Mayo-77.

# BUDGE

## COMPENDIO

DE

# FISIOLOGIA HUMANA

TRADUCIDO POR EL

DR. D. JUAN AGUILAR Y LARA

PROFESOR CLÍNICO POR OPOSICION DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE VALENCIA,

Y ADICIONADO POR EL

DR. D. JULIO MAGRANER Y MARINAS

CATEDRÁTICO DE CLÍNICA MÉDICA POR OPOSICION DE LA MENCIONADA ESCUELA.

D.D. 193 Leg. 1877 14

VALENCIA

LIBRERÍA DE PASCUAL AGUILAR

Calle de Caballeros, número 1

1877

21-6-6ui) L47-2134

4899

# COMPENDIO

DE

# FISIOLOGIA HUMANA

# BUDGE

## COMPENDIO

DE

# FISIOLOGIA HUMANA

TRADUCIDO POR EL

DR. D. JUAN AGUILAR Y LARA

PROFESOR CLÍNICO POR OPOSICION DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE VALENCIA,

Y ADICIONADO POR EL

**DR. D. JULIÓ MAGRANER Y MARINAS**

CATEDRÁTICO DE CLÍNICA MÉDICA POR OPOSICION DE LA MENCIONADA ESCUELA.

VALENCIA

LIBRERÍA DE PASCUAL AGUILAR

Calle de Caballeros, número 1

1877

IMPRENTA DE RAMON ORTEGA, COCINAS, 1.

# PREFACIO

## DEL AUTOR.

A consecuencia de mis numerosas ocupaciones, he retardado hasta el presente la revevision de la segunda edicion de este *Compendio*, trabajo tan imperiosamente exigido desde hace año y medio.

En efecto, aunque no haya trascurrido mucho tiempo entre la aparicion de estas dos ediciones, sin embargo en tan corto periodo se han dilucidado completamente muchas cuestiones del dominio de la ciencia fisiológica.

Así, por egemplo, la teoría de los gases de la sangre ha llegado á un alto grado de perfeccion; las teorías sobre la accion de los vasos linfáticos y la circulacion de la linfa han hecho progresos considerables; los experimentos químicos sobre las materias hasta entonces desconocidas en los músculos y en los nervios, han ilustrado muchos puntos oscuros; los fecundos

y laboriosos trabajos relativos al cámbio de materiales orgánicos han descubierto nuevos horizontes en este terreno, pero lo que mas ha llamado la atencion de los fisiólogos y de los histólogos ha sido el profundo estudio de los centros nerviosos, de las funciones del gran simpático y de los órganos de los sentidos.

Ninguna *seccion* ha quedado sin sufrir modificaciones y adiciones.

Mis experimentos personales darán, no lo dudo, á este libro ese carácter de certeza de que adolecen generalmente los demás compendios.

No tengo necesidad de reclamar la indulgencia de mis lectores, cuando devuelvo al *gran simpático sus derechos de nervio medular* que siempre he defendido, y cuando lo separo de los nervios ganglionares, apoyándome en los resultados conocidos que no permiten duda alguna relativamente á las conexiones de la médula espinal con los nervios vasculares; la misma indulgencia necesito cuando hago constar en un libro, que no debe contener mas que hechos evidentes é indiscutibles, mis propios experimentos sobre la inervacion de la vegiga, de la cual se han convencido muchos de mis cólegas.

Me he guardado de profesar opiniones extremas en la teoría sobre los *nervios de suspension* enseñada por la experiencia.

En la edicion presente solo he referido las nociones de histología y química orgánica que son absolutamente necesarias para ilustrar las cuestiones fisiológicas. Las fórmulas químicas pertenecen á la teoría de los tipos. Por regla general, solo hago mencion de los autores que han sido los primeros en descubrir un hecho, omitiendo los nombres de los que lo han seguido estudiando con mas profundidad, porque como dice el adagio: *Inventis facile est aliquid addere.*

Si en este punto he cometido alguna falta, confieso que lo he hecho sin premeditacion; en todo caso no se descubrirá en este libro una literatura de sentimiento que refleje las pasiones del autor. Tambien suplico de antemano se me dispense, si he ofendido en lo mas mínimo la excesiva susceptibilidad de los escritores.

BUDGE.

Greifswald.

# PRÓLOGO

## DEL TRADUCTOR FRANCÉS.

Los escolares que hayan tenido ocasion de visitar las universidades alemanas en estos últimos años, habrán podido observar entre la mayor parte de los estudiantes de medicina el *Compendio de fisiología* del profesor de anatomía y fisiología de la universidad de Greifswald, el Dr. Julio Budge. La favorable acogida que tuvo este libro allende el Rhin nos inspiró el deseo de conocerlo, y despues de estudiado, el pensamiento de traducirlo se nos impuso como un deber de amistad hácia aquellos de nuestros cólegas, para quienes es desconocida la lengua de Góthe y de Schiller.

Hemos tratado de llenar algunos vacíos de este compendio por medio de notas y adiciones, cuya sustancia y con frecuencia el texto ha sido tomado de las obras francesas mas autorizadas. Nos hemos dedicado particularmente á

reasumir los principios de anatomía general y de histología que con tan fecundos resultados explica M. Robin en la facultad de medicina de París.

Hemos reproducido en nuestra traduccion los excelentes grabados que han ilustrado la obra alemana, añadiendo algunos tomados de los *Elementos de histología de Kölliker*.

Creemos inútil exponer todos nuestros títulos á la indulgencia de los lectores; el modesto lugar que ocupamos en la ciencia reclama toda su benevolencia; por nuestra parte no hemos escaseado nada para hacernos dignos de ella.

EUGENIO VINCENT.

Lion 20 Abril 1874.

# PRÓLOGO

## DE LA VERSION ESPAÑOLA

La importancia creciente que con justicia viene adquiriendo la Fisiología en el estudio de la medicina, y la necesidad de dar á conocer en nuestro idioma alguna obra de las que gozan mas reputacion en el estrangero, son las únicas circunstancias que nos han dirigido al emprender la traduccion del magnífico Compendio de J. Budge.

Con esto, sino realizamos un progreso, prestamos al menos un servicio á la ciencia contribuyendo á su propagacion, que nunca consideramos suficiente cuando se trata de los conocimientos fisiológicos.

En efecto, despues de agitadas controversias y discusiones infructíferas, se admite hoy universalmente que solo la Fisiología desprovista de las vagas hipótesis é ideas indecisas con que se presentaba hasta en épocas muy re-

cientes, puede constituir el sólido fundamento de una Medicina racional y verdaderamente científica.

No satisfacen por lo regular en nuestros dias á cuantos se dedican al cultivo de la mas humanitaria ciencia, la esplicacion misteriosa de muchos fenómenos sancionada acaso tan solo por el principio de autoridad, ni lo vago de no menos conceptos sostenidos y fomentados por el misticismo y la preocupacion, que como valla insuperable detenian el progreso obstinándose en aparecer como la última razon de lo cognoscible.

A medida que los adelantos y las positivas conquistas de las que debemos llamar ciencias ausiliares, abrieron los ojos de los hombres á la luz de la moderna sabiduría y se pudieron establecer comparaciones, se vino en conocimiento de que la medicina rezagada en su marcha necesitaba emplear esfuerzos sobrehumanos para igualarse á las demás en su rumbo y hacerse digna de su época.

Todos instintivamente volvieron sus miradas llenas de esperanza hacia la Fisiología, comprendiendo que desde ella habia de originarse la verdad por tanto tiempo buscada y el criterio mas aceptable para resolver con fundamento lar árduas cuestiones que pudieran ocurrir en lo sucesivo. La Fisiología entre tanto, apreciando

la importancia de su mision, no perdona medio alguno para corresponder con acierto á lo que las circunstancias exigen de su parte, y desechando la supersticion y el juicio preconcebido que la oprimian, se lanza con libertad en busca de un horizonte mas vasto que sirva de abonado campo para llenar sus deseos.

La física y la química con sus progresos y su inmenso arsenal de medios de investigacion por una parte, y por otra la viviseccion, ese poderoso recurso con que se sorprende á la naturaleza á traves de los misterios hasta en los fenómenos mas recónditos de su actividad prodigiosa, fueron los elementos que armónicamente combinados y puestos en práctica con habilidad y prudencia, dieron por resultado conquistar en favor de la biología un título de verdad y de grandeza. La Fisiología vino finalmente á tomar el carácter esperimental, único que en nuestro concepto podia convenirle en virtud de su filiacion filosófica; y desde entonces, la idea clara reemplaza á la nocion indecisa; al conocimiento elemental sucede otro mas definido y completo; numerosos descubrimientos ponen á prueba la credulidad de los que aferrados á los dogmas antiguos miran con recelo cuanto se califica de moderno; muchos órganos, resortes interesantes de la vida, que estaban poco menos que olvidados porque era

desconocida su funcion, entran en el pleno goce de sus atribuciones conocida su importancia y su maravillosa y potente actividad.

Ageno por completo de este sitio es reproducir, ni aun en resúmen, los multiplicados trabajos llevados con fortuna á cabo por hombres tan ilustres como Bernard, Longet, B. Sequard, Virchow, Traube, Vulpian, Marey y otros muchos más, ni trazar siquiera en bosquejo la gloriosa historia científica de una época que inaugurada por Bichat en Francia, vino despues á ejercer su influencia en Inglaterra y Alemania, en Italia y en España y por fin en todos los paises del mundo en donde la ilustracion es buscada con afan para satisfacer el deseo mas noble de la humana inteligencia.

Compárense por quien tache de apasionado nuestro juicio las obras de Fisiología escritas á fines del siglo pasado y principios del presente, con las que han salido de la pluma de nuestros contemporáneos en los tiempos recientes, y sobre todo con las que de una manera periódica brotan para difundir sus sorprendentes conquistas de esos vastos centros científicos en donde todo se combina y todo se pone sábiamente á contribucion para robar sus secretos á la vida, y se convencerá de que no solo dejan de ser exageradas nuestras apreciaciones, sino que tal vez llegará pronto la época

en que se pueda precisar el *cómo* ó sea las condiciones de existencia de todos los fenómenos orgánicos, ya que á nuestras limitadas facultades les está vedado alcanzar la esencia y muchas veces el *por qué* de las cosas. Acérquense sin temor á los laboratorios, y al contemplar las ideas sometidas á la esperiencia de los hechos, y al ver reproducidos con notable exactitud y bajo circunstancias determinadas gran número de fenómenos dados en otro tiempo como la espresion é inmediato resultado de fuerzas imaginadas y presupuestas, verán sin estrañeza que á la luz del esperimento se disipan como por encanto la falange de arqueos y fuerzas vitales, entidades fantásticas y desconocidas con que se daba la esplicacion de los hechos mismos que se trataba de conocer. La gravedad, la imbibicion, la endosmósis y las operaciones químicas, eléctricas ó mecánicas, han triunfado en centenares de ocasiones del principio vital, resolviendo los problemas tenidos por irresolubles y presentándose como la razon suficiente de su génesis y desarrollo.

Cierto es que á pesar de todo existen aun puntos oscuros en fisiología, largas cuestiones que esperan en su litigio solucion satisfactoria, velados secretos que aguardan el momento oportuno de su descubrimiento; pero ni por eso podemos aceptar la denomina-

cion de vanas curiosidades con que se califican sus conquistas mas preciadas, ni la de fútiles pasatiempos que suele aplicarse á sus pacientes trabajos y constante laboriosidad. Los conocimientos positivos que nos ha suministrado la fisiología esperimental en su verdadero concepto, perdiendo el carácter de las vanas abstracciones y de las exageraciones sistemáticas, han sido fecundísimos en sus aplicaciones á la medicina.

La gran idea que ha surgido del modo como se considera actualmente la biología, es la de referir todas las manifestaciones vitales de un organismo complejo al juego de ciertos aparatos y la accion de estos á las propiedades de tegidos y elementos bien determinados. No se comprende actualmente la existencia de un órgano sin ser el agente de una funcion particular y á su vez diferente de la de los otros, como no puede aceptarse tampoco una funcion, en el sentido genuino de la palabra, sin ser el resultado de la actividad especial de un órgano; términos que se implican y se completan mútuamente y que no pueden separarse sin violentar á la naturaleza, ni sin empujar al atrevido que lo intenta por la senda desgraciada del error. Y este principio acerca de cuya verdad y certeza apenas puede nadie dudar en nuestros dias, ha hecho necesariamente comprender el gran

papel y la justa importancia que reclama la anatomía por su parte, cuyo estudio material y grosero era mirado con desdén por los que viviendo en una atmósfera de ilusiones, pretendian desprenderse de la realidad. La histología, ese nuevo mundo adquirido para la ciencia á costa de sacrificios innumerables, ha brotado como evocada por el criterio esperimental; y desde entonces no se contenta el fisiólogo con determinar el modo de accion de un órgano considerado en el conjunto de las partes que le componen, sino que profundizando más, llega á conocerla en los mismos elementos, deteniéndose ante la célula que en último termino es el tipo de lo fundamental en los séres organizados.

En honor de la verdad, no debemos desconocer la importancia que nuestros predecesores concedieron á la fisiología en los estudios médicos, pero les faltaron nociones mas exactas y mas estensas acerca de los problemas que se proponian resolver. Fundado en un profundo conocimiento de la historia decia Daremberg no hace muchos años: «Nada hay mejor como una buena fisiología que apoyándose en la esperiencia lleve en sí misma los gérmenes inagotables de perfeccionamiento. Ella sola basta para modificar la medicina y transformar la terapéutica; pero nada hay tampoco mas desas-

troso ni mas contrario al progreso de la patología, como una fisiología infundada y *á priori*, la cual cada dia encuentra en su seno las razones mas abonadas para hundirse mas y mas en las tinieblas y encadenar el libre paso de la ciencia».

Afortunadamente para nosotros, no nos encontramos en este segundo caso: la fisiología de nuestros dias, estudiando las funciones orgánicas del sér vivo con el ausilio de toda clase de esperimentacion, nos ofrece un caudal inapreciable de sólidos conocimientos, cual puede observarse en el bellísimo compendio que hemos traducido. Bien determinadas las circunstancias que concurren al egercicio de las funciones, ya por parte del organismo ya tambien por la de los agentes naturales que influyen sobre él, su estudio ha alcanzado una perfeccion tal y una copia de datos tan fidedignos, que no es lógico ponerlos en el término de la duda. Multitud de instrumentos venidos en ausilio de la ciencia demuestran al mas susceptible, la duracion, la estension y la intensidad de numerosos fenómenos orgánicos, ya se trate de la fuerza de la respiracion, de la rápidez de la circulacion, de la tension arterial, de la produccion de corrientes eléctricas, ó de la velocidad del influjo nervioso: merced al apoyo de la química fisiológica, pueden seguirse

paso á paso las modificaciones tanto histolíticas como histogenéticas que á traves del organismo sufren las sustancias alimenticias que han de desarrollarle y nutrirle: con el recurso de la esperimentacion y de las vivisecciones, se han llegado á determinar los importantísimos actos de la hematopoyesis, precisando el papel que en ella desempeñan los órganos linfóides, el bazo y el hígado: y acumulando finalmente todos los medios imaginables, se ha logrado penetrar en el sagrado recinto de los centros nerviosos especificando las diversas partes que entran en su composicion y asignando á cada una de ellas su funcion distinta.

Tomando como punto de partida la idea de que la vida implica órgano y funcion, y como medios de avance los propios del método esperimental, á la par que se han modificado notablemente en sentido de la exactitud la mayor parte de las ideas fisiológicas, se han realizado tambien progresos incalculables en el terreno de la patología. Hoy nada tiene ya la enfermedad de nuevo ni de ontológico; las mismas leyes que presiden al crecimiento y á las demás funciones vitales en estado de salud, continúan rigiéndolas cuando se han alterado en su cumplimiento hasta el punto de constituir un proceso morboso. La misma teoría de organizacion que sirvió para modificar las

ideas tenidas sobre las acciones fisiológicas, ha bastado para ejercer una influencia análoga sobre las opiniones en patología. Hoy no referimos los efectos estructurales á los humores pecantes, ni á la accion vascular, ni al desequilibrio de una fuerza, sino á la alteracion de los actos físicos, químicos, eléctricos ó vitales de los mismos elementos histológicos, y lejos de considerar á la enfermedad como un grupo de síntomas esternos y hasta cierto punto abstractos, procuramos deslindar su naturaleza y sitio, relacionando perfectamente con estos las manifestaciones con que se hacen asequibles á la investigacion clínica.

Sensibles por demás son los efectos que el progreso fisiológico ha producido en el conocimiento de las enfermedades. ¿Dónde están en los tratados antiguos el nutrido grupo de las afecciones sanguíneas que bajo la denominacion de *nosohemias* forman uno de los principales capítulos de las obras modernas? ¿Qué interpretacion podria darse de los fenómenos de la ataxia locomotriz cuando era desconocida la fisiología de la médula espinal? En el dia, antes que quedarnos suspectos ante un grupo de fenómenos patológicos esperando nuevas ocasiones para esplicarlos, interrogamos esperimentalmente á la naturaleza siguiendo el camino que recorre la fisiología. La esperimentacion pato-

lógica produce una glicosuria pasagera mediante una lesion traumática; con su ayuda podemos causar á voluntad los accidentes de la trombosis y embólia, aceleramos ó paralizamos los movimientos del corazon y determinamos los fenómenos de la urémia. Mediante ciertas lesiones de los centros nerviosos, se pueden ocasionar pleuresías, pneumonías y pericarditis agudas mas ó menos comparables con las que se observan en el hombre; y finalmente, para no cansar con largas enumeraciones, diremos que puede ocasionarse la fiebre traumática en un animal inyectando en sus venas los productos exudados en una herida reciente de otro, y que B. Sequard ha originado una especie de epilepsia en el conejillo de Indias cuyo estado se ha visto trasmitido por la herencia. Fruto tambien sin duda de los procedimientos esperimentales, es el arsenal de medios de esploracion clínica de que hoy nos valemos para precisar el diagnóstico, mediante el cual, no solo encontramos el sitio del mal investigado siempre con interés, puesto que no hay enfermedad sin lesion orgánica, sino que distinguimos la forma y la naturaleza de la misma.

Á muy largas consideraciones se prestaría el asunto, si entráramos en detalles acerca de la poderosa influencia que el método esperimental ha egercido en los dominios de la etio-

logía y la terapéutica; recordaremos únicamente que van perdiendo su carácter vago é hipotético á medida que se estudian mas en este concepto y que á él puede decirse que debe su existencia la toxicología.

Sin embargo de todo y á fuer de francos, hemos de hacer una confesion. No nos ciega tanto el entusiasmo que lleguemos á creer firmemente que la ciencia de nuestros dias haya llegado á la meta de la perfeccion. La medicina actual atraviesa una época transitoria caracterizada sin duda por un esceso de fisiologismo y de esperimentacion, cuyas adquisiciones no deben enorgullecernos hasta el punto de romper por completo con la tradicion, y cuyas aplicaciones clínicas deben hacerse con mucha prudencia, si bien no es justo demorar las que puedan practicarse segun conocimientos sólidos y legítimos. Cuando transcurran algunos años y el espíritu crítico y reflexivo se encargue de purgarla de los defectos que indudablemente tiene, se comprenderá mucho mejor su verdadero valor y la gran importancia que la fisiología ha egercido en sus progresos. Si por la vía esperimental no se ha resuelto todo cuanto quisiéramos al presente, ella es en nuestro concepto la que puede conducirnos á la posesion de la verdad.

Quien lea el Compendio de J. Budge se con-

vencerá de ello sin esfuerzo. Por lo demás, creemos ocioso hacer la apología del libro y de su autor: las numerosas ediciones agotadas brevemente en Alemania y Francia dicen mas que cuantas razones pudiéramos nosotros aducir con este objeto. Siendo contínuo el trabajo y constantes los adelantos, hemos creido prestar un pequeño servicio adicionando ligeramente el texto francés con algunos de los conocimientos mas recientes que nos han venido á la mano en las obras de Magaz, Küss y Duval, Wund, Beaunis, Bernard, Picot y otros varios autores sin que por eso calculáramos nuestro trabajo de tanta importancia, que hayamos creido conveniente distinguirlo por signos convencionales ni por diferente carácter en la impresion, aunque de una manera comparativa podrá apreciarse en la introduccion, digestion, linfa y sangre, circulacion, nutricion etc. Ninguna gloria nos atribuimos por ello, nuestro objeto como dijimos al principio de este desaliñado prólogo ha sido solamente prestar algun servicio á nuestra ciencia.

J. M.

Valencia Mayo del 77.

# COMPENDIO

DE

# FISIOLOGÍA HUMANA

## INTRODUCCION

**Definicion.**—La Fisiología humana es la ciencia que estudia los fenómenos de la vida en el cuerpo del hombre y las leyes que les rigen.

Los estudios fisiológicos se han realizado principalmente sobre el funcionalismo humano, en atencion á su interés mas inmediato y á las necesidades de la práctica de la medicina; pero sin embargo, esta ciencia en lo que tiene de particular, debe fundarse en la fisiología general y comparada. Si esto no fuera así, se abandonaria el campo fecundo de la viviseccion y la via experimental mas directa mediante la que se efectuan actualmente los progresos mas positivos. Los caractéres fundamentales de la vida del hombre, en nada se diferencian de los observados en los demás séres de la escala zoológica. Por esa razon muchos autores definen

la fisiología de una manera general diciendo «que es la ciencia de la vida.»

Tanto en esta definicion como en la anterior entra un término desconocido en su esencia pero determinado en sus fenómenos, *la vida*, la cual ha sido, es y será, el objeto de las constantes discusiones entre filósofos y naturalistas. Pretender llegar á lo mas íntimo de la vida, es forzar los límites naturales de la inteligencia humana; la ciencia moderna, huyendo de esta lucha estéril se consagra con mas provecho al conocimiento de las cosas en armonía con su poder. De esta manera, ausiliada poderosamente por la física y la química, han logrado apoderarse y localizar los fenómenos vitales refiriéndolos á un substractum orgánico, sin necesidad de invocar la existencia de un principio independiente de las formas orgánicas y que se manifestaria sobre las mismas. Los caractéres esenciales de la vida, segun Beaunis, son los siguientes:

1. Complexidad molecular, heterogeneidad é instabilidad química de los compuestos orgánicos.
2. Gasto y reparacion incesante de los materiales orgánicos.
3. Produccion de fuerzas vivas y en particular de movimiento mecánico, calor y electricidad.
4. Organizacion.
5. Evolucion determinada desde el nacimiento hasta la muerte.
6. Procedencia de un ser viviente anterior y posibilidad de reproduccion.
7. Variabilidad y adaptacion á los medios y fuerzas esteriores.

**Objeto de los fenómenos.**—El objeto final de todos los fenómenos vitales del cuerpo humano es, prescindiendo de la generacion, la manifestacion de una voluntad y de una idea.

**Todo fenómeno es un movimiento.**—La base de todo fenómeno son los movimientos, bien sean estos directamente perceptibles, bien no pueda demostrarse su existencia mas que por analogía con otros que lo sean. El movimiento determinado por las vibraciones del éther y al cual se halla unido el fenómeno calor, pertenece á esta última especie.

Segun la hipotesis atómica que es la mas generalmente aceptada para explicar la composicion de la materia, los átomos se dividen en dos clases: 1.ª de materia ponderable atrayéndose en razon inversa del cuadrado de la distancia. 2.ª de materia imponderable *éther* los cuales se rechazan segun leyes todavia desconocidas. Si el éther con su repulsion atómica no existiera, los átomos ponderables solicitados esclusivamente por su atraccion, formarian del cosmos una masa coherente en la que todo movimiento, esto es, todo fenómeno seria imposible.

**Fuerza.**—Todo movimiento, todo fenómeno por consiguiente es efecto de una fuerza. Esta es el principio ideal de un movimiento: el movimiento es el resultado de una fuerza en accion (1). Un

(1) Es decir, que la fuerza es el principio del movimiento, no puede concebirse éste sin aquella: una piedra no se trasladará de un sitio á otro, si no es impelida por una fuerza, luego todo movimiento revela una fuerza que es su causa y su principio.

cuerpo que se mueve, un cuerpo cuyas partículas sufren un cambio de posicion, ora se separen unas de otras para volver enseguida á su primitivo estado, ora cambie de posicion la masa total del cuerpo, engendra un fenómeno de movimiento.

La idea de fuerza es inseparable de la idea de materia, toda vez que sin esta no puede realizarse el movimiento que es el objeto de la primera. La permanencia de la materia como terreno de accion de la fuerza ha sido perfectamente establecida por Lavoisier estudiando y midiendo los resultados de las trasformaciones de aquella. Segun este sábio físico en las evoluciones que sufre la materia «nada se pierde ni nada se gana» y en esta constancia se funda la ley de la conservacion de la misma.

**Resistencias, constancia de la fuerza.**—No tiene lugar movimiento alguno, sin que al propio tiempo se manifiesten las resistencias que reaccionan contra la fuerza motriz. El movimiento únicamente se origina, cuando la fuerza es bastante intensa para vencer las resistencias. Si la potencia y la resistencia son iguales, resulta el equilibrio y el movimiento no se efectúa. Aunque la fuerza motriz no puede manifestarse siempre de la misma manera, y llenar idéntico objeto, no por esto se destruye; lo verifica bajo otra forma: cuando en la marcha, las superficies articulares de los cóndilos del fémur se deslizan sobre las caras cóncavas de la tibia, la fuerza motriz sufre, de parte del frotamiento, un perjuicio considerable, pero en cambio, enjendra calor como equivalente de la pérdida de la fuerza del movimiento. Una fuerza puede tras-

mitirse, trasformarse, pero jamás se aniquila: *es constante.* Cuando queremos mover el brazo, las fuerzas cerebrales, excitadas por una idea, se dirigen hácia la médula espinal, atraviesan despues los nérvios motores, y terminan últimamente en los músculos; de este modo, la fuerza cerebral es trasformada en fuerza muscular y esta á su vez por efecto de las resistencias en calor que, irradiándose al esterior, contribuye á la generacion de nuevas fuerzas mecánicas ó químicas.

De la misma manera que Lavoisier estableció la ley de la conservacion de la materia, Helmholtz, por un razonamiento análogo, ha establecido la correlativa de la permanencia de la fuerza, demostrando que el movimiento no puede ni crearse ni aniquilarse y sí tan solo experimentar trasformaciones. Cuando parece que el movimiento se pierde, es que la fuerza viva que obraba, se convierte en fuerza de tension y la accion exterior visible en molecular invisible.

**Gasto de las sustancias.**—Por efecto de los movimientos se gasta el cuerpo, esto es, pierde alguna de sus partes integrantes, y se destruiría completamente por la continuacion de aquellos, si no se restaurara debidamente. La rapidéz conque desaparecen sus elementos, depende de las circunstancias siguientes:

1. *De la cantidad de los movimientos.*
2. *De la reparacion de los órganos que es inversamente proporcional al número de movimientos.*
3. *De las resistencias.*

Si un movimiento mecánico es destruido por

estas últimas, y si la fuerza motriz es trasformada en fuerza química ú otra equivalente, las partes se separarán de sus combinaciones resultando una gran *disolucion*. Cuando, por ejemplo, el movimiento muscular engendra ácido carbónico, el músculo pierde carbono y otros elementos necesarios á la formacion de aquel cuerpo.

4. *De la estructura de las partes orgánicas*. Unas resisten mas tiempo que otras á la accion de los agentes exteriores; los tegidos que tienen una forma particular, y que están dispuestos en fascículos yuxtapuestos pertenecen á las primeras (las que resisten mas largo tiempo) mientras que los líquidos y las partes no combinadas parecen gastarse con mas facilidad.

Compréndese despues de lo dicho que la palabra *gasto* de la materia no puede tomarse en concepto de aniquilamiento de la misma, sino referirse á trasformaciones que la acarrean estados incompatibles con su presencia en el organismo dejando de constituir una parte integrante de él.

**Reparacion de las fuerzas gastadas y trasformadas.**—Si las fuerzas cámbian constantemente de forma, si los movimientos se metamorfosean, si la sustancia capaz de movimiento se gasta, todos los factores de los fenómenos del cuerpo humano deben reemplazarse contínuamente.

**Agentes conservadores de la vida.—Circulacion y respiracion.**—La experiencia demuestra, que la conservacion del cuerpo humano no puede efectuarse sino con la circunstancia precisa de que sean ingeridos en el tubo digestivo los alimentos

convenientes, penetre el aire admosférico en las vias respiratorias y sean eliminados de su seno los excrementos, la orina, el vapor de agua y los gases respirados. Todas las funciones contribuyen á sostener el cuerpo en el uso de sus propiedades, pero hay dos, sin las cuales todas las otras se debilitan y la muerte llega fatalmente, tales son: la *circulacion* y la *respiracion*.

Cuando ninguna materia alimenticia penetra en el organismo, todo el cuerpo suministra sus propias provisiones para prolongar la vida el mayor tiempo posible, mientras existan materiales suficientes para que los órganos de la circulacion y respiracion puedan desempeñar idóneamente sus funciones.

**Oxígeno y alimentos.**—El oxígeno y los alimentos penetran en la sangre, los últimos trasformados en una sustancia apropiada; los tegidos se reparan á expensas de las partes constituyentes de aquel líquido; los elementos que ya han servido, vuelven á él, pasando de aquí á los órganos eliminadores (principalmente riñones, piel y pulmones).

**Trabajos del cuerpo.**—En tanto que los alimentos experimentan estas sucesivas metamórfosis, tienen lugar en el seno del organismo un conjunto de trabajos que, en el fondo, pueden reducirse á tres grupos:

1. *Trabajo glandular ó celular*, en el verdadero sentido de la palabra.

2. *Trabajo muscular*. 3. *Trabajo nervioso*.

*El trabajo celular* propiamente dicho consiste en la produccion de materias fluidas ó sólidas que sirven para formar la sangre, para lubrificar ó

humedecer ciertas partes, suavizar algunas sustancias, llenar diferentes vacíos, conservar varios tejidos y otros fines semejantes.

*El trabajo muscular* tiene por objeto la ejecucion de movimientos, que aproximan ó alejan ciertas partes del cuerpo entre sí.

*El trabajo nervioso* consiste en que, bajo diversas influencias, tales como el influjo del alma ó del mundo esterior, los nervios pasan del estado de reposo al de actividad, de donde resulta una accion que ora se llama sentimiento, fenómeno psíquico, movimiento muscular ó bien secrecion glandular.

**Fuerzas eficientes.**—Para que estos trabajos se llenen debidamente, es de todo punto indispensable que egerzan su accion fuerzas diversas en el organismo. Estas son:

1. *Fuerzas químicas.*
2. » *mecánicas.*
3. » *celulares.*

Tres órdenes de influencias procedentes del mundo esterior obran sobre el cuerpo:

Oxígeno, alimentos é impresiones de los sentidos.

Estas influencias son el producto de otras fuerzas, fuerzas latentes, que durante la vida son trasformadas en fuerzas vivas por reciprocidad de accion con otra preexistente en el cuerpo.

La fuerza que existe desde el orígen de un organismo, se halla representada por la *célula embrionaria*, trasmitida de indivíduo á indivíduo. Esta célula se segmenta indefinidamente con formas siempre nuevas, cada série ofrece caractéres especiales para cada órgano en particular. Un órgano es un

complexus de células, la célula un organismo en miniatura (V. Sec. IV.) Las células no viven ni verifican evolucion alguna sino por medio del *oxígeno* y de los *alimentos*. Los principios constitutivos de los órganos son materias alimenticias bajo diferente forma, esto es, bajo una forma tal que puedan ser utilizadas por las células para sus fines particulares, y que al imposibilitarse para llenar funcion alguna, pueden ser eliminadas del organismo.

**Fuerza de tension y fuerza viva.**—Llámanse *fuerzas de tension ó potenciales* las que se limitan á una simple tendencia al movimiento; y al contrario *fuerzas vivas ó actuales* á las que realmente dan lugar al movimiento. La suma de las fuerzas de tension y las vivas es constante en todas las combinaciones y movimientos y la ley que establece esta igualdad ha recibido el nombre de ley de la constancia ó de la correlacion de las fuerzas. Segun Wund, las fuerzas vivas del organismo deben dividirse: 1.° en *mecánicas* que producen cambios de lugar en las células ó en sus elementos constitutivos (movimientos), y 2.° en *moleculares* que dan origen al calor, luz ó electricidad. El oxígeno se conduce en su accion sobre el organismo de diverso modo que los alimentos, sabido es que posée una gran afinidad por otros cuerpos; envuelve una fuerza que, en un cuerpo sensible, llamaríamos voluntad; se la conoce con el nombre de fuerza de tension; reúnanse determinadas condiciones y la voluntad se convertirá en accion; si el oxígeno se dirige hácia otro cuerpo, determina una nueva combinacion, la fuerza de tension es trasformada

en fuerza viva. Con la combinacion, cesa de manifestarse al momento la accion de la fuerza, ocasionando otra especie de movimiento: el *calor*. El carbono y el hidrógeno se apoderan del oxígeno en el cuerpo vivo para formar ácido carbónico y agua; las sustancias nutritivas suministran sus materias oxidables, cuyos elementos al disgregarse, dan necesariamente lugar á otras descomposiciones. En fin, el ácido carbónico y el amoníaco ó sus compuestos salen del cuerpo como últimos productos.

Pero las fuerzas de tension no se hallan involucradas solamente en el oxígeno y otros elementos químicos: existen tambien en las células. Mientras que aquellos tienden á formar combinaciones eterogéneas, las células se conducen de inversa manera: tienden á conservarse *ellas mismas*. Es indudable que las fuerzas de tension de las células jamás se trasforman en fuerzas vivas, si préviamente no aparecen las oxidaciones y otros procesos químicos. Podemos decir que las fuerzas de afinidad química se convierten en fuerzas celulares y estas á su vez en fuerzas químicas.

Es notable que las fuerzas de tension de los músculos y de las glándulas, en general, no se manifiesten antes de haber sido incitado el *sistema nervioso*. Muchos autores han designado esta trasposicion de la fuerza de tension de las células nerviosas á la de los músculos y de las glándulas con el nombre de *sustitucion* (1).

(1) Esto es, que la incitacion nerviosa es reemplazada por una fuerza de movimiento equivalente, que haya equilibrio entre la causa y el efecto.

## HUMORES Y TEGIDOS.—ELEMENTOS ANATÓMICOS Y PRINCIPIOS INMEDIATOS (C. H. ROBIN)

Los cuerpos organizados se componen de *tegidos* y de *humores*.

1.° *Humores*. Se entiende por humores toda sustancia líquida ó semilíquida de los sistemas orgánicos separándose por simple disociacion, sin el ausilio de un agente químico, en *elementos anatómicos y principios inmediatos*.

El carácter anatómico ó estático de los humores consiste en la combinacion por disolucion recíproca y mezcla de numerosos principios inmediatos, y en el estado de suspension en que se hallan los elementos orgánicos que contienen, se dividen en:

A. Humores constituyentes ó de constitucion.

B. Humores segregados, productos líquidos ó secrecion propiamente dicha.

C. Humores excrementicios.

D. Productos mediatos, líquidos ó semilíquidos.

A. HUMORES CONSTITUYENTES Ó DE CONSTITUCION.—Estos tienen como atributo dinámico dos órdenes de propiedades; 1.° Una sola *propiedad vital*, la mas sencilla y tambien la mas comun, la *nutricion*, caracterizada por el doble movimiento ó acto contínuo de composicion y descomposicion; 2.° Las propiedades fisicas ó químicas que pueden afectar los líquidos segun su grado de fluidez y complexidad de composicion. Estos humores son tres: 1.° la

sangre, 2.° el quilo y 3.° la linfa. En ellos, el líquido ofrece el grado mas sencillo de organizacion exactamente la que corresponde á toda sustancia amorfa; pero aquel es anatómica y fisiológicamente hablando, con relacion á los *elementos anatómicos sólidos* que tienen en suspension, lo que el elemento fundamental de un tegido á los accesorios del mismo. Es la parte característica y fundamental que, por su fluidez, permite al humor llenar los actos esenciales que le son propios, como medio interior del organismo, destinado á satisfacer el movimiento contínuo de renovacion molecular de su conjunto. Los elementos anatómicos figurados (hematies, glóbulos blancos, glóbulos de la linfa) que se encuentran en suspension en el líquido no son mas que accesorios. Por esto mismo, los plasmas no pueden ser comparados, de ningun modo, á las sustancias amorfas intercelulares ó interfibrilares, ni los humores ser asemejados á los tegidos.

B. HUMORES SEGREGADOS, PRODUCTOS LÍQUIDOS Ó SECRECION PROPIAMENTE DICHA.—Proceden de los anteriores; no están organizados como ellos, y solo desempeñan el papel de medio, relativamente á los elementos que tienen en suspension; no poseen elementos propios, como la sangre los hematíes; contienen todos una ó muchas sustancias órganicas líquidas, á las cuales debe el humor sus propiedades esenciales, físicas ó químicas y su alterabilidad.

a. *Productos de perpetuacion del individuo.* 4. ovarina, líquido de la vesícula de Graaf, y líquido viscoso de los quistes ováricos; 5. esperma; 6. lí-

quidos de los quistes del testículo y del epidídymo cuyas células se hacen con frecuencia pavimentosas y granulosas, etc.; 7. leche y calostro; 8. clara de huevo ó albúminas; 9. yema de huevo (pájaros etc.); 10. líquido de la vesícula umbilical; 11. sustancia gelatiniforme de proteccion de los huevos (pescados, insectos, etc.); 12. prostatina; 13. cowperina macho y hembra.

**b.** *Humores profundos ó permanentes.* 14. humor acuoso; 15. hyaloides; 16. humor de Cotugno; 17. líquidos del peritóneo, de las pleuras y del pericardio normales y patológicos; 18. líquido encefalo-raquídeo; 19. sinovia; 20. serosidad de los edemás; 21. pus y sus variedades; 22. líquido de las vesículas cerradas y de las glándulas vasculares.

**c.** *Productos excremento-recrementicios.* 23. veneno de las serpientes; 24. saliva submaxilar; 25. saliva parotídea; 26. saliva propiamente dicha ó mixta; 27. moco de las amígdalas; 28. jugo pancreático; 29. bilis; 30. jugo gástrico; 31. jugo duodenal; 32. moco del intestino delgado; 33. moco del intestino grueso (jugo intestinal); 34. lágrimas; 35. moco nasal ó pituitario; 36. moco lagrimal y de la conjuntiva; 37. moco bronquial y pulmonar; 38. moco vesical; 39. moco vaginal; 40. materia gelatinosa del cuello del útero; 41. moco del fondo del útero; 42. moco de las trompas (variedades patológicas de todos estos mocos en los quistes de orígen glandular); 43. moco cutáneo de los pescados y de los tubos mucíparos laterales; 44. sebacina cutánea prepucial (ó smegma de los grandes lábios) y meiboniana; 45. almizcle y secreciones prepuciales

análogas; 46. algalia, (1) castóreo y secreciones anoperineales análogas; 47. cerúmen; 48. líquido de los folículos conglomerados de la axila; 49. serina; 50. cera.

C. HUMORES EXCREMENTICIOS.—51. Orina; 52. líquido amniótico; 53. líquido alantoideo; 54. exhalacion acuosa cutánea y pulmonar.

D. PRODUCTOS MEDIATOS LÍQUIDOS Ó SEMILÍQUIDOS.—55. Bolo alimenticio; 56. quimo; 57. miel; 58. materias fecales; 59. meconio.

*Tegidos.* Son las partes similares sólidas de los sistemas, que se subdividen por simple disociacion en elementos anatómicos ó vice-versa: tales son las partes sólidas del cuerpo formadas por la reunion de aquellos, ya entrecruzados, ya simplemente yuxtapuestos.

El carácter orgánico de los tejidos, siendo formados de materia organizada, consiste en presentar una estructura en relacion con la especie de elementos que los constituyen; pero además, tiene como propio otro carácter anatómico, el cual se refiere á su textura especial, esto es, á la disposicion particular de los elementos anatómicos. A este último se deben como atributo fisiológico muchas de las llamadas *propiedades de tegido.*

Unas son de *órden físico-químico.* A saber: 1.° *consistencia y tenacidad;* 2.° *extensibilidad;* 3.° *retractilidad;* 4.° *elasticidad;* 5.° *higrometricidad;* las tres primeras pueden existir independientemente

(1) Sustancia olorosa segregada por el gato de algalia.

unas de otras. Las siguientes son de *órden orgánico*: 1.ª NUTRICION que comprende: *a*. La propiedad de absorcion, *b*. y la de secrecion. 2.ª DESARROLLO, que difiere del que poseen los elementos, en que aquel está caracterizado por el aumento de volúmen de los elementos existentes y la generacion de otros nuevos al lado de los precedentes. 3.° REPRODUCCION Ó GENERACION (prescindiendo de los tegidos musculares y parenquimas.) 4.° CONTRACTILIDAD. 5.° INERVACION; estas son las propiedades llamadas de la vida animal y únicamente pertenecen á ciertos tegidos.

