aun simplemente de las glándulas paratiroides, parece ser casi siempre funesta. Con la extirpación total sobrevienen trastornos nerviosos, apatía, abatimiento, parálisis, temblores, disnea, anemia, ataques tetánicos y por último, la muerte. Es probable que los trastornos tróficos dependan de la extirpación tiroide, y los nerviosos (tetania) de la paratiroide. Los mismos síntomas que en la extirpación del cuerpo tiroides se presenta en una afección del tiroides (mixodema), y la inflamación de este órgano constituye el bocio, muy común en las regiones montañosas. Cuerpo tiroi-
des.

Se supone que el papel del cuerpo tiroides es segregar una antitoxina que neutralizaría los efectos funestos de una toxina engendrada por las células, y desde luego los extractos acuosos del cuerpo tiroides inyectados gozan de propiedades diametralmente opuestas a las manifestaciones morbosas consiguientes a la supresión de la función tiroides y las atenúan, así como la transfusión de sangre de animales en que es

normal la función tiroidea. De estos extractos acuosos se obtiene una substancia proteica, llamada, por ser muy rica en yodo, *yodotirina*, con cuya producción está ligado el funcionamiento del aparato tiroideo.

Cápsulas suprarrenales.

La importancia fisiológica de las cápsulas suprarrenales las pone bien de relieve su extirpación, a la que sobreviene síntomas análogos a los que ofrece la llamada enfermedad del cobre o de Adisson, originada por lesión de dichas cápsulas. Tales síntomas son: astenia, pigmentación de la piel, parálisis y por último, la muerte. Se supone que ésta es debida a la intoxicación del organismo, pues la inyección de sangre de un animal descapsulado próximo a la muerte en un animal recién operado, produce rápidamente la muerte de éste. Las toxinas, de acción análoga al curare, se suponen destruidas en el funcionalismo de las cápsulas, y por ello el animal privado de ellas o con lesión de las mismas muere.

Parece que existe relación entre el funcionalismo de las cápsulas suprarrenales y la existencia en ellas de una substancia muy tóxica: la adrenalina, cuya inyección eleva la tensión arterial y actúa sobre el ritmo circulatorio y sobre todos los músculos inervados por el sistema simpático.

Hipófisis

Las funciones de la hipófisis han empezado a entreverse recientemente, permitiendo colocarla entre los órganos de secreción interna y considerarla como un órgano regulador de la circulación cerebral, porque los cambios de presión intracranea repercuten sobre ella, la cual obra sobre el bulbo, haciendo entrar en juego el aparato moderador cardíaco.

También se ha señalado una relación entre la acromegalia (enfermedad caracterizada por el gran desarrollo de los huesos de la cara y las extremidades, fatiga y debilidad continua), con lesiones de la hipófisis.

La inyección del extracto acuoso del cuerpo pituitario determina fenómenos análogos a los de la inyección de la *yodotirina*, lo que se atribuye a una substancia que se ha llamado *hipofisina*.

Timo.

Sobre las funciones del timo, hay la sospecha de que favorecen el desarrollo del sistema óseo, y además parece desarrollarse con la castración. Se le ha atribuido también una actividad leucopoyética. Una inyección de su extracto acuoso disminuye la presión arterial.

Amígdalas.

Son consideradas las amígdalas como glándulas de secreción interna, pero al parecer de papel accesorio, porque su extirpación no da lugar a trastornos orgánicos, hasta el punto de que es frecuente extirparlas cuando por su gran desarrollo dificultan la deglución.

Otros órganos de secreción interna.

Cada día se concede más interés al estudio de las secreciones internas, se descubren en nuevos órganos que las poseen y se utilizan las inyecciones de los extractos como preciosos agentes terapéuticos (*opo-*

terapia). Las glándulas genitales, los riñones, el estómago y tal vez todos los órganos parecen estar dotados también de esta actividad.

Glándulas de excreción

Las sustancias de desecho que resultan en los procesos desasimilativos del desmoronamiento molecular de las materias alimenticias, son expulsadas del organismo, en el que son no sólo inútiles por haber perdido toda su energía potencial aprovechable, sino perjudiciales por su carácter tóxico.

Vías de eliminación.

Las vías por las cuales son expulsadas estas sustancias de desecho, son dos principales, a saber: el pulmón que bajo la forma de anhídrido carbónico y vapor de agua expulsa los residuos de los materiales hidrocarbonados, y los riñones, que son la vía de eliminación del nitrógeno, o sea de los materiales que resultan del catabolismo de los albuminoides, así como también las sales minerales, todo lo cual, disuelto en agua, constituye la orina.

La piel y el intestino son también órganos secundarios de eliminación; la respiración cutánea es complementaria de la pulmonar, y el sudor y la eliminación intestinal son medios escretorios complementarios de los riñones.