Se dividen en: *constituyentes y constituidos*, (1) segun que formen esencialmente el organismo, ó que no sean mas que partes accesorias que perfeccionan la constitucion de los primeros, derivados de ellos por lo tanto y susceptibles de separarse sin destruirlos.—Los *tegidos producidos* ofrecen el mas sencillo grado de textura. Cada uno

(1) Sabido es que bajo un punto de vista mas general algunos autores los han dividido en tres grupos:
1.er GRUPO. Tegidos compuestos de células yuxtapuestas *sin sustancia intermedia* (epitelium de las mucosas, de las glándulas, epidermis, cristalino).
2.° CRUPO. Tegidos formados por células separadas unas de otras por una *sustancia intermedia*, llamada sustancia intercelular fundamental (tegidos conjuntivos mucosos, fibrosos, adiposos, reticulado, elástico, óseo y cartilaginoso.)
3.er CRUPO. Tegidos formados por células que han adquirido tan extraordinario desarrollo que muchas veces es imposible reconocerlas (tegido muscular, nervioso—Cornil y Ranvier; tegido vascular.—Virchow.)
V. Manual de *Histología Patológica* de Cornil y Ranvier 1869. Pag.ª 1.ª; y *Patología celular* de Virchow, 1868. cap.° II.

está formado de una sola especie de elementos anatómicos por simple yuxtaposicion; solo son vasculares en ciertas producciones morbosas á que dán orígen. No son ni sensibles ni contractiles. Estos son: **a.** *tegidos producidos normales* ó de *perfeccion*: 1. epidérmico ó epitelial (escamas y ciertos pelos de los insectos); 2. ceratineo ó ungueocorneal (sustancia propia), uñas, cuernos, etc. (procedentes del epitelium); 3. escameal ó escamoso (escamas de los pescados); 4. piloso ó pelos (sustancia propia); 5. chitoneal (crustáceos, insectos), células incrustadas de cal; 6. pigmentario, marfil dentario, escamas de los pescados placoides; 7. esmalte dentario ó escamas de los pescados ganoides; 8. del cristalino (fibras dentelladas y tubos de núcleos); 9. de la capsula del cristalino; 10. de la membrana de Demours; 11. membrana de Ruisquio; 12. de los tubos semicirculares.

Los *tegidos constituyentes* ofrecen una textura mas complicada. Están formados por el entrecruzamiento de muchas especies de elementos anatómicos. Son vasculares en su mayor número, y muchos sensibles y contractiles. Se dividen en: I. *tegidos propiamente dichos*, y II. *tegidos parenquimatosos ó parenquimas*.

Los *tegidos propiamente dichos*, poséen una especie de elemento (llamado fibra fundamental, tubo ó célula), que predomina en cuanto á su masa, y que suministra al tegido todas sus propiedades fisiológicas. Estas se modifican ligeramente por la presencia de elementos accesorios cuyas propiedades tienden á disfrazar un tanto las del elemento

principal. Se dividen en: *a. tegidos temporarios, transitorios ó embrionarios.*

1. Tegido blastodérmico ó de células blastodérmicas ó embrionarias: 1.° hoja serosa. 2.° vascular. 3.° mucosa.

2. Tegido embrionario propiamente dicho ó de núcleos embrioplásticos, que sigue al de las hojas serosas y mucosas; tegido embrioplástico morboso (tegido embrioplástico nuclear de los autores).

3. Tegido de la cuerda dorsal, completamente formado de células, definitivo en algunos pescados y batracios.

**b.** *Tegidos definitivos, normales y patológicos.*

4. Tegido ó sustancia homogénea (sustancia homogénea y granulaciones que no se encuentran mas que en los inarticulados y embriones).

5. Tegido medular de los huesos.

6. Tegido adiposo (y lipomas).

7. Tegido laminoso (primera variedad: coloide normal y morboso; materia amorfa y gronulaciones predominantes; segunda variedad: tegido fibroplástico; tercera variedad: tegido de las vegetaciones, mamelones ó granulaciones de las heridas); 8. tegido fibroso y ligamentoso: idénticos elementos que el tegido laminoso, diferencia de textura y algunas veces en la proporcion de los elementos accesorios (periostion, esclerótica, tegido aponeurótico).

9. Tegido de la córnea ó corneal.

10. Tegido tendinoso; 11. amarillo elástico; 12. dérmico ó cútaneo; 13. mucoso ó de la trama de las mucosas; 14. seroso y sinovial; 15. faneróforo;

16. erectil; 17. muscular de la vida animal; 18. muscular visceral; 19. de los nérvios ó nervioso; 20. ganglionar; 21. cerebral; 22. retiniano; 23. eléctrico; 24. cartilaginoso y fibro-cartilaginoso; 25. oseo.

*Parenquimas.* Se entiende por parenquima un tegido propio de los órganos glandulares, formado de gránulos conglomerados, unidos por tegido laminoso que se dislacera con mayor ó menor facilidad. Son vasculares, están constituidos por tubos ó vesículas cerradas, tapizadas de *epitelium* que no se observa en los tegidos propiamente dichos; con frecuencia los constituyen mayor número de especies de elementos que á los últimos; nunca existe uno de ellos predominando sobre los demás; en una palabra, los parenquimas no poséen un elemento anatómico fundamental y característico por su masa y textura, como el tegido muscular y nervioso las fibras y tubos correspondientes. Unicamente se observa algo de especial en la forma ó estructura del epitelium que concurre á la textura de cada especie de parenquima, tambien es una circunstancia característica el recíproco entrecruzamiento de sus elementos. Presentan además caractéres esteriores, como consistencia etc., que es aislan completamente de los otros tegidos, no se reproducen ni se regeneran despues de su extirpacion total ó parcial. Como atributo fisiológico afectan el siguiente: *a.* producir líquidos caracterizados generalmente por la presencia de un principio especial, cristalizable con frecuencia, elaborado en el órgano (glandular), el cual

desde este punto puede penetrar en la sangre venosa (glandulas sin conductos excretores ó vasculares sanguíneas), ó ser expulsados para sufrir algunas veces los efectos de la absorcion (fluidos excrementicios de las glándulas propiamente dichas de conductos excretores: hígado, pancreas, glándulas salivares, de Brunner, mamarias, etcétera) *b.* eliminar al exterior ó modificar los principios preexistentes en la sangre (1. riñon, 2. pulmon, 3. placenta,) ó ser el sitio donde se originan elementos anatómicos especiales (4. ovario, 5. testículo.)

Los parenquimas se dividen:

A. En *parenquimas glandulares ó glándulas*. Son parenquimas especiales, de una estructura compleja, que ofrecen alternativas de accion y de reposo muy pronunciadas, con muy aproximados intérvalos de tiempo, sin regularidad ni periodicidad análogas á las que presentan los músculos y pulmones bajo la influencia reguladora del sistema nervioso. Son el sitio de producciones variadas, cuando abusamos de su accion indirecta pero voluntaria. Los epitéliums, gozando como los elementos que tienen la *forma de núcleo ó de célula* de la propiedad de desarrollarse y multiplicarse con rapidéz, comprimen los elementos de los tegidos vecinos, los invaden, se interponen en ellos y determinan su atrofia. Formando entonces producciones epiteliales, friables, porque casi carecen de trama fibrosa, se disocian y se ulceran con rapidéz desde el momento que no se encuentran protegidas por la piel. Ganando en profundidad, por otra parte, invaden

tambien los órganos subyacentes. Todo parenquíma glandular determina una secrecion especial distinta de las secreciones generales que tienen lugar en los otros tegidos, tales como seroso, mucoso etc, y el producto contiene algun principio inmediato particular cristalizable ó coagulable, formado en la glándula sin que preexista en la sangre. Los parenquimas glandulares no tienen una forma especial por las mallas de redes capilares que se distribuyen al rededor de los tubos secretores ó de las vesículas cerradas; estas mallas pueden estar un poco mas ó menos apretadas, pero conservan proximamente la misma forma que en el tegido celular. No hay nada de especial ni de análogo, en la disposicion de los capilares, á lo que se observa sobre este punto en los *parenquimas no glandulares*, como el riñon, pulmon, placenta etc. Las glándulas consideradas como órganos, se dividen en muchas especies, segun la disposicion de los *tubos secretores* ó *vesículas cerradas*, que son con el epitelium sus partes esenciales. Las diversas clases formadas son. A. *Folículos* 1.° *en cœcum ó no arrollados*. 2.° *glomerulares ó arrollados*. B. *Glándulas en racimo*: 1.° *simple* ó de acini único ordinariamente (glándulas de Bunner.) 2.° *compuesto* ó de acini múltiples (glándulas salivares...) C. *Glándulas sin conductos escretores ó vasculares* (bazo, gánglios linfáticos, timo, cuerpo tiróides, cápsulas supra-renales, placas de Peyero, amigdalas). Las glándulas de una estructura propia poseen dos cosas diferentes: 1.° *porcion secretante*, representada por los fondos de saco de cada acini ó conductos secretores, y 2.° la

*porcion excretante ó conductos excretores.* Cada una de estas partes tiene diverso epitelium; en la mama, por ejemplo, es nucleolar en los acini, pavimentoso en los conductos excretores. Las paredes tienen la misma estructura.

B. en *parenquimas no glandulares.* Estos se distinguen anatómicamente de los otros por una disposicion especial de sus capilares (riñon, pulmon, placenta) que no se encuentra en las glándulas, ó por otra particularidad cualquiera de estructura (ovario, testículo). Fisiológicamente, no hacen otra cosa que eliminar ó tomar principios formados en la sangre (pulmon, placenta, riñon) sin elaborar nada en su interior, ó bien son el sitio de produccion, por génesis, en las dependencias de un blástemo, de elementos anatómicos particulares, hecho esencialmente diferente de las secreciones propiamente dichas (spermatozoides.) Los *parenquimas no glandulares* son: 1. parenquimas testicular y ovárico. 2. pulmonar. 3. renal. 4. branquial, el mismo que el pulmonar pero mas sencillo, especialmente en los invertebrados; 5. placentario ó corio-alantoideo: 6. umbilical ó de la vesícula umbilical (muy desarrollado en algunos selacios y saurios).

Los humores y tegidos se pueden reducir por el análisis anatómico, es decir, sin descomposicion química y por simple desdoblamiento sucesivo, á cuerpos irreductibles. Los elementos orgánicos, esas partes constituyentes elementales, se dividen en: *elementos anatómicos* y *principios inmediatos.*

I. **Elementos anatómicos.**—Se dá este nombre á pequeñísimos cuerpos formados de materia or-

ganizada, libres ó contiguos, que presentan un conjunto de caractéres geométricos, físicos y químicos especiales, así como una estructura sin analogía con la de los cuerpos brutos; caractéres que, aunque variables de uno á otro, les son propios dentro de ciertos límites (fibras elásticas, tubos nerviosos, células epiteliales, células de las plantas etcétera). Los elementos anatómicos animales difieren de los vegetales en que aquellos se hallan formados de sustancias orgánicas azoadas, con frecuencia sin paredes, cuando afectan la forma de tubos, sin cavidad cuando se presentan bajo la forma de *célula*. Los tegidos están formados por su reunion y entrecruzamiento en mayor ó menor número; á ellos, como dice Bichat y no á los tegidos ni á los órganos conviene mas propiamente la idea de vida. La forma de las fibras, de los tubos, de las células mas ó menos complicadas, de los corpúsculos redondeados ó ramificados, ó de la masa homogénea, blanda, granulosa ó intercalada de corpúsculos determinados, su estructura, en una palabra, sus reacciones químicas en contacto con los reactivos les distinguen de todos los seres conocidos y forman cuerpos enteramente nuevos. A la nocion de *elementos* se refiere como atributo estático la forma, estructura y volúmen de cada uno de ellos, y como atributo dinámico, dos órdenes de propiedades: 1.° físico-químicas en relacion directa con la forma volúmen, etc.; tales son en resúmen las *propiedades de tegido*; 2.° propiedades vitales.

Los elementos anatómicos que debemos estudiar son:

1.ª Tribu. *Elementos constituyentes.* 1.ª *seccion.* Materias amorfas, homogéneas, unitivas (intercelulares), con ó sin granulaciones. 2.ª *seccion.* Elementos que tienen la forma de glóbulos, células, núcleos y vesículas: A. Elementos transitorios, temporarios ó células embrionarias. 1.° Células embrionarias de los órganos vegetales: *a.* machos que pasan por metamórfosis al estado: 1.° de granos de pólen, 2.° de espermatozoides de las algas, helechos, etc.; *b.* hembras que se trasforman en elementos definitivos. 2.° Células embrionarias de los óvulos animales: *a.* machos que pasan por metamórfosis al estado de espermatozoides; *b.* hembras. 3.° Células de la cicatrícula. B. Células, vesículas y núcleos definitivos ó de los tegidos constituyentes. 4.° Células de la cuerda dorsal. 5.° hematíes. 6.° Leucocitos. 7.° Mielocitos. 8.° Citoblastos. 9.° Células ganglionares. 10. Meduloceles. 11. Myeloplaxas. 12. Elementos embrioplásticos. 13. Sustancia de tegido faneróforo amorfo, granuloso algunas veces, con núcleos ó fibroide (matriz de las uñas, bulbo de los pelos, etc.) 3.ª *seccion.* Elementos que tienen la forma de fibras macizas: 14. Fibras laminosas; 15. Elementos ó fibras elásticas; 16. Fibro-células; 17. Fibras musculares lisas de la vida animal de algunos invertebrados; 18. Fibrillas musculares estriadas de la vida animal, reunidas en fascículos igualmente estriados. 4.ª *seccion.* Elementos tubulosos: 19. Tubos anchos de los nervios motores ó sin células; 20. Tubos anchos de los nervios sensitivos ó con células ganglionares; 21. Tubos delgados ó simpáticos

con células: 22. Tubos delgados ó simpáticos-motores, sin células; 23. Tubos de los capilares; 24. Miolema; 25. Bastoncitos de la retina. 5.ª *seccion*. Elementos formados de sustancias amorfas con corpúsculos ó células y provistos de una cavidad; 26. Sustancia de los cartílagos; 27. De los huesos; 28. Del tegido eléctrico.

2.ª Tribu. *Elementos producidos ó de los productos*. A. Transitorios ó temporarios 1. Ovulos: 1.º del macho, 2.º de la hembra; 2. espermatozoides (producidos por metamórfosis de las células embrionarias del óvulo macho); 3. células de la sustancia amarilla del huevo; 4. células de la superficie interna de la vesícula umbilical (saurios, etc.) B. Profundos ó permanentes interiores. 5. células del cristalino; 6. fibras de núcleos del cristalino (tubos ?); 7. fibras dentadas sin núcleos; 8. sustancia de la cápsula del cristalino; 9. sustancia de los canales semi-circulares; 10. sustancia de la membrana de Demours; 11. espículas silicuosas de las esponjas; 12. espículas calcáreas de las esponjas; 13. sustancia de los corales; 14. sustancia de los pólipos; 15. sustancia del tegido de la cubierta de los equinodermos. C. Productos superficiales ó caducos. 16. elementos epiteliales: 1.º pavimentosos, 2.º cilíndricos, 3.º esféricos, 4.º nucleares; 17. sustancia de las uñas y cuernos (procede de la metamórfosis de las células epiteliales); 18. sustancia de los pelos y barbas de la ballena; 19. sustancia de las escamas de los pescados; 20. sustancia del tegido chitoneal; 21. sustancia del hilo espiral de la tráquea de los insectos; 22. sus-

tancia del tegido ostreal (células incrustadas de cal); 23. sustancia del marfil de los dientes; 24. sustancia del esmalte.

II. **Principios inmediatos** de los vegetales y de los animales. Son los últimos cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos á los cuales se puede reducir, por el simple análisis anatómico, es decir, sin descomposicion química pero por coagulaciones y cristalizaciones sucesivas, la sustancia organizada, á saber: los diversos humores y los elementos anatómicos, ó *vice-versa*. Son cuerpos definidos ó no, generalmente muy complejos, que constituyen por disolucion recíproca los humores, y por combinacion especial los elementos anatómicos. Ofrecen como carácter de órden orgánico el *constituir la sustancia del cuerpo ó materia organizada propiamente dicha*, en virtud de su agrupacion en considerable número, y del estado líquido ó semi-sólido que presentan por su union especial y disolucion recíproca y compleja. Tal es el hecho mas sencillo y elemental de la organizacion, pero tambien el mas importante, porque sobre él descansan todos los demás. Los principios inmediatos se dividen en tres clases, de las cuales se encuentran simultáneamente algunas especies en toda partícula de sustancia organizada.

I **Clase.**—Principios de orígen mineral cristalizables ó volátiles, sin descomposicion; salen del organismo al menos en parte, en cuanto á su masa, tales como habian penetrado.

1.ª Tribu. *Principios naturalmente gaseosos ó líquidos* (oxígeno, agua, etc.)

2.ª Tribu. *Principios ácidos ó salinos* (silice, carbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos, etc.)

II **Clase.**—Principios cristalizables ó volátiles, sin descomposicion, que se forman en el organismo, y que salen directa ó indirectamente como cuerpos excrementicios. Esta clase es la mas numerosa en especies tanto en el reino animal como en el vegetal.

1.ª Tribu. *Principios ácidos ó salinos* (Acidos carbónico, láctico, úrico, pneúmico, cítrico, tártrico, sylvico, etc., sales de estos ácidos y otras muchísimas.)

2.ª Tribu. *Principios alcaloides vegetales y animales, y principios neutros análogos por su composicion y propiedades* (Creatina, creatinina, urea, cystina, etc., cafeina, digitalina, pycrotoxina, salicina, etc.)

3.ª Tribu. *Principios grasos, grasas ó aceites y resinas* (Oleina, estearina, margarina, colecterina, etc., lauro-estearina, cerina, esencia de terebentina, alcanfor, etc.)

4.ª Tribu. *Principios azucarados* (Azúcar de hígado, de uva, de leche, de caña.)

III **Clase.**—Principios no cristalizables, coagulables cuando son naturalmente sólidos ó líquidos, cuyas especies se forman en el organismo con ausilio de los materiales arrastrados por los de primera clase, y que, descomponiéndose en el mismo sitio donde existen ó se originan, constituyen los materiales de produccion de los principios de la segunda clase. Estos principios no ofrecen analogía con los del reino mineral y se hallan formando

la parte principal de los cuerpos de los séres organizados, por cuya razon se les ha reservado especialmente el nombre de *sustancias orgánicas*.

1.ª Tribu. *Sustancias orgánicas sólidas ó semisólidas* (Globulina, musculina, celulosa, subserina, almidon, etc.)

2.ª Tribu. *Sustancias orgánicas líquidas ó semilíquidas*, siendo como las precedentes todas azoadas en los animales y en los vegetales parte azoadas y parte no azoadas. (Fibrina, albumina, caseina, etc., legumina, albumina vegetal, dextrina, goma, mucilagos, pectina, etc.)

3.ª Tribu. *Sustancias orgánicas colorantes ó coloradas* (hematosina, biliverdina, uroracina, etc., clorofila, ficociana, carthamina, etc.)

De estas tres clases de principios inmediatos, las dos primeras varían muy poco, cualesquiera que sean las condiciones en que se hallen en la economía; su composicion y propiedades no pueden cambiar sin pasar de un estado específico á otro. Pero las especies de la tercera clase son suceptibles de modificarse en su constitucion molecular y en algunas de sus propiedades, sin que varíe su composicion elemental, y sin que desaparezcan sus caractéres específicos fundamentales. Tales modificaciones muy complejas y numerosas, son determinadas lenta ó bruscamente por la influencia de las condiciones que rodean á la economía, ó trasmitidas directamente por inoculacion. Estos trastornos varian extraordinariamente segun el género de cada modificacion en particular, ó segun la alteracion se limite á las sustancias orgáni-

cas de la sangre, de la linfa ó de los sólidos; cambian tambien ó aparecen otros nuevos en el curso de su existencia, porque la alteracion se trasmite de los líquidos á las sustancias orgánicas de los sólidos y *vice-versa*. (Robin.)

## PRINCIPIOS ELEMENTALES DEL CUERPO HUMANO.

| Nombres. | Signos. | Peso anatómico (1) (H.=1.) |
|---|---|---|
| Oxígeno. . . . . | O | 16.0 |
| Hidrógeno. . . . | H | 1.0 |
| Azoe. . . . . | $N^2$ | 14.0 |
| Carbono. . . . . | C | 12.0 |
| Azufre. . . . . | S | 32.0 |
| Fosforo. . . . . | P | 31.0 |
| Fluor. . . . . | Fl | 19.0 |
| Cloro. . . . . | Cl | 35.5 |
| Sodio. . . . . | Na | 23.0 |
| Potasio. . . . . | K | 39.1 |
| Calcio. . . . . | Ca | 40.0 |
| Magnesio. . . . | Mg | 24.0 |
| Silicio.. . . . . | Si | 28.0 |
| Hierro. . . . . | Fe | 56.0 |

## COMPUESTOS BINARIOS-INORGÁNICOS QUE SE HALLAN EN LA ECONOMÍA.

Agua. . . . . $H_2O$

Amoniaco.. . . . . $NH_3$ ($AzH_3$)

(1) El peso anatómico está anotado segun la nueva teoría química.

Acido carbónico. . . . . $CO_2$
— clorhídrico—ácido de sal. . $HCl$
— sulfúrico. . . . . $SH_2O_4$
— fosfórico. . . . . $PH_3O_4$
Gas de los pantanos—hidruro de methylo. . . . . $CH_4$
Hidrógeno sulfurado. . . . . $H_2S$
Cloruro de sodio—natrium clorido.. $NaCl$
Cloruro de potasio—kalium clorido. $KCl$
Fluoruro de calcio—calcium fluorido.. . . . . $CaFl_2$
Carbonato de sodio—natrium carbonato. . . . . $CNa_2O_3$
Bicarbonato sódico.. . . . . $CHNaO_3$
Carbonato de cal. . . . . $CCaO_3$
Fosfato anidro de sodio. . . . . $PNa_2O_4$
Fosfato ácido de sodio. . . . . $PNaHO_4$
Fosfato de potasio. . . . . $PK_3O_4oPK_2HO_4$
— tribasico calcio.. . . . $P_2Ca_3O_8$
— ácido de cal. . . . . $P_2CaH_4O_8$
— de magnesia.. . . . . $P_2Mg_3O$
Sulfato de sosa. . . . . $SNa_2O$
— de potasio. . . . . $SK_2O_4$
Acido silícico. . . . . $SiO_2$

Las fuerzas que tienden á separar los elementos de nuestros tegidos para restituirlos á la tierra y al aire de donde proceden, hacen perder cada dia á un hombre adulto por la piel, riñones, pulmon, etcétera, cerca de 20 gramos Az, y de 300 gramos de C, que quema con ayuda del O admosférico introducido en la sangre; al propio tiempo, elimina

por las orinas y la perspiracion pulmonar, etc., cerca de 3 kilógramos de agua. El organismo, pues, llegaria á una completa ruina, si los nuevos elementos no viniesen del exterior á reparar las pérdidas sufridas, es decir, si el hombre no comiese y no bebiese. El cuidado de su conservacion está á cargo de las dos necesidades: *hambre* y *sed*, dos formas del dolor, vigilante centinela del organismo y de la vida.

El hambre es una sensacion particular que indica la necesidad de reparar las pérdidas de los materiales sólidos; la sed es la que nos acusa la necesidad de reparar las pérdidas líquidas de la sangre. El hambre y la sed como la necesidad de respirar, como el instinto genésico, son la expresion de un estado general (V. § 17.)

El organismo saca sus agentes de conservacion de los alimentos y de las bebidas.

Cualquiera que sea la variedad de sustancias alimenticias, el análisis ha podido reducir á un número muy limitado los *principios nutritivos* que suministran á la economía los medios de reparar sus contínuas pérdidas.

Los vegetales, como las sustancias animales, contienen estos principios. La única diferencia estriba en que la alimentacion animal ofrece, bajo un pequeño volúmen, una gran cantidad de principios azoados, los mas esenciales para la conservacion de la vida, mientras que los vegetales los contienen bajo el mismo volúmen en una débil cantidad, relativamente á su riqueza en hidro carbonados. Herbívoros y carnívoros consumen pues

los mismos principios nutritivos. (Azoados, grasos amyloides, y salinos orgánicos.) Experimentalmente podemos observar este hecho nutriendo carnívoros con vegetales, y herbíboros con carne. Pero la química no esplica, dice Bennett, porque los herbíboros abandonados á sí mismos reusan la alimentacion animal y porque los carnívoros desdeñan las sustancias vegetales.

## PRINCIPIOS NUTRITIVOS.

Se comprenden con este nombre los elementos complexos de los alimentos que *tomados aisladamente, no bastan para conservar la vida.* Se engendran todos en el organismo vegetal á expensas del aire y del sol.

El cloruro de sodio es el único en el reino mineral, que aun es empleado como principio nutritivo.

Se dividen en:

1. Principios azoados:

A. *Coagulables.—Albuminoides.* (Sustancias proteicas.) Las mas importantes son las siguientes: elementos fibrinoso de las carnes ó *syntonina*, elemento fibrinoso de la sangre ó *fibrina*, elemento fibrinoso de las plantas ó *gluten*, albumina de la clara y yema del huevo, *casco* de la leche *legumina* de las leguminosas.

B. *Sustancias gelatinosas*: que por una prolongada coccion, pueden pasar á gelatina soluble: tegido conjuntivo, cartílago, etc.

C. *Alcaloides*: la theobromina ($C_7H_8Az_4O_2$) del cacao, la cafeina y la teína ($C_8H_{10}Az_4O_2+H_2O$.) del café y del té. (1)

2. Principios no azoados:

A. Las *grasas neutras* ricas en carbono (77 por 100) del reino animal y del reino vegetal, que consisten principalmente en los gliceridos de los ácidos esteárico palmítico y oleico (Chevreul.)

B. *Hidratos de carbono* (44 por 100), es decir el carbon con los elementos del agua: Almidon, $C_6H_{10}O_5$, azúcar de uva $C_6H_{12}O_6$, azúcar de leche ($B_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$), azúcar de caña ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

3. Principios inorgánicos indicados precedentemente, como principios elementales y compuestos binarios.

## ALIMENTOS.

Las tres especies de principios nutritivos de que se ha hecho mencion, han sido asociados por la naturaleza en una sola y misma sustancia que ha recibido el nombre de *alimento*. El instinto y la experiencia nos han enseñado que, para la conservacion de la vida individual, los principios nutritivos deben hallarse en determinada y mútua relacion, ó mejor dicho, que los elementos componentes de los principios nutritivos deben hallarse en suficiente cantidad y tener un órden de superposicion marcada. Aís, por ejemplo, los albuminoides son,

(1) La coccaina del coca, aislada por Niemaun en 1859 ($C^{16}H^{23}O^8$.)

entre los alimentos azoados, los únicos propios para conservar el individuo; de ningun modo lo son las sustancias gelatinosas ni alcaloides.

Un hombre adulto, sano, en actividad, necesita ingerir diariamente cerca de 20 gramos Az, y 240 gramos de carbono con la alimentacion, además de esto ciertas sales en cantidad suficiente (V.mas adelante) á saber: combinaciones de potasa, sosa y cloro, fosfatos alcalinos y térreos.

La composicion de la leche y de los huevos (inclusa la cáscara) nos indica claramente cual es la relacion que deben tener los principios nutritivos entre sí; pero conviene, sin embargo, tener presente que estos alimentos solo son suficientes para los niños y los pequeños animales, y que lo mismo el hombre que el animal adulto, tienen distintas misiones que cumplir que las que incumben á la primera edad.

Por esto, la experimentacion hecha sobre los alimentos de los adultos debe ilustrar esta cuestion. La relacion entre el Az y el C no difiere mucho en la leche de mujer, de la que existe entre los alimentos necesarios á los adultos, pero la proporcion de las sales con el azoe es muy diferente.

Siendo el carbono el cuerpo mas importante de las sustancias no azoadas, se pueden comparar, bajo este punto de vista, la grasa y los carburos hídricos. Aquella, bien exprimida, contiene cerca de 77 por 100 de C; el almidon, perfectamente seco 44 por 100. El almidon del comercio no siendo completamente anhidro, solo contiene en general unos 37,5 por 100 de C; 2,4 de este cuerpo equiva-

len próximamente á 1 de grasa, y 7 de azúcar de leche á 4 de la última; 1 libra (=500 gramos) de grasa equivale á 2 libras 12 Loth (1) (=1200 gramos) de almidon.

Entre las sustancias azoadas que son ingeridas con los alimentos propiamente dichos, es necesario incluir las que han sido designadas con el nombre de *medios de goce ó de fruicion*, siendo los alcaloides indicados mas arriba entre los principios nutritivos comprendidos en la letra C. Sirven en especial como excitantes de aquellos nervios que, sin estas sustancias, están despojados de la energía necesaia para el desempeño de sus correspondientes funciones.

Como los alimentos azoados sirven para la renovacion, conservacion ó desarrollo de los tegidos, han sido llamados por Liebig *alimentos plásticos*. Los alimentos no azoados orgánicos reciben el nombre de *alimentos respiratorios*. Tal es en efecto el fin principal y regular de estos alimentos, pero no su objeto exclusivo. Si bien es cierto que las sustancias no azoadas se unen rápidamente al oxígeno para formar agua, $CO^2$ y calor, no es menos evidente que pueden acumularse en el organismo (obesidad) y representar así el papel de alimentos plásticos. Por otra parte, los albuminoideos acaban tambien por consumirse; todos los dias cierta parte de nuestros tegidos, se combina con el O y forma agua, $CO^2$, azoe libre, ácido úrico, hipúrico, úrea, creatina, creatinina, etc. La combustion es

(1) *Loth*, medida de peso que equivale á media onza.

en suma mas tardía, mas lenta. Se sabe además que en la inanicion, los albuminoides contribuyen solos á las combustiones respiratorias (V. *inanicion.*)

### CANTIDAD COTIDIANA DE ALIMENTOS, NECESARIA PARA LA CONSERVACION DE LA SALUD.

Es un hecho demostrado por la experiencia que un trabajador conserva una salud perfecta, cuando consume diariamente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 130 | gramos | albuminoideos secos. | .=20,15 Az. |
| 84 | — | grasa. . . . . | .=64,68 C. |
| 400 | — | hidrato de carbono.. | .=176, C. |
| 30 | — | Sales. | |

(Moleschott.)

Compárese con las pérdidas cotidianas que sufre el organismo de un adulto. (pág. 29.)

El autor expone, en los cuadros siguientes, el análisis de las principales sustancias alimenticias.

### BEBIDAS.

El agua es la única sustancia que puede satisfacer completamente la sed, ya ingiriéndola directamente, ya indirectamente con los alimentos que la contienen. Las bebidas mas usuales como vino, cerveza, cidra, aguardiente, té, café, caldo, etc., á mas del agua, poséen ciertos principios particulares, por los cuales deben ser incluidas en las divisiones ya sentadas. (V. *Nutricion.*)

## EN 1000 PARTES.

| | LECHE DE MUJER. (Clemm.) | LECHE DE VACA. (Volcker) | YEMA DE HUEVO | CARNE DE LOS MAMÍFEROS. | GARBANZOS. | TRIGO. | CENTENO. | PATATAS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agua. . . . . | 879,85 | 866,5 | 514,86 | 728,75 | 145,04 | 129,94 | 138,73 | 727,46 |
| Sustancias sólidas. . . | 120,15 | 133,5 | 485,14 | 271,25 | 854,96 | 870,06 | 861,27 | 272,54 |
| Albuminoides. . . . . | 35,33 | 34,7 | 160,60 | 174,22 | 223,52 | 135,37 | 107,49 | 13,26 |
| Hidratos de carbono. . | 41,18 Azúcar de leche. | 51,1 Azúcar de leche. | — | — | 576,19 | 696,19 | 615,80 | 180,230 |
| Grasa. . . . . | 42,97 Manteca. | 39,9 Manteca. | 301,68 | 37,15 | 19,66 | 18,54 | 21,09 | 1,56 |
| Sustancia gelatinosa. . | — | — | — | 31,59 | — | — | — | — |
| Materias estractivas. . | — | — | 4,00 | 16,90 | 11,84 | — | — | 9,77 |
| Sales. . . . . | 2,09 | 7,80 | 13,33 | 11,39 | 23,75 | 19,96 | 14,61 | 10,25 |
| EN 100 PARTES DE SUSTANCIAS SÓLIDAS CONTIENEN: | | | | | | | | |
| Albuminoides. . . . . | 24,5 | 26,5 | 33,09 | 64,2 | 26,1 | 15,55 | 12,49 | 4,8 |
| Hidrato de carbono . . | 42 | 38,2 | — | — | 67,3 | 80 | 71,41 | 86,4 |
| Grasa. . . . . | 31 | 29,8 | 62,19 | 13,6 | 2.3 | 2,13 | 2,41 | 0,72 |
| Sales. . . . . | 2 | 5,8 | 2,8 | 4,1 | 2,7 | 2,29 | 1,69 | 3,76 |

## EN 1000 PARTES.

| | LECHE DE MUJER. (Clemm.) | LECHE DE VACA. (Volcker) | YEMA DE HUEVO | CARNE DE LOS MAMÍFEROS. | GARBANZOS. | TRIGO. | CENTENO. | PATATAS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RELACION DE LOS ALBUMINOIDES CON LA GRASA. (Los hidratos de carbono están reducidos á grasa. (véase mas arriba.) | 1:2,24 | 1:1,73 | 1:1,87 | 1:0,21 | 1:1,07 | 1:2,27 | 1:2.57 | 1:3.7-7,7 |
| HAY EN 100 PARTES DE SUSTANCIAS SECAS. | | | | | | | | |
| Potasio | 0,63 | 1,00 | 0,30 | 1,61 | 1,06 | 0,54 | 0,55 | 1,76 |
| Sodio | 0,08 | 0,29 | 0,03 | 0,20 | 0,106 | 0,01 | 0,07 | — |
| Magnesio | 0,02 | 0,09 | 0,06 | 0,15 | 0,17 | 0,15 | 0,17 | 0,51 |
| Calcio | 0,37 | 0,74 | 0,38 | 0,07 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 0,12 |
| Cloro | 0,38 | — | — | — | — | — | — | — |
| Cloruro de sodio | — | 0,20 | 0,25 | 0,05 | 0,10 | — | — | 0,09 |
| Oxido de hierro | 0,002 | 0,02 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | — |
| Acido fosfórico | 0,38 | 0,19 | 1,68 | 0,91 | 0,93 | 1,45 | 0,80 | 0,44 |
| — sulfúrico | 0,05 | 0,002 | — | 0,01 | 0,13 | — | 0,02 | 0,24 |

HAY EN 100 PARTES DE SUSTANCIAS SECAS

| | CARNE. | CLARA DE HUEVO | PAN. | LECHE. | MANTECA. | ENJUNDIA | ALMIDON. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agua. . . . . | 75,90 | 86,68 | 64,35 | 87,08 | 7,05 | — | 15,79 |
| Carbono. . . . . | 12,52 | 7,13 | 24,37 | 7,05 | 73,43 | 76.50 | 37,42 |
| Hidrógeno. . . . . | 1,75 | 0,96 | 3,46 | 1,11 | 10,23 | 11.90 | 5,21 |
| Azoe. . . . . | 3,40 | 1,93 | 1,28 | 0,63 | 0,11 | 11,60 | — |
| Oxígeno. . . . . | 5.15 | 2,89 | 22,33 | 3,40 | 9,30 | — | 41,58 |
| Cenizas. . . . . | 1,30 | 0,41 | 2,21 | 0,73 | — | — | — |

# PRIMERA SECCION

## RESPIRACION.

**Estructura del pulmon.**—El parénquima pulmonar está dividido en lóbulos (fig. 1.ª, aa) en general poliédricos de ángulos bien marcados, que ofrecen cerca de un centímetro de espesor y se hallan separados unos de otros por tabiques de tegido laminoso. En cada lóbulo se distribuye un ramúsculo bronquial (cc) tapizado todavia por el epitelio cilíndrico de pestañas vibrátiles, cuyas divisiones se continuan con los *canalículos pulmonares ó respiratorios*. Estos no poséen mucosa aislable, su red es superficial y está recubierta por el epitelio pavimentoso, que es la única barrera que les separa de la cavidad del tubo aéreo (V. fig. 2, 5 y 7.)

Semejante disposicion distingue de una manera marcada el parénquima pulmonar de los parénquimas glandulares, en los cuales se distribuyen los vasos por la cara profunda ó adherente de los con-

ductos ó fondos de saco secretores. Las mallas de la red vascular que tapizan los canalículos respiratorios son poligonales con los ángulos redondeados. Por debajo de esta red (constituida por los vasos pulmonares, mientras que los bronquiales se distribuyen por los bronquios de epitelio prismático) se



Fig. 1.ª—Tomado de Kölliker. Dos pequeños lóbulos pulmonares, *aa*, con las células aéreas, *bb*, y las pequeñas ramificaciones bronquiales, *cc*, en las cuales se observan igualmente las vesículas del pulmon. En un recien-nacido. Aumento de 25 diámetros. Figura semi-squemática.

hallan los fascículos de fibras elásticas dispuestas circularmente, anastomosadas con las que se encuentran por encima y debajo de ellas á lo largo de cada canalículo, formándoles así con los capilares, fibras laminosas y núcleos embrioplásticos, una pared propia que permite aislarlos, sobre todo en

los jóvenes, del resto de la trama, como se observa en los fondos de saco glándulares.

Los fascículos circulares de fibras elásticas, se anastomosan además con los de los canalículos vecinos, para formar con las fibras laminosas y los vasos pulmonares que entran en ellos, el resto del parénquima interpuesto á los conductos aéreos. Un epitelio prismático recubre las últimas ramificaciones bronquiales interlobulares, que se continúan con el canalículo respiratorio central ó casi central de cada lóbulo. Se divide aquel en varios ramitos y estos á su vez se subdividen en un grupo de ocho á quince pequeños tubos que terminan en fondos de saco redondeados, apretados, contiguos, separados tan solo por el espesor de su propia pared. El diámetro de las células, despues de la muerte y no habiendo insuflacion, es el siguiente. 0,160 á 370 mm, segun Kölliker; 0,110 á 240 mm, segun Frey; 0,250 mm segun Sappey; 0,90 mm á 0,100 mm, segun Robin, en el jóven cuando están llenas de aire. Como se vé, los autores no están de acuerdo en esta cuestion, lo cual depende de que las células aumentan de volúmen con la edad, y reabsorbiéndose las trabéculas que las separan, llegan á comunicar entre sí por aberturas que pueden ser muy anchas en los pulmones del viejo.

En atencion á la importancia del asunto, añadiremos algunos detalles relativos á la *terminacion de los tubos bronquiales*, á la *estructura íntima de los bronquios y células aéreas*, y por último al *desarrollo del pulmon*.

**Terminacion de los bronquios.**—Las extremi-

dades de las últimas ramificaciones bronquiales se dividen en un grupo de células el cual lleva el nombre de lóbulo; todas ellas se abren en la cavidad de este, comunicando por consiguiente con el ramúsculo que las sostiene.

El lóbulo—dice Longet—se puede comparar al saco pulmonar completo de la rana, ó cuanto menos, á una de las grandes cavidades que constituyen su interior.

La estructura celular del pulmon ha sido demostrada especialmente por Malpígio, por medio de la insuflacion y desecacion. Las secciones del pulmon, así preparado, permiten estudiar la naturaleza del parénquima, pero no manifiestan su interior y la forma de lóbulo. Al llegar á este punto, se multiplican y difieren las opiniones.

Reisseisen inyecta mercurio en el sistema de tubos bronquiales, observa la forma exterior que toman los lóbulos, y deduce de este experimento que no existen, propiamente hablando, células pulmonares, que los bronquios, divididos y subdivididos, se terminan por *fondos de saco redondeados*, no ampulares, conservando su propia estructura.

Alquié inyecta el metal fusible de Darcet; despues, destruyendo la sustancia pulmonar con la potasa cáustica, obtiene la forma solidificada del metal, que presenta, no canales cilíndricos, sino *dilataciones vesiculares* en forma de granos de uva, cuyo número varía de 2 á 9.

Segun Rossignol (prévia inyeccion coloreada de los capilares sanguíneos, insuflacion del pulmon), las extremidades bronquiales se dilatan formando

una cavidad que él llama *infundíbulum*, embudo, en cuyo interior están dispuestas como los alvéolos, muchas cavidades secundarias comunicando todas con el ramúsculo comun.

Rainey y Addisson admiten la forma vesicular del interior del lóbulo, é insisten sobre el cambio brusco de textura que sufre cada ramúsculo aéreo desde el momento en que se pierde entre las células, de donde la division establecida de tubos bronquiales extra é intralobulares, distincion que se hallaba muy lejos de ser adoptada por Reisseisen.

Mandl por medio de su inyeccion de gelatina, prepara de tal manera el lóbulo, que pone fácilmente en relieve la naturaleza celular del pulmon, tal como ha sido enunciada por nosotros.

El número de los alvéolos ha sido evaluado en unos 1,700 á 1,800 millones.

Sus dimensiones en el hombre, varían segun la edad; son mas pequeños en el niño (0,3 á 0,4 milímetros) que en el adulto, (cerca de un milímetro) y mucho mayores en la vejez que en la edad viril. Las células son generalmente mas voluminosas en el lóbulo inferior que en el superior; lo cual esplica la diferencia de murmullo respiratorio que descubre la auscultacion en estas dos regiones del órgano.

**Estructura íntima de los bronquios y de las células aéreas.**—La histología del pulmon no principió á ser conocida hasta los trabajos de Reisseisen (1822), Rainey (1845), J. Moleschott, Rossignol, Schróder van der Kolk y Adriani, Kölliker, Mandl, etc.

Los bronquios pueden considerarse como formados por dos membranas: 1.° una *membrana fibrosa* en cuyo espesor existen *láminas cartilaginosas* que, á diferentes alturas, varian de forma y extension, haciéndose imperceptibles en aquellos cuyo diámetro no llega á un milímetro. Compuesta de tegido conjuntivo y fibras elásticas finas, no puede aislarse en esta clase de bronquios y acaba por fusionarse con la membrana mucosa;—2.° de una *membrana mucosa* provista de una *capa de fibras musculares lisas*. Presenta además exteriormente fibras elásticas longitudinales que la dan un aspecto estriado. En su interior está tapizada por un epitelio vibrátil estratificado en los bronquios cuyo diámetro es mayor de dos milímetros; en los mas delgados es simple, las pestañas vibrátiles ofrecen $0^{mm}$, 014 de longitud. Se hallan tambien en la mucosa glándulas arracimadas.—Kölliker.

La capa musculosa, limitada en la tráquea á la pared posterior, se hace circular en los gruesos bronquios. «Como se la encuentra en los ramos que tienen $^1/_5$ á $^1/_6$ de milímetro de diámetro, es probable, dice Kölliker, que se corra tambien hasta los lóbulos pulmonares.» Tal es la opinion sostenida por Reisseisen y comprobada por nosotros (1822). Pero este autor adelanta mas todavía; no atribuye al lóbulo solo la textura musculosa, sino que tambien la extiende á las últimas ramificaciones bronquiales que constituyen, segun este anatómico, los utrículos ó células pulmonares. Mas adelante nos ocuparemos de la estructura de estas.

«Las *vesículas del pulmon*, dice Kölliker, solo presentan dos capas, una *membrana fibrosa* y *un epitelio*.

La membrana fibrosa resulta evidentemente de la union de la mucosa de los bronquios con la túnica fibrosa, ambas muy adelgazadas.» En el curso de esta obra se estudiará la membrana fibrosa y su elasticidad. Aquí solo trataremos de las *fibras musculares de Reisseisen* y del *epitelio alveolar*.

**Fibras musculares lisas de las células aéreas.** —Se dá á estas fibras el nombre de Reisseisen, no porque las haya descrito este anatómico, sino porque fué el primero que emitió la hipótesis de su existencia. Kölliker, segun hemos visto, considera como probable que existan en los lóbulos, y confiesa no haberlas podido encontrar en los tabiques de los alvéolos.—Sabido es que tratadas por el ácido nítrico y despues por el amoniaco toman un hermoso color amarillo (xanto-proteato de amoniaco). Esta reaccion no se efectua en el tegido elástico. Tambien la ha obtenido Moleschott en el tejido alveolar del pulmon; de todo esto se deduce, que las fibras musculares lisas entran en la composicion de las vesículas pulmonares. (*Prueba química?*) Piso-Borme, Hirschmann y Chrzonzczewsky admiten igualmente su existencia. Longet (1842) referia á la parálisis de estas fibras una parte etiológica del enfisema consecutivo á la seccion de los nervios vagos.

Veamos las pruebas experimentales. Williams (1840) mata un perro de mediano tamaño cortándole la médula, extrae los pulmones, y adaptando

á la tráquea un tubo manométrico, excita el órgano por medio de una corriente eléctrica aplicando uno de los polos sobre el pulmon y el otro sobre la parte metálica del tubo.

El líquido del manómetro se eleva 5 centímetros próximamente. No cabe duda, que este resultado es debido á una contraccion activa del pulmon, puesto que antes de pasar la corriente su elasticidad estaba equilibrada. Pero qué prueba esto con relacion á los alvéolos?

Longet ha repetido los experimentos en los animales mayores (1842) y ha demostrado que la condensacion que procede de una contraccion muscular es determinada por la accion de los nervios pneumogástricos.

Paul Bers (1870) obtuvo idénticos resultados que Williams y Longet; pero no ha podido, como sus antecesores, observar en el curso de sus numerosos experimentos, que la contraccion del pulmon fuese debida en parte á las células de los lóbulos. Nada se sabe de cierto sobre la contractilidad de las vesículas pulmonares; sin embargo, si se tiene en cuenta el experimento de Moleschott, «y si se toman en consideracion varios estados morbosos, como ciertas formas de asma, calambres pulmonares que dependen, al parecer, ya de una parálisis, ya de un espasmo de estos músculos (de los alveolos y pequeños bronquios), nos veremos inducidos á admitir su contractibilidad en el hombre.» (Küss y Duval.) Como quiera que sea, el papel fisiológico de estos elementos musculares no llegará á ser muy importante.

Si funcionasen á cada movimiento respiratorio, se contraerian mas de veinte mil veces en veinticuatro horas; tanta actividad no se halla en relacion con los conocimientos que poseémos sobre la lentitud del funcionalismo de la fibra lisa en general.—Paul Bert piensa que el papel activo del pulmon preside á alguna especie de movimiento peristáltico de los bronquios útil para remover el aire. No admite con Longet que la seccion de los pneumogástricos (que destruye la contractibilidad pulmonar) pueda trastornar la integridad anatómica del parénquima, ni alterar sus funciones. Para Küss, «el tejido muscular, que entra en la estructura del pulmon, representa un elemento elástico comparable fisiológicamente al tejido elástico propiamente dicho» como los músculos intercostales y los de los vasos.

*Epitelio pulmonar.*—El epitelio de pestañas vibrátiles de la mucosa bronquial termina de un modo brusco, segun Rainey, en el mismo punto en que cada tubo aéreo penetra en un lóbulo. Se presenta entonces bajo la forma de células pavimentosas de placas muy delgadas, ampliamente extendidas y con frecuencia distantes unas de otras. Los núcleos, cuando la célula se extiende á la vez sobre los capilares y sobre los espacios vacíos de las mallas de la red capilar, se dirigen con preferencia hacia estos.—El epitelio de los alvéolos fué puesto en duda en 1862, y negado despues absolutamente por Henle; Eberth ha pretendido que no existia en todos los puntos del alvéolo, faltando en los vasos que formaban relieve en la

cavidad lobular.—Bakody y Villemin han declarado que la capa epitelial era una pura invencion de la fantasía.

Las preparaciones, que este último micrógrafo hacia sufrir á los lóbulos pulmonares, dan cuenta perfecta de los resultados negativos de sus investigaciones (desecacion, bicloruro de mercurio, agua amoniacal y en fin iodo). El epitelio pulmonar es demasiado delicado para resistir á tales procedimientos. Colberg admite la existencia de una membrana epitelial, segun él, las células que las constituyen al soldarse, no poséen núcleos.

Desde que se empleó el método de la impregnacion con el nitrato de plata, han cesado las divergencias entre los micrógrafos. Salvo ligeras excepciones, en la actualidad todos admiten la existencia del epitelio alveolar.—Elenz (1864) discípulo de Eberth, demostró que en la rana, la superficie entera de los alvéolos estaba recubierta por una capa de grandes células pavimentosas, cuyos núcleos se encontraban en los espacios circunscritos por las mallas de la red capilar; y que en los mamíferos, estos espacios contienen siempre una ó dos células completas. Kölliker (fig. 2).

Chrzonzczeuwsk yHirschmann han probado por medio de las inyecciones con la disolucion de nitrato de plata en los vasos, que las células epiteliales formaban una capa no interrumpida.

Los mas recientes trabajos practicados sobre este punto de histología, no han confirmado la opinion de los últimos autores. Schmidt concluye en efecto: «Las vesículas pulmonares de los embriones

están tapizadas de células regulares y uniformes; en el recien nacido una parte de estas se extiende en superficie y recubren los capilares, las otras no

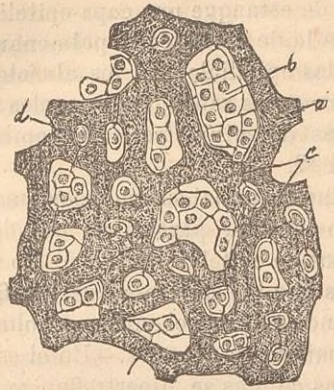



Fig. 2.ª—Epitelio pulmonar de un alvéolo periférico en el adulto, hecho aparente por el nitrato de plata (segun Elentz);—*a*, capilar.—*b*, islotes de pequeñas células.—*c*, contorno de anchas láminas membranosas que se extienden por encima de los capilares.—*d*, célula que no se halla unida á los islotes vecinos mas que por un punto de su circunferencia.

experimentan cambio alguno y permanecen reunidas en grupos en las mallas de los vasos (V. fig. 2.), en fin, en al adulto se asocian en mas pequeño número para formar grupos; muchas de ellas están *aisladas*.

Se habia objetado contra la existencia del epitelio alveolar la singular manera de respirar del espirenque de estanque (cobitis fossilis) que aspira el aire por la boca, absorbe una parte del oxígeno y

exhala ácido carbónico por el ano. Además Leydig no ha podido encontrar el epitelio intestinal en este pescado. Schmmidt, por medio de la impregnacion con el nitrato de plata, ha logrado demostrar en el espirenque de estanque una capa epitelial bastante semejante á la de los alvéolos pulmonares.

Las células epiteliales de los alvéolos son muy voluminosas en las ranas, en las cuales miden 15 á 35 milésimas de milímetro; en el hombre solo tienen de 11 á 12.

En el estado normal sufren pocas metamórfosis y dan como carácter particular, una débil cantidad de restos de epitelio (Kölliker). Lo mismo que los tabiques que las sostienen, se atrofian con la edad, de donde procede el enfisema pulmonar, habitual compañero de la vejez.—En el estado patológico dichas células se hipertrofian y proliferan para constituir las falsas membranas del crup y los elementos característicos de la pneumonia, especialmente en la forma catarral. Conocido es el papel que desempeñan en las degeneraciones cancerosas, tuberculosas, en los infartos, etc.

El tejido conjuntivo interlobular es el sitio de un depósito negruzco constituido por partículas de carbon procedentes del exterior (Traube y Virchow), ó por pigmento que proviene de la trasformacion de la materia colorante de la sangre (Virchow: enfermedades del corazon, Vieillesse). El último proceso va siempre acompañado de una pneumonia intersticial.

Los *vasos sanguíneos* del pulmon serán mas adelante estudiados.

Los *vasos linfáticos* son muy numerosos y todos se pierden en los ganglios bronquiales.

Los *nervios* emanan del vago y del gran simpático, formando los plexos pulmonar anterior y posterior.

**Desarrollo.**—En los mamíferos, los pulmones aparecen poco tiempo despues del hígado, bajo la forma de dos mamelones de la pared anterior de la faringe. Están colgados á un pedículo que mas tarde será la laringe y la tráquea; nuevas vegetaciones nacen sobre las excrecencias primitivas y se forma el órgano arracimado. Los mamelones pulmonares tienen aquí de particular, al contrario de las glándulas, que son huecos desde su orígen.

Las vesículas principian á manifestarse en el curso del sexto mes; cesa su proliferacion hácia la época del nacimiento, que marca el fin de su multiplicacion. El desarrollo ulterior del pulmon parece depender de un simple abultamiento de todos los elementos que le componen. (Kölliker).

## § 1.—OBJETO DE LA RESPIRACION.

**Condiciones necesarias para que tenga lugar la combustion en el cuerpo.**—Se entiende por respiracion en el organismo animal, un conjunto de fenómenos en virtud de los cuales se verifica una combustion en las diversas partes del mismo, que trasforma el carbono en ácido carbónico.

A este efecto concurren:

1.°—Un combustible, es decir, carbono que en las condiciones normales es suministrado por los alimentos.

2.°—El oxígeno que procede del aire admosférico.

3.°—Una corriente de aire que introduzca O y arrastre hácia fuera $CO^2$. Esta corriente se conduce en la cavidad torácica como en un fuelle: pasa de la sangre á los tegidos y vuelve á ella por difusion.

4.°—Disposiciones especiales para determinar las combinaciones del oxígeno con el carbono. Como en una estufa el carbon no se combina con el oxígeno antes de haber sido inflamado, así en el cuerpo de los animales no se quema, sino en contacto de una sustancia azoada en vias de descomposicion.

**Sitio de la combustion.**—Esta se efectúa primero en todos los vasos á través de los cuales circula la sangre, y despues en todos los tegidos. Los diversos elementos del cuerpo no pueden satisfacer su necesidad de respirar, sino por intermedio de la corriente sanguínea, porque bañándolos á todos este líquido, puede llevarles oxígeno y recibir su ácido carbónico; al mismo tiempo, establece un cambio inverso en todos aquellos puntos en que puede ponerse en contacto del aire admosférico, es decir, absorbe el oxígeno y desprende ácido carbónico. Semejante comunicacion se observa en toda la cubierta cutánea y en la superficie interna del intestino, pero principalmente en la interior de los pulmones. Existen leyes especiales que regulan

la introduccion y expulsion del aire en estos órganos.

Lavoisier, despues de su memorable descubrimiento de la composicion del aire admosférico emitió, aunque con reserva, la idea de que la combustion respiratoria tenia lugar al nivel de la mucosa pulmonar. Está admitido en la actualidad que dicho fenómeno se verifica en lo íntimo de los tegidos, por intermedio de la sangre, y en el sistema capilar. Los hechos enunciados mas adelante en el § 12 (*Respiracion de los tegidos*), los experimentos de Spallanzani (1794), de Regnault y Reiset.... (ranas privadas de pulmones continuan respirando casi la misma cantidad de aire), de Alex, de Humboldt (tenca que absorbe la misma proporcion de oxígeno con la cabeza fuera del agua), etc., no permiten duda alguna sobre este punto.

Pero si es verdad que todo lo que vive respira, el grano como el huevo, la planta como el animal, si es cierto que «la combustion lenta de los materiales de la sangre» ó de la sávia por el «oxígeno del aire ambiente» (Dumas) se realiza en la profundidad de los tegidos, no es menos claro que los seres vivos presentan órganos particulares que sirven á los cambios gaseosos de un modo mas sensible. (Branquias de los pescados, eminencias frangeadas de la cubierta de los moluscos, flecos arborescentes de ciertos anélidos, patas de muchos crustáceos, tráqueas de los insectos, pulmones de los animales superiores, partes verdes, hojas, flores de las plantas, etc.) Sabido es que Saussure (1804), por medio de experimentos conformes con los de

Ch. Bonnet (1754), de Priesstley (1777), y de Ingenhousz (1780), ha establecido que en la oscuridad, las plantas absorben oxígeno y desprenden ácido carbónico como los animales, y que bajo la influencia de la luz solar sucede un fenómeno inverso. Garreau (1851) trató de demostrar que, en el fondo, la respiracion de las plantas no diferia de la de los animales.

Todo lo que ofrece de especial la primera consiste en que, durante el dia, las plantas reducen mas ácido carbónico que durante la noche.

El autor, admitiendo que, en aquel tiempo, la accion reductora se determina sobre la comburente, deja sentado como antes que las plantas desprenden el oxígeno tan indispensable á los animales, los cuales á su vez exhalan ácido carbónico, y que la accion inversa de la respiracion de unos y otros, mantiene la integridad del aire admosférico. (V. § 12.)

**Respiracion interior y exterior.**—El proceso respiratorio comprende tres partes. Es necesario, por consiguiente, considerar en nuestra exposicion las relaciones:

1.° Del aire admosférico con la piel por una parte y por otra con los pulmones: (*Respiracion esterior*).

2.° Del aire de los pulmones con el aire de la sangre.

3.° Del aire de la sangre con el de cada órgano en particular.

Las relaciones que hemos de examinar en los puntos 2.° y 3.° constituyen la *respiracion* llamada *interior*.

**Objeto.**—El objeto de la respiracion es:

1.° Introducir el oxígeno, excitante de todas las partes vivientes:

2.° Engendrar el calor por medio de la combustion.

3.° Impedir una acumulacion de ácido carbónico, nociva á la conservacion de la vida.

Para los antiguos el objeto de la funcion respiratoria era puramente *mecánico* y *físico*. El aire rellenaba los bronquios para favorecer el paso de la sangre que se *refrescaba* al ponerse en su contacto. Esta doble accion es verdadera pero secundaria y casi insignificante. (Ch. Bernard).

Rob. Boyle (1670) fué el primero que sospechó el *papel químico* de la respiracion, al demostrar que el aire exhalado de los pulmones se hace irrespirable. (Los animales encerrados en un vaso perecen, lo mismo que cuando el aire posee una temperatura baja).

Mayow (1674) descubrió en el aire un principio (gas ó espíritu nitro-aéreo, ó igneo-aéreo) abonado para conservar la vida, y para quemar los cuerpos, y otro dotado de propiedades contrarias. Pero no llegó á precisar la composicion del aire admosférico, ni á descubrir la del espirado.

Jos. Black (1759) reconoció la presencia del ácido carbónico (fixed air) en el aire espirado por el hombre y los animales. (Precipitacion de la cal al soplar por un tubo en el agua de esta base).

Con Priestley en Inglaterra, Scheele en Suecia, y Lavoisier en Francia, se inaugura la era de la química moderna. Al último especialmente per-

tenece la alta honra del descubrimiento de la composicion del aire admosférico (1777). Poco despues determinó la del ácido carbónico, y de estos grandes hechos, dedujo su génio profundo el proceso químico de la respiracion ignorado hasta él. (Absorcion del exígeno, exhalacion del ácido carbónico, desprendimiento de calor).

### A.—RESPIRACION PULMONAR.

Los movimientos regulares y rítmicos, que introducen y extraen el aire de los pulmones, ensanchan la cavidad torácica en la *inspiracion* y la restituyen á su primitivo volúmen en la *expiracion* ordinaria. Sigue despues un tiempo de descanso, la *pausa*.

Durante la inspiracion, los pulmones se llenan de aire, este es espulsado en la expiracion. Las dos fuerzas que determinan tales efectos son: en el primer acto, la presion del aire; en el segundo, la elasticidad del órgano.

Longet distingue cuatro tiempos en cada respiracion completa: 1.° Movimiento inspiratorio. 2.° Tiempo de reposo ó pausa inspiratoria (siempre muy corta). 3.° Movimiento expiratorio. 4.° Pausa expiratoria (generalmente bien marcada=¼ de la duracion total de la respiracion).

Se han inventado muchos aparatos para apreciar el ritmo de los movimientos respiratorios: el kimografion de Vierordt y Ludwig (es una palanca

cuyas extremidades se apoyan la una sobre el esternon y la otra se halla provista de un lápiz); el pneumógrafo de Marey (cintura formada por un cilindro elástico, cuya cavidad está en relacion con la ampolla de un polígrafo por medio de un tubo de caoutchouc), quien ha llegado á las conclusiones siguientes:

El torax jamás permanece inmovil, por lo tanto, las pausas inspiratorias y expiratorias no son mas que aparentes; nada de ritmo ni de frecuencia normal, pero se pueden determinar las causas que las modifican en un individuo. Aplicaciones patológicas.

Segun el último autor, la respiracion normal se puede representar gráficamente: la inspiracion por una línea vertical ascendente, el tiempo intermedio por otra horizontal ondulada (la expiracion no se establece con claridad, sino despues de muchos movimientos oscilatorios de contraccion y dilatacion), y la expiracion por una línea descendente, primero casi vertical y despues muy oblícua.

La expiracion, como movimiento, es mas larga que la inspiracion : : 14 : 10 y tambien como 24 : 10, segun Vierordt.

No sucede lo propio bajo el punto de vista de los ruidos estetoscópicos. La primera es, en efecto, mas corta al oido que la segunda.

Una y otra están dirigidas por una sensacion particular, la necesidad de inspirar y de expirar. Nosotros podemos, á voluntad, acelerar, retardar ó suspender la respiracion, sin embargo, el último efecto solo se consigue hasta cierto punto, porque

llega un momento en que á pesar nuestro se satisface la necesidad. La respiracion pertenece, pues, á la clase de actos semi-voluntarios sometidos al poder reflejo ó excito-motor del eje cerebro-espinal.

## § II.—INSPIRACION.

Los pulmones, que se componen de numerosas vesículas (alvéolos) comunicando unas con otras, pueden ensancharse por la presion admosférica que se ejerce sobre su superficie interior (fig. 3); en efecto, la superficie exterior escapa á la influencia de aquella por la disposicion particular de hallarse estrechamente aplicada contra las paredes vecinas, es decir, las costillas y el diafragma. De donde resulta que en el estado de reposo, cuando no se respira, como se observa tambien despues de la muerte, los pulmones permanecen siempre dilatados. Esto es exactamente lo que sucede cuando se colocan estos órganos debajo de una campana de la máquina neumática, teniendo cuidado de que la porcion de la tráquea que los sostiene quede en contacto del aire exterior. Antes del nacimiento no existe mas que moco en la cavidad de los alvéolos, hallándose sus paredes aplicadas unas contra otras. Pero tan pronto como se efectúa el primer movimiento res-



Fig.ª 3.ª—Representa el pulmon en el estado de reposo y en el de ampliacion.

piratorio, desde el momento en que el aire ha penetrado en los pulmones, quedan estos para siempre dilatados, á menos que una herida ó una enfermedad permita la llegada del aire á su superficie exterior. La ampliacion permanente de los pulmones economiza un gasto considerable de fuerza, porque en primer lugar, las paredes de los alvéolos no se hallan yuxta-puestas, y en segundo término, la superficie exterior no sufre la presion admosférica, de la que haya necesidad de triunfar.

La dilatacion de los pulmones está limitada en el estado de reposo, por la resistencia que oponen el torax y el diafragma. Cuando la última disminuye, aumenta la primera en la misma proporcion. Tal es lo que sucede desde que las paredes del torax y el diafragma están separados de la superficie exterior de los pulmones.

## ACCION DE LAS COSTILLAS, DEL ESTERNON Y DE LA CLAVÍCULA.

Antes de describir la accion de los músculos inspiradores ó considerados como tales, creemos útil hablar de las piezas sólidas, costillas, esternon y clavícula que ponen en movimiento, para efectuar la dilatacion de la cavidad torácica.

Las *costillas* son arcos largos y flexibles especialmente entre su ángulo y el esternon.

Su direccion es oblícua de arriba abajo y de

atrás adelante. No son paralelas; los espacios intercostales son tanto mas anchos cuanto más cerca del esternon se los considere, y en cada tipo respiratorio, el máximun de anchura de los espacios coincide con el máximum de movilidad de los huesos. (Beau y Maissiat).

Las costillas se articulan hácia atrás con la columna vertebral, sobre la cual toman punto de apoyo para la egecucion de los movimientos, y hácia delante con el esternon, de una manera mediata.

El grado de *movilidad relativa* ha sido objeto de diferentes opiniones. Así, Haller ha sostenido que la primera costilla permanecia *inmóvil* en medio de las inspiraciones mas enérgicas; al paso que Magendie ha demostrado que era la mas movible de todas. Esta contradiccion depende de que el primero ha hecho sus experimentos en los animales y en el hombre (tipo abdominal ó costo-inferior), el segundo en la mujer (tipo costo-superior), y de que los dos han generalizado sin razon un hecho particular exacto. La movilidad relativa de la primera costilla varía para cada tipo; la misma observacion puede hacerse en las costillas medias é inferiores. (Beau y Maissiat). En cuanto á las falsas, su movilidad extrema é indudable es debida, sobre todo, á su falta de medios de union hácia delante. Entre las articulaciones esterno-costales, la primera presenta con frecuencia una verdadera soldadura, por la cual en el tipo respiratorio costo-superior la primera costilla y el esternon se mueven simultáneamente. Las costillas medias é infe-

riores son movibles en su articulacion condro-esternal; pueden, pues, moverse, sin que el esternon se desvie al mismo tiempo (tipo-costo-inferior).

La clavícula, á consecuencia de las relaciones anatómicas que afecta con la primera costilla y el esternon, participa de todos sus movimientos. Por lo demás, los del *esternon* y de la *clavícula* están del todo subordinados á los de las costillas.

*Movimientos de las costillas en la inspiracion.*—En la inspiracion, las costillas se separan entre sí, en otros términos, *aumentan los espacios intercostales*. Para convencernos de ello, debemos fijarnos en el mecanismo de la respiracion; por no haber tenido presente esta circunstancia Borelli, Haller, Sibson, Marcacci, etc., divergieron en sus opiniones. (Beau y Maissiat).

Las costillas sufren además un *movimiento de elevacion*, que las arrastra todas simultánea (y no sucesivamente como pretendia Haller, asercion contraria á la observacion) escepto á las flotantes, que la inspiracion conduce hácia fuera y abajo; elevándose las costillas, de oblícuas que eran se hacen mas ó menos horizontales, y aumentan el *diámetro antero-posterior del toraæ*.

Este resultado se concibe sin dificultad. Para facilitar la comprension, Bernouilli y Hamberger idearon su teorema de los vástagos paralelos é inflexibles que parten de otro vertical que les sirve de punto de apoyo. Longet rechaza esta explicacion, porque las costillas no son paralelas ni inflecsibles. La escala de grados oblícuos de Küss no seria mejor admitida. Longet dice que en el movi-

miento de elevacion, la estremidad anterior de cada costilla se aleja de la columna vertebral, haciendo desaparecer su corvadura, y alargándose de esta manera. «La prolongacion de las costillas está favorecida tambien por el ligero movimiento que se traslada al punto de union del cartílago con el hueso, y el ángulo que forman entre sí, tiende á desaparecer mas ó menos completamente». Rudimento de lo que existe en los *pájaros*. (Longet).

Al mismo tiempo que las costillas se elevan, ejecutan un *movimiento de rotacion* al rededor de un eje que reuniera las dos extremidades, y en virtud del cual, se separan de la línea media y aumentan el *diámetro trasversal* del pecho.

**Accion de los músculos inspiradores.**—Hé aquí el papel que desempeñan los músculos inspiradores. Aumentan la cavidad torácica en su diámetro vertical y en sus grandes diámetros horizontales. Los pulmones siguen los movimientos de las partes que les rodean, y contra los cuales se hallan aplicados intimamente.

La dilatacion de la cavidad, segun su altura, se verifica á expensas del diafragma, por lo que se llama *respiracion abdominal*. Los músculos intercostales, y elevadores de las costillas tienen á su cargo el aumento antero-posterior y trasversal, llamándose *respiracion costal*. La primera predomina en el hombre, la segunda en la mujer y en el niño.

Segun Beau y Maissiat, *los diversos modos de respiracion*, pueden reducirse á tres tipos principa-

les: *tipo abdominal*, el *tipo costo-superior* y el *tipo costo-inferior*.

En el *tipo abdominal* (caballo, gato, conejo, etc., hombre, adulto, niños de ambos sexos, hasta el fin del tercer año, en oposicion á las ideas de Haller) las costillas permanecen inmóviles, el vientre se eleva durante la inspiracion y se deprime durante la expiracion.

En el *tipo costo-inferior* (perro, un gran número de hombres adultos y en particular los muchachos despues de la edad de tres años) la pared abdominal permanece inmóvil, el esternon se mueve un poco en su parte inferior; el movimiento de las costillas principia en la sétima inclusive y disminuye de un modo gradual hasta la segunda.

En el tipo *costo-superior* (propio de la especie humana y en particular de la mujer que lo presenta desde sus primeros años) los movimientos respiratorios no se observan mas que al nivel de las costillas superiores y en especial de la primera. La parte superior del esternon, siguiendo á la primera costilla y á la clavícula, se mueve hácia arriba y adelante. Este tipo se acomoda con perfeccion al estado de embarazo. El corsé no lo crea pero lo exagera, puesto que tambien se vé en las mujeres que no usan semejante pieza de vestir.

**Diafragma.**—La cúpula diafragmática que, en el estado de reposo se incurva hácia el pecho, se deprime durante la inspiracion. Las dos insercio-nes á las cuales se fijan las fibras del músculo, son: el tabique tendinoso del centro del diafragma y los tres puntos óseos siguientes:

1.° Las vértebras 12.ª dorsal y primera á cuarta lumbares.

2.° Las seis últimas costillas.

3.° La apófisis xifoides del esternon.

El centro tendinoso se aproxima á los huesos, cuando desciende el diafragma.

Las vértebras y el esternon son, en efecto, mas fijas que el referido centro.

No sucede otro tanto con las últimas costillas que ofrecen mayor movilidad. Serian tiradas hácia dentro, y por consiguiente, estrecharían la cavidad torácica, si á ello no se opusiesen determinados obstáculos, de los cuales los mas importantes son:

1.° La presion excéntrica que ejercen sobre las partes vecinas las vísceras abdominales rechazadas por el diafragma. La pared abdominal anterior, pues, se aboveda á cada inspiracion (de donde procede la llamada respiracion abdominal), y las paredes laterales se dirigen hácia fuera.

Las costillas inferiores, por lo tanto, no pueden ser llevadas hácia dentro. Cuando se palpa, en los animales sanos la parte inferior del torax, se reconoce á cada inspiracion una dilatacion de este último. Pero si, abierta la cavidad abdominal, se separan las entrañas de la cara inferior del diafragma, entonces las costillas son arrastradas hácia dentro. (Budge, Duchenne).

2.° La actividad de los músculos intercostales, que se manifiesta al par que la contraccion diafragmática, opera una traccion hácia fuera y arriba, en virtud de la cual las costillas no pueden ser llevadas hácia dentro y abajo.

La forma abovedada del diafragma es debida por una parte, á la presion de las vísceras abdominales, que le rechazan hácia arriba, y por otra, á la fuerza elástica de los pulmones que lo solicitan hácia la cavidad torácica, en virtud del vacio que su ascension tiende á producir entre las pleuras. Beau y Maissiat creian que era necesario añadir á estas dos causas principales otra secundaria: las conexiones íntimas del pericardio con la expansion anterior del centro frénico.

El diafragma funciona á manera de un piston: cuando se contrae, desciende y practica el vacio en el espacio que recorre. Su descenso no es igual en toda su extension, es mas notable sobre todo hácia atrás (pilares) y en los lados á expensas de la porcion costal de sus fibras. Fontana (1757) creia que el diafragma podia borrar su corvadura y aun invertirse del lado del abdómen. Haller opinaba del propio modo. La experiencia jamás ha podido demostrar semejante hecho, cuya posibilidad no es admisible, suponiendo que las vísceras abdominales se hallen en su estado normal, porque ellas oponen un obstáculo manifiesto. (Longet).

Un resultado especial de la contraccion del diafragma, es la elevacion y separacion de las costillas inferiores. El experimento de Beau y Maissiat que mas adelante referiremos, demuestra que la dilatacion de la base del tórax al nivel de las seis últimas costillas revela manifiestamente la accion del diafragma, cuando se deja intacto este músculo; pero si se le secciona á su vez, las costillas inferiores quedan de repente inmóviles. En el cadá-

ver, se ven dirigir estas hácia arriba y afuera, cuando se cogen con unas pinzas las partes contráctiles del diafragma.

Duchenne ha visto producirse estos movimientos en todos los casos en que ha provocado la contraccion del último músculo galvanizando los nérvios frénicos.

Haller explicaba tales movimientos por la reaccion de las vísceras comprimidas; Collin añade la accion simultánea de otros músculos inspiradores. Budge es de la misma opinion. Magendie supone que las fibras musculares toman un punto de apoyo sobre las vísceras abdominales superiores á las inserciones inferiores del diafragma, para elevar las costillas situadas al mismo nivel. Pero—dice Longet—este punto puede faltar, sin que suceda lo mismo con el fenómeno indicado (si se abre un perro y se separan las vísceras, el diafragma llevará todavía las costillas hácia fuera y arriba. Budge, segun hemos visto, pretende lo contrario).

La accion del diafragma es diferente en los niños. Sabido es que en los primeros años, las costillas inferiores son llevadas hácia dentro en cada inspiracion. Esto se debe á la debilidad de las paredes y en especial á la blandura de los cartílagos que no pueden resistir las tracciones del músculo indicado.

En el adulto, el hundimiento de los espacios intercostales inferiores es debido á la poca resistencia de la aponeurosis inter-cartilaginosa.

Fácil nos es aplicar los hechos enunciados al estudio del tipo abdominal y del tipo costo-inferior.

En el primero, el diafragma toma punto de apoyo sobre las costillas inmóviles y baja las vísceras que elevan el vientre. En los niños, esta accion se halla favorecida por la gran blandura de las inserciones frénicas.

Se comprende que en este tipo, la parálisis del órgano muscular citado, único agente de la inspiracion regular, determinaria accidentes funestos.

Duchenne ha observado la disminucion de la voz, y una gran disnea en los accesos de tos y estornudo. (*De la electrizacion localizada*, 1872).

En el tipo costo-inferior, el diafragma deprime un poco el centro frénico y las vísceras, despues viene un momento en que las costillas inferiores, movibles en este tipo, no pueden servir de punto de apoyo á la contraccion, que entonces lo toma mas fijo sobre las vísceras y el pulmon. (ligam, frenopericardiaco); de donde se sigue la elevacion y proyeccion hácia fuera de aquellas costillas.

**Músculos intercostales.**—Al lado de las vértebras y del esternon no existe mas que una sola capa muscular que llene los espacios intercostales; el resto de estos se halla ocupado por dos capas que se recubren mútuamente. Los músculos intercostales posteriores simples, son las prolongaciones de los elevadores de las costillas; desde las vértebras se dirigen hácia el esternon. Se terminan en el ángulo de las costillas no formando mas que una sola capa. Los intercostales anteriores ó intercartilaginosos están situados entre los cartílagos costales; principian en el esternon y terminan cerca del fin de los cartílagos. Entre los anteriores

y posteriores, hay, segun hemos indicado, una doble capa; los externos son la continuacion de los posteriores, y los internos la de los anteriores.

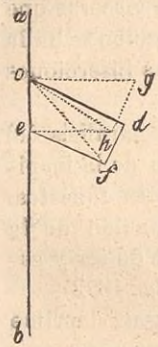



Fig. 4.ª—*ab*, columna vertebral; *cd cf*, costillas en el estado de reposo; *cf*, un músculo intercostal externo; *fd*, un músculo intercostal interno; *cg* y *eh* posicion de las costillas durante la inspiracion.

La accion comun de los intercostales es mover la pequeña cabeza de las costillas, de modo que la cara anterior de estas se dirija hácia arriba, y llevar además los cartílagos en el mismo sentido. Es innegable que el primer efecto se debe á los intercostales posteriores y el segundo á los anteriores. Se creia antiguamente que los externos, colocados entre los anteriores y posteriores, no eran activos mas que en el momento de la inspiracion, mientras que los internos limitaban su actividad al segundo tiempo de la respiracion, fundándose en que los últimos debian prolongarse durante la elevacion de las costillas, como se desprende del grabado número 4. (Esquema de Hamberger).

Pero la prolongacion es de tan poca monta que no evita el predominio de la fuerza contráctil de los músculos. *Los internos y externos son inspiradores.* Tal es lo que demuestran las vivisecciones (Haller, Budge) y las observaciones patológicas. (Duchenne, Ziemsen y otros). Siendo mas fijas las dos primeras costillas constituyen un punto de apoyo hácia el cual se mueven todas las demás.

Durante la inspiracion, las costillas solo se elevan, no pueden aproximarse unas á otras; la direccion opuesta de los internos y externos solo tiene por objeto *fijar* las partes de las costillas entre las que se hallan situados.

Beau y Maissiat (1) en sus *Estudios sobre el me-*

(1) Estos autores han establecido el cuadro siguiente sobre la opiniones emitidas antes de ellos, acerca de la tan debatida accion de los intercostales. Nosotros lo completaremos con la adicion de los mas modernos. 1.° Son *inspiradores* los músculos intercostales internos y externos (Borelli, Senac, Boerhaave, Wislow, Haller, Cuvier, Duchenne y Marcelino Duval). 2.° Son *expiradores* los intercostales internos y externos (Vesalio, Diemerbrœck, Sabatier, Beau y Maissiat, Longet). 3.° Los músculos intercostales externos son *expiradores* y los internos inspiradores (Galeno, Bartolino). 4.° Los intercostales externos son *inspiradores* y los internos *expiradores* (Spigel, Vesling, Hamberger..., Sibson Hermann). Sibson ha introducido una modificacion en este sistema: «Los intercostales externos son expiradores en todos los puntos, escepto en la parte anterior de los cinco espacios intercostales inferiores, en cuyo sitio los intercostales internos son inspiradores; en las demás partes son expiradores.» Hermann formula mas sencillamente su pensamiento: los externos, son inspiradores en las partes óseas de las costillas y los internos en las cartilaginosas. Pero como la inspiracion es allí casi la principal accion de las dos direcciones de los músculos, se pueden contar los intercostales en general entre los músculos inspiradores. (in Kuss). 5.° Los intercostales internos y externos son á la vez *inspiradores* y *expiradores* (Mayow, Magendie, Bouvin, Burdach, etc.) 6.° Los dos géneros de intercostales obran de concierto, pero sus funciones varian en los diferentes puntos del pecho; son *inspiradores* en un sitio y en otro *expiradores*. (Behrens). 7.° Finalmente, las dos especies de intercostales no ejecutan movimiento alguno de inspiracion ó expiracion, desempeñan tan solo el papel de *pared inmóvil* (Van-Helmont, Arantius, Neucranzius, Cruveilhier), ó bien se contraen únicamente para resistir á la presion admosférica (Kuss). Podria aducirse en apoyo del papel parietal de los intercostales el experimento de M. D. Molliere. Este ha dividido

*canismo de los movimientos respiratorios (Arch. gen. de medicina.* 1842, 3.ª série t. XV. 1843, 4.ª série t. I, II y III) han llegado á una conclusion diametralmente opuesta. Para ellos los músculos intercostales internos y externos son exclusivamente *expiradores*, cuya accion en los mamíferos no se ejerce en rigor sino en lo que se llama *respiracion compleja*.

Longet no ha titubeado en decir que la opinion de Beau y Maissiat es la que se funda en mayor número de pruebas.

Nosotros no citaremos mas que algunas. Desde luego debemos partir del principio siguiente: no hay contraccion muscular sin acortamiento y simultánea induracion de sus fibras. Hé aquí sin embargo los fundamentales experimentos de estos fisiólogos: descubren uno de los espacios intercostales en un perro vivo y observan: 1.° en la inspiracion tranquila los músculos intercostales se prolongan y se endurecen; la cara externa, de plana que era en la expiracion se hace convexa hácia fuera, fenómeno que ellos explican por la irrupcion del aire en el pulmon y en el cual es arrojado excéntricamente; 2.° en la expiracion normal los intercostales se acortan y se reblandecen.

Los intercostales no se contraen ni en la inspiracion tranquila ni en la expiracion normal. —Pero

---

tres nérvios intercostales medios del mismo lado en un conejo; 8 meses despues, encontró ensanchados los espacios intercostales del lado de la seccion con una desviacion de la columna vertebral (*Sion Medical. Setiembre* 1873).

si se trata de provocar una expiracion forzada y compleja (grito, tos, etc.), entonces se observa perfectamente su acortamiento é induracion; los intercostales, por lo tanto, se contraen en la expiracion compleja; estos músculos son, pues, expiradores.—Dicha prueba experimental se confirma por un argumento sacado de la fisiología comparada. En los pájaros la expiracion (siempre activa, en tanto que la inspiracion es pasiva, lo contrario de lo que sucede en los mamíferos) es, en parte, debida á los intercostales. ¿Puede racionalmente suponerse que los mismos músculos que son expiradores en estos animales, fuesen inspiradores en los mamíferos?