Es indudable que la orina se forma en los riñones, porque ligando los uréteres se acumula encima de la ligadura, y seccionándolos se acumula en la cavidad general. La producción es continua y se ha venido suponiendo que era debida a una filtración del plasma sanguíneo, suposición que parece confirmar el hecho de aumentar la secreción urinaria con la presión sanguínea; pero la comparación de la composición de la orina con la de la sangre demuestra que si bien una parte de los elementos del plasma ha pasado a la orina (sales minerales, urea, etc.), otros están en ella más o menos transformados (ácido hipúrico, creatinina) y otros, los elementos útiles, no pasan a la orina, al menos en estado normal (albuminoides sanguíneos, glucosa, grasa). Se trata, pues, de una filtración selectiva, siendo de notar que los productos de asimilación y los elementos extraños de la sangre se encuentran en la orina, y en mayor proporción que en la sangre, mientras que el filtro renal niega el paso a los materiales útiles. El papel de los riñones al eliminar todo elemento extraño y separar continuamente los productos de asimilación, que en su constante formación se almacenarían en la sangre, parece ser el mantener constante la composición de este medio vital en colaboración con los órganos que, como el hígado, la proveen constantemente de los materiales útiles que continuamente se están consumiendo.

Secreción urinaria.

Se supone que a nivel del glomérulo se filtra una disolución acuosa salina isotónica con la sangre, y que en virtud de intercambios osmóti-

cos a través de los tubos uriníferos, la orina va adquiriendo los otros componentes, caminando por la presión producida por el empuje del líquido que constantemente se filtra, hasta rezumar en la pelvis, de donde por los uréteres cae en la vejiga urinaria. Cuando por influencia de una excitación nerviosa aumenta la presión sanguínea, la filtración es más abundante y el paso por los tubos uriníferos más rápido, por lo que en esas circunstancias la cantidad de orina segregada aumenta (poliuria), pero la orina es pobre en residuo fijo. •

El estudio de la composición de la orina en cada caso es un dato precioso para juzgar del estado de la nutrición del organismo; el aumento de residuo fijo, y especialmente del nitrógeno total de la orina, señala una exaltación del catabolismo, y por ende una desnutrición, el aumento de eliminación de fosfatos (*fosfaturia*) indica un exceso de destrucción de materia nerviosa, la presencia de materias útiles indica graves alteraciones; en ocasiones se expulsa por la orina grasa (*lipuria*), albúmina (*albuminuria*) que frecuentemente indica alteraciones graves del filtro renal (nefritis) o glucosa (*glucosuria* o *diabetes sacarina*), lo cual cuando no es debido a accidentes nerviosos o ingestión inmoderada de hidrocarbonados, indica alteración de la función de secreción interna hepática o pancreática, frecuentemente gravísima.

Expulsión de la orina.

La orina camina por los uréteres descendiendo por su propio peso empujada por el aporte continuo de nuevas cantidades de orina y por las contracciones propias de estos conductos, siendo recogida en la vejiga, órgano impermeable, donde se acumula hasta que, repleta ésta, se siente la necesidad de su expulsión. Esta se verifica por la contracción de la vejiga, que comprimiendo la orina hace que ésta franquee al esfínter uretral, no pudiendo ascender por los uréteres por cerrarse éstos en virtud de su desembocadura oblicua, al comprimirse la vejiga. Por la misma razón no asciende la orina por los uréteres cuando la vejiga está repleta, porque su distensión cierra también los uréteres.

FISIOLOGIA GENERAL

Condiciones generales de la vida.—La vida necesita para desenvolverse condiciones especiales del medio que podemos llamar *externas*, *extrínsecas* o *mesológicas*, y otras dependientes del medio interno (*internas* o *intrínsecas*).

Las condiciones externas (temperatura, presión, luz, composición química del medio y de los alimentos), han de ofrecerse en condiciones convenientes; pero no es preciso que permanezcan rigurosamente invariables, porque el organismo tiene la facultad preciosa de la adaptación,

ya que la vida es la continua adaptación de las relaciones internas a las relaciones externas.

Las condiciones internas varían a su vez y el organismo también se adapta a sí mismo; por eso se ha dicho con frecuencia que vivir es adaptarse.

Datos interesantes de la vida son las correlaciones funcionales armónicas entre las diversas partes del cuerpo (1), la distribución del trabajo fisiológico entre ellas y el intercambio material con el medio, en virtud del cual la materia adquirida y transformada en su composición química, especialmente bajo la acción de las poderosas acciones diastásicas, deja en libertad su energía potencial, de lo que resulta que el organismo está sujeto a las leyes generales de la transformación de la materia y la energía, ya que no crea ni la una ni la otra, no haciendo más que transformarlas.

ONTOGENIA

Propiedad esencialísima de las células es la de multiplicarse, es decir, la de dar lugar a otras células. El procedimiento más general, y al cual pueden reducirse todos los demás, es el de división, que consiste, en esencia, en la partición de la célula en dos, absolutamente semejantes a la que las ha originado, procedimiento que no debe ser considerado como una reproducción, puesto que la célula primitiva desaparece como individuo, repartiéndose su substancia entre las dos nuevas células; son, por tanto, viciosos los términos de célula madre y células hijas que corrientemente suelen emplearse.