Longet añade á todas estas pruebas una demostracion por analogía sacada de la semejanza en la direccion de las fibras de los intercostales externos con las del oblícuo externo del abdómen, la de los intercostales internos con las del oblícuo interno, y las del triangular del esternon con las del trasverso. Estos músculos abdominales, segun unánime confesion de los fisiólogos, son esencialmente expiradores. No podria hacerse del oblícuo externo un inspirador y un expirador del oblícuo interno. Su accion es una y semejante. ¿Por qué habian de desempeñar distinto papel los intercostales internos y externos? Ambos son, pues, expiradores como los músculos abdominales indicados.

Finalmente, si se tratan de simular los movimientos respiratorios en el cadáver, podrá notarse que los intercostales se extienden y ensanchan en la inspiracion y se pliegan y relajan en la expira-

cion. Este es, pues, el momento de su contraccion (Longet).

Duchenne (de Boulogne) aboga en pró de la teoría de Haller: todos los intercostales son *inspiradores*. Galvaniza separada y simultáneamente los intercostales internos y externos, y en ambos casos, la costilla inferior se aproxima á la inmediata superior que permanece inmóvil. ¿Los intercostales son por esto inspiradores? No:—dice Longet—porque si bien es verdad que aproximan la costilla inferior á la superior, no es menos cierto que disminuyen el espacio intercostal, y por este mero hecho son *expiradores*. Por otra parte, si los intercostales se contraen bajo la influencia del galvanismo, no es lógico deducir que tambien lo verifiquen en la respiracion natural. Tampoco prueban nada los casos de atrofia progresiva aducidos por Duchenne. La conservacion de la respiracion, que este autor atribuye á los intercostales que han quedado sanos, puede referirse á los escalenos cuya atrofia era incompleta, al diafragma (Longet), ó á los supracostales de que jamás se ha ocupado Duchenne (Küss y Duval).

Para estos últimos autores, los intercostales no son inspiradores ni expiradores, sirven tan solo para formar una parte integrante de la pared torácica. Longet considera esta opinion indigna de análisis, toda vez que cada músculo debe desempeñar una funcion contráctil. La opinion de Küss y de Duval es aceptable: una pared fibrosa, dicen ellos, no habria respondido á las exigencias de la respiracion. Como la naturaleza ha colo-

cado en la foseta supra-esternal fibras musculares (cutáneo) para luchar contra la presion admosférica lo mismo que en la fosa supra-clavicular, debia disponer entre las costillas el tegido mas elástico de nuestra economía, es decir, los músculos, para atenuar los efectos de la presion admosférica ya interior (expiracion) ya exterior (inspiracion). «En la respiracion normal, la propiedad elástica de los intercostales basta para llenar este objeto, contrayéndose tan solo en los esfuerzos respiratorios para desempeñar su cometido.» Estos autores adoptan aquí la teoría de Hamberger mas arriba indicada.

El esquema de Hamberger (fig. 4.) y el aparato de Hutchinson ideados para sostener la dualidad funcional de los intercostales, son imperfectas imitaciones de lo que ellos intentan reproducir, y no permiten sacar conclusion alguna positiva. Las vivisecciones y los experimentos galvánicos de Marcacci inventados para defender la misma teoría, siempre han conducido á una estrechez del espacio intercostal, es decir, á la funcion expiradora de los intercostales.

Además, Beau y Maissiat han hecho un experimento que destruye este sistema por su base. Seccionan en un perro vivo los pectorales mayor y menor, los serratos, escalenos, etc., y los intercostales del segmento inferior del tórax á partir del sexto espacio, dejando íntegro el diafragma; en estas condiciones se conserva la respiracion algunos momentos, durante los cuales las costillas se elevan y separan de la línea media en la inspiracion. Sus movimientos no se hallan, pues, subordi-

nados á los músculos intercostales, no pudiendo admitirse por consiguiente el papel inspiratorio de estos (Longet).

**Músculos auxiliares.**—Al lado de los dos agentes principales de la inspiracion, diafragma y músculos intercostales, debemos colocar á los escalenos, externo-cleido-mastoideos, pectorales y todos los músculos que aproximan las costillas al omóplato ó á las vértebras, como auxiliares, especialmente en los casos en que se presenta algun obstáculo.

¿Cuáles son, en resúmen, los agentes de la inspiracion? Hé aquí las conclusiones de Longet: la inspiracion tiene por agentes: el diafragma, los escalenos, el externo-cleido-mastoideo, el angular del omóplato, el pectoral menor, el gran serrato, las fibras superiores del trapecio y las inferiores del pectoral mayor. Todos al contraerse determinan directamente la dilatacion del pecho, á escepcion del angular y del trapecio, cuya accion es indirecta.

*El diafragma es el músculo por excelencia de la inspiracion*; los otros solo se contraen por las necesidades de una inspiracion laboriosa y forzada. Los escalenos, cuya accion se observa principalmente en la mujer, ayudan en gran manera en el tipo costo-superior que le es propio.

**Tension de las paredes respiratorias.**—Cuando la pared torácica se separa de los pulmones, su superficie exterior, así como las partes que rodean las cavidades laríngeas y nasales, hallándose sometidas á una presion mas intensa, se hundirian á

cada inspiracion, si los cartílagos de la nariz, laringe y tráquea-arteria, los ligamentos, huesos y músculos, no opusiesen un obstáculo resistente. Tanto mas manifiesto es este fenómeno, cuanto mas larga es la inspiracion, es decir, cuanto mas tarda en equilibrarse la presion en el interior del canal respiratorio con la del aire admosférico exterior. Así es como se explican los hundimientos de los espacios intercostales durante la inspiracion, cuando existen estrecheces bronquiales ó algun obstáculo á la respiracion. Si se abre el abdómen en un animal, y se incinde una mitad del diafragma, se vé aquella rechazada hácia atrás en cada inspiracion, como sucede, por lo demás, en la expiracion.

**Resistencias á las fuerzas inspiratorias.**—Las fuerzas musculares que determinan la inspiracion están destinadas, en parte, á recorrer cierto trayecto, y en parte á vencer las resistencias que se oponen á la ampliacion del pecho. Estas resistencias son:

1.° El peso de las costillas que es necesario elevar.

2.° El contenido del abdómen, especialmente los gases intestinales que retardan el descenso del diafragma.

3.° La elasticidad de los pulmones. (V. § 3.°)

4.° La resistencia del aire exterior.

Si el aire que ha de penetrar en los pulmones es muy denso, la respiracion será mas lenta; del propio modo se observa una disminucion considerable en la frecuencia de los movimientos respiratorios,

desde el momento en que, hallándose obstruidas en un animal la boca y la nariz, la rarefaccion del aire ocasionada por la inspiracion no puede compensarse por la llegada del aire exterior.

## § III.—ELASTICIDAD DE LOS PULMONES.

Cuando se insufla un pulmon, aumenta considerablemente de volúmen, recobrando sus primitivas dimensiones desde que termina la insuflacion, cuyo fenómeno es una consecuencia de su gran elasticidad. Este hecho demuestra la existencia de una inmensa cantidad de tegido elástico entre los alvéolos pulmonares, lo cual podemos observar con el microscopio, si disociamos con una aguja el parénquima de una de sus partículas. Esta elasticidad equilibra la presion que se ejerce sobre la superficie interior de los pulmones y aun la vence, arrastrando al mismo tiempo con fuerza las partes que presentan con aquellos algunas adherencias; como sucede con respecto al corazon y al diafragma.

La presion admosférica actúa sobre la superficie inferior de este, por intermedio de las partes blandas que constituyen ó llenan la cavidad abdominal; su cara superior se halla sometida tambien á la presion del aire contenido en los pulmones, pero está disminuida por la fuerza elástica de estos órganos. De consiguiente, se ejerce sobre la cara superior del diafragma una presion mas debil que sobre la inferior; de lo que resulta que en el cadáver, en

tanto que no se abre la cavidad torácica, se puede apreciar la tension del último músculo por la cavidad abdominal.

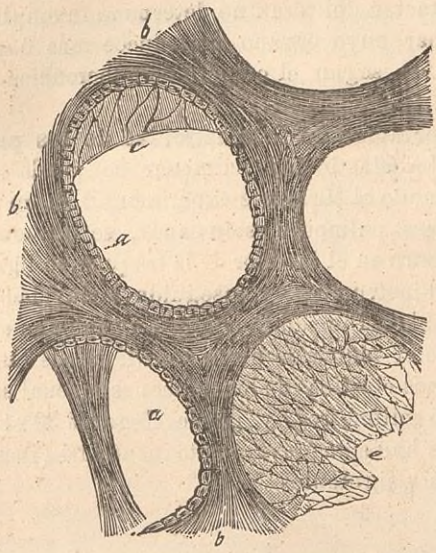



Fig. 5.ª—Tomada de Kölliker.—Vesícula pulmonar del hombre y porcion de las vesículas vecinas. Aumento de 350 diámetros; *a*, epitelium; *b*, trabéculas elásticas; *c*, pared vesicular muy delicada en el intérvalo de las trabéculas; presenta fibras muy finas.

Esta disposicion cambia, sin embargo, y los pulmones se deprimen al instante, desde el momento en que, abierta la cavidad torácica, sufren las dos superficies idéntica presion admosférica. En tales casos se observa claramente la elasticidad y cesa la tension diafragmática.

Las heridas penetrantes del pecho, segun el costado que afecten, imposibilitan la respiracion en el pulmon correspondiente, porque habiendo desaparecido el vacío que existe entre las dos pleuras, la dilatacion del tórax no determina la ampliaciou pulmonar, cuyo órgano permanece mas ó menos deprimido, segun el número de adherencias pleuríticas.

**Apreciacion de la elasticidad de los pulmones.**—La elasticidad pulmonar se puede medir practicando el siguiente experimento: en un cadáver cuyos pulmones estén sanos, se introduce un manómetro en el interior de la tráquea, se liga esta sobre el instrumento y enseguida la cavidad torácica se abre. Inmediatamente se vé subir en el manómetro el índice de plata, en virtud de las contracciones elásticas de los pulmones, el cual se eleva á 7,5 milímetros, y puede llegar á 30 si estos órganos han sido préviamento insuflados (Donders) V. p. 45 y siguientes.

## § IV.—EXPIRACION.

Es esencialmente una consecuencia de la elasticidad de los pulmones, de los músculos inspiradores, del esternon y de las costillas que tienden á recobrar su posicion primitiva. El peso de aquellas obra al propio tiempo en idéntico sentido, la cavidad torácica disminuye y el aire escapa al esterior. A parte de esta expiracion pasiva, puede existir

otra activa, determinada por el descenso de las costillas hácia las vértebras y cuyos agentes son los músculos abdominales y el triangular del esternon.

Los músculos expiradores son, segun Longet: los intercostales internos y externos (Beau y Maissiat), el triangular del esternon, las fibras superiores del pectoral mayor, el gran dorsal, las fibras inferiores del trapecio, los dos oblícuos, el trasverso del abdómen, el piramidal, los esfínteres anal y vesical y los músculos elevadores del ano é isquio-coxígeo; estos cuatro últimos son expiradores indirectos.

Los precedentes músculos solo entran en accion en la expiracion *compleja*, como en el grito, tos, canto, espectoracion, estornudo, etc.

El pulmon, que es pasivo en la inspiracion, contribuye activamente á la expiracion por su *elasticidad* y *contractilidad*.

Para la *elasticidad*, V. § III; para la contractilidad, V. *Estructura del pulmon*, p. 39. Ya hemos demostrado la existencia de las fibras musculares anatómica y fisiológicamente hásta en las mas ténues ramificaciones bronquiales, y que es congeturable en los lóbulos y en los alvéolos. Tambien hemos hecho notar que su papel funcional era muy limitado. Longet cree, sin embargo, que la elasticidad pulmonar no seria suficiente para expulsar las mucosidades bronquiales y el ácido carbónico (muy denso) de las partes profundas del parénquima; no le parecerian menos necesarias las fibras contráctiles del pulmon para asegurar su

permeabilidad y la regularidad de la funcion respiratoria, aun en los casos en que no llegan á reaccionar en cada expiracion ordinaria, falta de una accion rítmica dudosa (Longet). (Comp. P. Bert.)

Como los pulmones suben de 13 á 16 centímetros hácia el vértice de la cavidad torácica durante la expiracion, queda en la base del tórax un espacio en que la pleura costal se pone en relacion inmediata con la diafragmática, circunstancia que conviene tener en cuenta para la toracentesis. Es clara y evidente la indicacion de practicar esta durante la expiracion (J. Cloquet).

Las pleuras parietal y visceral lubrificadas siempre por el líquido que segregan, favorecen los movimientos del pulmon Si el vacío que existe en el saco que ellas forman no aspira la sangre ó los líquidos contenidos en los vasos próximos, se debe á la impermeabilidad especial del epitelio que las tapiza.

Jamás se produce exudacion alguna sin una alteracion de estos elementos globulares.

## § V.—DE LAS VIAS RECORRIDAS POR EL AIRE EN LA RESPIRACION.

**Las vias aéreas durante la respiracion.**—Raros son los cambios que sufren la nariz, el velo del paladar y la laringe durante una inspiracion y una expiracion normales. Segun las observaciones laringoscópicas la glotis permanece siempre abierta

(Czermak). Si la respiracion es mas profunda y laboriosa, las narices se dilatan, durante la inspiracion, se eleva el velo del paladar, se aplica la lengua al suelo de la boca, la laringe desciende y la glotis se ensancha.

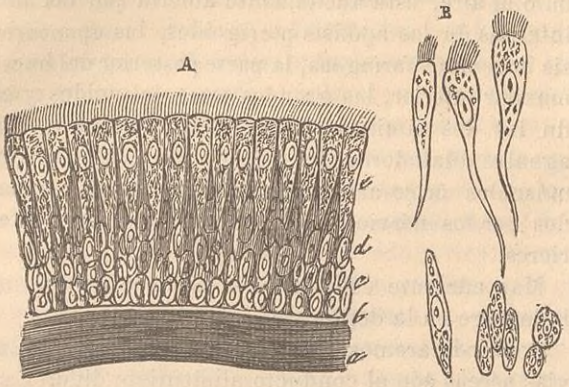



Fig. 6.ª—Tomada de Kölliker.—Epitelio vibrátil de la tráquea humana. Aumento de 350 diámetros. *A*, Epitelio *in situ*; *a*, porcion interna de las fibras elásticas longitudinales; *b*, capa superficial homogénea de la mucosa; *c*, las células mas profundas redondeadas; *d*, células medias un poco prolongadas; *e*, células exteriores provistas de pestañas vibrátiles. *B*, células aisladas de diversas capas.

Los músculos que entran en accion para mantener abiertas las ventanas de la nariz, son los mirtiformes y los elevadores del ala de la nariz animados por el nervio facial. Los palato-estafilinos ó peri-estafilinos externos son los músculos dilatadores del orificio buco-faríngeo, animados por el mismo nervio. Cuando este se halla paralizado ó

dividido, las alas de la nariz faltas de accion se aproximan al tabique interceptando el paso del aire, y se invierten los labios á cada inspiracion, etcétera.

La faríngе, en los puntos en que sirve de vestíbulo al aire, está anchamente abierta por las alas internas de las apófisis pterigoides, las aponeurosis buccinato-faríngeas, la parte posterior del hueso maxilar inferior, las grandes astas del yoides y en fin las dos láminas del cartílago tiroides. Los agentes dilatadores de la glotis son los poderosos músculos crico-arytenoideos posteriores, animados por los nérvios recurrentes ó laríngeos inferiores.

Mas adelante estudiaremos los movimientos de la laringe en la deglucion.

Solo indicaremos ahora que las relaciones de las vias aéreas con el conducto alimenticio difieren en los animales. Así, por ejemplo, la epiglotis de los cetáceos sube hasta el orificio posterior de las fosas nasales, y el velo de su paladar abraza por completo la laringe. Estos animales, pues, no pueden respirar mas que por la nariz, sus fosas nasales se continúan con la tráquea.

En los pequeños paquidermos, el velo del paladar forma á la laringe un semi-anillo. En los solípedos, la epiglotis sube hasta el orificio posterior de las fosas nasales; su respiracion es casi nasal. Cuando se ha seccionado el facial que lleva la inervacion á los músculos de las narices, se observa en el caballo la depresion de sus ventanas durante la inspiracion, obstruyendo la entrada del

aire. En vano el animal hace esfuerzos para respirar, muere asfixiado con la boca abierta.

El perro, al contrario, respira exclusivamente por la boca, cuando está jadeando; su laringe ocupa un lugar mas bajo. En los fetos del perro y en los humanos, la laringe sube un poco mas que en el adulto. La respiracion ordinaria del hombre y de la mayor parte de los mamíferos se efectua por las fosas nasales, y cuando el animal experimenta una gran necesidad de aire, por estas y por la boca.

Aquellas constituyen la via natural para la introduccion del fluido aéreo, ofrecen, en efecto, numerosos repliegues (cornetes y meatos) revestidos de una mucosa siempre humedecida y rica en vasos, es decir caliente, que entibia y humedece el aire admosférico cuya baja temperatura y sequedad impresionan desagradablemente la laringe, cuando se respira por la boca. Además de la secrecion mucosa, humedece tambien el aire en las fosas nasales la instilacion incesante de las lágrimas, que van á evaporarse en su superficie (*Curabilidad de la tisis pulmonar por P. Niemeyer*).

**Músculos de la tráquea y bronquios.**—En la cara posterior de la tráquea, en vez de cartílagos, existen fibras musculares lisas, lo mismo que en los bronquios hasta aquellos puntos en que su diámetro es sumamente diminuto. Es probable que se contraigan en la expiracion, sobre todo cuando es profunda.

Recuérdese lo que hemos dicho (p. 43 y sig.) sobre las fibras lisas de la tráquea, las fibras musculares de Reisseisen y sobre su funcion. La tráquea

desciende durante la inspiracion y sube en la expiracion; el primer movimiento tiene por objeto aumentar su diámetro, y facilitar el acceso y paso del aire; el segundo la prolonga y por consiguiente obliga á pasar el aire á un calibre mas estrecho con mayor rapidez y con un rozamiento mas fuerte. Como la glotis se ensancha en la inspiracion y se estrecha en la expiracion, la corriente de entrada del aire es mas lenta que su corriente de salida, y por lo tanto la última está destinada á barrer las mucosidades y cuerpos estraños del árbol aéreo.

**Epitelio vibrátil de la mucosa respiratoria.** —Toda la mucosa de los órganos respiratorios, á excepcion de ciertos puntos (V. seccion IV, § VIII) se halla revestida de un epitelio vibrátil (fig. 6). El movimiento de las pestañas vibrátiles se dirije siempre de bajo arriba. Gracias á estos movimientos no solamente es solicitada hácia la faringe toda partícula de moco, sino que al propio tiempo existe una especie de ventilacion en el mismo sentido. Los alvéolos no poseen dicho epitelio, especialmente el completo, tal vez para no alterar la difusion gaseosa (V. § VIII).

Sabido es que el epitelio vibrátil que recubre la red capilar de las arterias bronquiales al nivel de las estremidades terminales de los bronquios, no dificulta (á pesar de su mayor espesor) la hematosis, puesto que la sangre se arterializa para pasar sin intermedio alguno á las venas pulmonares. No existen venas bronquiales (V. § XI).

**Glándulas mucosas.**—Existen lo mismo en la mucosa de la laringe y de la tráquea que en la de

los bronquios una multitud de glándulas arracimadas que segregan moco, el cual humedece constantemente las paredes de estos órganos. El aire es retenido en los bronquios como en los alvéolos, en donde encuentra además al moco espumoso; de lo que resulta que las paredes de aquellos jamás se hallan aplicadas la una contra la otra, aunque los pulmones se vean rodeados de aire por todos los lados.

El estado de humedad de la mucosa respiratoria es circunstancia esencial para que funcione bien; la sequedad es incompatible con la absorcion; el aire por lo visto parece que debe ser disuelto con el objeto de favorecerla. Es un hecho demostrado por la experiencia, que no hay posible respiracion para los animales terrestres, si no tienen las vias respiratorias convenientemente humedecidas, ni para los acuáticos, si el oxígeno no se halla disuelto en el agua, ni para las plantas si el agua no sirve de intermedio á la absorcion del $CO^2$. (Longet).

**Del aire que queda en los pulmones despues de la muerte.**—Siempre podemos expulsar de los pulmones de un cadáver una cantidad considerable de aire que puede evaluarse, para un hombre adulto, en unos 2,000 centímetros cúbicos. La retencion del aire en estos órganos es debida á la pérdida de su fuerza elástica y al moco que contienen los alvéolos. Basta una sola inspiracion para que se escedan los límites de la elasticidad, y no pudiendo vaciar todo el aire los pulmones, floten en la superficie del agua (V. § IX).

## § VI.—RUIDOS QUE ORIGINA LA RESPIRACION.

Durante la inspiracion, aplicando el oido contra el torax, se percibe un ruido semejante al que se produce cuando penetra el aire por un orificio estrecho en un ancho recipiente; durante la expiracion se aprecia un ruido de soplo; estos ruidos respiratorios se llaman *ruidos vesiculares*.

A Laënnec cabe la gloria del descubrimiento de la auscultacion. Para él, el murmullo respiratorio era debido al paso del aire por los pulmones; esto es innegable. Pero al querer localizar su asiento, se han inventado numerosas teorías. La inmensa mayoría invoca el *deslizamiento* de las vesículas pulmonares. En 1834, Beau pretendia que la columna de aire era rechazada contra el velo del paladar y las partes vecinas, y que el murmullo vesicular no era mas que el eco del ruido producido por este choque. En 1839 Spittal localizó el origen de los ruidos pulmonares en la glotis. En 1840 hizo prevalecer Beau esta teoría. Llegamos al estudio de la escuela lionesa (Chauveau, Bondet, Bergeon) (1).

Para esta (1869) el sitio del ruido inspiratorio es doble (murmullo persistente despues de la traqueo-

(1) Consúltese para el estudio de los ruidos respiratorios los escritos de Chauveau, Bondet y Bergeon cuyos notables trabajos han dilucidado definitivamente una cuestion de fisiologia muy oscura hásta ellos. Véase tambien el razonado libro de P. Niemeyer: *Estudio histórico y crítico de la percusion y auscultacion.*

tomía, etc.): 1.° La glotis; 2.° la abertura de los pequeños bronquios en los alvéolos pulmonares.— Al nivel de estos dos puntos el aire pasa á través de los orificios estrechados y dá orígen á las venas fluidas vibrantes. El ruido expiratorio no tiene mas que un foco, la glotis.

Parece racional admitir que el murmullo respiratorio proviene de causas múltiples (Sabatier: *Nuevos trabajos de Cornil*, 1873) á saber: la separacion de los tabiques húmedos de los alvéolos, las vibraciones que los espolones bronquiales imprimen al aire que los conmueve, el roce del aire contra las paredes de los bronquios, y en fin, el reflejo de los ruidos glóticos.

**Tos, estornudo, ronquido, etc.**—Si estando cerrada la glotis, es expulsado el aire con vehemencia, se entreabrirán ligeramente las cuerdas vocales, entrando instantáneamente en vibracion, tal es el ruido de la *tos;* si los orificios nasales anteriores y posteriores, préviamente estrechados (los orificios posteriores de las fosas nasales son estrechados por el velo del paladar que se coloca entre ellos) son abiertos por un movimiento de expiracion súbita, resultará el *estornudo;* el *ronquido* se halla caracterizado por una inspiracion y expiracion prolongada, cuando se ha reducido el diámetro de los orificios bucal y nasal de la faringe.

«La vida es una é indivisible, dice Longet; por lo tanto, la respiracion que es una manifestacion de ella, participa necesariamente de todos los actos que marcan su curso.» Debemos, pues, renunciar á describir todas las modificaciones de que es sucep-

tible, y limitarnos á enunciar el *suspiro* (necesidad de la hematosis, inspiracion profunda, seguida de una inspiracion rápida y sonora); el *bostezo* (idéntico mecanismo, con espasmo de los depresores del maxilar); el *hipo* (contraccion espasmódica del diafragma y de la glotis, ruido característico); la *espectoracion* y el *sonarse* (producido por una fuerte inspiracion y una expiracion brusca); la *risa* y el *sollozo*, contraccion espasmódica del diafragma con ruido particular (en la primera se contraen los músculos de la boca, en el segundo los de la region ocular, ambos órdenes de músculos son animados por los mismos nérvios.—Bichat). Estos fenómenos se hallan bajo la influencia de una causa local y física; la *risa* y el *sollozo* son provocados por un estado triste ó alegre del alma. Se comunican por imitacion como la mayor parte de los fenómenos nerviosos.

### § VII.—ACCION DE LA RESPIRACION SOBRE EL CORAZON Y DEL CORAZON SOBRE LA RESPIRACION.

**Influencia de la presion admosférica sobre la sangre del corazon.**—Todo el tiempo que la respiracion permanece *suspendida*, el corazon, segun hemos indicado en los párrafos anteriores, queda dilatado por efecto de la elasticidad pulmonar, ó en otros términos, la presion sobre la superficie interior del órgano cardíaco es mayor que sobre su superficie exterior. La sangre del corazon se halla colocada, en efecto, bajo la influencia de

la presion admosférica, porque todos los vasos sanguíneos—escepto los de las cavidades provistas de sólidas paredes, como la pectoral y craniana—están sometidos á la presion del aire (1). La cavidad del corazon y de los pulmones, llena la primera de sangre y de aire la segunda, confinando ambas entre sí, no podrian influenciarse mútuamente, en virtud de la presion aérea: pero como quiera que el contenido de la una es líquido y el de la otra gas, la presion y la ampliacion son mayores en aquella que en esta; además, siendo mas elásticas y extensibles las paredes pulmonares ejercen una traccion sobre las paredes cardíacas y dilatan sus cavidades, especialmente las delgadas aurículas, hásta que la elasticidad creciente de aquellas equilibre la de las paredes del pulmon.

Si á consecuencia de ciertos estados morbosos disminuye la elasticidad pulmonar, esta debe necesariamente reaccionar sobre el volúmen del corazon.

**Cambios de volúmen del corazon durante la inspiracion y durante la expiracion.**—Durante

(1) El autor alude á los vasos contenidos en la bóveda craniana y á los del sistema costo-vertebral (Art. y v. intercostales, v. acigos, etc.) sobre los cuales es menos intensa la presion admosférica; esto se demuestra especialmente durante la inspiracion. El corazon sufre esta presion mas que los vasos enumerados, pero menos que los del cuello, los cuales palidecen enteramente en las grandes inspiraciones; el órgano central de la circulacion está protegido por las paredes torácicas, al par que los últimos vasos no ofrecen otra defensa que el aparato musculo-aponeurótico tan bien descrito por el profesor Foltz de Lyon.

la inspiracion se enrarece el aire de los pulmones, estos se dilatan, y por consiguiente aumenta su fuerza elástica relativamente del estado de reposo al de inspiracion. Esta relacion, segun los últimos experimentos, es poco mas ó menos como de 7,5 : 9, y en las profundas inspiraciones, es de 7,5 : 30 M*m*. Tales circunstancias reunidas producen mientras se inspira una considerable dilatacion de las cavidades cardíacas, y la cantidad de sangre que en ellas vierten las venas es mayor. Cuando disminuye la presion sobre las paredes del corazon, desciende la tension sanguínea; si se descubre una vena en un animal, por ejemplo la vena yugular externa, se la vé palidecer completamente en una inspiracion profunda.

Si se divide una vena de la region cérvico-torácica, queda aquella vacía y abierta, puede dar acceso al aire exterior y determinar, como es sabido, un accidente casi siempre mortal.

Cuando se expira, los fenómenos son precisamente inversos: el aire se condensa en los pulmones, aumenta la presion sobre las paredes del corazon, este recibe menos sangre de las venas, y se retarda la circulacion venosa; en las violentas expiraciones, como en la tos, la cara se inyecta, las venas cerebrales llenas en exceso de sangre comprimen el cerebro dando lugar á vértigos y alucinaciones.

Se pueden suspender los movimientos del corazon por medio de los tiempos respiratorios muy prolongados (E.-H. Weber.).

Ninguna duracion tiene el síncope determinado

por largas expiraciones: instantáneamente se restablece la respiracion y circulacion á pesar del experimentador. En estos casos, no cabe duda alguna, que la compresion ejercida sobre las paredes del corazon por los movimientos expiratorios, es la causa del síncope.

Es probable que reconozca el mismo orígen este accidente, cuando acomete á personas rodeadas de una apiñada muchedumbre. Si se comprime el corazon de una rana, especialmente la aurícula derecha, se suspenden los latidos del miocardio, sin duda porque cesa de llegarle la sangre que es su estímulo normal. ¿Es que la compresion sufrida por personas entre un inmenso gentío, llega hásta el corazon al nivel de la aurícula derecha, é impide mecánicamente la entrada de la sangre en este órgano? La caja torácica no parece bastante depresible para ello. En tales casos, como en los experimentos de los hermanos Weber, la compresion no constituye un obstáculo á la llegada de la sangre al corazon.

Este se paraliza probablemente en virtud de un acto reflejo producido por la compresion, ya voluntario, por efecto de expiraciones forzadas, ó involuntario, efecto de una compresion que procedente del exterior, estreche el pecho y coloque al pulmon en el caso anterior. Si dicho fenómeno vá seguido de la muerte, cuando uno está rodeado de mucha gente, es porque se prolonga el síncope, persistiendo su causa externa.

La tension de la sangre disminuye durante la inspiracion y aumenta en la expiracion.

Para darnos cuenta exacta de la influencia de la respiracion sobre la circulacion, es preciso saber el grado de presion que posee la sangre venosa y arterial en el punto de entrada y salida del corazon por el mero hecho de la contraccion de este órgano.

En las venas cavas, el vértice del cono venoso ofrece una presion nula ó igual á 1 $\frac{1}{100}$ de la admósfera, condicion esencial para su regreso al corazon. La sangre de la aorta tiene una tension= 25 $\frac{25}{100}$ de la admósfera (accion del ventrículo izquierdo). Sentado esto, la influencia sobre la circulacion es la siguiente:

1.° **La inspiracion.**—*Sangre venosa.*—En la inspiracion, disminuye la presion en la cavidad torácica; comunicándose esta disminucion á la sangre de las venas cavas, su tension será inferior á 1 ó á 0; habrá pues una aspiracion; de aquí una aceleracion en la vuelta de la sangre al corazon.

*Sangre arterial.* Por lo mismo la tension de la sangre en la aorta bajará de 25 á 15 y á 10. Será, por consiguiente, lanzada con menos fuerza (diferencia=10 ó 15) hácia la periferia y el pulso se debilitará. Esto explica perfectamente, como puede suspenderse una hemorragia en las grandes inspiraciones.

2.° **La expiracion.**—*Sangre venosa.*—Si la expiracion produce en la cavidad torácica una presion =15, la tension de la sangre venosa aumentará del propio modo, y será=15 ó 16. Bajo presion tan considerable, deberia retroceder en su curso, pero

encuentra un obstáculo en las válvulas y en el choque de la sangre arterial; hay simplemente un éxtasis durante todo el tiempo de la expiracion forzada (V. lo indicado mas arriba.).

*Sangre arterial.* Si añadimos á su tension ordinaria 25, la presion de la expiracion 15, obtendremos el número 40 para la tension de la sangre arterial en la inspiracion. Debe, pues, resultar una aceleracion del curso de la sangre en las arterias y mayor energía del pulso. La resistencia que encuentra la sangre arterial en la columna venosa, disminuye la influencia aceleradora de este aumento de tension. El resultado final de la expiracion, es, por consiguiente, rechazar la masa total de la sangre á las redes capilares y especialmente á las venosas, en donde la encontraremos, siguiendo nuestro ejemplo, con una tension=56 (sangre venosa=16, sangre arterial=40). Se concibe que una presion tan notable favorece las hemorragias, dilataciones varicosas, rupturas aneurismáticas, congestiones, apoplegías, etc. (V. Küss.).

Marey ha traducido gráficamente la influencia de la respiracion sobre los latidos del corazon y sobre la circulacion. Podemos reasumir sus trazados gráficos en los cinco puntos siguientes: 1.° Las pulsaciones de la inspiracion tienen una amplitud y forma diferentes de las de la expiracion. 2.° La suspension de la respiracion, dificultando el paso de la sangre á través del pulmon inerte, determina la lentitud y la depresion del pulso. 3.° En los esfuerzos (tentativa de expiracion con la glotis cerrada) el ventrículo izquierdo late con violencia, y

la sangre de la aurícula se precipita con fuerza en su interior en el momento del diástole. 4.° Si se respira por un tubo estrecho, se observa mayor lentitud en la respiracion, mientras que el corazon acelera sus latidos. 5.° En el tipo respiratorio torácico, la inspiracion demuestra su influencia por un descenso y la expiracion por una elevacion en el nivel de los trazados esfigmográficos de los latidos. 6.° En el tipo abdominal son inversos los efectos.

**Accion de las contracciones del corazon sobre los pulmones.**—En cada contraccion del corazon se dilatan un poco los pulmones, porque tienden á llenar el vacío que deja aquel órgano al disminuir de volúmen (Bamberger, Voit.).

Para demostrar este fenómeno, basta poner en comunicacion la tráquea de un perro con el aparato indicador, despues de dividir de un golpe el bulbo del animal; la respiracion se suspende instantáneamente, y el corazon, que continúa latiendo durante algunos minutos, *manifiesta sus contracciones por medio del aire de la tráquea* (P. Bert.).

## § VIII.—PRENSA ABDOMINAL.

La contraccion simultánea del diafragma y de los músculos abdominales, puesta en juego voluntaria é instintivamente en la evacuacion de los excrementos, expulsion de la orina, y en la parturicion, ha recibido el nombre de *prensa abdominal*; esta contraccion, decimos nosotros, ejerce una

poderosa presion sobre los órganos contenidos en la cavidad abdominal y sobre los de la cavidad pelviana. (V. expiracion).

## § IX.—MAGNITUD Y FRECUENCIA DE LA RESPIRACION

**Capacidad vital.**—La amplitud de la respiracion es la expresion del *cuantum* de aire que atraviesa el campo pulmonar en cada movimiento respiratorio. Está subordinada á dos factores que se hallan mútuamente encadenados, á saber: la dilatabilidad de los pulmones y la capacidad contráctil de los músculos respiratorios. La amplitud de la respiracion es variable; su mínimum corresponde al momento de pausa, afecta su máximum cuando se inspira voluntariamente todo lo posible y se expira al momento. Si por otra parte se verifica la expiracion en un vaso graduado cuyo contenido es rechazado por el aire que se expira, se podrá medir perfectamente su cantidad (espirómetro). A este volúmen se denomina *capacidad vital* (Hutchinson). En los adultos sanos y bien constituidos se eleva de 3000 á 4000 centímetros cúbicos, y aumenta progresivamente en relacion á las dimensiones del cuerpo.

500 centímetros cúbicos de aire, por término medio, atraviesan los pulmones á cada movimiento respiratorio. El aire expirado casi completamente saturado de vapor de agua adquiere, á consecuencia de su elevada temperatura, mayor volúmen que el inspirado.

Numerosísimos son los aparatos inventados para

medir la capacidad vital, es decir, la cantidad de aire que puede ser introducido en el pecho y eliminado al exterior en los mas enérgicos movimientos respiratorios. Mencionaremos el espirómetro de Bondin, mas manual pero menos preciso que el de Hutchinson (1846). El de Schnepf no es mas que una modificacion del de este último autor; dicho instrumento representa un gasómetro provisto de una escala fija y de un índice móvil que sigue los movimientos del recipiente de aire y los indica sobre la escala graduada; aquel se sumerge en un reservorio de agua, y comunica con el pecho del sugeto sometido al experimento por medio de un tubo de caoutchouc. Bonet de Lyon se ha servido ingeniosamente del *contador de gas* de la industria (1856). Por fin, debemos enunciar el *anapnógrafo* de Bergeon y Kastus de Lyon (1869), que se halla reducido, en el fondo, al esfigmógrafo de Marey aplicado á la respiracion; consiste en un resorte dirigido sobre la corriente inspiratoria y expiratoria. La palanca anotadora presenta en la extremidad opuesta á la punta que escribe, una parte ensanchada que obtura el tubo por donde respira el sugeto; aquella. está formada de una hoja de aluminio muy delgada y sensible, que oscila bajo las corrientes respiratorias y mueve con ella la extremidad provista del lapiz, que traduce sobre el papel la forma de los movimientos respiratorios por líneas sucesivamente horizontales y verticales.

Hutchinson ha demostrado con ayuda de su aparato (cerca de 2,000 observaciones) que, en los adultos bien constituidos, el término medio de la

capacidad vital (á 15° C.) equivale á unos 3 ½ litros. El volúmen *máximum* de aire expirado crece en proporcion regular sino matemática á la estatura. Por cada pulgada inglesa que se eleva la talla de un individuo, hay un aumento de 130 c. cúbicos en la capacidad vital. Segun Arnold, ésta está en relacion tal con la estatura y circunferencia torácica (de los 3 diámetros del tórax, el trasverso es el mas importante.—Sappey), que siendo la primera de $1^m$, 50, y la segunda de $0^m$, 65, cada aumento de $0^m$, 25 sube la capacidad vital 150 c. cúbicos; de suerte que si poseemos una estatura y circunferencia torácica que mida $0^m$, 25 por encima del límite normal, dicha capacidad ascenderá á 300 c. cúbicos.

La movilidad de las paredes torácicas ejerce una influencia real. La capacidad vital ofrece un máximum entre los 25 y 40 años, á partir de esta última edad ya va declinando. Hutchinson, Herbst, Schneevogt y Wintrich se hallan conformes en admitir que en la mujer es sensiblemente menor que en el hombre (la diferencia es de 50 pulgadas inglesas). La disminuye todo tumor abdominal escepto el fruto de la concepcion; para Hutchinson una disminucion de un 16 por 100 en la cifra de la capacidad vital, debe hacernos creer en la existencia de una tisis; en el primer período de esta baja un 33 por 100 y en el estremo el descenso es de 99 por 100. En otras enfermedades (pneumonia, pleuresia, enfisema, etc.) en que disminuye la capacidad respiratoria, la espirometría no ofrece en clínica gran utilidad.

La capacidad total del cono pulmonar ha sido evaluada de 4 á 5 litros.

En el aire que contiene ó puede contener el pulmon se distinguen las variedades siguientes:

1.ª *Aire de resíduo*, es la cantidad de este flúido que no puede ser arrojada del pulmon por los mas enérgicos esfuerzos expiratorios; 2.ª *Aire de reserva*, es el que puede ser expulsado todavía despues de una expiracion ordinaria; 3.ª *Aire de la respiracion*, es el que introducimos y eliminamos normalmente; y 4.ª *Aire complementario*, es el que podemos inspirar aun despues de una inspiracion ordinaria (Hermann).

Cómo evaluar estas diversas cantidades de aire? Se concibe que nada hay mas fácil, que apreciar experimentalmente la cuarta cantidad ó aire complementario. (Causas que lo hacen variar).

Para apreciar la tercera cantidad, ó sea el aire de la respiracion, basta recoger el que sale de los pulmones durante cierto tiempo, medirlo y dividir la cantidad encontrada por el número de inspiraciones. Dalton, Valentin, Berard, etc., habian fijado esta cantidad en $\frac{1}{2}$ litro, Longet cree poder deducir de sus experimentos que la verdadera medida es $\frac{1}{3}$ de litro. Grehant, rodeándose de todas las precauciones capaces de impedir ó neutralizar la irregularidad de las inspiraciones, ha llegado á la cifra de 0 litro, 510, volúmen de aire expirado normalmente.

No es tan fácil averiguar el aire de reserva y el de resíduo. Es necesario desde luego sumar las dos

cantidades *a* y *b*, medir separadamente una de ellas (*a*) y sustraerla de la suma total *a*+*b*, para encontrar la cantidad (*b*) ó aire de reserva.

A Grehant se debe esta doble evaluacion. Vamos á ocuparnos ahora del principio en que estriba su método.

Método de Grehant.—Si se agitan en un frasco tres litros de aire con uno de hidrógeno, se obtienen cuatro litros de gas, en los cuales hay uno de este cuerpo simple; cada litro (1000 c. cúbicos) de la mezcla, contiene 250 c. cúbicos, segun lo indica el análisis eudiométrico. Por consiguiente, si quiere añadirse á un volúmen de aire desconocido 1 litro de H., y si la mezcla analizada con el eudiómetro contiene 250 por 1000 de H., podremos legítimamente deducir que el volúmen total de la mezcla es=4 litros, en los cuales hay 3 litros de aire.

Se puede pues llegar á conocer un volúmen de gas cualquiera, agitándolo con otro conocido de hidrógeno y practicando con el eudiómetro el análisis de la mezcla. Sentado esto, hé aquí como procede Grehant para medir el volúmen del aire que queda aprisionado en los pulmones despues de una expiracion ordinaria, *a*+*b*.

Practicada la expiracion, se hace respirar al individuo en un reservorio que contenga un litro de hidrógeno, hasta que se mezcle homogéneamente con el aire del pulmon (al cabo de cinco movimientos respiratorios completos); despues se analiza con el eudiómetro la mezcla obtenida, y el cálculo nos indicará el valor de las cantidades *a*+*b*; si por

ejemplo, se encuentran 23 c. cúbicos, 5 de H, por 100 c. C de la mezcla, se hará el siguiente raciocinio: si 23, 5 c. cúbicos de H se hallan contenidos en 100 c. de la mezcla, 1 c. cúbico de H lo estará en $\frac{100}{23,5}$ y los 1000 c. cúbicos de H. inspirado en un volúmen 1000 veces mayor $\frac{100 \times 1000}{23,5}$ =4,255 litros. La mezcla gaseosa encerrada en el pulmon despues de la inspiracion del litro de hidrógeno seria, pues, de 4,255 lit., y la cantidad de aire existente de antemano se elevaria á 3,255 lit. Grehant ha llegado de este modo á la evaluacion de la cantidad $a+b$ que ha encontrado en los sugetos de 17 á 35 años, variando entre 2,19 lit. y 3,22 lit. En estas cifras, ¿cuál es el valor de $a$? Para apreciarlo, dice Grehant, introduzco medio litro de aire en una campana provista de llave; despues de efectuada una expiracion en aquel flúido, lo inspiro y hago en seguida en la campana otra expiracion todo lo prolongada posible, mido luego el volúmen de los gases expirados y lo obtengo igual á 1,8 lit. La capacidad pulmonar (para Grehant, es la cantidad $a+b$), que es igual á 2,34 lit., en el sugeto en cuestion, ha aumentado medio litro por la inspiracion y ha disminuido 1,8 lit. por la expiracion: ha quedado pues en los pulmones 2,34 litros+0,5 lit.—1,8 lit.=1,04. El aire de *resíduo*, cantidad $a$, equivale pues á 1 litro próximamente (comprendiendo el de la cavidad bucal); el de *reserva*, $b$, es igual á 1,30 lit. (2,34 lit.—1,04 lit.= 1,30 lit.) Equivaliendo la cantidad $c$ á 0,5 lit. y

variando la cantidad *d* de 1 á 3 lit., la capacidad pulmonar será=*a*+*b*+*c*+*d* ó =1.04+1,30+0,5+1 ó 3 lit.=3,84 lit. ó 5,84 lit.

Grehant, con ayuda de su método de la inspiracion del hidrógeno, ha resuelto el problema de la ventilacion del pulmon, y el *coeficiente de la ventilacion* como se habia propuesto, el cual expresa la cantidad de aire nuevo que queda en la unidad de volúmen del espacio ventilado del pulmon despues de cada expiracion normal.

Se obtendrá dicho coeficiente, dividiendo la cantidad *x* de aire nuevo que se encuentre, por el volúmen contenido en el pulmon despues de cada expiracion regular.

Grehant ha observado por la mezcla de hidrógeno que la cantidad *x* es=por término medio á 0,328 litros. (Aire inspirado=0,500, $^2/_3$ casi de aire puro queda en el pulmon, la otra $^1/_3$ es espulsado con $^2/_3$ de aire viciado). Conocida la cantidad *a*+*b*= 2,365 lit. por ejemplo, el coeficiente de ventilacion será $\frac{328}{2365}$=0,138, ó sea un poco mas de $^1/_{10}$. Varian naturalmente estos fenómenos con la capacidad torácica (V. mas arriba) y el volúmen de la inspiracion; se ha demostrado que en el mismo tiempo una inspiracion de medio litro ventila mejor la cavidad pulmonar que dos inspiraciones de 300 c. cúbicos cada una (Grehant).

**Presion de la inspiracion y de la expiracion.** —Se mide la presion de la inspiracion y de la expiracion por medio de un manómetro de mercurio graduado que se pone en relacion con un solo ori-

ficio nasal. Con una respiracion habitual y tranquila la columna mercurial desciende mas durante la expiracion que sube en la inspiracion. Con una respiracion profunda se observan los efectos contrarios. En el primer caso la presion negativa de la inspiracion es de 4 á 5 milímetros, la presion positiva de la expiracion es de +3 á +4 milímetros; en el segundo caso al contrario, la presion negativa de la inspiracion es de —57 milímetros proximamente, y la positiva de la expiracion de +85 milímetros.

En los experimentos de Valentin, la fuerza gastada por la inspiracion mas profunda equilibra á una columna de mercurio de 144 milímetros, y la que desarrolla una completa expiracion es igual á 232 milímetros.

**Frecuencia de la respiracion.**—Se llama así la série de movimientos respiratorios que tienen lugar en la unidad de tiempo. Depende, en primer lugar, de la rapidez de aquellos, y despues de la longitud de las pausas. La intensidad de dichos movimientos, es decir, la profundidad de la respiracion se halla casi siempre en relacion inversa de la frecuencia, al paso que la necesidad de aire está en relacion directa.

Por término medio, hay cuatro latidos cardíacos por cada movimiento respiratorio (Huchinson 1899 observaciones).

Si admitimos que tienen lugar en un minuto 14 inspiraciones, el aire que pasará en un dia por el pulmon llegará á 10,000 litros proximamente; si tomamos como punto de partida 18 inspiraciones

(Longet), obtendremos cerca de 13,000 litros. Adoptaremos el primer dato 10,000 litros de aire =2,000 litros 0+8000 Az.

De los 2000 litros de 0 inspirado, el adulto consume diariamente 500=unos 750 gramos en peso. Retiene pues $^1/_{40}$ á $^1/_{50}$ de aire inspirado; exhala 400 litros de $CO^2$=850 gramos diarios ó sean 16 á 17 litros=31 á 32 gramos por hora. Se ha admitido que bastan $\frac{4}{1000}$ de $CO^2$ en el aire respirado para hacerle nocivo. Por otra parte 16 litros de $CO^2$ mezclados con 4,000 litros de aire $\frac{16}{4,000}$ equivalen á $\frac{4}{1,000}$ $CO^2$. La respiracion vicia 4 metros cúbicos de aire por hora. Por esta razon los higienistas, preocupados como se hallan por los otros focos de alteracion de este flúido, indican la necesidad de 6 á 10 metros cúbicos de aire por hora para la respiracion normal de cada individuo (V. mas adelante § XIII).

## § X.—EXCITACION DE LOS MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS.

Los diversos movimientos que determinan el ejercicio de la respiracion cesan de manifestarse cuando se dividen los nervios de cada músculo respectivo, como por ejemplo, los nervios frénicos propios del diafragma, etc., es decir, cuando el sistema muscular no se halla en relacion con el

sistema nervioso central.=La excitacion procede de la médula oblongada en los puntos inmediatos del cálamus scriptorius (nudo vital, Flourens). La lesion de una mitad de aquella paraliza la respiracion en el lado correspondiente; si las dos mitades están afectadas la parálisis es completa. Si se corta la cabeza de un animal de modo que conserve aquella la médula oblongada, la parte separada del tronco continuará respirando, es decir, que de tiempo en tiempo la boca y la nariz se abrirán y cerrarán espontáneamente; lo cual tiene tambien lugar, aunque mas raras veces, debajo del agua, si se deja caer la cabeza cortada. Cuando ha cesado por completo la respiracion facial, podemos hacer reaparecer los movimientos por cortos momentos, descubriendo y excitando, (galvanizando) la médula oblongada.

Continúa respirando cada distrito de movimiento respiratorio que se halle en comunicacion con este órgano por medio de sus nérvios. Estos son

| | | |
|---|---|---|
| Nérvios | frénicos. . . | para el diafragma. |
| — | intercostales. | mm. intercostales. |
| — | cervicales. . | mm. escalenos. |
| — | faciales. . . | mm. de la cara. |
| — | recurrentes.. | mm. de las cuerdas vocales. |
| — | dorsales.. . | mm. abdominales. |

De las nociones precedentes se deduce que la incitacion que determina los movimientos respiratorios, debe emanar de ciertas células nerviosas de la médula oblongada, porque se ha supuesto que

en estas y no en las fibras se engendran las fuerzas motoras.

La potencia, la capacidad que coloca á los nervios respiratorios en el ejercicio de su actividad molecular, debe residir en las células nerviosas; pero aquí, como en todas las partes dotadas de vida, el desarrollo de la fuerza no se manifiesta sino en virtud de la llegada del oxígeno. En apoyo de esto se ha demostrado, que la respiracion real no se establece en el embrion, sino cuando puede recibir el aire exterior (Pflüger, Dohmen); y la asfixia se presenta con pasmosa rapidez, desde el momento en que la introduccion de gases en el torrente circulatorio, roba á la sangre toda molécula de oxígeno. Si este cuerpo disminuye, aumenta la tension de la células nerviosas, la cual crece progresivamente segun la disminucion del oxígeno, excita los nervios que ofrecen conexiones con sus células respectivas (nervios respiratorios) y por consiguiente los movimientos respiratorios. Aumenta la frecuencia y profundidad de estos, cuando desciende la proporcion normal del oxígeno de la sangre, y si la pérdida de aquel es mayor todavía, la tension excede sus límites, la respiracion se debilita mas y mas, paralizándose por fin completamente.

El oxígeno contenido en la sangre se desprende con suma rapidez. Si se extrae á un animal cierta cantidad de este líquido y se expulsa el gas que contiene, la proporcion de oxígeno será mayor cuanto mas inmediato á la sangria sea el momento en que se verifique la desgasificacion (Pflüger). De

donde se sigue que deben haber en la sangre sustancias fácilmente oxidables, que se combinen pronto con dicho cuerpo. Si asfixiando á un animal, se separa de su sangre todo el oxígeno y se mezcla de nuevo aquella con este mismo elemento, la cantidad que entonces se obtendrá, será mayor que si la desgasificacion se verifica algun tiempo despues.

Si llega á la sangre mucho oxígeno, desaparece del todo la tension de las células nerviosas, y la respiracion se suspende momentáneamente (apnea), hasta que de nuevo disminuya su cantidad (Hook). Como el oxígeno se separa y se renueva sin cesar en la sangre, la inspiracion y la expiracion se suceden de contínuo. Si á un niño durante la parturicion, se le comprime el cordon umbilical que todavía le une á la placenta, se determinará la aparicion de los fenómenos respiratorios (Schwarz). Cuanta mayor cantidad de oxígeno se consume en el cuerpo, mayor debe ser la necesidad de respirar que se hace sentir; y como la formacion del ácido carbónico y por consiguiente del calor exige el gasto de cierta cantidad de oxígeno, todos los procesos que se hallen ligados á un aumento de aquel, como el movimiento, el crecimiento, etc...., acelerarán la respiracion.

Se ha fundado tambien una teoría en la excitacion de las células nerviosas de la médula oblongada, la cual aun es menos verosímil. Segun ella, la excitacion de las células enunciadas seguiria á la acumulacion del ácido carbónico en la sangre. No cabe duda que el último gas excita los nervios, y

una prueba palmaria la tenemos en la comezon que sufre la piel, cuando se sumerge el cuerpo en un baño de agua cargada de ácido carbónico, y en el lagrimeo, estornudo y tos que se produce cuando esta misma sustancia impresiona la mucosa nasal, conjuntiva y lagrimal.

*Teorías opuestas.* Los movimientos respiratorios son determinados en parte por una excitacion directa y en parte por una excitacion indirecta del centro nervioso de la respiracion. La excitacion refleja llega al indicado centro por medio de los nervios sensitivos de los órganos respiratorios (pneumogástricos excitados químicamente por el $CO^2$, ó mecánicamente: compresion, seccion, galvanizacion ó patológicamente: secreciones irritantes) y de la piel (impresionada por el agua fria, aire, fricciones, cauterizaciones,=martillo de Mayor, etc).

Las quemaduras generales y el experimento en el cual se sustraen los tegumentos á las impresiones exteriores por medio de un barniz extendido á toda su superficie, demuestran el papel respiratorio de la piel, por las consecuencias á que se exponen los individuos (lentitud de las combustiones orgánicas, enfriamientos, privacion del sueño) que se ven obligados á respirar voluntariamente y mueren con rapidez asfixiados si se olvidan de hacerlo.

La sangre obra á la vez directa é indirectamente sobre los centros nerviosos: directamente por medio del ácido carbónico en exceso sobre las células ganglionares, é indirectamente impresionando con este mismo cuerpo las extremidades periféricas de los nervios vagos.

Con todo, dice Küss, no debemos creer que el ácido carbónico solo baste para completar la respiracion; porque los elementos nerviosos, como los elementos de los demás tegidos cuando funcionan, consumen cierta cantidad de oxígeno. De aquí se sigue, que la presencia de una gran proporcion de $CO^2$ en la sangre no determinará movimiento respiratorio alguno, si, por la ausencia del O, ha desaparecido la irritabilidad de la sustancia gris del cuarto ventrículo, como se observa en la asfixia (Küss y Duval).

Volkmann habia ya sospechado que el $CO^2$ de la sangre excitaba los movimientos de la inspiracion. Traube fué el primero que trató de demostrar este hecho por medio de sus experimentos. W. Müller observó, en oposicion á las ideas emitidas por este autor, que la disnea jamás sobreviene por la respiracion del ácido carbónico puro.—Rosenthal concluyó de estas observaciones, así como de la aparicion de la apnea despues de la saturacion de la sangre por el oxígeno, que no es el exceso de $CO^2$ sino la falta de aquel cuerpo la que excita el centro respiratorio.—Thiry no llegó á confirmar los experimentos de Müller. Finalmente, Dohmen, bajo la direccion de Pflüger emitió, fundado en sus propios trabajos, una opinion que ocupa un lugar intermedio á estos dos extremos; resultaria, segun él, que el gas $CO^2$ excitaria la respiracion con mas energía que la falta de O. Pero, dice Wundt, si se reflexiona que cuando se hace pasar por la sangre una corriente de O, hay produccion de $CO^2$, el cual es expulsado con mayor intensidad por una

corriente de O que por una de H ó de Az, parece natural admitir que la excitacion del centro nervioso por el $CO^2$ basta para esplicar todos los fenómenos, sin que sea necesario añadir la que pudiera ocasionar la falta de O (Wundt).

Hay venenos que excitan los centros nerviosos respiratorios exactamente como el $CO^2$. En el envenenamiento por la nicotina, se presenta, por ejemplo, la aceleracion de la respiracion y convulsiones de los músculos respiradores; en tales casos no egerce influencia alguna la seccion del pneumogástrico (Rosenthal).

En cuanto á las demás relaciones del sistema nervioso con la respiracion, véase la *Fisiología de los nervios*.

## § XI.—RESPIRACION DE LA SANGRE.

El aire puede pasar de los alvéolos pulmonares á la sangre y vice-versa. Aquellos se hallan provistos de abundantes vasos capilares cuyas paredes se confunden con las suyas propias; siendo tan sumamente fino el tabique que separa el aire del líquido sanguíneo, que á su través con facilidad se establece una corriente de difusion en sentido opuesto.

Para el fisiólogo, el punto mas importante del sistema sanguíneo del pulmon es la red capilar (fig. 7), formada por las últimas expansiones de la arteria pulmonar. Dicha red es una de las mas densas de la economía, sus mallas poseen $0^{mm},005$ á

0mm,018 de diámetro, y se hallan constituidas por vasos que ofrecen un calibre de 0mm,007 á 0mm,010, están alojados en las mismas paredes de las vesículas y distan del epitelium 0mm,002. (V. p. 40). Las raicillas venosas que emergen de la indicada red son mas superficiales que las arterias.—Las arterias bronquiales se inyectan por las venas pulmonares y recíprocamente, pero aquellas no lo pueden ser por las arterias pulmonares (Adriani, Rossignol). Estas conexiones nos autorizan para atribuir una parte de hematosis á las últimas ramificaciones de las arterias bronquiales (Kölliker).

Se ha calculado que la extension de la superficie alveolar es de unos 200 metros cuadrados, y que los capilares del pulmon reunidos recubren las 3/4 partes de aquella, ó sean 150 metros cuadrados. Esta cubierta sanguínea ofrece el espesor de un glóbulo y contiene cerca de dos litros de sangre. Fundándose en estos datos, se ha deducido que diariamente se presentan en la red capilar del pulmon 20,000 lit. de sangre (ó 10,000 de glóbulos) para recibir la influencia depuradora y vivificante de 10,000 litros de aire que recorren este parénquima en 24 horas.

**Absorcion de los gases. Difusion del $CO^2$.**— Un gas puede ser simplemente absorbido por un líquido, ó combinarse químicamente con una parte de él. En el primer caso las partículas gaseosas están envueltas mecánicamente por las partículas líquidas. Debemos creer que el espacio que ocupan las primeras no varía con la temperatura y la presion admosférica, aunque siendo mayor

la cantidad de gas en el líquido, aumente el peso de aquel. En otros terminos: *En igualdad de*

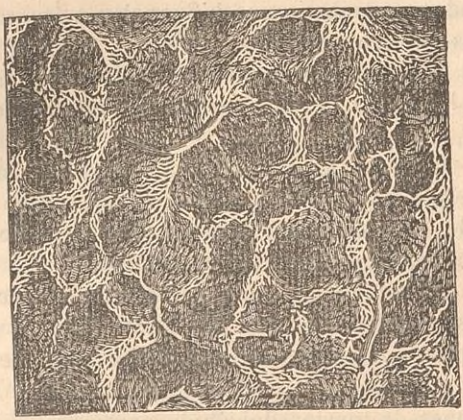


Fig. 7.—Tomada de Kölliker.—Red capilar de las vesículas pulmonares del hombre. Aumento de 60 diámetros.

*temperatura, el volúmen de un gas admitido por un líquido es independiente de la presion*; al contrario: *en igualdad de circunstancias, el peso de una cantidad de gas absorbido por un líquido es proporcional á la presion.* Resalta pues evidentemente, que es limitado el volúmen de gas que puede recibir otro de líquido. Se llama *coeficiente de absorcion* al volúmen de gas que absorbe un volúmen de líquido á 0°C. y 760 M*m.* de presion barométrica. El coeficiente de absorcion del ácido carbónico es para el agua=1,002 de oxígeno=0,029. Cuando aumenta la temperatura, disminuye la absorcion.

El espacio que llenan las partículas de un gas, puede tambien ser ocupado por las de otro gas cualquiera, como si dicho espacio estuviera vacio, de modo que ambos no se influencian mútuamente de una manera mecánica.

Las partículas gaseosas absorbidas por un líquido lo abandonan por dos razones principales, á saber:

1.° Cuando las partículas líquidas pierden la coherencia que poseen entre sí, como sucede despues de la calefaccion. Durante la ebullicion de un líquido, su poder absorbente es=0.

2.° Cuando son menos densas las moléculas gaseosas contenidas en la admósfera que circunda al líquido, en cuyo caso ejercen una presion menor.

Si, pues, la tension del ácido carbónico en los alvéolos es menor que en la sangre venosa de la arteria pulmonar, la cual es particularmente rica en este gas, y *contiene mayor cantidad que la sangre venosa del resto del cuerpo*, pasará el mencionado ácido á los alvéolos ó vice-versa, si aquí predomina la tension.

El primer caso es habitual, porque los pulmones exhalan siempre ácido carbónico; pero si se dificulta la expiracion, por la suspension voluntaria de la respiracion ó bien se la impide de un modo intencional en los animales, aumenta la cantidad de ácido carbónico de los pulmones, acrece su tension, se interrumpe su curso normal que vá de la sangre á estos órganos, y finalmente se establece una corriente contraria.

**Modo como se conduce en la sangre el $CO^2$.** —La parte líquida de la sangre contiene una gran cantidad de ácido carbónico, mientras que en los glóbulos es muy raro este cuerpo, que en parte es absorbido y en parte se combina químicamente sobre todo con el carbonato y fostato de sosa. Se ha demostrado que si se calienta solo la parte líquida de la sangre y se coloca en seguida en el vacio de Torricelli, cede menos ácido carbónico que si se actúa sobre toda ella, que además de todos los elementos químicos contiene tambien los glóbulos (Schœffer). Debe suponerse que en tales casos los corpúsculos sanguíneos obran sobre las combinaciones de aquel gas, de la misma manera que si contuviesen algun ácido, de cuyas observaciones se deduce que se puede formar en la sangre el ácido carbónico. *Pero la mayor parte procede muy probablemente de los tegidos* (V. § XII): en estos su densidad debe ser mas considerable que en el líquido mencionado.

El oxígeno se encuentra en el líquido sanguíneo en una proporcion muy débil, únicamente 0,1 á 0,2½ (Pflüger), cantidad casi necesaria para responder al coeficiente de absorcion de su agua. El exceso de este gas absorbido se combina al momento (la combinacion es poco notable) con los corpúsculos de la sangre ó mas bien con su parte esencial, la hemoglobina. Aquella se halla casi saturada de O, porque en el vacío cede tanto (16.9 por 100 Pflüger) como puede absorber estando libre de toda sustancia gaseosa (16,19 por 100 Stschnow). Mientras que el ácido carbónico se difunde de los tegi-

dos á la sangre y de esta á los pulmones, el oxígeno sigue una direccion contraria: de los pulmones á la sangre y de esta á los tegidos, en cuyo seno se verifica una oxidacion contínua por medio de la cual pierden su oxígeno libre, en tanto que les llega el de la corriente sanguínea.

Conteniendo la sangre tan pequeña cantidad de oxígeno absorbido, la densidad del que se respira es aun mayor que el que se halla libre en este líquido, cuando el aire es muy pobre en dicho cuerpo simple; por cuya razon en un espacio cerrado los animales lo consumen casi todo (Ludwig, W. Müller).

Véase S. III. c. I. del estado normal de la sangre; c. II. de los caracteres diferenciales de la sangre venosa y de la arterial, y § IX, las teorías sobre el color de la sangre, y sobre las causas que hacen tomar en el pulmon á la sangre venosa oscura el color rojo rutilante de la arterial (accion química ó irritante del O; glóbulo mas ténue).

La presencia de los gases en la sangre (O, $CO^2$, Az y vapor de agua) indicada ya á fines del siglo XVII por J. Mayow, demostrada en el siglo XIII (1799) por H. Davy y mas tarde por Vogel (1814), Brande (1818), Hoffman (1833) y W. Stevens (1835), encontró algunos opositores (Joh. Davy, Mitscherlich, Gmelin y Tiedmann), hasta 1837, época en que Magnus logró ponerla fuera de duda por medio de sus experimentos incontestables. En estos últimos años Hoppe, Ludwig, Schöffer, Setschenow, Sczkow y Preyer, colocando el recipiente de la sangre en un reservorio de agua á una

temperatura de 40°C. bajo la máquina neumática de Geissler, han extraido mayores cantidades que las hasta ellos recogidas por Magnus, Fernet, Lothar y Meyer (Longet).

Acabamos de ver que el líquido de la sangre contiene muy poca cantidad de O disuelto y que su mayor parte se halla débilmente combinado con los glóbulos de la misma. Esta combinacion nos explica por qué en los sitios elevados en donde es menor la presion admosférica, la sangre posee menos cantidad de O que en los bajos. En cuanto al $CO^2$ está casi todo disuelto en el líquido y el resto combinado (carbonatos y fosfatos.—Fernet). El azoe procedente de los tegidos se encuentra simplemente disuelto (Enschut, Magnus).

Entre los autores que han creido en la insuficiencia de la teoría de la difusion para explicar la exhalacion del $CO^2$, á causa de su gran cantidad al nivel de las vesículas pulmonares (8 por 100) y de su estado de combinacion, debemos citar á Preyer que admite la influencia catalítica de su ácido *ferroso* (combinacion del oxígeno con el hierro de la hemato-globulina). Segun Verdeil y Robin, los ácidos láctico y pnéumico, entre otros cuerpos intermedios procedentes de la trasformacion de sustancias ternarias ó azoadas, determinarian el desprendimiento de $CO^2$ y la formacion de sales «que son directamente arrojadas al exterior (uratos por ejemplo), ó bien pasan en la economía á otro estado específico (pneumato de sosa), ó como los lactatos, llegan, en definitiva, por una *catálisis desdoblante* al estado de carbonatos, para ser des-

compuestos de nuevo paulatinamente por los ácidos pnéumico, láctico, etc., lo cual son puras hipótesis, dice Longet. Se ha observado que la presencia sola del O basta para desprender el $CO^2$ *(in vitro)* combinado de la sangre, obrando por consiguiente á la manera de un ácido.

Cuán importante es el papel que desempeña el glóbulo sanguíneo! Por él se regenera la sangre (O), por su intermedio se purifica ($CO^2$).

Sin dificultad se concibe que toda alteracion de este elemento ha de reflejarse sobre la economía entera.

Ritter (en 1872) *estudiando las modificaciones químicas que sufren las secreciones bajo la influencia de los agentes que aumentan, aniquilan ó modifican la capacidad de absorcion del glóbulo para el oxígeno*, ha encontrado que este cuerpo, el protóxido de azoe y el óxido de carbono no destruyen el glóbulo sanguíneo (ya veremos como este gas aniquila la capacidad de absorcion del glóbulo), mientras que los compuestos arsenicales, antimoniales, el fósforo, las sales de sosa y los ácidos de la bilis, á dosis mas ó menos crecidas, alteran y destruyen su forma, como lo atestiguan los cristales de hemoglobina que aparecen en la sangre del animal. La orina entonces tiene alguna semejanza con la febril y contiene principios anormales, siendo los mas comunes la materia colorante de la bilis y la albúmina.

Manasséïn (1872) ha observado en sus diferentes experimentos, que las dimensiones del glóbulo disminuyen cuando hay en el animal una sobre-

actividad funcional y exageracion de las oxidaciones orgánicas como en la fiebre, ó bien cuando se ha dificultado la absorcion por la presencia de ciertas sustancias como el $CO^2$, morfina, etc. Aumentan al contrario sus dimensiones, cuando se hallan en una admósfera rica en oxígeno, bajo la influencia de los refrigerantes, del sulfato de quinina del alcohol, del ácido cianhídrico, etc.

Si el glóbulo es el vehículo del O, cuanto mayor número de glóbulos tenga la sangre del animal, mayor cantidad de O podrá absorber aquella, se proveerá mas abundantemente y atenderá á su renovacion con mayor seguridad.

Gracias á la abundancia de sangre muchos animales pueden permanecer debajo del agua sin respirar algunos minutos. Bert ha demostrado que en igualdad de peso, el pato posee $^1/_3$ y tambien $^1/_2$ mas sangre que el pollo (V. § XIII).

En suma, el papel de la sangre en la respiracion no es mas que el de un vehículo de los agentes y de los productos de la oxidacion; es un intermedio entre los tegidos y el aire. Las combustiones tienen lugar en el seno de los tegidos, en los elementos anatómicos y no en el pulmon solo. Este en los animales superiores tiene por objeto ofrecer un vasto campo á los cambios que se efectúan entre los gases que la sangre ha recibido de los tegidos y el oxígeno del aire, que estos necesitan para el desempeño de sus funciones.

La sangre, al circular por nuestro cuerpo, puede ser comparada á un caudaloso canal que por mil conductos diferentes riega una populosa ciudad,

llenando no solo las necesidades de sus habitantes, sino conduciendo léjos de ella las inmundicias que en su seno se recogen..... Los corpúsculos sanguíneos reciben oxígeno en los pulmones y esparramados por todo el organismo, distribuyen este mismo O que debe mas tarde combinarse con el C y otros elementos químicos de nuestros tegidos. (*Text Book of physiology*, y John Bennett, 1872). De donde resulta la formacion de $CO^2$, agua y por consiguiente el calor y las fuerzas, lo que es lo mismo.

El feto respira puesto que vive, y nada vive sin respirar.—En la sangre de la madre encuentra la vida, es decir, el oxígeno, como mas tarde la buscará en los pechos de su nodriza. La placenta es pues en realidad el pulmon del feto.

Si el fenómeno respiratorio *pulmonar* es un fenómeno de difusion y no de combustion, ¿cómo podemos admitir que la sangre se calienta al atravesar el pulmon?

En la actualidad debe ser abandonada esta idea que se halla en perfecta consonancia con las añejas teorías sobre la respiracion, y que se halla basada además sobre una falsa experiencia. Introducidos dos termómetros en las cavidades del corazon, se habia observado que la sangre del ventrículo derecho (sangre venosa) poseia una temperatura inferior á la del izquierdo (sangre arterial). La sangre se calentaba pues al atravesar los pulmones. Ch. Bernard, repitiendo con mayor exactitud el mismo experimento, llegó á un resultado contrario, esto es, que la sangre del corazon derecho era mas ca-

liente y por lo tanto que se enfriaba, atravesando el pulmon; ha demostrado además que nunca se habia tenido en cuenta la delgadez de las paredes del ventrículo derecho, que le hacia perder por irradiacion mas calor que el izquierdo.

Heidenhaim y Körner en sus recientes investigaciones, han llegado á las siguientes conclusiones: la sangre no se calienta ni se enfria en el pulmon; el exceso de calor del ventrículo derecho reconoce una causa exterior, esto es, el contacto de las vísceras abdominales cuya temperatura es mas elevada que la de las vísceras torácicas. Ch. Bernard ha opuesto á estos resultados el caso de ectopia del corazon y los experimentos sobre el perro; en el primero, aquel órgano se hallaba fuera del pecho y por consiguiente sustraido á la influencia de las vísceras abdominales; en los segundos (el corazon flota, por decirlo así, dentro de la cavidad torácica) en los cuales daba el experimentador tal posicion al animal que el ventrículo izquierdo se ponia en contacto del diafragma, contenia dicho ventrículo la sangre siempre menos caliente que el derecho (1872).

Por lo demás el autor citado ha puesto fuera de duda que el aire exterior se calienta en el pulmon, del cual sale saturado de vapor de agua (Grehant); es necesario para esto que robe calor á la sangre que necesariamente debe enfriarse.

## § XII.—C. RESPIRACION DE LOS TEGIDOS.

**Pruebas de la formacion de ácido carbónico en el seno de los tegidos.**—Los hechos siguientes demuestran hasta la evidencia, que el carbono sufre una combustion en el interior de nuestros tegidos:

1.° En los tegidos musculares no se encuentra, propiamente hablando, sinó una pequeñísima cantidad de oxígeno (Hermann), que se halla contenido en el líquido sanguíneo; debe pues difundirse en los músculos y operar las oxidaciones.

2.° Cuando padecen hambre los animales, todos los órganos se empobrecen y los músculos toman una importante parte; el carbono que ellos contienen sale al exterior bajo la forma de ácido carbónico.

3.° El trabajo muscular aumenta el desprendimiento de este gas y el reposo lo disminuye.

4.° La compresion de la aorta abdominal paraliza los movimientos de la parte inferior del cuerpo; si las piernas de un animal se hallan en semejante caso, se presenta en ellas el tétanos y aumenta el desprendimiento de ácido carbónico; así por ejemplo, en un experimento de un minuto de duracion suele ser de 8 á 17,9 cent. cúb. (Ludwig y Szelkow).

5.° Los músculos que separados del cuerpo continúan viviendo, tambien engendran ácido carbónico (G. v. Liebig. Valentin).

6.° Durante el periodo de crecimiento, la exalacion de este cuerpo es relativamente mayor que despues. Una libra de peso del cuerpo de un adulto desprende próximamente una mitad menos del gas citado que el mismo peso de un niño. (1)

7.° Si se liga una arteria en dos sitios diferentes, la sangre se ennegrece rápidamente, pero esto no sucede cuando se coloca un tubo de vidrio en el sitio de la ligadura. Se ha demostrado que la coloracion oscura de la sangre se debe al $CO^2$; la combustion del carbono debe pues tener lugar en el primer caso á través de la pared vascular (Hoppe-Seiler).

8.° Aun cuando ya no exista O en la sangre, el músculo puede continuar contrayéndose (Setschenow); pero durante el movimiento hay formacion de $CO^2$, la cual es mas enérgica al aire libre que debajo del agua.

Si los tegidos producen $CO^2$, en otros términos, si en su seno tienen lugar las combustiones respiratorias, tambien en la intimidad de los tegidos vegetales se realizan estos mismos fenómenos. Ya hemos indicado mas arriba (§ I, p. 54) que en aquellos los fenómenos de reduccion se determinan sobre los de combustion *durante el dia bajo la influencia de la luz solar*. Las combinaciones operadas son numerosas: los vegetales reducen el $CO^2$ que absorben para formar hydrocarburos; combinándose el carbono obtenido con el agua que contie-

(1) Véase § XIII p. 127, á escepcion de los recien nacidos.

nen, la descomponen para elaborar glóbulos de grasa; reducen tambien los compuestos oxigenados de azufre para la formacion de sulfuros (Sulfuro de alila) y los compuestos oxigenados de azoe ($AzO^5$) para los albuminoides, etc.

Todas estas operaciones conducen á un desprendimiento de O y á una acumulacion de *fuerzas de tension ó de calor solar*, del cual se sirven los vegetales para efectuar las mismas reducciones, y que mas tarde se manifestarán bajo la forma de fuerzas vivas cuando los tegidos vegetales sean quemados por los animales; ya hemos hecho notar anteriormente la solidaridad que estos fenómenos establecen entre el reino animal y el vegetal. «Sol y aire, planta y animal, sol y aire forman una cadena no interrumpida: tal es la circulacion de la materia.» (Wundt, Moleschott, Küss).

## § XIII.-AIRE DE LA INSPIRACION Y DE LA EXPIRACION

**Composicion del aire admosférico.**—Las primeras nociones ciertas que se han tenido sobre la composicion del aire admosférico, fueron suministradas por Nicolas Lefevre *(Tratado de química, París* 1660 y Lóndres 1664) y Juan Rey médico de Perigord. Priestley y Lavoisier descubrieron en una misma época el O del aire. Pero solo á Lavoisier (1777) cabe la gloria de haber practicado de una manera exacta el primer análisis del fluido aéreo, con ayuda del mercurio calentado en un vaso cerrado y en presencia del aire. Sabido es

como Lavoisier dedujo inmediatamente de su gran descubrimiento las teorías de la calcinacion de los metales, de la combustion y de la respiracion. Despues Cavendish, Humphry Davy en Inglaterra; Berthollet, Alex. de Humbolt, Gay-Lussac en Francia; Brunnet en Suiza; y Liebig en Alemania, han analizado el aire en diversas circunstancias con mayor precision. De estos trabajos resulta que la cifra de O admitida por Lavoisier era demasiado elevada (en vol. 25 á 27 por 100, en lugar de 20 á 21).

Dumas y Bousingault hicieron el análisis con mas exactitud. Han encontrado con su aparato (série de tubos en U, ampollas de Liebig, tubo horizontal lleno de cobre que fija el O. al rojo, balon vacío aspirador) que 100 partes de aire contienen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| En peso. . . | 23,01 O | En volúmen. | 20,81 O |
| | 76,99 Az | | 79,19 Az |
| Total. | 100,00 | Total. | 100,00 |

El aire posee tambien *vapor de agua* en cantidad variable segun las circunstancias meteorológicas, pero mayor en verano que en invierno.

Teodoro de Saussure, Bousingault y Lewy han demostrado que el aire contiene ácido carbónico (término medio = 4 diezmilésimas), en mayor cantidad durante la noche. Los dos primeros autores han encontrado además una sustancia carbonada é hidrogenada que segun ellos es el *hydrógeno proto-carbonado*, y que otros autores consideran como productos azoados, de donde se ori-

ginan los *miasmas*, corpúsculos orgánicos y animalículos (Eherenberg). Chatin ha demostrado que en París el aire contiene $\frac{1}{500}$ milígramos de iodo por 4000 litros de aire.

La *mezcla* de oxígeno $\left(\frac{1}{5}\right)$ y de azoe $\left(\frac{4}{5}\right)$ que constituye esencialmente el aire, presenta una invariable fijeza, la cual nunca se ha alterado desde los primeros análisis exactos; la altura y latitud de los lugares no egerce influencia alguna. Gay-Lussac en su famosa ascension aereostática á 7000 metros sobre el nivel del mar, Martins y Bravais sobre el Faulhorn, etc, no han encontrado diferencia alguna entre el aire de estos lugares y el de París.—El O. (densidad=1,105) deberia ser sin embargo mas abundante en el suelo que el azoe, cuya densidad es menor (0,972). Debemos atribuir esta constancia de proporcion (en las alturas accesibles) á la accion de los vientos que mezclan los elementos del aire. Sin embargo despues de los trabajos de Doyère y de Lewy, parece que el aire del mar se halla mas cargado de oxígeno que el del continente. A pesar de esto podemos formular de una manera general, que el aire libre es una mezcla uniforme é invariable de O y de Az en toda latitud y altura accesible á los animales.

No nos ocuparemos aquí de las propiedades físicas del aire: elasticidad, dilatibilidad por el calor, higrometricidad y pesadez (Galileo, Torricelli, Pascal, Perrier).

Pero debemos hablar de la influencia que las

variaciones de presion egercen sobre la economía especialmente sobre la respiracion.

Se manifiesta de dos modos: por exceso y por defecto.

1.° *Por exceso.*—El aumento de densidad y presion del aire producido con el auxilio de aparatos condensadores determina la lentitud del pulso y de la respiracion (Tabarrié, Pravaz: ½ admosfera).

Un animal, un perro por ejemplo, rodeado de un aire condensado á 20 admósferas (ó de oxígeno puro bajo una presion de 5 á 6 admósferas) es atacado de convulsiones tónicas y clónicas desde el momento en que la cantidad de oxígeno de la sangre arterial sube á 28 ó 30 en vez de 18 á 20 por % que es su cifra normal, sobreviniendo la muerte por lo comun cuando llega á 35; los accidentes convulsivos persisten todavía cuando el animal es sacado al aire libre. Esta sobre-oxidacion de la hemo-globina determinará en la sangre la formacion de un principio tóxico análogo por sus efectos á la estrignina ó ácido fénico. Durante el envenenamiento por sobre-saturacion de O hay descenso de la temperatura, y por consecuencia disminucion en la absorcion de este cuerpo, en la produccion de ácido carbónico y urea, en una palabra, de todos los procesos químicos de la vida orgánica (Paul Bert, C. r, de la Ac. de ciencias, 1872-73). (V. § XV).

2.° *Por falta de oxígeno.*—Bajo este epígrafe comprenderemos las diversas variedades de asfixia. Esta puede sobrevenir á consecuencia: *a* de una

privacion brusca y total de aire; *b* de una insuficiencia de este, sin acumulacion de ácido carbónico, etc.; *c* de insuficiencia de aire con acumulacion de ácido carbónico en un espacio cerrado; *d* de una alteracion (ó sustitucion) del aire por gases tóxicos.

*a. Asfixia por suspension brusca de la respiracion.*—Si se corta trasversalmente ó se obtura por completo la tráquea de un perro, este despues de 30 á 40 segundos de calma hará esfuerzos intensos de inspiracion, se agitará violentamente, se pondrá lívida la mucosa de los labios, lengua, tráquea, etc., adquirirá un color negruzco la sangre arterial, caerá el animal en el coma y espirará al cabo de tres ó cuatro minutos. Si antes de la muerte aparente se separa el obstáculo que existe en la tráquea ó se insufla aire en sus pulmones, se restablecerán pronto las funciones respiratorias y vitales.

Semejante experimento practicado en un pájaro ocasiona la muerte con mayor rapidez.

El hombre, cuya respiracion se suspende bruscamente, como en un caso de submersion, de estrangulacion ó de enterramiento, experimenta desde luego una angustia inesplicable á los 30 ó 40 segundos; al cabo de un minuto la cara se pone azulada, se trastornan las funciones cerebrales, se suceden los movimientos medulares reflejos de evasion, de defensa, excrecion de materias fecales, emision de orina, esperma, etc., sigue despues una relajacion completa y por último la suspension de la respiracion y circulacion.