Multiplicación celular.

En virtud de la multiplicación celular, una sola célula puede dar lugar a un número teóricamente indefinido de ellas, y así se comprende que la multitud de elementos celulares que integran nuestro organismo procedan todos de una sola célula originaria.

Se admiten dos modos de división celular: la conocida con los nombres de directa o amitosis se realiza estirándose la célula hasta estrangularse el protoplasma y núcleo, quedando convertido en dos. Este sistema parece ser un modo simplificado del más general, llamado división indirecta, mitótica o kariokinética, en que el fenómeno va acompañado de curiosos y profundos cambios estructurales en el núcleo.

La célula que va a sufrir el proceso kariokinético empieza por en-

(1) El predominio de determinados sistemas constituye lo que se han llamado temperamentos de los que se admiten tres, el sanguíneo, el linfático y el nervioso, cuyos caracteres son sobradamente conocidos.

grosar su núcleo, haciéndose más aparente la red cromática, y el centrosoma aparece bien visible envuelto en su esfera atractiva, formada de una serie de fibrillas que irradian en todos sentidos (aster). La red nuclear (ovillo cromático o espirema) se segmenta transversalmente dando un cierto número de fragmentos o cromosomas que se enrecean y acodan convirtiéndose

en horquillas. La membrana nuclear se desvanece. Los dos centriolos se apartan, y el aster que les envolvía se hace doble, dando lugar a lo llamado *huso acromático*, constituido por filamentos curvilíneos que unen los dos centrosomas. En el plano ecuatorial del huso acromático se disponen los cromosomas con sus codos vueltos al centro del núcleo, terminando por hendirse longitudinalmente, duplicándose el número de asas cromáticas y dirigiéndose cada mitad por los filamentos acromáticos a su polo respectivo, cada uno de los cuales constituye el

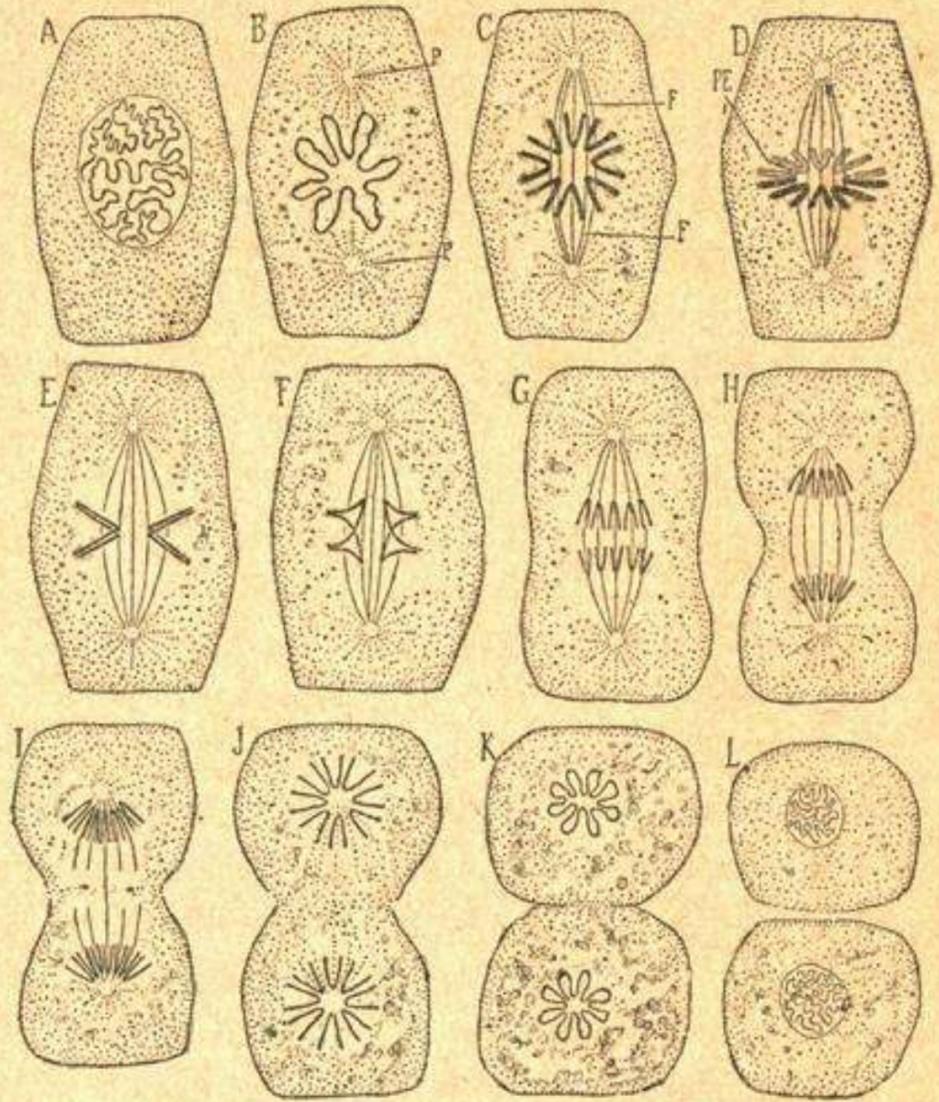


Fig. 115.