Al hombre y á los mamíferos adultos (no buzos) les es imposible volver á la vida despues de una permanencia de 4 ó 6 minutos bajo del agua á menos de un síncope prolongado. Los pájaros pueden estar sumergidos de 3 á 4 y 6 minutos y los cetáceos de 10 á 30 minutos (W. Scoresby) gracias á los plexos arteriales, raquídeos y cranianos, (Hunter, Breschet y Stannius) y á los vastos plexos venosos abdominales (de Baër y Burow) (V. § XI).

En el *vacío pneumático* los animales que poséen una respiracion poderosa (pájaros y mamíferos) no viven mas allá de 40 segundos á 1 minuto: las salamandras y las ranas (1) viven de 1 á 3 horas (Spallanzani, W. Edwards).

Los cyprinos dorados no perecen sino al cabo de 1 hora 40 minutos en el agua hervida, es decir, privada de aire (Alex. de Humboldt y Provençal).

Las avispas y las abejas que al parecer mueren al cabo de 24 horas, fácilmente recuperan la vida cuando se las vuelve al aire libre. Los caracoles perecen á los 2 ó 3 dias (Spallanzani).

En los mamíferos, especialmente, la edad influye mucho sobre la rapidez de la asfixia (Exper. de R. Boyle. Mery, Haller, Buffon, Legallois y W. Edwards).

---

(1) Los escuerzos encerrados en el espesor de una pared, no continuan viviendo sino merced á la porosidad del mortero. Gracias al estado de reposo y de sueño (comparable al de los animales invernantes) la pequeña cantidad de aire que les llega por esta via basta largo tiempo para su respiracion. Si se sumergen en el agua los pedazos de yeso que los envuelve, mueren estos animales rápidamente (W. Edwards).

Los animales recien-nacidos y particularmente los que nacen con los párpados cerrados (conejos, carniceros), resisten á la asfixia por inmersion durante media hora (pequeños perros sumergidos sin inconveniente alguno en el agua tibia durante ½ hora cada vez en los 3 primeros dias de su existencia.—Buffon). Sabido es que muchos niños han vuelto á la vida, despues de haber permanecido un tiempo considerable en los reservorios de agua y en los lugares comunes. Se ha atribuido la resistencia de los niños á la asfixia (muy pronunciada en los 5 primeros dias del nacimiento) á la persistencia del agujero de Botal y del canal arterial. Esta explicacion no posee valor alguno, habiendo demostrado que continúa dicha resistencia, cuando la circulacion disminuye casi por completo despues de una sangria abundante. Si se prueba que los elementos anatómicos de los recien-nacidos consumen mucho menos oxígeno que los de un adulto, en la proporcion de 29 á 47 (P. Bert), se explicará naturalmente cómo resisten á este género de muerte, porque en tal caso pueden soportar mas largo tiempo su privacion.

La asfixia ofrece muchas particularidades dignas de ser indicadas al presente.

El ácido carbónico, acumulado en la sangre por el hecho de la asfixia, sobreexcita los centros nerviosos, exalta ciertas facultades psíquicas y especialmente la *memoria*. Esta adquiere de un modo súbito tan alto grado de lucidez y estension, que los envenenados recuerdan perfectamente y á la vez todos los sucesos de su vida.

La accion del ácido carbónico se localiza en los centros respiratorios (bulbo) particularmente, de donde se sigue la precipitacion y energía de la respiracion en la disnea. Mas arriba hemos visto que el exceso de oxígeno produce un efecto contrario. Puede esto obtenerse, practicando una respiracion artificial muy profunda en un animal, ó haciendo en sí mismo amplias inspiraciones (esto es lo que sucede en los buzos); habrá en todos los casos una lentitud de la respiracion por sobre oxidacion de la sangre.

Brown-Sequard ha demostrado la accion excitante del ácido carbónico, especialmente en los músculos de los animales asfixiados por estrangulacion. Atribuye los movimientos espontáneos *post mortem* y las variadas actitudes de los cadáveres (sobre todo de los coléricos) á una causa parecida.

Cl. Bernard ha demostrado en su curso de 1872 que los animales asfixiados por el ácido carbónico *presentan una elevacion de temperatura todo el tiempo que dura la asfixia*. El mismo fenómeno puede observarse en los cadáveres y notablemente en los de los coléricos; esta produccion de calor tiene su sitio principal en los músculos, cuya respiracion es excitada por el ácido carbónico y por los movimientos convulsivos que este provoca.

*b. Asfixia por insuficieneia de aire libre sin acumulacion de ácido carbónico.* En las capas elevadas de la admósfera es menor la presion y por lo tanto la cantidad de oxígeno. Los animales que respiran el aire enrarecido, experimentan un conjunto de fenómenos conocido con el nombre de

*mal de las montañas*. En las ascensiones de los elevados montes principian mas pronto que en las aereostáticas, juntándose á la influencia de la rarefaccion la fatiga muscular, privacion del sueño, etcétera. El mal de las montañas ataca á todos los viajeros pero á diferentes alturas, por término medio 4,000 metros (Bouguer y Condamina= Chimborazo, 4,950 met.; Alex. de Humbold, Bonplant, Montufar=Chimborazo, 5,067 y 5,574 met.; d' Orbigny=Cachun, 4,500 met.; Roulin= Santa Fé de Bogata, 2,661 met.; Moorcroft, Fraser, Victor Jacquemont=cadena del Himalaya, 4,000 met.; Benedicto de Saussure, Lepileur, Martins y Bravais=Alpes, 4,000 met.). La série de síntomas de este mal aumenta y se agrava á medida que se pasa de la mencionada altura; hé aquí, un resúmen de ellos: disminucion notable del apetito, náuseas y á veces vómitos, *anhelacion*, palpitaciones (deben pues evitar las ascensiones los sugetos que padecen enfermedades del corazon, que están predispuestos á las apoplegías ó que sufren congestiones diversas), *laxitud* general, postracion moral, soñolencia, *enfriamiento del cuerpo*, zumbido de oidos, vértigos, hemorragia de las encías y labios, inyeccion de las conjuntivas, hemoptisis, etc., hasta el coma y la muerte.

Debemos hacer notar que el hombre puede aclimatarse á considerables alturas. Vémosle en efecto habitar á Quito=2,908met. sobre el nivel del mar, Potosí = 4,166, Antisana = 4,101, Calamarça= 4,141, Deba=5,000, Ancomarca=4,792, etc. Las funciones de la vida orgánica no se desempeñan

peor en los habitantes de estos elevados lugares, que en los que viven en paises bajos á pesar de la débil presion de su admósfera. Con todo no parece que la compensacion sea perfecta, segun Jourdanet, quien ha pretendido que todos los individuos son anoxihémicos *(El Mégico y la América tropical* 1864).

No podemos referir aquí las diversas teorías emitidas para esplicar el mal de las montañas (Lepileur, Th. de Saussure, Pravaz, Weber, etc.). Vamos á reasumir la mas moderna, la de L. Lortet que ha estudiado este fenómeno con auxilio de todos los aparatos conocidos (esfigmógrafo, anapnógrafo, termómetros especiales). Despues de haber indicado que en los lugares bajos aumenta la intensidad de las combustiones respiratorias con el gasto de fuerza, y que el calor producido que se trasforma en fuerza mecánica es suficiente para subvenir al consumo de la muscular, á causa de la densidad del aire y de la cantidad de oxígeno, añade:

En la montaña, al contrario, sobre todo en las grandes alturas y en las pendientes en que es considerable el trabajo de ascension, se necesita una cantidad de calor enorme para ser trasformada en fuerza muscular. *El gasto de esta consume dicho agente en mayor proporcion de la que puede suministrar el organismo,* de ahí un enfriamiento sensible del cuerpo, y los frecuentes descansos que se ve obligado á hacer el viajero para que vuelva á calentarse. Durante la digestion, el enfriamiento es casi nulo, lo cual esplica la costum-

bre que tienen los guias de hacer comer cada dos horas próximamente.

La anhelacion es esencialmente producida por el enrarecimiento del aire.

Longet cree que el aparato respiratorio de los pájaros «podria muy bien tener por objeto, aislar mas ó menos completamente la superficie respiratoria y sus numerosos vasos, de la admósfera variable que atraviesa en su locomocion tan rápida como extensa.» Segun otros autores, serviria para disminuir el peso específico del cuerpo (Comper, J. Hunter, Girardi), hacer mas estable su equilibrio, bajando el centro de gravedad (Borelli), aislar el mecanismo del esfuerzo del de la respiracion (J. Hunter, Girardi, Sappey), y finalmente, aumentar la estension é intensidad de la voz (Girardi, Sappey). Conocidos son los bellos trabajos de este último anatómico sobre los sacos aéreos de los pájaros, y el antagonismo que existe entre la funcion de los sacos medios y los anteriores y posteriores.

*c. Asfixia en un espacio de aire confinado ó por insuficiencia de* O. *y acumulacion de* $CO^2$. Hay animales que perecen en un aire limitado mucho tiempo antes de haber consumido el oxígeno, y otros viven hasta que lo han despojado de casi todo su principio activo. Así los animales superiores no pueden vivir en una admósfera cuyo oxígeno se halle reducido á un 10 por 100, Lavoisier. En las minas aparece la asfixia cuando el aire contiene el 10 por 100, y es inminente cuando solo existe el 15 por 100 de O. Un pájaro puede vivir 12 horas

bajo una campana, con la condicion de que el ácido carbónico exhalado sea incesantemente absorbido por la potasa cáustica; y muere en menos de una hora, si el aire, aunque exento de aquel cuerpo, no contiene mas que 15 por 100 de O. y 85 por 100 de Az. Un raton se asfixia en 5 minutos en un aire que posea el 10 por 100 de O.

Los pescados (tencas) se asfixian, cuando el O. disuelto en el agua se halla reducido á 7 por 100, y las ranas cuando solo contiene esta un 3 por 100 de aquel. Los moluscos (caracoles) consumen todo el O. como los cilindros de fósforo (Vauquelin), y mueren cuando el aire confinado posee vestigios apenas apreciables de dicho gas. (Spallanzani).

Un hombre adulto introduce diariamente en sus pulmones 9 ó 10 metros cúbicos de aire, y exhala una cantidad de ácido carbónico que es á la del O : : 4 : 100. El $CO^2$ exhalado en el espacio libre no altera sensiblemente el aire, pero sí lo verifica casi por completo (V. § IX) en un espacio cerrado. A esta causa capital se agregan otras para la corrupcion de aquel en los lugares públicos; la traspiracion cutánea y pulmonar arrastra diversas materias animales que lo descomponen é infectan con rapidez; los productos de la combustion de las luces aumentan la cantidad de $CO^2$. Los vapores acuosos saturan el aire y dificultan la traspiracion, circunstancia que concentra el calor en el cuerpo.

Son en efecto asombrosos los análisis de aire practicados en la mayor parte de las salas de hospital, de sitios públicos, etc.; se ha encontrado

hasta 1 por 100 del $CO^2$. ¡Qué vivienda por pobre que sea encontraremos ventilada mas desgraciadamente! No podemos referir las numerosas enfermedades á que dá lugar esta variedad de asfixia lenta; solo enunciaremos los ejemplos conocidos de asfixia aguda que reconocen dicha causa. De 146 prisioneros de los ingleses en el Indostan, perecieron 123 á las 8 horas en una pieza de 24 pies cuadrados; de 300 prisioneros austriacos en la batalla de Austerlitz, encerrados en una cueva, fallecieron 260 al cabo de muy poco tiempo. Cuántos desterrados, cuántos pobres esclavos perecen asfixiados en las sentinas de los buques donde se les hacina!

La asfixia principia por una constriccion penosa hacia la laringe y el esternon, bostezos, pandiculaciones, esfuerzos inútiles para respirar, siguen despues los deslumbramientos, zumbidos de oidos, vértigos y pérdida del conocimiento; se hincha la cara, los lábios se ponen lívidos, los ojos prominentes, la conjuntiva inyectada, la nariz, las orejas, los pies y las manos toman un color violáceo, la piel se cubre de manchas jaspeadas y de cardenales, por último la respiracion y la circulacion se debilitan poco á poco.

En la asfixia por aire confinado hay á la vez disminucion de O. y exceso de $CO^2$. Qué es lo que mata? Es el $CO^2$? Bichat, Nysten, Regnault y Reiset (colocan perros y conejos sin inconveniente alguno y durante muchas horas bajo una campana cuyo aire tenga 23 por 100 de $CO^2$ con 30 á 40 por 100 de O.) dicen que es inocente.

Collard de Martigny, d'Arcet, Olliviers (d'Angers) y Orfila afirman que egerce una accion deletérea especialmente sobre el sistema nervioso [Los gorriones mueren en dos minutos en el aire compuesto de 21 por 100 de O y 79 de $CO^2$: de dos á cuatro minutos en una mezcla de 79 O y 21 $CO^2$; de 8 á 10 minutos solamente en una admósfera (ni O ni $CO^2$) de H. ó de Az., etc., Collard de Martigny]. Compárese con el experimento en el cual el pájaro muere en ménos de un minuto, si respira un aire falto de $CO^2$, cuando el O. se halla reducido á un 15 por 100.—Lo que se sabe de cierto en la actualidad es que la acumulacion de $CO^2$ causa la muerte en un aire confinado, porque hallándose en exceso, impide el desprendimiento del contenido en la sangre (V. § XI p. 112).

Paul Bert ha deducido de sus numerosos y recientes experimentos que la falta de O. mata á los animales de sangre caliente, y el exceso de $CO^2$ asfixia á los de sangre fria; para él, la muerte natural es siempre una asfixia.

El estudio anterior conduce á la siguiente conclusion práctica: si no puede disponerse de un vasto local, conviene renovar incesantemente el aire (V. § IX, p. 104). Los higienistas exigen *seis metros cúbicos de aire puro por hora y por persona* en los establecimientos públicos destinados á hombres sanos; en los hospitales se necesitan 20 al menos (Guerard, Poumet, Boudin).

*c. Asfixia por intoxicacion.*—Puede considerarse como tipo de esta asfixia la producida por el óxido de carbono (V. § XV).

El autor dá bajo la forma de cuadro comparativo:

VOLÚMEN Y PESO DEL AIRE INSPIRADO Y EXPIRADO.

| 100 volúmenes. | Aire inspirado. | Aire expirado. |
|---|---|---|
| Contienen : Oxígeno. . . . . | 29,9-21 | 16,03 |
| — Azoe. . . . . | 79-79,15 | 79,55 |
| — Acido carbónico | 0,04 | 4,38 |

En guarismos exactos: 20 O. 80 Az, 0,04 $CO^2$; ó bien 16 O, 80 Az y 4 $CO^2$; 100 partes en peso de aire admosférico contiene 23,01 O, 76,99 Az, además de esto, una débil cantidad de ozono, vapor de agua en proporcion variable y un poco de amoníaco. En la mayor parte de los casos su temperatura es inferior á la de los pulmones. El aire expirado está casi saturado de vapor de agua, y contiene una pequeña cantidad del último gas, probablemente tanto como ha sido inspirado, y por término medio, su temperatura es algo mas baja que la del cuerpo (=36° C).

El azoe exhalado por el pulmon como producto excrementicio, se encuentra habitualmente bajo la forma de amoníaco. Pueden hallarse tambien en el aire expirado diversas emanaciones procedentes de sustancias azoadas ó materias volátiles (alcohol, éter, cloroformo, productos fosforados, miasmas palúdicos, etc.) accidentalmente contenidas en la sangre.

**Variaciones en la exhalacion del ácido carbónico.**—Un hombre adulto exhala en 24 horas por los pulmones y la piel cerca de 800 gramos de ácido carbónico=406,7 litros,=218,1 gramos de

carbono+581,9 gramos O, y consume 700 gramos próximamente del último gas. Por consiguiente el ácido carbónico del aire expirado contiene menos oxígeno del que ha sido introducido por el inspirado. Una porcion de este (cerca de 1/6) se ha consumido en otras oxidaciones, como en la formacion de los ácidos sulfúrico, fosfórico y agua por medio del azufre, fósforo, y los albuminoideos. Las indicadas cantidades están sugetas á muchas variaciones: el ácido carbónico disminuye en la primera edad, durante el reposo y el sueño, y aumenta por el trabajo, por la alimentacion animal, durante la digestion, crecimiento, (100 libras de un niño de 8 años exhalan, por hora, casi la mitad que el mismo peso de un adulto) por una temperatura fria, por una respiracion mas frecuente, por una ingestion mayor de hydrocarbonatos, en cuyo último caso la exhalacion de este gas es mayor que con el uso de sustancias grasas y albuminoides. Segun los trabajos de Ranke se exala:

| | | |
|---|---|---|
| En la primera edad. . . . . | 7,5 | C por hora por los pulmones y la piel. |
| Con una alimentacion no azoada. | 8,3 | |
| — — mixta. . | 9 | |
| — — muy rica. | 10,5 | |

La primera cantidad de aire que sale durante una inspiracion, contiene menos ácido carbónico que la última procedente de una region mas profunda de los pulmones (1). El sexo femenino des-

(1) Hácia la zona superior del cono pulmonar, el aire es casi puro, en las zonas medias Becher y Holm-

prende, en resúmen, á partir de la pubertad menos $CO^2$ que el sexo masculino, la exhalacion aumenta durante la menstruacion (1). Si se suspende la respiracion, lo que es posible por espacio de 100 segundos, la cantidad de $CO^2$ aumenta mas de un doble.

Con la expiracion se exhala cerca de 1 y ½ libra de vapor de agua al dia.

**Variaciones en la absorcion del O.**—Durante el trabajo no se absorbe mayor cantidad de O re-

---

greu (1873) han encontrado una proporcion de ácido carbónico de 2, 3 p. por 100. Haciendo inspirar 500 centímetros cúbicos de H., y expirarlos despues, en dos tiempos, el segundo en un frasco de caoutchouc, Grehant ha encontrado que el aire de las capas casi contiguas á las superficies alveolares se componia de 7,5 por 100 de $CO^2$, 13,50 por 100 de O, y 78,6 por 100 de Az. El aire inmediatamente en contacto de estas debe tener, por consiguiente, mucho mas de 7,5 por 100 de $CO^2$.—Grehant, ayudándose siempre de su método de inspiracion de H, ha demostrado por medio del análisis del aire de cada expiracion, que tan solo despues de cinco ó seis inspiraciones y expiraciones sucesivas en una campana de H, formaba este gas una mezcla homogénea con el aire del pulmon.

(1) Andral y Gavaret han observado que en el hombre, la exhalacion de $CO^2$ vá en progresion ascendente hasta los 30 años, y en progresion descendente á partir de esta edad. En la mujer la progresion ascendente se detiene en la pubertad, al establecerse el flujo menstrual, haciéndose estacionaria, y no aumenta sino en los primeros tiempos que siguen á la menospausia. Empieza la progresion descendente despues de esta época con los mismos fenómenos que en el hombre. La suspension mas precoz de la progresion ascendente en la exhalacion del ácido carbónico en la mujer y su estado estacionario en la época menstrual, se esplica por la eliminacion de un conjunto de productos de combustion incompleta (y de $CO^2$ por consiguiente) que arrastra cada flujo catamenial. Como una prueba de ello, puede observarse el aumento de la exhalacion del $CO^2$, durante el período de embarazo.

lativamente al $CO^2$ exhalado, sino al contrario, se respira y consume mas O durante el reposo. Así un jóven sano de 28 años de edad y 120 libras de peso, respira por la piel y por los pulmones en gramos:

| | $CO^2$ | O |
|---|---|---|
| De 6 de la mañana á 6 de la tarde: | 532,9 | 234,6 |
| De 6 horas tarde á 6 horas mañana: | 378,6 | 474,3 |
| | 911,6 | 708,9 |

El mismo hombre exhala y absorbe durante y despues de un penoso trabajo:

| | $CO^2$ | O |
|---|---|---|
| Durante el dia. . . . . | 884,6 | 294,8 |
| — la noche. . . | 399.6 | 659.7 |

(PETTENKOFER Y VOIT.)

## § XIV.—DETERMINACION DEL ÁCIDO CARBÓNICO, DEL O, DEL AZ Y DEL AGUA CONTENIDOS EN EL AIRE EXPIRADO.

Todo método que tenga por objeto determinar la cantidad de ácido carbónico expirado, exige:

1.° Que el aire expirado pueda someterse en totalidad á la experimentacion, y que por consiguiente pueda constantemente ser renovado por otro nuevo.

2.° Que sean eliminados el vapor de agua y las sustancias orgánicas; esto se obtiene mejor dirigiendo la corriente de aire expirado sobre el ácido sulfúrico concentrado.

3.° Que el aire libre del agua y de las sustan-

cias orgánicas pase á un tubo préviamente pesado y lleno de potasa, sosa, cal ó barita, en el cual se combinará el ácido carbónico con una de las sustancias empleadas. La diferencia de peso del tubo antes y despues del experimento nos dá el de ácido carbónico.

El aparato mas abonado para este objeto ha sido construido por *Pettenkofer*. En él puede permanecer un hombre por largo tiempo, si se quiere, sin experimentar incomodidad alguna en la respiracion, porque el aire expirado es espulsado contínuamente por las bombas aspirantes movidas por una máquina de vapor, cuyo trabajo es ritmico, y afluye el aire puro con igual regularidad.

Las condiciones exigidas aquí por el autor para determinar la cantidad de $CO^2$ del aire expirado, constituyen el *método* llamado *directo*. Dicho método el mejor sin duda alguna, no es especial de este gas; con iguales ventajas puede emplearse para *dosar directamente* el O, Az y el agua.

Fué ideado por Lavoisier que sentó las reglas siguientes: 1.ª se colocan los animales sometidos á la experiencia en un volúmen determinado de O, de aire ó de una mezcla artificial de O y de Az; 2.ª se absorbe con cuidado el $CO^2$ á medida que vaya desprendiéndose; 3.ª se renueva la admósfera respirable por cantidades determinadas, y se anota exactamente el tiempo que dura el experimento, la temperatura, etc.

Despues de él, sábios experimentadores como Spallanzani (diversas especies de moluscos, crustáceos, etc.) Dulong y Despretz (animales y hom-

bre), Alleu y Pepys (animales y hombre), Regnault y Reiset (1840, animales), Pettenkofer (1862, animales, hombre) adoptaron el método directo, rodeándose de todas las precauciones exigidas por los adelantos de su época. Sin contradiccion, el aparato del fisiólogo de Munich es la realizacion mas perfecta del método aplicado al hombre. Regnault y Reiset habian llegado al mismo grado de perfeccion por el análisis del aire respirado por los animales. El aparato se compone de tres partes: 1.° de una campana que sirve para encerrar al animal durante el experimento; 2.° de un aparato propio para condensar el $CO^2$ á medida que es expirado; 3.° de otro aparato destinado á reemplazar el O que constantemente consume el animal.—Podemos citar todavía el aparato de Andral y Gavaret (mascarilla que comunica con tres frascos recolectores del aire expirado; aparato análogo al de Boussingault y Dumas para el análisis de este aire, en el cual se introduce ácido sulfúrico para fijar el agua, potasa para el $CO^2$, cobre rojo para el O y un frasco para recibir el Az).

Hay otros dos métodos de análisis menos precisos: el de las proporciones centesimales y el indirecto ideado por Boussingault.

En el primero es necesario: 1.° analizar, por proporciones centesimales, el aire del espacio en que debe respirar el sugeto; 2.° medir el volúmen de gas expelido en cada expiracion; 3.° contar el número de expiraciones en un tiempo dado; 4.° recoger el aire expirado durante este tiempo y analizarle igualmente del propio modo. Este mé-

todo es imperfecto, porque descansa sobre datos inciertos: 2.° y 3.° ¡Qué discordancia, en efecto, entre los autores, sobre el volúmen de gas expulsado en cada expiracion y sobre el número de movimientos respiratorios egecutados en el espacio de un minuto!

Pongamos un ejemplo de los cálculos de este método: Si se admite que expiramos 18 veces por minuto (esto constituye por hora 1,080 veces, por dia 25,920, por año 926,080, compárese mas adelante) y siendo cada expiracion de ½ litro (cifra controvertida), expulsaremos 9 litros de aire en este tiempo. Por otra parte, el análisis ha demostrado que el aire expirado contiene 4 centésimas partes de O menos que el inspirado; el cálculo fundado sobre estos datos conducirá á admitir 0,360 lit. de O consumido por minuto, lo que constituye por hora 21,60 litros por dia 518,40 litros y por año 189,216 litros.

Otros autores han variado el problema. Partiendo del hecho de que durante un minuto tienen lugar de 13 á 14 respiraciones, han llegado á cerca de 20,000 inspiraciones por dia. Si cada una de estas introduce en los pulmones ½ litro de aire obtendremos en las 24 horas la cantidad de 10,000 litros; en estos (10 m. c.) el oxígeno se halla en una ⅕ parte (21 O, 79 Az), ó sea en peso 2,500 kilóg. O. Además el aire expirado en las 24 horas no contiene mas que 1,750 kilóg. O; es decir, que se han gastado 750 gr. O para formar ácido carbónico y agua. 750 gr. O corresponden á 500 litros en volúmen (Küss).

Por lo dicho se vé cual es la parte que toma el cálculo en este método y á cuantos errores puede conducir, puesto que sus datos no son indiscutibles.

El proceder enunciado como mas fácil, ha sido empleado por mayor número de autores. Citaremos á Goodwyn, H. Davy, Dumas, Murray, Nysten, Prout, Thomson, Mac-Gregoire, Couthupe, Vierordt, Valentin y Bruner, Doyere, etc.

El *método indirecto* ó de Boussingault, consiste en lo siguiente: «Se le suministra á un animal una misma cantidad diaria de alimentos (que conserve igual su peso el tiempo que dure la experimentacion), se pesa todo lo que se introduce en su tubo digestivo bajo la forma sólida ó líquida y lo que se elimina del organismo en las deyecciones, despues se resta la segunda cantidad de la primera; la diferencia representa necesariamente en peso y volúmen la pérdida que el animal sufre por la respiracion y la exalacion cutánea.» Barral ha aplicado este método al hombre.

El exámen comparativo de tan numerosas como diferentes cifras obtenidas con auxilio de los tres métodos expuestos, demuestra cuan imposible es, en el estado actual de nuestros conocimientos, determinar la cantidad de los diversos elementos del aire expirado por el hombre en un espacio dado de tiempo. Solo pueden establecerse algunas conclusiones aproximadas.

Así la *cantidad de* O *que absorbe* un adulto por hora durante el reposo, y en las condiciones habituales de salud y temperatura, varía de 20 á 25 litros=29 á 36 gramos proximamente.

En general, en los animales, la absorcion del O es proporcional á su actividad fisiológica. Permanece la misma en una admósfera (sin presion) que contenga 2 ó 3 veces mas O que el aire comun (Lavoisier); pero si en la admósfera artificial, el Az es reemplazado por el H, la absorcion aumentará en virtud del *poder refrigerante* del último gas (Regnault y Reiset).

En cuanto á la exhalacion del $CO^2$, están comprendidos los límites de sus variaciones entre 13 y 20 *litros*=29,670 gr. y 39,560 gr.=8,090 gr. y 10,789 gr. de carbono por hora en un hombre de 30 años y con las condiciones habituales.

Para el *azoe* se hallan divididas las opiniones. Unos pretenden que no hay absorcion ni exhalacion (Lavoissier, Allen y Pepys); otros que es absorbido (Alex. de Humbold, y Provençal, Davy, Pfaff, Henderson, etc.); y algunos que es eliminado, es decir, que el aire expirado contiene mas azoe que el inspirado (Berthollet, Despretz, Marchand, Boussingault, Regnault y Reiset, etc.)

Longet dice que la mayor parte de los fisiólogos en el dia admiten que hay exhalacion de Az en los animales superiores sometidos á su régimen alimenticio habitual. Este azoe proviene de los alimentos ingeridos y no del aire (se exhala en la admósfera artificial de O y de H). Por lo demás su cantidad es mínima; no representa ordinariamente mas que 5 ó 6 milésimas del O absorbido.

El *agua del aire expirado* tiene dos orígenes: 1.° «la que se exhala en los bronquios, es el *agua de la traspiracion pulmonar propiamente dicha*; 2.° la que

se forma por la combinacion del O del aire con el H de la sangre, es el *agua de la respiracion*» (Lavoisier).

Las variaciones de su totalidad se hallan comprendidas entre 20 y 29 gr. por hora, 500 y 700 gr. diarios. Es difícil precisar la parte que propiamente pertenece á la respiracion (Longet).

*Cuál es la relacion entre la cantidad de O absorbido y la de $CO^2$ exalado?*

Lavoisier sostiene que el $CO^2$ no representa todo el O absorbido. Allen y Pepys lo niegan. Laplace demostró que el calórico desarrollado por la respiracion excede á la cantidad que puede dar la combustion de carbono que forma el $CO^2$; y que la respiracion ocasiona además la combustion de cierta cantidad de H contenido en la sangre. En los experimentos de Despretz, la relacion en volúmen del O absorbido con el $CO^2$ exalado, varía de 0,62 á 0,78. La relacion establecida por Dulong es =0,90; para Brunner y Valentin=0,85, etc. *

## § XV.—RESPIRACION EN LOS DIFERENTES GASES.

Los *medios respirables* además del aire, se dividen en:

1.° Los que *pueden conservar la respiracion durante cierto tiempo* sin causar sérios trastornos: *oxígeno y protóxido de azoe.*

**Oxígeno.**—Bajo el punto de vista de la duracion, el aire admosférico es el único cuerpo respi-

rable. Cuando la proporcion del oxígeno en el aire inspirado no baja del 10 por 100, no egerce influencia alguna sensible en la respiracion. Con mayor disminucion, esta se hace mas rara y se declara la disnea. Si se respira oxígeno puro, aparecen los fenómenos febriles é inflamatorios.

La accion irritante del oxígeno ha sido puesta en duda por Allen y Pepys en sus experimentos sobre el hombre y el pichon, por Priestley en sus dos ratones (1/2 á 3/4 de hora de inhalacion) y en sí mismo, por Lavoisier en dos cabieles (24 horas de inhalacion). Pero si durante estos experimentos de laboratorio, cuya duracion mas larga ha sido de 24 horas, únicamente se ha podido observar, como fenómeno anormal, una ligera excitacion, no es lógico deducir que podria respirarse impunemente el oxígeno en vez de aire de un modo continuado (Véase mas arriba los experimentos de P. Bert, § XIII).

Además, el uso del oxígeno en la tisis pulmonar no ha dado siempre resultados satisfactorios, sino al contrario.

*Gas protóxido de azoe.*—Este gas permite conservar la respiracion durante algunos instantes, gracias á la descomposicion que sufre en los pulmones, donde se desprende su oxígeno para favorecer la hematosis; pero esta descomposicion no es total y la parte intacta penetrando en el organismo por via de absorcion, provoca los accidentes ya indicados por los autores. H. Davy experimentando en sí mismo, sintió al principio vértigos y turbacion de la vista, que disminuyeron poco á poco

para ser reemplazados sucesivamente por «una especie de suave presion sobre todos los músculos, estremecimientos muy agradables, y en fin, agitacion y una propension irresistible al movimiento.» Tennant y Unterwoold, actuando como Davy, llegaron á los mismos resultados. Vauquelin se detuvo en el periodo de vértigo; los preparadores de Thenard los sintieron de otra suerte con alguna imperfeccion. Zimmermann se aproximó á los resultados obtenidos por el químico inglés.

2.° Los que *matan por la ausencia del oxígeno*: *azoe*, *hidrógeno*.

Azoe, hidrógeno.—Sumergidos los animales en una admósfera de azoe ó de hidrógeno puro, bien pronto mueren asfixiados, mientras que respiran inpunemente una mezcla de $^1/_5$ de azoe ó de hidrógeno con $^4/_5$ de aire. La última determina la soñolencia, habiéndose empleado como soporífera en los insomnios de la tisis (Berzelius, Cas de Charles, de Wetterstedt).

Admítese que la presencia del azoe es necesaria en el aire admosférico, para atemperar las propiedades demasiado activas del oxígeno, constituyendo sus $^4/_5$ en volúmen.

3.° Los que son *activos y venosos*. No solamente no bastan á las necesidades de la hematosis, sino que egercen una accion tóxica sobre los animales, dichos gases son: el ácido carbónico (V. mas arriba § XIII) óxido de carbono, hidrógeno bicarbonado, fosforado, sulfurado, (Thenard y Dupuytren), arseniado (muerte del químico Gehelen), cianógeno, gas sofocante, cloro, gas hipoazótico, bioxido

de azoe, los gases ácidos en general, el amoniaco, etcetera.

Unicamente hablaremos de los dos primeros: *ácido carbónico y óxido de carbono.*

**Acido carbónico.**—La respiracion de un aire cargado de ácido carbónico produce la muerte en los animales, desde el momento en que contiene 8 á 10 por 100 de este cuerpo. Cuando se respira algun tiempo un aire que posea 1 á 2 por 100, se presenta una alteracion en las funciones nerviosas, á saber: aturdimiento, vértigos, atontamiento, etc.

El ácido carbónico no egerce accion tóxica alguna cuando se halla en contacto de otros órganos que no sean el pulmon. Ingerido en el tubo digestivo, inyectado en el tegido celular, en las venas, ó en las arterias, es completamente inofensivo, porque forma carbonatos neutros con el plasma de la sangre (Nysten).

**Gas óxido de carbono.**—El óxido de carbono es uno de los gases mas perniciosos, porque contrae una íntima union con la parte esencial de los corpúsculos de la sangre, la hemoglobina, de tal suerte, que impide la combinacion del oxígeno con los glóbulos sanguíneos. No se separa de dicho líquido mas que cuando el envenenamiento ha sido incompleto, en cuyo caso se combina con el O que encuentra para formar $CO^2$. (Masia, Pokrowsky.)

Un pájaro de mediano tamaño perece en una admósfera limitada que contenga 1 por 100 (Félix Leblanc).

Para tener una idea de la rapidez con que se produce la intoxicacion por los vapores de carbon

(óxido de carbono), Grehant coloca los perros en una admósfera que posea $^1/_{10}$ de este cuerpo. La sangre arterial, al $^1/_{10}$ ó $^1/_{25}$ de segundo, contiene ya 4 por 100 de óxido de carbono, y solo 14 por 100 de oxígeno; entre 1 minuto, 15 segundos y 1'30 segundos, el óxido se eleva á 18 por 100, y el oxígeno se reduce á 4 por 100. Estos experimentos nos autorizan para deducir que la sangre arterial del hombre que entra en un medio muy cargado de óxido de carbono, absorbe el gas tóxico en *el primer minuto*. La asfixia por los vapores de carbon es pues muy rápida (Grehant). En ella se suspenden las combustiones orgánicas, y desciende necesariamente la temperatura (Cl. Bernard). El óxido de carbono no es un agente tóxico directo para los tegidos como los compuestos de cianógeno, porque su presencia no impide la respiracion de los que se hallan en contacto del O· (Paul Bert).

# SEGUNDA SECCION

## DIGESTION.

### § I.—OBJETO.

**Funcion de los órganos digestivos.**—La digestion tiene por objeto, convertir á los alimentos en sustancias abonadas para penetrar en el torrente circulatorio.

Para esto, se necesita:

1.° *La division mecánica de las sustancias alimenticias sólidas.*

2.° La *trasformacion de los hidratos de carbono* (particularmente el almidon) insolubles en el agua en *hidratos solubles* (azúcar de uva), porque solo las disoluciones pueden atravesar los finos poros de los vasos capilares.

3.° *a. Dividir las sustancias grasas neutras* en partículas tenues, porque tan solo bajo esta forma pueden ser absorbidas por el epitelium de las ve-

llosidades intestinales, ó *reducirlas* á glicerina y ácidos grasos.

4.° Disolver las sustancias albuminoides, y hacerlas fácilmente difusibles.

5.° Que las materias ingeridas recorran toda la longitud del canal intestinal.

La trasformacion de la fécula es debida á las diversas especies de saliva y probablemente tambien al moco; la disolucion de los albuminoideos á los jugos gástrico, intestinal y pancreático; la emulsion de las sustancias grasas, y su descomposicion en glicerina y ácidos grasos á este y á la bilis.

## CAPÍTULO PRIMERO.

### DIGESTION EN LA CAVIDAD BUCAL.

#### § II.—FLUIDO BUCAL.

**Propiedades y composicion del líquido bucal.**—El líquido contenido en la boca es turbio, mas ó menos viscoso, filante, mezclado con vesículas de aire; su reaccion es habitualmente *neutra ó alcalina*, algunas veces en especial en ayunas, es ácida, pero despues de la comida ofrece siempre aquella cualidad. Cuando se le deja en reposo, se forma un sedimento y el líquido que queda se hace mas claro. Mezclado con agua destilada puede filtrarse, y con el ácido acético se obtiene un precipitado membraniforme, claro (mucina). Al micros-

copio, se descubren en el una multitud de células epiteliales y de corpúsculos llamados salivales, que parecen ser idénticos á los linfáticos (V. fig. 8 p. 130) mas adelante descritos (seccion III, § I).

Obra como disolvente por el agua que contiene, introduce además cierta cantidad de aire en el estómago (1) disfraza el gusto acerbo de algunas sustancias, y trasforma la fécula en destrina y en azúcar de uva. (Descubrimiento de Leuchs).

### PAPEL MECÁNICO DE LA SALIVA EN LA MASTICACION Y EN LA DEGLUCION.

La saliva desempeña principalmente un papel mecánico: acompaña en la deglucion á los alimentos no masticados, y sobre los cuales no debe egercerse ninguna accion química. Por esta razon, los animales carnívoros, cuya alimentacion es esencialmente azoada, poseen tambien glándulas salivales. Humedecer y reblandecer los alimentos, favoreciendo de este modo su masticacion: aglutinar las partículas de los que han sido triturados para que se forme el bolo alimenticio: barnizarlo de una capa viscosa (debida principalmente al moco bucal) á fin de que se deslize con facilidad por las vias de la deglucion, tal es la accion mecánica de la saliva.

(1) Segun Liebig, el oxígeno del aire que es arrastrado al estómago por la saliva bajo la forma de espuma, se uniria á los tegidos ó á los alimentos (V. Bennett).

## PAPEL QUÍMICO DE LA SALIVA MIXTA Ó BUCAL.

1.° *Composicion química.*—Agua=995,16; epitelium=1,62; ptialina=1,34; fosfato de sosa=0,94; cloruros alcalinos=0,84; sulfocianuro de potasio=0,06; cal combinada con una materia orgánica=0,03; magnesia combinada con una materia orgánica=0,01; Total=1,000 (Jacubowitsch).

Segun los análisis del último autor, la saliva de los herbíboros no contiene sulfocianuro de potasio y de sodio, pero sí carbonatos alcalinos que faltan en la de los carnívoros; la última contiene mas moco, pero menos fosfatos y cloruros alcalinos que la de los primeros.

Tambien se ha indicado la presencia de la leucina (Frerichs y Stœdeler), urea, (Pettenkofer) y uratos de sosa y potasa (Wiederbold).—Estos cuerpos no son mas que productos *accidentales*.

Entre los elementos salinos normales, existe uno que ha sido objeto de numerosos experimentos y cuyo papel permanece todavia envuelto en el misterio, tal es el *sulfocianuro de potasio*.

Treviranus (*Biología*, t. IV, 1814) fué el primero que demostró que la saliva, cuando se la pone en contacto con una sobre-sal de hierro y especialmente del percloruro, toma una coloracion *rojo-purpurina*. Pensó que esta reaccion debia ser referida á un cuerpo designado por Winterl *ácido sanguíneo*, y el cual no es otro que el ácido prúsico sulfurado de Porrett, es decir, el ácido sulfo-cianhydrico de la

química moderna. Tiedemaun y Gmelin observaron despues, que con el ácido fosfórico se obtenia un líquido dotado de la misma propiedad, destilando el extracto alcohólico de la saliva desecada. Estos autores dedujeron que posee un *sulfocianuro de base alcalina*.

Otros muchos autores se han dedicado tambien al estudio de tan interesante punto de la historia química de la saliva: Eberle (1834), Mitscherlich, van Stetten (1837), Wright (1842), Blondlot (1843), Marchand (1844), Jacubowitsch (1845), Frerichs (1846), Tilanus (1849), Lehmann (1850), etc..... Son muy divergentes las opiniones emitidas por cada uno de ellos. —Segun unos, la presencia de la sal mencionada en el líquido salival debe negarse de una manera absoluta. —Segun otros, resultaria, ya de una alteracion espontánea de este fluido, ya de las manipulaciones químicas á las cuales se somete; hay tambien quien supone que su aparicion depende de un estado particular del sistema nervioso (impresiones vivas y penosas) En fin, considerando esta sal tóxica á ciertas dosis, se ha creido, que la exageracion de su produccion podia explicar las propiedades dañinas de ciertas salivas, y especialmente las de los perros rabiosos.