Esquema de la kariokinesis (M. Duval)

centro de formación de un nuevo núcleo con el mismo número de cromosomas que el primitivo. Estos se unen formando de nuevo en cada polo el cordón apelotonado (dispirema) que por anastomosis reproduce la red nuclear y una membrana se constituye en su derredor, quedando constituidos los dos núcleos hijos. Desaparecido el huso acromático, el citoplasma se divide en dos mitades, cada una de las cuales encierra uno de los núcleos recién formados, quedando constituidas las dos nuevas células.

La interpretación de todos estos fenómenos es todavía oscura; pero de todas formas parece que el centrosoma sea el centro director de todos los fenómenos kariokinéticos, y que la repartición de cromosomas y su excisión longitudinal en relación con su falta de homogeneidad en sentido longitudinal parece responder a un fin de equidad heredando los dos núcleos hijos el mismo lote cromático.

La multiplicación no puede repetirse indefinidamente, pues sin duda la actividad celular se agota; pero la fusión de dos células en una, engendra una nueva célula capaz de nuevo de desplegar la activa multiplicación kariokinética. Esta fusión es el comienzo de un nuevo ser, cuya célula inicial, llamado huevo, se engendra por este proceso, llamado conjugación.

Los elementos celulares que han de conjugarse, llamados gametos, son diferentes y sabemos se forman en las glándulas genitales.

La formación de los gametos va acompañada de fenómenos muy interesantes que recuerdan los de la kariokinesis. Las células madres que originaron los elementos sexuales sufren tres divisiones repetidas, originando ocho células, cada una de las cuales es ya un elemento sexual;

pero antes de funcionar como tal ha de sufrir un curioso proceso llamado de *maduración*, que tiene por objeto expulsar a beneficio de actos mitóticos simplificados una parte de la cromatina nuclear a fin de evitar la duplicación de la materia cromática en la célula resultante de la conjugación, por lo que se ha llamado a este proceso de *depuración cromática*. A este efecto (fig. 116), el núcleo de la célula se divide en dos por el procedimiento normal, y uno de los núcleos resultantes es eliminado al exterior, denominándose *primer glóbulo polar*; en seguida, y sin preceder período alguno de reposo, el núcleo que ha quedado en la célula se divide nuevamente, repartiéndose los cromosomas en dos grupos y expulsándose uno de ellos, fenómeno que constituye la expulsión del *segundo glóbulo polar*. El elemento sexual, ya maduro, es, pues, una célula con medio núcleo, que se denomina por esto *heminúcleo* o también *pronúcleo macho* o *hembra*, respectivamente, y en estas condiciones, si