La última hipótesis, gratuita por cierto, se halla en flagrante contradiccion con las ideas admitidas en la actualidad sobre los virus en general (1).

(1) Consúltese los notables estudios de Chauveau sobre los virus.

Con el objeto de disipar todas las dudas, Longet, Œhl, Sertori, Schiff, etc., han practicado numerosos experimentos, cuyo resultado ha sido, realizar la reaccion indicada por Treviranus y poner fuera de duda la presencia del sulfocianuro en la saliva. Hé aquí textualmente la doctrina profesada por Longet:—«Mi opinion se reasume en las siguientes conclusiones: 1.ª El *sulfocianuro de potasio* existe *normal y constantemente* en la saliva del hombre;—2.ª no solamente se encuentra en la saliva mixta ó bucal, sino tambien en la parotídea, submaxilar y sublingual;—3.ª Su presencia caracteriza en cierto modo la secrecion salival, porque no se ha encontrado vestigio alguno de este cuerpo en las demás secreciones, como el sudor, orina, lágrimas, líquido cerebro-espiral, suero de la sangre, y serosidad de los vegigatorios; lo mismo se ha observado en el jugo pancreático del carnero y buey;—4.ª dicha sal existe en la saliva en proporciones variables pero siempre muy pequeñas (0,0006 por 100,=Jacubowitsch; de 0,056 á 0,068 =Wright; de 0,004 á 0,008=Lehmann, etc.). Estas variaciones no dependen de la edad, sexo, régimen, ni de los estados particulares del sistema nervioso, si no solamente del grado de concentracion del líquido salival;—5.ª Puede hacerse insensible á nuestros reactivos el sulfocianuro de potasio, cuando la saliva presenta una notable fluidez; pero basta *concentrarla* por una evaporacion lenta, para obtener *constantemente* la reaccion característica de su presencia, como lo he observado en la pirosis y en la salivacion mercurial;—6.ª La salud ó en-

fermedad de los dientes no egerce influencia alguna sobre la presencia ó abundancia de dicho cuerpo, que tambien he encontrado en las personas desprovistas de esos instrumentos de masticacion;—7.ª El sulfocianuro no es el resultado, como se habia supuesto de una alteracion espontánea de la saliva;—8.ª Para *aislarlo* conviene, como yo hice, analizar de preferencia la de un individuo en ayunas;—9.ª De todas las sobre-sales de hierro, el percloruro es el mejor reactivo para demostrar la presencia del sulfocianuro, dá al líquido *suficientemente concentrado* un hermoso color rojo de sangre. Para obtenerlo se vierten en 5 centímetros cúbicos de saliva 4 á 6 gotas de una disolucion de percloruro de hierro, que contenga 4 partes de agua por una de esta sal. Para dar el mismo color á idéntica cantidad de agua destilada, se necesitarian 16 gotas de percloruro en vez de 4 á 6 ó 2 gotas de sangre; 10.ª Ninguna sustancia orgánica ó inorgánica de la saliva, dá lugar con el percloruro de hierro á la misma reaccion. No se ha estado en lo cierto, cuando se ha referido esta á la presencia de los acetatos alcalinos en el fluido salival.» Es verdad que los acetatos en presencia del percloruro de hierro dan la reaccion purpurina como el sulfocianuro, pero para obtenerla se necesita mayor cantidad de aquellas sales que de esta. Observamos, por otra parte, que la coloracion roja del acetato en el agua ó en la saliva persiste de un modo indefinido, mientras que la del sulfocianuro no tarda en desaparecer por completo; lo cual es justamente lo que sucede cuando ha sido tratada por el percloruro.

Con todo, nada nos importan estas nociones químicas, puesto que aquella no contiene acetatos (Longet).

2.° *Papel químico de la saliva en la digestion.*— Los experimentos de Leuchs, que fué el primero en indicar el poder sacarificante de la saliva sobre el almidon, (*Kasner's Archiv*, t. XXII, p. 106, 1831) fueron confirmados por Schwann (1836), Sebastien (1837) y sobre todo por Miahle (Memoria leida en la academia de ciencias el 31 de Marzo 1845) á quien cabe el honor de haber practicado numerosos é importantes descubrimientos.

Miahle reconoció desde luego que el producto de la reaccion de la saliva sobre el almidon no es primitivamente azúcar de uva, como habia supuesto Leuchs, sino *dextrina* que es la forma soluble de la fécula. Ha demostrado además que el almidon debe ser *disgregado*, para que dicho líquido lo trasforme pronto en destrina y despues en glucosa á la temperatura del cuerpo.

La disgregacion se obtiene con auxilio de la coccion ó de la trituracion en frio.

La accion de la saliva sobre el almidon es rápida: en menos de un minuto, se siente un gusto muy dulce análogo al del jarabe de dextrina, cuando se ha introducido en la boca su engrudo y se ha masticado con moderacion. La saliva obra casi instantáneamente sobre el almidon hidratado diluido en agua y filtrado. El sabor dulce que el pan *bien cocido* adquiere en la boca durante los cortos instantes de la masticacion, no puede atri-

buirse sino á que se forma cierta cantidad de dextrina y glucosa á expensas del almidon.

Es mas lenta la accion trasformadora de la saliva, cuando la fécula es cruda y está simplemente disgregada por la trituracion; entonces se necesitan algunas horas de contacto. Si es *cruda* y no *triturada*, conviene hacerla digerir dos ó tres dias, á una temperatura de 40 á 50 centígrados.

**Experimento de Trommer para demostrar la existencia de azúcar en la saliva.**—Si se mezcla la fécula cocida (engrudo de almidon) con el fluido bucal, y se calienta la masa algunos minutos tan solo en la mano, puede comprobarse la glucosa. Con este objeto, se adiciona á la mezcla legía de potasa ó de sosa en exceso, despues se vierte gota á gota una disolucion dilatada de bióxido de cobre, en tanto que se disuelve el precipitado azul que se forma y se calienta hasta la ebullicion. Cuando aparece el azúcar, se disipa el color azulado y el líquido se presenta límpido, porque la glucosa convierte en alcalino el hidrato de bióxido de cobre formado, despues adquiere un color amarillo, puesto que el bióxido de cobre se descompone rápidamente para pasar á protóxido.

**Reaccion del yodo sobre el engrudo de la saliva.**—Si se hace hervir en un vaso de reaccion algunos gránulos de fécula con agua y se divide el líquido en dos partes iguales, poniendo en una de ellas una pequeña cantidad de saliva fresca y agitándola se añade una solucion de tintura de yodo, pasados algunos segundos solamente, que ha durado la operacion, no se observará ya en ella

el color azul, mientras que con claridad aparece en la otra porcion.

Demostrada la *propiedad sacarificante* de la saliva mixta ó bucal, se ha tratado de precisar mas la cuestion, investigándose si era posible referirla á algun *principio activo* particular.

Los trabajos de Payen y Persoz (1833) habian demostrado en el reino vegetal la existencia de una materia azoada especial, la diastasa, dotada del poder de trasformar en dextrina y englucosa cantidades considerables de fécula, apareciendo en las plantas en la época de su germinacion, cerca de los gérmenes y no en las raicillas. Esta sustancia disgrega el almidon y no le dá acceso sino cuando se ha vuelto soluble (dextrina) y capaz, bajo esta forma, de nutrir á la planta.—Basta una parte de diastasa para trasformar 2,000 de fécula. Una accion tan enérgica como pronta, no debe atribuirse á operaciones químicas ordinarias. Por esta razon, los autores la han comparado á esas reacciones misteriosas llamadas *acciones de contacto*, ó al conjunto de fenómenos inexplicados conocidos con el nombre de *fermentacion*. «La diastasa vegetal, la emulsina ó sinaptasa, el fermento glucósico, y la pectasa, despues la diastasa animal ó ptialina, la pepsina y la pancreatina son, al parecer de muchos sábios químicos, otros tantos fermentos que ellos llaman *fermentos solubles*, en oposicion á los organizados (únicas causas de verdaderas fermentaciones, segun Pasteur) que denominan *fermentos insolubles*.» (Longet). La diastasa salival es pues un *fermento*.

El principio sacarificante de la saliva es comparable á la diastasa de los granos de los cereales?—Tal es lo que Miahle ha tratado de establecer.

Este autor ha llegado á aislar de la saliva una sustancia particular, sólida, blanca ó grisácea, amorfa, insoluble en el alcohol absoluto, soluble en el agua y en el alcohol debilitado, que posee las reacciones de la saliva y cuya energía es tal que 1 parte en peso basta para convertir en dextrina y en azúcar de almidon 2,000 partes de fécula hidratada. Mas arriba hemos visto que goza de la misma propiedad la diastasa de los cereales.

Miahle se hallaba pues en el derecho de deducir que la diastasa vegetal y la salival ó animal (ptialina de Berzelins) son una misma sustancia.

La última es un cuerpo albuminoideo que contiene azufre. Difiere de las otras sustancias albuminoideas, en que no precipita por el calor á una temperatura de 60° c.; no es esto decir que no pueda ser destruida por aquel agente (Frerichs y Cohnheim), pero para ello se necesita la temperatura de la ebullicion (Schiff).

En vano Cohnheim ha tratado de negar la naturaleza albuminosa de la ptialina.

Segun ciertos químicos, esta convierte el almidon y el glicógeno, etc., en azúcar, obligándolos á combinarse con el agua (V. Bennett).

*Objeciones.*—Se ha objetado á la teoría de la diastasa salival de Miahle, que no hay necesidad de invocar la influencia de un principio particular para explicar la accion sacarificante de la saliva, cuando otros líquidos animales, tales como la san-

gre, el pus, el contenido de ciertos quistes, una maceracion de un pedazo de mucosa ó de otra parte animal, etc., gozan de la propiedad de trasformar el almidon hidratado en glucosa (Magendie Cl. Bernard). Y hablando de la saliva, añade Bernard, su poder sacarificante es tanto mas enérgico, cuanto menor sea la salud de la boca. Cuando esta es el sitio de una inflamacion, como en la salivacion mercurial ó en las caries de los dientes, posee dicha propiedad, en su mas alto grado. Semejantes salivas presentan, al microscópio, numerosos glóbulos de pus, que existen siempre, aunque en cantidad menos considerable que en la normal.» (*La ciencia*, N.° 17 de Junio, 1855).

Su propiedad sacarificante debe referirse pues á las materias orgánicas en descomposicion y no á un principio especial, como se observa tambien en los demás líquidos animales.

R. Es verdad que otros líquidos tienen la propiedad de sacarificar el almidon, pero esto no prueba que no la posea la saliva; bien puede ser que las partículas orgánicas en putrefaccion sean el agente activo de esos líquidos, pero de aquí no se desprende que lo sean tambien en la saliva, y que no contenga esta un principio especial como lo ha demostrado Miahle. Dicha respuesta dada en nombre de la lógica descansa sobre experimentos. Longet jamás ha encontrado diferencia entre la saliva de la personas aseadas y cuidadosas de la limpieza de su boca, y las que se han mostrado indiferentes á la higiene de esta cavidad. Si fuese verdadera la teoría de Cl. Bernard, la saliva de

los últimos cargada de una gran cantidad de materiales pútridos, gozaria de una accion sacarificante mas enérgica. Hay pues en ella un principio especial dotado de la propiedad de trasformar la fécula hidratada en dextrina y despues en glucosa.

Cuál es por lo tanto el orígen de este principio activo? *Es la mucosa bucal?—Son las glandulas salivales?*

Es la mucosa bucal, dicen algunos autores, inspirándose en experimentos todavía recientes y segun los cuales parece evidente que en el caballo la saliva *parotídea* aislada no puede convertir el engrudo de almidon en azúcar, que en el perro sucede lo mismo con las parotídeas y submaxilar tomadas separadamente, y con la mezcla de las dos salivas recogidas en sus *conductos* de excrecion. Y sin embargo, la saliva mixta que humedece la boca del caballo y la del perro, aunque menos activa que la del hombre, posee una propiedad sacarificante indudable. Por otra parte, si despues de haber hecho macerar durante 36 horas á la temperatura de + 40° c. fragmentos de mucosa bucal préviamente expuesta á la accion del aire, se somete la fécula á la influencia de dicho líquido, rápidamente se la vé trasformar en glucosa.

Despues de los hechos expuestos, parece imposible reivindicar un papel químico para las glándulas salivales.

Longet, sin embargo, levanta con energía su voz contra la teoría, que exclusivamente considera á la mucosa bucal como orígen del principio activo

indicado. Admitiendo su exactitud en el caballo y en el perro, la considera errónea en los mamíferos en general, y en el hombre en particular, invocando las observaciones siguientes: 1.ª Macerando fragmentos de glándulas salivales y de páncreas en un vaso que contenga engrudo de almidon, se halla al cabo de 1 á 2 horas, y á una temperatura de 40 á 45° c. una considerable cantidad de este cuerpo, convertido parte en dextrina y parte en glucosa. Advertencia: falta aquí la accion de la mucosa.—2.ª Limpios completamente la boca y los dientes, se recoge debajo de la lengua la saliva submaxilar y sublingual desprovista ó casi desprovista del moco transparente, límpido aunque viscoso y filante, muy pobre en células epiteliales y exento de resto orgánico alguno. La facultad sacarificante de esta saliva no es menos notable que la de la mixta. Advertencia: ¿Cómo atribuir, en tales casos, la influencia á las materias en descomposicion?—3.ª En los casos de fístula del conducto de Stenon en el hombre se ha demostrado que el líquido parotídeo recogido, producia las mismas reacciones que la saliva mixta ó bucal.

A las *glándulas salivales*, pues, pertenece la propiedad sacarificante de la saliva, y no á las materias orgánicas descompuestas ni á la mucosa bucal.

La propiedad sacarificante del fluido bucal aparece despues de la primera denticion (Bedder). No es igual en todos los animales: el hombre la posee en alto grado, pero menos que los herbívoros y es-

pecialmente el conejillo de Indias. La saliva del perro es poco enérgica, por lo cual no debe tomarse como tipo en los experimentos.

Lent (1858) trató de establecer, en oposicion á lo que se observa en el hombre, que la saliva parotídea de los conejos no posee la propiedad de trasformar el almidon, la cual perteneceria solamente á las glándulas submaxilares; pero los recientes trabajos (1868) de Schiff conceden esta propiedad á la saliva enunciada aisladamente recogida.

*Especificidad de accion de la ptialina.*—Se ha pretendido que la saliva, el jugo pancreático y gástrico, poseian un mismo principio orgánico cuya manera de obrar sobre los alimentos solo diferia segun la naturaleza química del medio; así las materias amiláceas y albuminoideas serian trasformadas y disueltas por los tres líquidos digestivos, por medio de un agente comun que atacaria los feculentos en un medio alcalino ó los albuminoides en uno ácido (V. Longet).

A esta opinion emitida por Bernard y Barreswill en 1845, Longet opone los experimentos siguientes: 1.° Acidificando ligeramente la saliva con ácido clorhydrico, y sometiendo á su accion fibrina extraida de la sangre de buey, un pedazo de carne cruda y otro de carne cocida por espacio de 4, 6, 12 y hasta 24 horas en un baño-maria á +35 ó + 38° c., se encuentra: carne sin vestigio de alteracion y fibrina simplemente disuelta; porque esta es en parte soluble en agua débilmente acidulada (Bouchardat), pero no ha sufrido la *trasfor-*

*macion digestiva*, como lo prueba la reduccion de la sal de cobre que se obtiene empleando el reactivo compuesto de glucosa y bitartrato de cobre y potasa (V. Longet). *Conclusion*: La saliva ácida no puede desempeñar el papel de jugo gástrico.—2.° Si este se vuelve alcalino por la adicion de carbonato de sosa, y se pone durante muchas horas á una T. de 35 á 38° c, en contacto del engrudo de almidon recien preparado, jamás se observa la trasformacion en dextrina y en glucosa (V. Longet).

*La saliva en el estómago.*—Se ha dudado, dice Miahle, de la influencia de la saliva, en atencion á que los ácidos neutralizan la accion de los fermentos (Boutron y Fremy), y que el estómago presenta una acidez constante en el momento de la digestion.

Las sustancias alimenticias feculentas no experimentarian, es verdad, modificacion alguna en dicha víscera, si el almidon, la saliva y el ácido del jugo gástrico se encontrasen *solos* en mútuo contacto; pero hay siempre con ellos sustancias albuminoideas que se apoderan del último cuerpo y permiten que la saliva egerza de este modo su accion sacarificante (Miahle). Si no se observa la reduccion de la sal de cobre (bitartrato de cobre y de potasa) en el exámen del químo natural ó artificial, no por esto debe deducirse que falta la glucosa, porque esta reaccion se halla oculta por el producto trasformado del alimento albuminoideo (V. Longet).

Por lo demas, los experimentos practicados en

una mujer que padecia una fístula gástrica, demuestran que la accion de la saliva no se halla neutralizada por la presencia del jugo gástrico. (Grünewaldt, Schrœder, 1853).

Para terminar, indicaremos, que si la accion de la saliva es real, no por eso es esclusiva. Hay otros líquidos que gozan de la propiedad sacarificante; y si la influencia trasformadora de aquella sobre los alimentos amiloideos principia en la boca, se continua en el estómago y pasa mas adelante todavía, en el orígen del intestino delgado existen dos productos que concurren á la metamórfosis de la fécula, á saber: el jugo pancreático y el intestinal.

Longet ha demostrado en la saliva cierto grado de poder emulsivo mas pronunciado antes que despues de las comidas.

**Obtencion de la ptialina.**—El principio que posee la propiedad sacarificante, ha recibido el




Fig. 8.—*a*, Epitelio; *b*, corpúsculos salivales.

nombre de *ptialina*. Para obtenerlo se acidula fuertemente con el ácido fosfórico el líquido bucal

fresco, y se trata luego con el agua de cal que produce un precipitado de fosfato básico de cal. Los albuminatos son arrastrados al mismo tiempo con la ptialina, que se separa tratándola por el agua destilada, y con el alcohol precipita bajo la forma de un sedimento blanco (Cohuheim).

**Composicion del líquido bucal.**—El líquido bucal se compone:

1.° Del producto de secrecion de las seis glándulas.

2.° De moco.

3.° Del epitelium de la mucosa.

## § III.—GLÁNDULAS SALIVALES Y SALIVA BUCAL.

**Estructura de las glándulas salivales.**—Las glándulas salivales pertenecen al grupo de las arracimadas compuestas. Cada fondo de saco ofrece un diámetro de 0,05 á 0,06$^{mm}$, su pared es homogénea, trasparente, bastante resistente, y las vesículas adiposas se hallan interpuestas á los acini que forman los fondos de saco. Su textura es mas ó menos densa segun que se considere la glándula parótida, la submaxilar ó sublingual. Hay un solo núcleo en cada célula, mientras que con frecuencia poseen dos las del páncreas. En oposicion á lo que se observa en esta víscera, de la cual difieren las glándulas salivales más aun por su estructura que por su aspecto esterior, los fondos de saco de la parótida presentan durante la digestion mayor

grado de opacidad que durante la abstinencia, lo que depende del predominio de las granulaciones moleculares de las células. Fuera de la digestion, estas parecen ser pavimentosas, y son bastante blandas para poder ser fácilmente magulladas y poner así el núcleo en libertad. Tienen la propiedad de dejar pasar ciertas sustancias con el fluido segregado, mientras que al contrario se resisten absolutamente á ser penetradas por otras.

**Saliva.**—La saliva procede de las seis glándulas salivales, parótidas, submaxilares y sublinguales, cuyos conductos excretores terminan en la boca. Las tres especies de saliva difieren entre sí.

*Distincion de las salivas.*—Hoppel de la Chenaie (1780) fué el primero que distinguió la saliva parotídea de la mixta.

Cl. Bernard, convencido de la importancia de su papel mecánico, ha referido á cada uno de los actos de la digestion que se desempeñan en la boca uno de los tres fluidos salivales. Su opinion se halla fundada en los experimentos siguientes:

1.° *Diferencia física de los fluidos salivales.* Si se introduce un tubo en cada uno de los conductos escretores de las glándulas salivales, puede demostrarse que el líquido submaxilar y sublingual en nada se parece al que fluye por el conducto de Stenon. Efectivamente, la saliva parotídea es límpida y se excreta con facilidad, mientras que la sublingual es espesa, viscosa y fluye lentamente. El fluido submaxilar no es tan denso como el sublingual cuando sale del conducto, pero se espesa por el enfriamiento.

2.º *Diferencia segun el momento y la causa de su secrecion.*

*a.* Si se coloca una sustancia *sápida* sobre la lengua de un animal, se vé fluir *la saliva submaxilar solamente.* Sabido es por anatomía comparada, que este órden de glándulas desaparece en aquellos animales en que está poco desarrollado ó no existe el sentido del gusto; en los carnívoros presentan un extraordinario desarrollo mientras que están casi atrofiadas en los pájaros granívoros.

*b.* Cuando el animal *masca* y sobre todo si tritura las sustancias secas como avena, heno, etc., fluye solo y en abundancia la saliva parotídea, con la particularidad de que siempre su proporcion es mayor en el lado que funciona (Colin).

La cantidad segregada está en relacion con el grado de sequedad de los alimentos. Los forrages secos absorben cuatro veces su peso del mencionado líquido, la avena un poco mas de su peso, la harina dos veces y los forrages verdes apenas la mitad (Lassaigne 1845). Debe tenerse presente que las parótidas solo existen en los animales que poseen dientes para la masticacion, y su volúmen es tanto mas considerable cuanto mas dificil es esta.

*c.* La *saliva de las glándulas sublinguales* se segrega únicamente en el *momento de la deglucion*, formando una capa espesa y viscosa al bolo alimenticio, para facilitar de este modo su deslizamiento hácia la faringe y esófago.

Habria pues, para cada uno de los tres actos del primer tiempo de la digestion: gustacion, mastica-

cion y deglucion, un aparato salival especial: las glándulas submaxilares para la gustacion, las parótidas para la masticacion y las sublinguales para la deglucion.

*Objeciones.* Los trabajos de Colin, Longet y Schiff han demostrado que esas distinciones tan ingeniosas como naturales, establecidas por el ilustrado fisiólogo del Colegio francés, no son la exacta expresion de la verdad.

Citaremos las conclusiones de Longet: «En resúmen, admitimos: 1.° que las glándulas salivales segregan contínuamente saliva con frecuentes variaciones en su cantidad. 2.° Que las diversas salivas mezcladas entre sí y con el moco á medida que se van segregando, concurren cada una á la gustacion, masticacion y deglucion de los alimentos, hallándose favorecido el último acto por el moco especial que se ha mencionado. 3.° La dificultad y lentitud de la masticacion y deglucion producida por la expulsion al exterior de la saliva parotídea no tiene nada de particular, porque el mismo efecto se determina cuando aquella recae sobre las otras especies de secrecion salival. 4.° Que la del líquido sublingual, al tiempo de la deglucion, reconoce una causa puramente mecánica, y que además no es él solo el que forma la capa espesa y viscosa que recubre al bolo alimenticio, sino el moco segregado por las glándulas del velo del paladar, de la base de la lengua, de las amígdalas y sobre todo de las glándulas faríngeas. 5.° Que las parótidas, á las cuales se ha asignado la masticacion como causa excitante de su actividad,

pueden segregar mucha saliva en condiciones puramente fisiológicas fuera del acto mencionado; otras veces siendo este muy enérgico, permanece la secrecion en su estado normal. 6.° Cuando se prueban ciertas sustancias sápidas, la compresion egercida por la contraccion de los músculos suele ser circunstancia abonada, para que se segregue mayor cantidad de saliva submaxilar, sin que este fenómeno pruebe que se halle ligado á la gustacion con exclusion de las otras glándulas salivales. 7.° Por fin, cuando se ha evacuado completamente de la boca la saliva enunciada, los animales no rechazan menos los alimentos desagradables, como lo ha demostrado la experimentacion directa.

### I.—SALIVA PAROTÍDEA.

**Saliva parotídea.**—*Preparacion.*—Se introduce una cánula fina en el orificio del conducto de Stenon, al nivel de la segunda muela superior sobre la mucosa bucal, y se coloca enseguida encima de la lengua un poco de mostaza ó de vinagre, despues de lo cual, fluye la saliva por el tubo. En los animales se obtiene por medio de las fístulas (Bernard) lo mismo que en el hombre, cuando padece esta enfermedad (Mitscherlich).

*Propiedades.* Es un líquido claro, no filante, alcalino, y trasforma la fécula en dextrina y en azúcar.

*Composicion química.* Agua, 99,4-99,5; partes

sólidas 0,5-0,6; vestigios de albumina, de sulfocianuro de potasio cuya presencia se reconoce en que una disolucion de cloruro de hierro determina una coloracion roja intensa, que no desaparece con la adicion de ácido clorídrico (Longet); de ácido carbónico, principios extractivos y sales, á saber: cloruros de potasio y de sódio, 0,21 y carbonato de calcio, 0,12.

### II.—SALIVA SUBMAXILAR.

**Propiedades de la saliva submaxilar.**—Es un líquido claro, mas ó menos blanquecino, filante, de reaccion alcalina, sin sustancias morfológicas; contiene sulfocianuro de potasio y trasforma rápidamente el almidon en dextrina y en azúcar de uva.

**Preparacion de la saliva submaxilar.**—1.° En los animales, se descubre el conducto de Wharton y se introducen en él las *cánulas;* en el hombre se colocan estas en la abertura de la carúncula sublingual por donde fluye al mismo tiempo la saliva. En muchos individuos sale formando chorro por dicha abertura, cuando se aplica la lengua contra la bóveda palatina, y se coloca sobre aquella una sustancia acre.

2.° Por *excitacion nerviosa.* (Descubrimiento de Ludwig). Bajo este punto de vista, se puede comparar la glándula submaxilar á un músculo no sometido á la voluntad. En aquel se produce el movimiento lo mismo cuando son excitados directa-

mente los nérvios motores que le animan, que si lo son por la via refleja de la sensibilidad, ó en fin, cuando se dividen todos los nérvios que establecen su union con la médula espinal. Pertenecen á la glándula submaxilar:

1.° Las fibras sensitivas del nervio lingual.

2.° Las fibras motoras:

*a.* de la cuerda del tímpano (nérvio facial);

*b.* del nérvio simpático cervical.

3.° Existen además células ganglionares de donde emergen las fibras propias (ganglios).

La irritacion de la extremidad central del nérvio lingual (nérvio trigémino) determina por intermedio de la sensibilidad la excitacion de la cuerda del tímpano. Solo los nérvios señalados con los números 2 y 3 influyen directamente sobre la secrecion.

Se distinguen: 1.° la saliva de la cuerda del tímpano; 2.° la del simpático y 3.° la paralítica, como otras tantas variedades. Las dos primeras se obtienen irritando la cuerda del tímpano y el nérvio simpático, la última es la que fluye cuando se han seccionado todos los nérvios (Bernard).

| | SALIVA DE LA CUERDA DEL TÍMPANO. | SALIVA DEL SIMPÁTICO. |
|---|---|---|
| Partes solubles visibles al microscópio. . . . . | Faltan. | Pequeñas masas especiales. |
| Reaccion. . . . . | Alcalina. | Muy alcalina. |
| Moco. . . . . | Filante. | Muy filante. |
| Peso específico. . . | 1,0039—1,0056 | 1,0075—1,01 |
| Albumina.. . . . | Existe. | Existe. |
| Elementos minerales.. . . . . | Cloruro de sodio, cloruro de potasio, fosfato de calcio, de magnesio y carbonato de cal. | |
| Propiedad sacarificante.. . . . . | Falta. | Existe. |
| Propiedades particulares. . . . . | — | Se encoge la glándula cuando se excita con frecuencia el simpático. |

La cantidad de saliva que se recoge irritando la cuerda del tímpano puede ser muy considerable (55,2 gr. por hora, en un perro: Ludwig y Becher); en todo caso siempre es mas abundante que la que se obtiene por la excitacion del nérvio simpático. La presion de la saliva segregada bajo la influencia del primer nérvio, puede exceder á la de la sangre (Ludwig).

En cuanto á la terminacion de los nérvios de las glándulas salivales y el efecto de la excitacion nerviosa sobre los vasos de la sangre, V. sec. III; para la elevacion de la temperatura, V. *Calor*. La mayor parte de estas cuestiones son tratadas en el «*Papel de los nérvios.*»

### III.—SALIVA SUBLINGUAL.

Véase lo que hemos dicho p. 131 y sig. Ahora solo añadiremos que la viscosidad que caracteriza á la saliva sublingual, no se debe á una mayor cantidad de *mucina*. El moco que contienen los diversos fluidos salivales es exíguo ó nulo; el elemento albuminoso es la *ptialina* ó una forma albuminoide análoga. Pudiendo fijar una cantidad de agua mayor ó menor cada variedad de esta sustancia orgánica, se deduce que la ptialina tiene la propiedad de dejar muy fluido el líquido parotídeo, volver filante la saliva submaxilar, y muy viscoso el producto de la glándula sublingual (Robin).

Las propiedades de la saliva sublingual no son conocidas todavia (V. p. 167 y sig.)

### PAPEL DE LOS NÉRVIOS CENTRÍPETOS, CENTROS NERVIOSOS Y CENTRÍFUGOS—DE LA CIRCULACION Y DE LOS GLÓBULOS EPITELIALES EN LA SECRECION SALIVAL.

*De la secrecion refleja.* Las relaciones anatómicas de las glándulas en la cavidad bucal, no permiten á los alimentos introducidos en esta, obrar directamente sobre ellas; solo en virtud de la accion refleja es como su presencia determina la salivacion. Los alimentos impresionan inmediatamente los nérvios sensitivos ó mas bien las papilas de la mucosa bucal, trigémino y gloso-farígeo; estos trasmiten la impresion á los centros nerviosos (bulbo) que la refleja sobre las glándulas por in-

termedio de los nervios centrífugos, facial (cuerda del tímpano) y simpático.

Tales son los trabajos de Ludwig y de Cl. Bernard, los que mas han contribuido á dilucidar este punto de fisiología. Hé aquí sus principales experimentos.

Ludwig (1851) secciona el *nérvio lingual por encima* del punto de emergencia de los ramos glandulares y se suspende la secrecion; galvániza la extremidad periférica y reaparece esta de nuevo; resultados análogos se han obtenido empleando los mismos medios sobre la cabeza de un perro decapitado, y en otra cuyas dos carótidas se comprimieron fuertemente. Rahn y Becher han observado siempre estos hechos indicados por su maestro. *Conclusion*: el lingual influye sobre la salivacion, la cual no depende de la presencia de la sangre y de la normalidad de la secrecion en las glándulas salivales. Czermak demostró mas tarde (1857) que la secrecion salival, aumentada por la irritacion del trigémino, se suspendia al excitar el gran simpático; de esto dedujo que existia un antagonismo entre los dos nérvios. Eckhard y Adrian no admitieron semejante interpretacion, demostrando que la excitacion del simpático no suspende la secrecion. Bajo la influencia de este nérvio, la saliva se hace espesa, viscosa y fluye con tal dificultad, que puede pasar desapercibida, mientras que la suministrada por la influencia del trigémino es mas fluida y abundante.

Semejantes experimentos demuestran irrecusablemente la influencia nerviosa. ¿Pero cuáles son los

ramos de la extremidad periférica del lingual, que activan la secrecion? Por otra parte ¿la influencia es directa, ó no obran mas que por intermedio de los vasos sanguíneos? Los autores precedentes, observando que la cantidad de saliva segregada durante sus experimentos, era mayor que la que pudiera haber acumulada en los tubos excretores de las glándulas, pensaron que debia resultar en su mayor parte de la accion directa de los nérvios irritados. Pronto veremos á Cl. Bernard sostener la teoría opuesta, y poner en evidencia el papel excito-secretor de los ramos del facial (chorda tympani); despues de haber repetido y completado los experimentos de Ludwig y de sus alumnos, secciona el *lingual* entre *la periferia y el punto de emergencia de los filetes glandulares*, es decir, *por debajo de este punto*. Al momento disminuye notablemente la cantidad de saliva.

Si se impresiona la lengua con un ácido diluido, no se activa la secrecion, cuando se han seccionado los dos nérvios linguales; pero sí aumenta cuando la seccion comprende uno solo de estos. Si se excita por el galvanismo su extremidad periférica, no hallándose interesada la cuerda del tímpano el resultado es negativo; la excitacion de la extremidad central, permaneciendo íntegro el del lado opuesto, determina un aflujo de saliva.

Si se divide el nérvio *por encima de su emergencia* (el tronco inferior conserva entonces el orígen de los filetes motores que van al ganglio submaxilar) la irritacion de la extremidad central hace fluir como precedentemente la saliva del lado sano,

y la de la extremidad periférica activa la secrecion del lado seccionado.

*Conclusion.* El tronco del lingual contiene fibras centrífugas y centrípetas.

Cl. Bernard demuestra que las primeras pertenecen al facial (cuerda del tímpano), con el siguiente experimento:

Conservando el nérvio lingual, secciona la cuerda del tímpano al nivel del punto en que se separa de este, y galvaniza la extremidad central sin obtener ningun efecto; galvaniza la extremidad periférica y la secrecion es muy abundante.

Es pues á la cuerda del tímpano, ramo del facial, á donde vuelven los filetes centrífugos cuya existencia en el tronco lingual habia demostrado el experimento de Ludwig. Tenemos que examinar todavia el papel de muchos nérvios, simpático, gloso-faríngeo y pneumo-gástrico. Ya hemos seccionado el efecto que determina la irritacion del *simpático* (Czermak, etc.).

Longet piensa que en el estado normal, el sistema del gran simpático influye sobre la secrecion como lo prueban numerosos experimentos, pero no de una manera exclusiva.

Muchos fisiólogos creen, al contrario, que la salivacion se halla habitualmente bajo la dependencia del facial y que la accion refleja sigue de ordinario la via de la cuerda del tímpano.

Cl. Bernard ha provocado una salivacion mas abundante irritando el *gloso-faríngeo*.

La influencia centrípeta puede, en fin, llegar por la via de emergencia del *pneumo-gástrico*. Si se

irrita la mucosa estomacal ó la extremidad periférica del pneumo-gástrico seccionado, no se altera la secrecion; mientras que aumenta esta notablemente cuando estando íntegro el pneumo-gástrico, se excita la misma mucosa (la salivacion que precede al vómito reconoce una causa análoga). Si se irrita la extremidad central del pneumo-gástrico seccionado, aumenta el flujo en ambos lados predominando en el de la excitacion. Si durante el experimento, se corta la cuerda del tímpano de este lado, cesa la salivacion (Œhl).

*Centros nerviosos de reflexion (bulbo, encéfalo, ganglio submaxilar.*)—La médula oblongada es el órgano que preside al acto reflejo de la secrecion salival, porque los nérvios que forman el arco reflecto-secretor de la salivacion terminan y emergen en el bulbo (trigémino, gloso-faríngeo y facial).

Cl. Bernard ha tratado de sentar en favor del ganglio submaxilar la pretendida autonomía del sistema del gran simpático. Habiendo excindido el tronco del lingual que lleva los filetes al penetrar en el ganglio submaxilar, excita la extremidad tronco que corresponde á la periferia y aumenta la secrecion salival. Este resultado autoriza al fisiólogo del Colegio francés, para deducir que la accion centrípeta se convierte en centrífuga en el ganglio, cuando pasa á los nérvios que emergen de este último. Dicho órgano, pues, hace el oficio de centro nervioso; se ha apoyado en este ejemplo para imputar el mismo papel á todos los ganglios del simpático.

Pero es necesario, antes de concluir, considerar

los contradictorios trabajos de Schiff. Este experimentador objeta que el hecho dado á luz por Claudio Bernard no podria generalizarse, porque no tiene lugar mas que en ciertos animales (perro por eg.) y por otra parte se le ha dado una falsa interpretacion. En aquellos en los cuales se observa el hecho mencionado, la cuerda del tímpano envia filetes que, despues de haber caminado en el lingual mucho mas allá del punto de emergencia de los primeros ramos ganglionares, siguen enseguida un *trayecto recurrente* para dirigirse al ganglio. Es evidente que en este caso no hay arco sensitivo-motor; que al excitar la extremidad periférica del tronco del lingual, se actua simple y directamente sobre la cuerda del tímpano (V. Longet).

Si es verdad que el bulbo es comunmente el centro de la reflexion salival, no puede negarse que el cerebro tambien llena á veces este papel. Obra sobre el bulbo, para modificar, activar ó suspender la secrecion. La vista y el olor de los alimentos, despertando el recuerdo de una impresion gustativa, hace segun una expresion vulgar venir el agua á la boca; el recuerdo solo produce la misma accion. El temor, el rubor..... suspenden la secrecion salival. No se puede hablar «*vox faucibus hæsit*», porque la boca está seca y su lubrificacion es indispensable para la articulacion de las palabras; el oido se debilita, porque la ausencia de la saliva suspende los pequeños movimientos de deglucion que egecutamos al tragar inconscientemente y que sirven para renovar el aire en la caja del tímpano. Dícese qne los indios, para descubrir

al culpable entre muchos acusados, dan á cada uno una pequeña cantidad de arroz y lo hacen guardar en la boca durante algunos minutos; aquel que tiene este órgano mas seco al fin de la prueba, es el verdadero delincuente.

*Papel de la circulacion (Influencia indirecta de los nérvios ó vaso-motores; influencia directa ó nervios secretores).* Cl. Bernard ha indicado en sus trabajos sobre las glándulas salivales, que el aumento de la secrecion se halla siempre unido á una dilatacion de los vasos. La sangre, aun en las venas, conserva su rutilancia arterial; laten aquellas, y sale el líquido á sacudidas. Si, al contrario, se suspende la secrecion ó disminuye considerablemente, los vasos glandulares se contraen con fuerza; la sangre que sale al esterior es de un color venoso muy acentuado (intimidad de cambios). La actividad de la secrecion pues, está en relacion directa de la cantidad de sangre; en otros términos, cuanto mayor número de materiales tenga aquella á su disposicion, mas cantidad de saliva elabora; finalmente, la influencia nerviosa no es mas que la reguladora de la circulacion y no obra sino por intermedio de esta.

A esta teoría, que tan racional parece, se oponen los hechos ya citados de Ludwig (perro decapitado, y aquel á quien se comprimieron las dos carótidas). No se ha hecho caso de este argumento porque la secrecion salival habia disminuido de un modo notable en los animales sugetos al experimento (Schiff), y porque se ha podido observar en un hombre un descenso notable del producto pa-

rotídeo al comprimir las carótidas (Œhl); reasumiendo, en esos hechos la salivacion parece haber estado relacionada con la circulacion.—Un argumento mas respetable es el sacado de aquel en el cual ha demostrado Ludwig que durante la secrecion, la presion interior de los conductos glandulares es superior á la intravascular. Nos encontramos autorizados para afirmar que la secrecion es el producto de otra fuerza que la abundancia ó la tension de sangre, y que es debida á una fuerza desarrollada en el seno mismo del tegido glandular. Mas probable parece, por consiguiente, la influencia directa de los nérvios sobre los fondos de saco. Esta teoría ha sido corroborada por los trabajos anatómicos de Pflüger. Este fisiólogo, en efecto, ha descrito y figurado los filetes nerviosos, terminando en los fondos de saco y elementos globulares mismos de las glándulas; semejante descubrimiento hubiera constituido un dato decisivo, pero desgraciadamente no ha sido confirmado por los demás fisiólogos, antes al contrario, ha sido negado por Haidenhain (1868). Por otra parte, sabido es que los filetes nerviosos, al llegar á su verdadero destino, pierden su membrana y su mielina para quedar reducidos al eje central ó cilinderaxis; además los filetes descritos por Pflüger conservan su integridad cuando llegan al supuesto término. Esta excepcion despierta algunas dudas sobre la realidad del descubrimiento de Pflüger. (V. Bennett, Küss y Longet). Si no es irrecusable la prueba anatómica, no resisten mas las otras. Todavía indicaremos algunas.