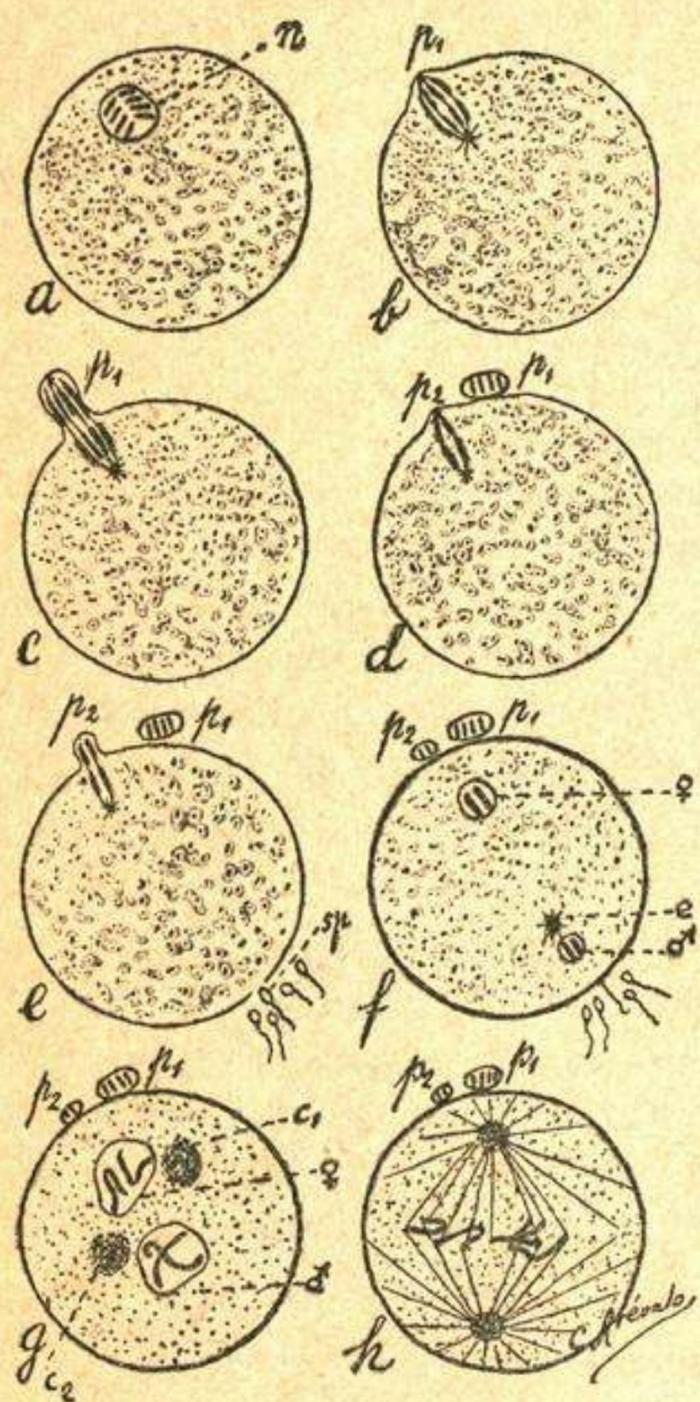


Fig. 116.

Esquema de la maduración del huevo y de la fecundación.

no encuentra el elemento sexual antitético, degenera y se destruye; pero por el contrario, si ambos elementos reproductores se encuentran,

conjugan íntimamente sus heminúcleos, originándose el del huevo. Este fenómeno, denominado fecundación, se realiza de la siguiente manera: Los gametos machos, más pequeños, se mueven por medio de su flagelo, y llegan hasta el gameto hembra; uno de ellos atraviesa la membrana gelatinosa que rodea a éste, introduciéndose dentro del protoplasma y constituyéndose una membrana alrededor del gameto hembra, que hace imposible la intrusión de otro espermatozoide.

Una vez los dos heminúcleos en el interior del protoplasma del gameto hembra, se colocan enfrente el uno del otro, se aproximan y reproducen la fase de huso acromático con los dos centrosomas que proceden de una previa división del espermocentro. Divídense longitudinalmente los cromosomas dirigiéndose a su centrosoma respectivo, resultando dos núcleos hijos, cuyos cromosomas proceden la mitad del pronúcleo macho y la otra mitad de la célula materna.

El huevo fecundado se divide en seguida en dos células o *blastómeras*, una clara y otra más pequeña; ambas se multiplican, pero la primera prolifera más activamente y da mayor número de blastómeros que tienden a envolver a las de estirpe granulosa. El conjunto macizo y globuloso de los blastómeros constituye la fase de *morula*; mas bien pronto aparece un líquido central que rechaza a las células hacia la periferia, for-

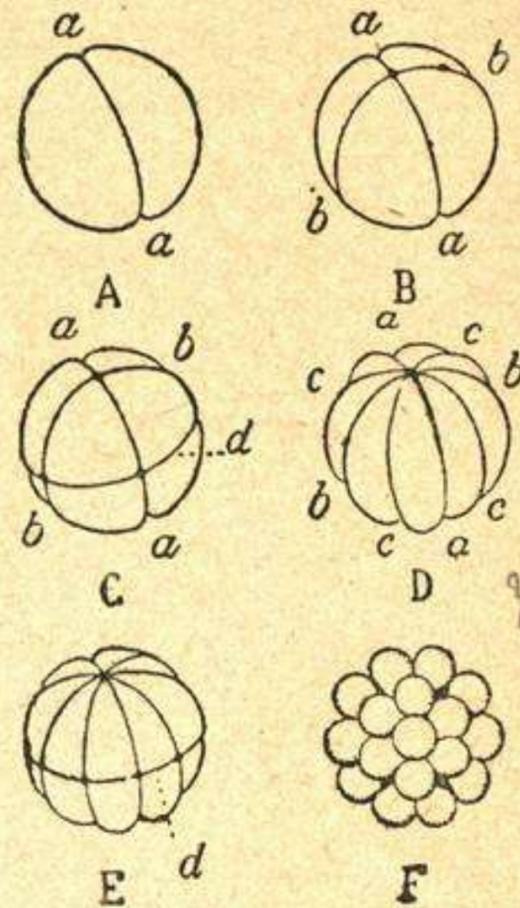


Fig. 117.—Esquema de la segmentación del huevo y formación de la morula F. (De Testut).

Segmentación del huevo.

3046/2-10

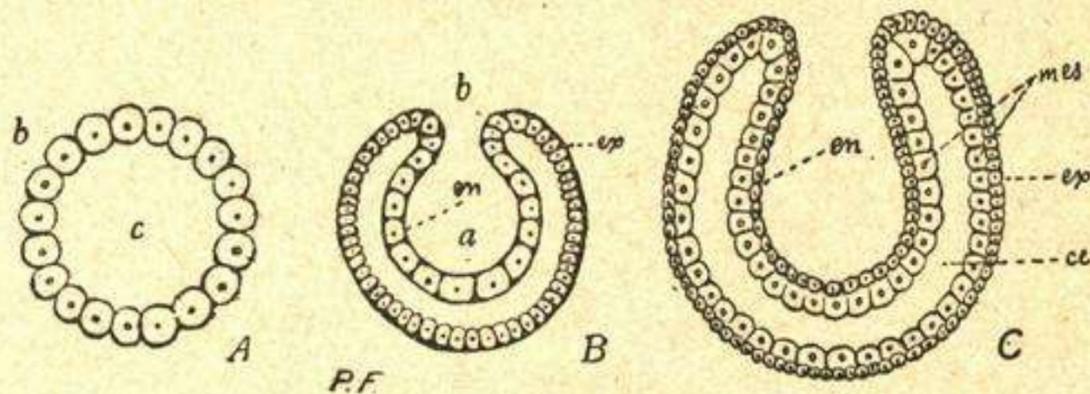


Fig. 118.—Formación de la gastrula por invaginación de la pared de la blástula.

mando el *blastodermo*, que limita una cavidad interior, constituyendo la llamada fase de blástula. La pared de la blástula queda formada por una hilera de células claras (*trofoblasto*) y un acúmulo interno, que por derivar de él el embrión se le ha llamado *germen embrionario*, el cual se extiende hasta tapizar el trofoblasto.

Muy obscuro es todavía el conocimiento de cómo se forman en el embrión humano las dos hojas *ectodermo* o exterior y *endodermo* o interior de la fase llamada de *gástrula*, en la que se inicia la futura Gastrulación.

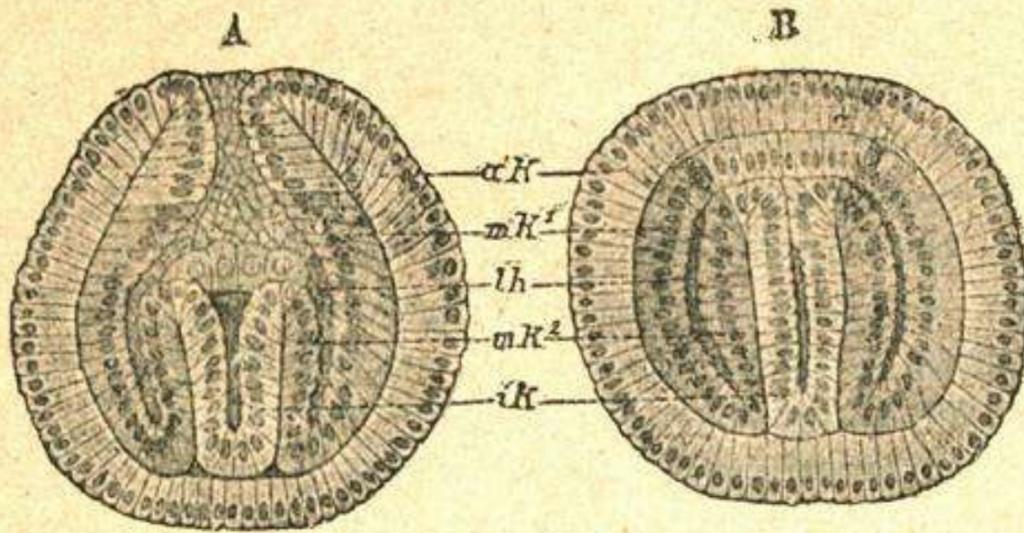


Fig. 119.—Esquema de un modo de formación del mesodermo. (Hertivy).

cavidad digestiva envuelta por el endodermo y en comunicación con el exterior por un orificio o blastóforo. Entre ambas capas se constituye una tercera o *mesodermo* constituido por dos capas, que separándose limitan lo que será cavidad general o celoma. Cada una de estas

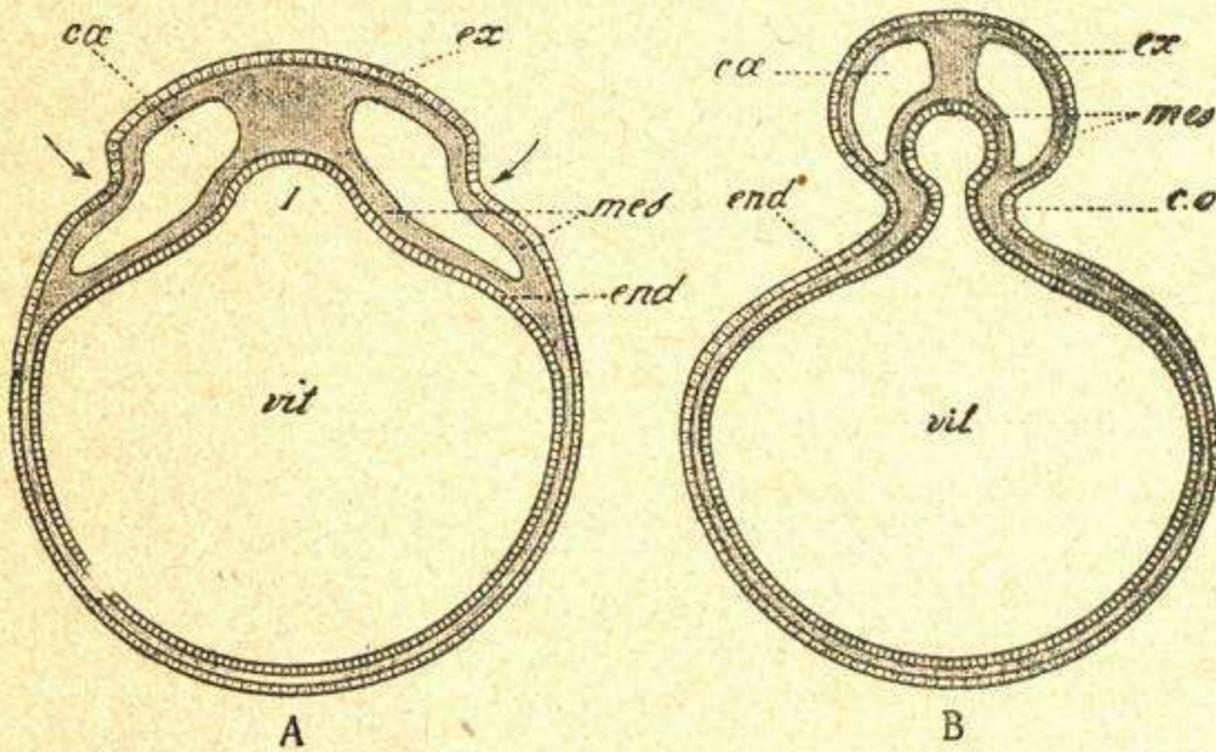


Fig. 120.—Esquema de la limitación del germen embrionario.

hojas blastodémicas dará lugar a diferentes formaciones: el ectodermo originará la epidermis glándulas cutáneas, sistema nervioso, etcétera; el endodermo, al epitelio intestinal y sus glándulas anejas, y el mesodermo, los tejidos sanguíneos conjuntivos y esqueléticos, los músculos y las glándulas genitales.

Desarrollo del cuerpo embrionario.

A expensas del germen embrionario y por diferenciación de las hojas blastodérmicas, se constituye el cuerpo del embrión. No tarda en aparecer en él una banda oscura llamada línea primitiva, que marca la orientación del ser futuro. Delante de ella se origina un surco que profundizándose y soldándose por sus bordes, constituye un tubo ectodérmico llamado canal medular, primer indicio del sistema nervioso; su parte anterior se dilata, originando la vesícula encefálica, la cual, por aparición de dos surcos transversos, se subdivide en tres (vesícula anterior, media y posterior), de las cuales la primera y última se subdividen a su vez en dos. En el siguiente cuadro se expresan los órganos y cavidades que originarán en el adulto:

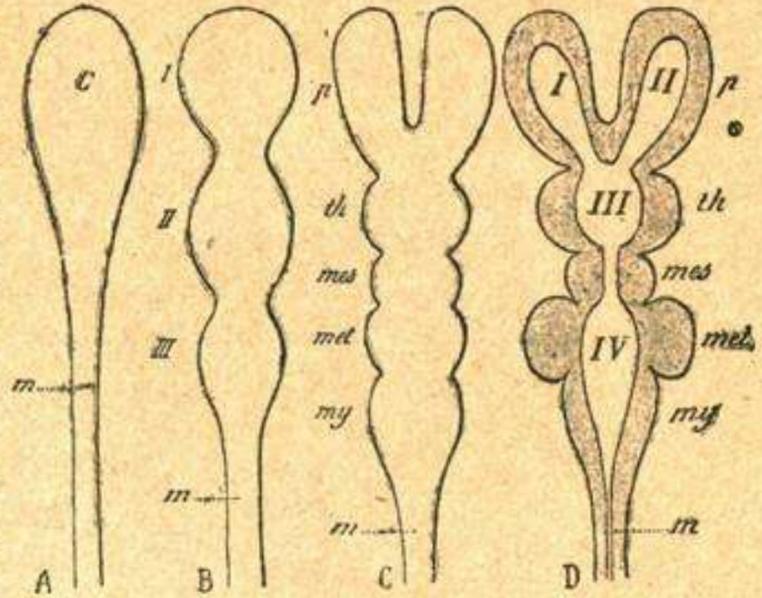


Fig. 121.—Esquema del desarrollo del encéfalo. (R. Perrier).

<i>Vesícula anterior</i>	{	Cerebro anterior o protencéfalo.	Hemisferios cerebrales, cuerpos estriados.	1.º y 2.º ventrículos (ventrículos laterales).
		Cerebro intermedio o talamencéfalo.	Talamos ópticos (epífisis o hipófisis).	3.º ventrículo.
<i>Vesícula media</i>	{	Cerebro medio o mecencéfalo.	Tubérculos cuadrigéminos.	Acueducto de Silvio.
		Cerebro posterior o metencéfalo.	Cerebelo.	
<i>Vesícula posterior</i>	{	Ultimo cerebro mielencéfalo.	Bulbo raquídeo.	4.º ventrículo.
<i>Tubo urenal</i>			Médula espinal.	Epéndimo.

Debajo de la médula se inicia la formación del eje esquelético o *cuerda dorsal*, que segmentándose y diferenciándose originará la columna vertebral y alrededor del encéfalo se constituye el cráneo. Estos órganos, como todos los de naturaleza ósea, empiezan por ser conjuntivos, transformándose después en cartílagos, los cuales sirven de molde en el curioso proceso calcificante que origina los huesos (*osificación*). Hay algunos, sin embargo, que no pasan por la fase de cartílagos, sino que se osifican directamente, a partir del estado mucoso. De estos huesos, llamados de membrana para distinguirlos de los normales o de cartílago, corresponde la bóveda craneana, las costillas, la clavícula, etc. A los lados de la caja craneal se forman tres pares de cápsulas esqueléticas. El primer y último par (*cápsulas nasales y óticas*) se sueldan al cráneo, viniendo a constituir en el adulto la cavidad nasal y la auditiva, esta última adya-



cente a un divertículo del intestino anterior (caja del tímpano y trompa de Eustaquio). El segundo par (*cápsulas ópticas*) queda independiente y fibroso, viniendo a ser la esclerótica.

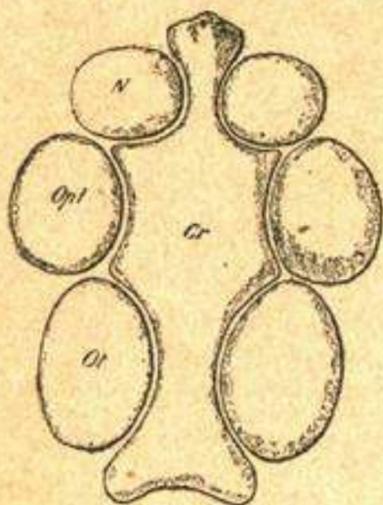


Fig. 122.—Esquema de la disposición primordial de la calavera. (R. Perrier).

La porción anterior del embrión toma un gran incremento con el desarrollo del encéfalo, y su cavidad interna (*intestino cefálico*) comunica con la vesícula blastodérmica por unos pares de aberturas llamadas *hendiduras branquiales* que se cierran antes del nacimiento. A expensas del divertículo del intestino embrionario se forman las glándulas digestivas y el aparato respiratorio. El corazón se origina a expensas de la lámina fibrosa, del intestino cefálico; empieza por poseer dos cavidades, una aurícula y un ventrículo, dividiéndose la primera en dos, y por último también el ventrículo, subsistiendo algún tiempo la comunicación interventricular (*agujero de Botal*).

Cuando el embrión empieza a separarse de la vesícula blastodérmica, se forma un repliegue de la somatopleura (estoderma y lámina mesodérmica externa), constituyendo los capuchones cefálico y caudal, los cuales no son más que evaginación del celoma que se extiende en derredor del embrión, formando una bolsa de doble pared que la envuelve y que constituye el órgano embrionario llamado *amnios*, el cual hállase formado de dos hojas, de las cuales la exterior se llama *corion primario*, una cavidad (*celoma externa*) y otra entre el amnios y el embrión (*bolsillo amniótico*). Entre tanto un nuevo divertículo originado por evaginación de la esplacnopleura (endoderma y lámina merodérmica externa), o sea un divertículo del intestino, hace saliente en el celoma externo hasta aplicarse a la cara interna del corion primario, desapareciendo así el celoma externo. El embrión queda, pues, en una vasta cavidad bien protegido y sustentado por un cordón (*cordón umbilical*) que arranca de un punto céntrico de su cara ventral y retenido en el útero materno, se establecen relaciones entre éste y el corion primario, que dan por resultado que la sangre de la madre pase al cuerpo del hijo, el cual se nutre de esta manera; hasta que suficientemente formado está en condiciones de salir al exterior.

Organos embrionarios.



Fig. 123.—Feto de perro con sus órganos embrionarios. (Duval).

I. CARDENAL

T2

FONDO A

S. XII



LA HISTORIA DE LA CIUDAD DE MADRID
TOMO I

REAL CISNE
23-1
ANTIGUO
XIX-XX