Cl. Bernard ha dicho que si se irrita el gran simpático se suspende la secrecion salival, y ha indicado que entonces los vasos están sumamente contraidos. Ya hemos visto que la ausencia de aquella no es mas que aparente, cambia tan solo de naturaleza haciéndose mas densa. Bernard, al reconocerlo por sí mismo, se ha visto obligado á modificar del siguiente modo su teoría sobre la funcion enunciada. Divide dicho proceso en dos actos: en el primero hay un trabajo de verdadera secrecion, lento y contínuo que se efectúa espontáneamente por medio de una génesis anatómica y que suministra un producto espeso y viscoso que fluye con extrema dificultad. En el 2.° hay un trabajo simplemente excretor que depende del estado de la circulacion. Si funcionan los nérvios vaso-motores, se dilatan los vasos y afluye un líquido muy fluido que deslie y arrastra el verdadero producto segregado. Este 2.° acto seria el único sometido á la influencia nerviosa siempre mediata, es decir, ejerciéndose por el intermedio de los vasos sanguíneos.

*Vulpian* desecha por completo esta teoría. Sí, dice, se secciona el simpático sin excitarle, hay dilatacion vascular y á pesar de ello no aumenta el producto salival.—Si se galvaniza con energía, se detiene la corriente sanguínea, y no obstante se activa la secrecion; la funcion glandular no es solidaria de la circulacion. Debemos, pues, admitir *nérvios secretores*. Vulpian supone además, que los elementos globulares pueden por sí solos determinar la dilatacion de los vasos.

En apoyo de esta doctrina, cita el hecho siguiente: despues de dividir el simpático deberia llegar á su máximum la dilatacion vascular, y sin embargo si se irrita la cuerda del tímpano poniéndose de este modo en actividad los elementos glandulares, aumenta todavía aquella por el mero trabajo de los glóbulos epiteliales.

Finalmente, dicha teoría recibe un poderoso auxilio de von Wellich, quien ha hecho ver que en los animales curarizados (parálisis del sistema nervioso) cesa la secrecion mucho antes de debilitarse el poder vaso-motor. Si aquella dependiese del último, no deberia suspenderse mas que con su extincion.

En la actualidad, pues, nos vemos obligados á admitir *nérvios secretores* que entran en actividad bajo la influencia de una excitacion refleja (Longet).

*Papel de los elementos celulares.* Segun lo que acabamos de ver, la influencia nerviosa presidiria á la funcionabilidad de las células salivales que, despues de absorber los líquidos ambientes procedentes del plasma exudado de las capilares caerian en *deliquium* y formarian de este modo la saliva.

La célula, dice Longet, absorbe una porcion del plasma, se descarta de otra mas ó menos modificada y al mismo tiempo de una parte de sí misma, cuya vida ha terminado, y la cual difiere segun las glándulas constituyendo el elemento característico de cada secrecion. Pero por qué, por ejemplo, segregan la saliva las glándulas salivales?

«Que haya allí fenómenos de capilaridad, de doble descomposicion, de catálisis: que el espesor y permeabilidad diferentes de los elementos del tegido glandular influyan sobre la naturaleza de los productos segregados, es probable; pero es cierto que allí debe existir alguna otra cosa. La accion secretora del tegido glandular cesa con la vida, por lo tanto es necesario reconocer detrás de las fuerzas físicas y químicas que funcionan, una causa desconocida, que preside á la realizacion de semejantes fonómenos. (Longet, *Tratado de fisiología*, t. II, p. 279).

Boll, Giannuzzi, Haidenhain y Ranvier se han esforzado en estudiar el trabajo celular prácticamente y demostrar el estado del epitelium despues de una abundante secrecion salival. Giannuzzi observó prolongaciones pediculadas en los flancos de las células, las cuales tenian la forma de *media luna*. Tales serian las aplanadas con uno ó dos núcleos en via de proliferacion. Haidenhain ha visto, en una glándula que habia segregado muchísimo, pequeñas células granulosas, procedentes al parecer de las *semi-lunares* de Giannuzzi, que sustituian á las células voluminosas desaparecidas por fusion. Ranvier ha encontrado en una glándula, despues de una secrecion copiosa, que los fondos de saco son menos anchos, y que las células mucosas se habian vaciado poco á poco sin destruirse en oposicion á lo emitido por Haidenhain. «La parte activa, dice, (núcleo y protoplasma) persiste y es la que probablemente repara las pérdidas de la secrecion.»

Tal es, lo que se sabe en el estado actual de la ciencia, sobre la secrecion salival, y nosotros podemos añadir, sobre la mayor parte de las secreciones. Este estudio nos dispensará de estendernos en el capítulo de la secrecion en general, cuya historia se halla incluida casi totalmente en la de las glándulas salivales.

Tambien indicaremos, para no omitir nada, que la salivacion sufre la influencia de los órganos adyacentes como la contraccion del velo del paladar y los movimientos del maxilar. Cl. Bernard lo ha demostrado experimentalmente excitando los músculos de la masticacion, etc. Este fisiólogo ha hecho, sobre dicha funcion, otros muchos experimentos además de los ya mencionados; enunciaremos solo aquellos en los cuales ha determinado nn abundante flujo de saliva irritando el cuarto ventrículo por medio de venenos que, como el haba de calabar, el mercurio, el woorara, etc., obren sobre la sangre y sobre el epitelium de las glándulas cuya metamórfosis determinan.

### §IV.—MOCO, EPITELIUM, Y CORPÚSCULOS SALIVALES DEL LÍQUIDO BUCÁL.

**Glándulas mucosas de las cavidades bucal y faríngea.**—Existen en las cavidades bucal y faríngea, especialmente sobre los bordes y dorso de la lengua, sobre los lábios, cara interna de los carrillos, paladar y pared posterior de la faringe, un gran número de glándulas acinosas cuyos pequeños conductos excretores desaguan en la superficie de la mucosa. Su contenido se hace muco-

so (por la mucina), y en el agua forma grumos con el ácido acético. Entre las glándulas salivales propiamente dichas, las submaxilares y sublinguales son al propio tiempo mucígenas, mientras que las células epiteliales de las parótidas no producen moco.

Las glándulas llamadas mucosas no lo son en realidad, formadas por depresiones de la mucosa y recubiertas de epitelium, suministran un producto que no difiere de los restos epiteliales que la recubren, cuyo carácter es propio de aquellas glándulas; no ofrecen ninguna secrecion especial. El moco es al tegumento interno (membranas y glándulas), lo que la descamacion furfurácea es á la superficie de la piel. Resulta, segun unos, de una desasimilacion en virtud de la cual las células epiteliales se descartan del exceso de principios, que han tomado á la sangre para su modificacion (Ch. Robin). Segun otros, el moco representa el contenido y los restos de células superficiales arrojadas por una caida incesante.

El moco es un líquido viscoso, filante, caracterizado por la presencia de una materia albuminosa, la *mucosina* (Ch. Robin), cuyo tipo lo constituye la clara del huevo. Se distingue de la fibrina en que esta pierde su aspecto estriado bajo la influencia prolongada de un ácido, mientras que la mucosina lo conserva.

Ya hemos visto mas arriba que, segun ciertos fisiólogos, la saliva no es mas que un *deliquium* de las células epiteliales mucosas y glandulares, que contiene la cavidad bucal.

**Epitelium.**—El epitelium del líquido bucal pertenece á la lengua y á la cavidad de la boca y se desprende en abundancia (V. fig. 8, p. 194).

**Corpúsculos salivales.**—Los corpúsculos salivales parecen idénticos á las células linfáticas. No se ha dilucidado completamente su orígen; es del todo inverosímil su procedencia de una glándula acinosa compuesta, como han creido algunos; al contrario es muy posible que deriven de las glándulas foliculosas ó vasos capilares (V. seccion III, cap. I, § VI).

En los animales pueden observarse dos especies de corpúsculos salivales, unos inmóviles presentando solamente al microscopio y bajo un considerable aumento un movimiento browniano de las moléculas que contienen; tales son los corpúsculos salivales propiamente dichos; los otros desprovistos de movimientos amiboides ofrecen una deformacion notable como los glóbulos de pus recien formados, por lo cual se les ha dado el nombre de glóbulos *pioides* (Leuwenhoeck, Œhl, Schiff). Es probable que estas dos formas no sean mas que dos estados diferentes de los leucocitos muertos en el primero y vivos en el segundo. A los últimos, es decir, á los corpúsculos amiboides de Œhl, refieren muchos fisiólogos la propiedad secarificante de la saliva (Schiff, Rouget. V. p. 158 y sig.).

Conviene notar que este estudio no se ha realizado en el hombre; en la saliva mixta de este solo se han encontrado leucocitos idénticos á los de toda superficie mucosa (V. *Manual del microscópio* de Duval y Lereboullet, 1873).

*Barniz bucal.* Los restos procedentes de la descamacion incesante del epitelium bucal, forman mezclados con la saliva una especie de barniz, que reviste toda la superficie de la cavidad oral y especialmente la cara dorsal de la lengua y las encías al nivel del cuello dentario.—Dicho barniz por lo comun es incoloro, trasparente, alcalino y muy poco viscoso. Además de las células epiteliales, contiene siempre algunos leucocitos hinchados por la saliva y presentando un núcleo con granulaciones moleculares, casi siempre cuerpos estraños, (restos alimenticios, polvo, etc., y sobre todo *parásitos*). Se acumula en virtud de la abstinencia, de una alimentacion excitante, del uso del alcohol y del tabaco.

Las capas mucosas morbosas se colorean con frecuencia por la bilis (saburra gástrica) y presentan con sus elementos epiteliales y el moco semi-concreto una gran cantidad de *leucocitos*, de vibriones y de *algas* del género *leptothrix*. Si esta capa mucoso-epitelial se seca, se hiende y excoria; las gotas de sangre que fluyen en tales casos dan al barniz un tinte amarillento y negruzco (*fuliginosidades*). Los parásitos de la capa bucal son muy frecuentes, leptothrix, vibriones, esporos del cryptococcus cerevisiœ, oidium albicans (Robin), ó syringospora l' obinii (M. Quinquand), esporos que se parecen á los espórulos del thricophiton del hérpes circinado.

Lo que distingue el oidium albicans del cryptococcus, son los corpúsculos brillantes que contienen siempre las células de este último. Los esporos

análogos al thricophiton, indicados por Mauricio Richard (1859), no han sido encontrados por MM. Gallois, Balbiani, Gubler. (V. *Soc. Biol.* 1871).

El leptothrix bucalis es el mas comun de los parásitos de la boca; las células epiteliales se hallan habitualmente erizadas de copos filamentosos que forman fascículos apretados, densos y ondulados. Estos se encorvan formando semicírculos ó describen numerosas flexuosidades entre montones de epitelium. Por lo demás, ofrecen el aspecto de pequeños bastoncitos rígidos, rectos ó acodados, que constituyen el primer período de su desarrollo.

A menudo se desprende con los movimientos de la lengua ó de la masticacion, antes que lleguen á un completo crecimiento (Robin).

Bajo la influencia de una causa traumática, patológica ó específica, etc., la mucosa bucal se inflama y la hyperemia y proliferacion celular pueden dar orígen á diversas afecciones (estomatitis mercurial, gingivitis de los fumadores, de los vidrieros, feston plúmbico de los saturninos, ulceraciones del tártaro estibiado, estomatis aftosa, falsas membranas pultáceas amigdalo-faríngeas de las fiebres graves, tifoideas, escarlatinas, muguet, membranas difteríticas).

Además del barniz bucal, se encuentra al nivel del cuello de los dientes cantidades diversas de *sarro dentario*, formando concreciones grisáceas ó negruzcas que están compuestas de moco concreto unido á los fosfatos y carbonatos de cal (saliva parotídea Ch. Robin.—V. Duval y Lereboullet, *op. cit.*)

# CAPÍTULO II.

## MOVIMIENTOS DE MASTICACION Y DEGLUCION.

### § V.—MASTICACION.

*Objeto.*—La masticacion tiene por objeto colocar las sustancias sólidas y resistentes en condiciones convenientes para ser atacadas por los jugos digestivos.

*Agentes.*—Sus agentes son los maxilares, cuyos movimientos se asocian á los de la lengua, de los lábios y de los carrillos, los cuales aproximan los alimentos sólidos entre los dientes que los dividen, los magullan y trituran al mismo tiempo que la saliva los reblandece y reduce á una especie de pasta. En los animales que se alimentan de sustancias vegetales (cuyas cubiertas duras, refractarias á la accion de los jugos digestivos, tienen necesidad de ser dislaceradas), se verifica la masticacion de una manera compleja, al par que es muy sencilla en los carnívoros. Estos no mastican, propiamente hablando, tragan su presa despues de haberla dislacerado y desgarrado á bocados.

Los aparatos dentarios y masticadores varian segun la clase de alimentacion. Las tres especies de dientes que existen en el hombre, incisivos, caninos y molares, se encuentran tambien en muchos mamíferos, pero presentando siempre una in-

terrupcion en las séries que ellos forman (paquidermos, rumiantes).

En los vertebrados los dos maxilares se hallan colocados uno encima de otro; el superior soldado al cráneo, permanece inmóvil en la masticacion ordinaria, ya examinaremos el mecanismo de estos movimientos, el inferior es movible y presenta la forma de un arco mas ó menos encorvado.

Segun el modo de alimentacion, varia la longitud de la rama ascendente del maxilar inferior, la posicion relativa de su apófisis coronoides (punto de insercion de los temporales), la forma, la direccion de su condilo y la cavidad glenoidea que lo recibe. La *rama ascendente* es mas larga en los rumiantes y solípedos cuya masticacion es mas perfecta; muy larga tambien en el hombre y en los cuadrumanos, son cortas en los roedores y muy poco pronunciada en los carnívoros, cuya masticacion es casi nula. En los rumiantes y solípedos la apófisis coronoides está mas aproximada á la articulacion temporo-maxilar que á la última muela; en el hombre y los cuadrumanos sucede lo contrario. En los carnívoros es prominente pero muy próxima á la articulacion condiloidea; en los roedores llega á pasar de la última muela. En aquellos verifica la masticacion con mayor energía; el maxilar representa una palanca de segundo género, *interresistente*, mientras que en los demás animales es de tercer género, *interpotente*; porque el punto de apoyo se halla al nivel de los condilos, la resistencia entre los incisivos ó los molares, y la potencia en la parte media (músculos maseteros y

temporales). Se sabe que cuanto mas corto es el brazo de la resistencia, mas fuerte es el de la potencia, de donde se sigue que para hacer una masticacion enérgica, han de colocarse los alimentos entre las muelas.

En este punto, si los alimentos ó la resistencia han propasado cierto número de fibras del maseter, la palanca se hace de segundo género, circunstancia sumamente ventajosa para la accion de la potencia.

En cuanto á las diversas formas del *condilo* en la série animal, bastará indicar que el del hombre toma algo de cada tipo, á saber, del tipo prolongado trasversalmente y semi-cilíndrico alojado en la cavidad glenoidea de los carnívoros, que solo pueden egecutar movimientos de elevacion y depresion; del tipo de los roedores cuyo condilo, siendo su mayor diámetro antero-posterior, es recibido en una cavidad articular en el mismo sentido y se desliza de atrás á delante; del tipo de los rumiantes, cuyo condilo poco desarrollado, dirigido hácia arriba, aplanado y cóncavo, egecuta horizontalmente movimientos circulares, como los de la muela de molino. El condilo del hombre es mixto.

**Movimientos del maxilar inferior.**—DESCENSO DEL MAXILAR INFERIOR.—Es determinado por el vientre anterior del músculo digástrico (nérvio milo-hyoideo de la tercera rama del trigémino), por el músculo milo-hyoideo (nérvio milo-hyoideo) y por el genio-hyoideo (nérvio hipogloso). Para el efecto el hyoides toma su punto de apoyo sobre el

temporal por medio del músculo estylo-hyoideo y del vientre posterior del digástrico; sobre el esternon por medio del músculo esterno-hyoideo y sobre el homóplato por el omo-hyoideo. Cuando se

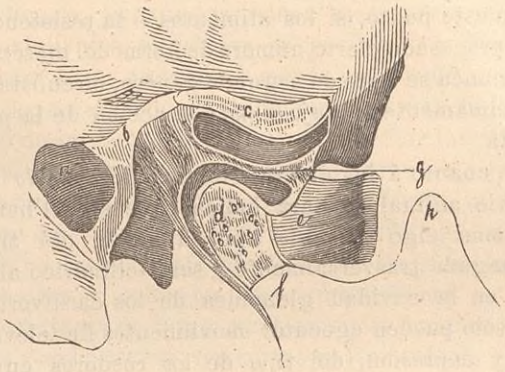



Fig. 9.—Articulacion temporo-maxilar. *a* conducto auditivo externo; *b* foseta articular; *c* tubérculo articular; *d* cabeza articular del maxiiar inferior; *e* músculo pterigoideo externo; *f* cuello del condilo; *g* fibro-cartílago inter-articular; *h* apófisis coronoides.

abre la boca, la cabeza articular del maxilar inferior se mueve (fig. 9, *d*) sobre el tubérculo articular *c*, abandonando la foseta glenoidea *b*. Entre las dos cabezas *c* y *d* se halla un cartílago inter-articular *g*, cuando baja el maxilar inferior, el menisco ligamentoso se dirige hácia delante, por debajo del tubérculo articular, y la cabeza hácia atrás bajo la cúpula que le presenta la cara inferior del menisco inter-articular. Al cerrar la boca se producen los fenómenos inversos.

*b.* ELEVACION DEL MAXILAR INFERIOR.

1.° *Movimiento de bajo arriba*, determinado por los músculos maseteros, pterygoideo interno y porcion anterior del músculo temporal.

2.° *Movimiento de delante atrás;* los dos músculos pterygoideos externos lo llevan hácia adelante, los dos internos y la parte posterior del temporal hácia atrás.

3.° *Movimiento de derecha á izquierda y viceversa*, es producido por el pterigoideo externo de un solo lado.

*Eje.*—Pasa por los condilos en los movimientos limitados; cuando estos son muy extensos, aquellos se dirigen hácia delante y entonces se ha supuesto que el eje se encuentra al nivel del orificio dentario. Longet dice que no es posible precisar matemáticamente su posicion en los movimientos complejos y simultáneos del maxilar inferior: rotacion del condilo, su proyeccion hácia delante, depresion del maxilar en totalidad; pero que si estando la boca abierta, se prolongan las líneas que pasan por el arco dentario superior é inferior, nos convenceremos de que estas se encuentran cerca de la apófisis mastoides, que debe, por consiguiente, ser considerada como el eje de los grandes movimientos del maxilar.

*Influencia nerviosa.*—La masticacion pertenece al grupo de actos voluntarios, pero tiene necesidad sin embargo, de una impresion periférica particular, porque se hace lenta, difícil y aun imposible, cuando falta la saliva ó el cuerpo no reclama los

alimentos. Por esta razon se realizan tambien una série de actos reflejos.

### § VI.—MOVIMIENTOS DE LA LENGUA.

Movimientos hácia atrás.—Músculos hyo-gloso y estilo-gloso.

Hácia delante.—Músculo genio-gloso.

Ensanchamiento.—Músculos hyo-gloso y longitudinal.

Retraccion y condensacion.—Músculo trasverso (1).

Elevacion hácia la bóveda palatina.—Músculos estilo-gloso y longitudinal.

Aplicacion sobre el suelo de la cavidad bucal.—Músculo hyo-gloso.

### § VII.—MOVIMIENTOS DE DEGLUCION.

1.° La *raiz de la lengua se aproxima á la bóveda palatina*.—Este fenómeno tiene lugar por la elevacion de la lengua, bajo la influencia del mylo-hyoideo, que se engruesa al contraerse, por la contraccion de los músculos de aquel órgano los cuales se condensan y acortan al mismo tiempo, y en fin, por la accion del gloso-faríngeo.

2.° *La lengua es llevada hácia atrás* (músculos estilo-glosos); la epiglotis baja por consiguiente, se

(1) Los músculos longitudinal y trasverso son los descritos por los autores franceses con el nombre de músculos linguales (V. Cruveilhier, Sappey, etc.)

cierra la cavidad de la laringe y se estrecha la glotis.

3.° Mientras esto sucede, el *velo del paladar toma una direccion horizontal* por la accion de sus músculos elevadores, y se extiende hácia los lados por la de sus músculos tensores. Esto es debido en parte á los faringo-estafilinos, en parte á la proyeccion hácia delante del hueso hyoides y de la laringe (geni-yoideo, vientre anterior del digástrico, mylo-yoideo) y por último á la contraccion de los constrictores superiores.

4.° *La úvula es rechazada hácia atrás por el bolo alimenticio.*

De este modo se establece una separacion entre la porcion de la faringe que se halla por encima del velo del paladar, llamada *parte respiratoria*, y la que se encuentra por debajo, *parte digestiva*.

## § VIII.- MOVIMIENTOS DE LA FARINGE Y DEL ESÓFAGO

Desde que el bolo alimenticio ha pasado por encima de la glotis, el movimiento de la faringe se verifica con gran rapidez. El esófago por el contrario se contrae con lentitud, lo cual depende sin duda de la abundancia de fibras estriadas en aquella y de las lisas en este. A veces el bolo retrocede desde la extremidad inferior á la superior del esófago, para volver á descender de nuevo, cuyos movimientos se repiten en muchas circunstancias.

Triturados los alimentos y reducidos á un estado semi-líquido por su mezcla con la saliva, son lleva-

dos desde la boca hasta el estómago atravesando el conducto músculo-membranoso constituido por el esófago y la faringe, en virtud de las leyes del equilibrio de las moléculas líquidas. En el trayecto que ha de recorrer el bolo alimenticio, tiene que evitar dos escollos, el orificio posterior de las fosas nasales y el superior de la laringe. De tal modo se hallan combinados los movimientos de deglucion para que llegue dicho bolo á su destino, que ni puede volver hácia atrás por las fosas nasales, ni penetrar en la tráquea.

Se acostumbra á dividir el acto de la deglucion en tres tiempos:

1.er TIEMPO (negado por Moura, 1867). *Trayecto de la cavidad bucal al istmo de las faces.* Se ensancha la lengua, se eleva por sus bordes, aplica su punta contra la bóveda palatina, y comprime de delante atrás el bolo alimenticio, que se vé obligado á deslizarse en el canal que le forma hasta el istmo.

2.° TIEMPO.—Una vez en este punto el bolo alimenticio, por su contacto con la mucosa determina la *reflexion*, y por lo tanto la série de contracciones musculares (dilatacion, contraccion) que tiene por objeto conducir los alimentos hácia el esófago.

1.er *momento del segundo tiempo.*—La base de la lengua se eleva dirigiéndose hácia atrás, al mismo tiempo el velo del paladar se ensancha y se estiende, el hueso hyoides, la laringe, y la faringe sufren igualmente un movimiento de ascension al par que la abertura superior de esta última abraza

el borde posterior del velo del paladar. Cuando el bolo, colocado detrás de la base de la lengua, ha franqueado los pilares anteriores del istmo que se abre para darle paso, comienza el

2.° *momento* del segundo tiempo de la deglucion. Durante este desciende el velo, se cierra el istmo, y queda elevada la lengua con la laringe y la faringe: entonces el velo del paladar y los pilares posteriores se apoderan del bolo, lo aprietan, lo comprimen y ayudados de los constrictores y estilo-faríngeos, lo empujan por delante de la laringe hácia el esófago. Despues de la deglucion faríngea todos los órganos se relajan y vuelven al reposo (Debrou).

*Porque los alimentos no entran en las fosas nasales.*—Abrazado el velo del paladar por los constrictores superiores de la faringe, forman un considerable obstáculo que se oponen al reflujo de los alimentos hácia el orificio posterior de las fosas nasales, pero esto es insuficiente como lo demuestran los egemplos de parálisis del velo palatino. Este, pues, debe tambien ser extendido enérgicamente por sus músculos propios.

Los faringo-estafilinos (pilares posteriores) ofrecen una disposicion muy notable entrevista ya por Albinus y Sandifort, pero Gerdy y Dzondi son los primeros que la han comprendido y esplicado con claridad. Segun ellos, los pilares posteriores insertándose á puntos casi fijos hácia atrás como delante, no pueden contraerse sin disminuir su corvadura normal y aproximar sus bordes, no dejando mas que un pequeño espacio triangular en

la parte anterior que viene á cerrar la úvula. Al contraerse estos músculos, forman, segun expresion de Gerdy, un esfincter oblícuo de arriba á bajo y de delante atrás, que divide la faringe en dos partes nasal y bucal, Küss compara su movimiento al de dos cortinas que se aproximan. Moura lo considera de pura fantasía; sin embargo, es fácil verlo, observando atentamente el fondo de la boca durante un movimiento de deglucion.

La oclusion del *istmo naso-faríngeo* es absoluta, para probarlo basta deglutir la saliva apretando la nariz. Despues de uno ó dos movimientos de deglucion, el oido se endurece un poco; el tabique, formado por los pilares posteriores y el velo aproximados, bajando al fin del segundo tiempo, determina en la cavidad que existe en su parte superior una tendencia al vacío, una rarefaccion del aire, que se trasmite por la trompa de Eustaquio (abierta por la contraccion del peristafilino externo) hasta la caja del tímpano. Otra prueba: Si se introduce en la cavidad nasal una extremidad de un tubo de vidrio y se sumerge la otra en un vaso de agua, comprimiendo entonces con fuerza las alas de la nariz y practicando un movimiento de deglucion, el líquido subirá al momento en el tubo. El aire se ha enrarecido, pues, por el descenso del tabique naso-faríngeo; este efecto seria inesplicable sin una oclusion completa.

No esplicaba Bichat de este modo el mecanismo de la proteccion de las fosas nasales; creia dicho autor que, á cada movimiento de deglucion, se elevaba el velo del paladar á la manera de un

puente levadizo, para aplicarse contra el orificio posterior de aquellas cavidades.

Es verdad que se eleva el velo, pero no es él solo, como hemos ya indicado, sino todo el istmo naso-faríngeo el que al contraerse sufre un movimento de elevacion al principio y durante el segundo tiempo, para bajar en seguida. Hé aquí una prueba de este aserto; introdúzcase en las fosas nasales hasta la faringe un estilete que descanse sobre el suelo de aquellas; á cada deglucion se siente el choque de la cara superior del velo palatino contra el instrumento cuya extremidad exterior desciende en el mismo instante (Debrou).

*Por qué los alimentos no entran en la tráquea?*—Porque la epiglotis, rechazada por la base de la lengua y el bolo alimenticio, se aplica sobre el orificio superior de la laringe, porque se cierra la glotis, y por la exquisita sensibilidad de la mucosa supra-glótica.

*a. Epiglotis.*—Magendie concluyó de los experimentos practicados en 1813, que la excision de la epiglotis no egercia influencia alguna perniciosa en la deglucion. Longet ha demostrado que si los alimentos sólidos pasan fácilmente sin este opérculo, *no sucede así con los líquidos, cuya deglucion va constantemente seguida de tos convulsiva.*

La epiglotis desempeña el oficio de un dique: evita la caida de las gotas de líquido que quedan siempre sobre la lengua despues de haber bebido un animal, desviándolas hácia las partes laterales de la laringe.

Los resultados contradictorios indicados en patología ó en fisiología experimental, dependen de no haberse demostrado exactamente si la epiglotis estaba parcial ó totalmente destruida por la ulceracion ó excision (V. Bonnet, Pelletan, Pery, Larrey: caso del general Murat, etc.).

Schiff ha demostrado que la excision aun completa de la epiglotis no bastaba por sí sola, como decia Longet, para alterar la deglucion de los líquidos; es necesario que además el animal no pueda hacer los ulteriores movimientos por medio de los cuales se desembaraza de las últimas gotas que quedan en la boca.

*Glotis*.—Está cerrada. Los dos Albinus han mencionado la oclusion de la glotis (1734); Haller (1777) y Ludvig (1785) han insistido sobre este detalle del mecanismo de la deglucion. En fin, Magendie (1813) reprodujo la opinion de los últimos autores, afirmando que la oclusion de la glotis depende de los músculos intrínsecos de la laringe, animados en este caso particular por el nérvio laríngeo superior (músculos ary-arytenoideos).

Los experimentos de Longet han demostrado completamente que la oclusion de la glotis se efectúa, aun cuando estén paralizados los músculos intrinsecos de la laringe (reseccion de los recurrentes y laríngeos superiores) por la accion de los músculos palato-faríngeos y especialmente de los constrictores inferiores de la faringe que, al contraerse para comprimir y hacer caminar al bolo alimenticio, aproximan las láminas del cartílago al cuerpo tiroides é indirectamente las cuerdas vo-

cales. De donde deduce la consecuencia siguiente: «Los movimientos de la glotis que acompañan á la deglucion, lo mismo que al vómito y á la rumiacion, se hallan sometidos á otros agentes musculares que los que mueven el mismo orificio durante la produccion de los fenómenos vocales y respiratorios.»

Habiendo demostrado Cl. Bernard que el espinal inerva los músculos constrictores inferiores de la faringe, puede añadirse á la conclusion de Longet, que la oclusion de la glotis está sometida á la accion de nérvios diferentes que sus fenómenos respiratorios; nueva prueva del antagonismo de los nérvios espinal y vago (Cl. Bernard).

*e. Sensibilidad de la mucosa supra-glótica.*—Si se divide el laríngeo inferior, continúa desempeñándose la deglucion sin incomodidad alguna, puesto que los músculos de la laringe no gozan de papel alguno en este acto; pero si se secciona el laríngeo superior que suministra la sensibilidad á la mucosa, el animal, no teniendo conciencia del contacto del cuerpo con la mucosa, deja penetrar las partículas alimenticias y las gotas de líquido hasta la tráquea, antes de que tenga tiempo de expulsarlas por la tos.

En resúmen, la exquisita sensibilidad de la mucosa supra-glótica, la ascension de la laringe hácia delante, combinada con el deslizamiento de la base de la lengua hácia atrás, son las condiciones esenciales de proteccion de las vias respiratorias; la epiglotis parece casi indispensable para evitar la caida de los líquidos. Al contrario, la oclusion

de la glotis no es necesaria para la regularidad de la deglucion, porque este acto se desempeña normalmente en los animales á quienes se separan los bordes de la glotis con unas pinzas, ó en el hombre á pesar de las profundas ulceraciones de las cuerdas vocales. Esto es un obstáculo de precaucion, en los casos en que los alimentos franquéen accidentalmente las otras vallas.

*Influencia de los nérvios.*—La deglucion es uno de los mas bellos ejemplos del movimiento reflejo, su estímulo indispensable es el alimento ó la saliva, no puede ejecutarse acto alguno de deglucion, estando la boca seca. Los nérvios centrípetos son los sensitivos de la region, trigémino, glosofaríngeo y laríngeo-superior. El centro se halla en el bulbo, el cerebro no toma parte alguna en este acto; con la voluntad sola no ejecutaremos ningun movimiento de deglucion, siendo necesario un estímulo material. Puede determinarse dicho movimieuto en los hombres narcotizados y en los animales á quienes se ha extirpado el cerebro. Nadie ignora, que con frecuencia tragamos á pesar nuestro é inconscientemente lo que tenemos en la boca, y cosa singular, dice Küss, «siempre es necesario comenzar la deglucion por el principio,» en otros términos, si el bolo alimenticio se detiene en la faringe, los esfuerzos de deglucion que practicamos para conducirlo hácia delante, vuelven á principiar siempre por el istmo de las fauces.

La faringe puede ser el punto de partida de los movimientos antiperistálticos; el gloso-faringeo parece ser el que especialmente preside á estas

sensaciones, de donde el nombre de *nérvio nauseoso* que se le ha dado.

Maisiatt ha emitido una teoría de la deglucion que no puede sostenerse (Longet). Segun él, cuando el hueso hyoides y la laringe se dirigen hácia arriba y adelante, hay ampliacion de la faringe y por consiguiente enrarecimiento del aire en ella contenido. De esto resulta, que el bolo alimenticio es lanzado á la faringe por el exceso de presion admosférica que sufre por parte de la cavidad bucal. «Esto constituiria el segundo tiempo de la deglucion, el de la contraccion involuntaria.» (Maissiat).

Con facilidad se refuta esta hipótesis, fijándonos en que la deglucion se verifica aun estando abierta la glotis (experimento de Longet). Si se pone en la boca cierta cantidad de agua y despues de colocado el bolo líquido ante el istmo se comprime la nariz, se efectúa sin embargo dicho acto sin obstáculo alguno; es evidente, que en el primer caso falta la rarefaccion hácia atrás, y en el segundo no existe exceso de presion admosférica sino delante del bolo.

**Tercer tiempo**.—*La progresion del bolo alimenticio en el esófago* tiene por agentes los planos musculares de este que son dos, uno exterior compuesto de fibras longitudinales y otro interior cuyas fibras son circulares. La accion del primero se reduce á disminuir la longitud del esófago, y llevar las partes inferiores por delante del bolo alimenticio; la contraccion del segundo, que se verifica parcial y sucesivamente de arriba á bajo, estrecha el calibre

del conducto y de este modo lo impulsa hácia el estómago.

Se ha dicho que el orificio cardíaco se dilata en la expiracion y se contrae en la inspiracion; por consiguiente, aquella favorece el paso de los alimentos y esta los retarda momentáneamente. (F. Longet).

## CAPÍTULO III.

### FUNCIONES DEL ESTÓMAGO.

#### § IX.—QUIMO.

**Desarrollo de la porcion infra-diafragmática del tubo digestivo.**—El conducto intestinal se halla formado por dos membranas del huevo, *la hoja interna del blastodermo* (hoja mucosa, Pander, Baer; membrana mucosa Reichert; hoja glandular ó de las glándulas intestinales, Remak) que produce el epitelium y las glándulas del intestino, y *la hoja media del blastodermo* (hoja vascular, Pander; membrana intermedia Reichert) de la cual nacen la membrana vascular y nerviosa del canal intestinal, así como los vasos, nérvios y cubiertas de sus glándulas (V. Kölliker).

El tubo intestinal de mediano y uniforme diámetro en su orígen, no tarda en presentar en su parte superior una dilatacion cuyo eje se hace oblícuo de arriba á bajo y de izquierda á derecha. Así se forma el estómago.

El resto del tubo digestivo se prolonga, y por consiguiente se aleja de la columna vertebral des-

cribiendo una curva en forma de asa. De su parte mas externa parte un canal que pone en comunicacion el intestino con la vesícula umbilical (conducto onfalo-mesentérico); su extremo superior ofrece una dilatacion con una prolongacion tubular que indica el orígen del ciego y del apéndice ileo-cecal. El resto del asa formará el intestino grueso, y la porcion colocada por encima se desarrollará considerablemente para constituir el intestino delgado.

El *epitelium* cilíndrico del conducto intestinal se continúa con el pavimentoso del esófago y la piel; por vegetacion constituye las *vellosidades* y *glándulas intestinales*. Las de Lieberkühn son simples depresiones en forma de dedo de guante de la capa epitelial, y se presentan en toda la estension del conducto. En el estómago, un gran número de ellas pierden su epitelium cilíndrico y se complican un poco (*glándulas pepsicas*). Las arracimadas de *Brunner* (duodeno) resultan de un mamelonamiento mas completo, y el páncreas no es otra cosa que una enorme exageracion de estas glándulas.—En cuanto al hígado, está formado de fondos de saco semejantes á los de las glándulas de Lieberkühn; cuyos fondos de saco muy largos y separados entre sí, van á entrecruzarse con los mamelones de la pared de la vena ónfalo-masentérica (mas tarde vena porta). El hígado resulta pues de la reunion de dos órganos: 1.° El *hígado biliar* compuesto de canalículos cuya superficie se halla tapizada por un epitelium cilíndrico; 2.° El *hígado sanguíneo* formado por los verdaderos *acini* y en-

cargado de elaborar el azúcar ó la materia glicógena (Robin, Küss) (V. mas adelante c. IV, § XV. *Glicogenia hepática*).

**Composicion del quimo.**—El estómago es un órgano secretor por su superficie mucosa, y por su cubierta muscular es un órgano contractil. Durante la digestion contiene la papilla alimenticia, el *quimo*, cuyo color, consistencia y cantidad varían segun el género de alimentacion. Esta papilla se compone:

1.° De alimentos aun no modificados, ó solo divididos mecánicamente y en parte disueltos por los líquidos segregados en la boca y en el estómago.

2.° Del producto de secrecion bucal y estomacal.

3.° De gases.

### § X.—JUGO Y MOCO GÁSTRICOS.

**Jugo estomacal, succus gástricus.**—El líquido que segrega la mucosa estomacal y que posee la propiedad de disolver las sustancias albuminoideas (materias proteicas) y gelatinígenas, se ha denominado jugo estomacal, *succus gástricus*.

*Sitio.*—Es segregado por toda la mucosa gástrica á excepcion de la porcion pilórica.

*Se lo obtiene*: 1.° En toda su pureza, cuando no hay en el estómago líquido bucal ni alimentos; por consiguiente, se excita la mucosa estomacal con sustancias indiferentes en los animales en los cuales se han establecido fístulas gástricas (Blondlot).

2.° Por medio de estas cuando han sido deter-

minadas por una herida (Beaumont, Ridder y Schsmidt, Grünewaldt).

3.° Exprimiendo la mucosa del fondo y del cuerpo del estómago en los animales recien muertos y que han sido sacrificados en plena digestion.

4.° *Jugo gástrico llamado artificial* (Eberlé). Se prepara comunmente del siguiente modo: se separa el cuarto estómago (cuajar) de un buey, se vacía, se lava con agua destilada hasta que haya perdido su reaccion ácida, se diseca enseguida la capa muscular y dividiendo la mucosa en un gran número de pequeños pedazos, se colocan en un vaso que contenga agua acidulada con ácido clorhídrico (0,01 á 1 por 100). Se mantiene durante un dia á una temperatura de 35° c., y se filtra.




Fig. 10.—Tomada de Kölliker. Seccion vertical de las túnicas del estómago del cerdo, cerca del píloro. Aumento de 30 diámetros; *a*, glándulas; *b*, capa muscular de la mucosa; *c*, tegido submucoso que atraviesan los vasos cortados trasversalmente; *d*, capa de las fibras musculares trasversales; *e*, capa de las fibras musculares longitudinales; *f*, túnica serosa.

Puede tambien emplearse, aunque menos eficazmente, el ácido láctico y fosfórico en vez del mencionado.

**Propiedades.**—Es un líquido casi límpido de un olor especial, difícil-

mente putrecible, de reaccion ácida, que á una elevada temperatura disuelve y trasforma con rapidez en peptona las sustancias albuminoideas, en especial la fibrina de la sangre (V. mas adelante) lo mismo que las gelatinígenas. No disuelve la mucina, tegido córneo y elástico, almidon y grasa.—Su peso específico es 1,001 á 1,01. Desvia á la izquierda el plano de la luz polarizada.

El jugo gástrico es uno de los tres líquidos ácidos de la economía (jugo gástrico, sudor y orina) y pertenece á los humores excremento-recrementicios. Debe su acidez al ácido láctico; hecho ya indicado por Chevreul y demostrado por Cl. Bernard (Ch. Robin).

No disuelve los alimentos, *la liquefaccion* tiene lugar mas allá del estómago. Aquí no hace mas que reblandecer é hinchar las sustancias ingeridas, particularmente las animales; el ácido es el que con especialidad las modifica y las coloca en condiciones abonadas para que puedan absorber una gran cantidad de agua, de donde procede la hinchazon.

Operado este fenómeno, la sustancia orgánica de dicho jugo determina por accion catalítica, una modificacion isomérica de las sustancias azoadas de los alimentos *(fermentacion digestiva* de los químicos), á consecuencia de la cual se liquefian al atravesar el estómago; á este fenómeno concurre el líquido resultante de la mezcla de la bilis y del jugo pancreático. Por lo demás, la enunciada sustancia, no goza de la propiedad liquefiante, sino despues de modificada por el ácido mismo del men-

cionado jugo; sin ello es completamente inerte y no desempeña el papel de cuerpo catalítico. La liquefaccion no se egerce sobre toda la masa de alimentos porque se encuentran en las materias fecales cierto número de fragmentos de fascículos estriados de músculos no disueltos (Ch. Robin).

Segun otros autores, la disolucion de las sustancias albuminoideas tiene lugar tambien en el estómago y no únicamente en los intestinos, como ha dicho Robin. A su juicio, el producto de la digestion solo saldria de aquel órgano bajo la forma de un líquido sumamente fluido (Bennett y Küss).

El trabajo de liquefaccion .especial al jugo gástrico, va precedido de un trabajo de division, de porfirizacion; en efecto, las sustancias albuminoideas que penetran en el estómago al estado sólido ó que se coagulan en contacto del indicado jugo (*caseina—coágulo*), son reducidas al momento á una papilla tenuísima. Esta primera elaboracion no es mas que el preludio de la que vá á cambiar dichas sustancias en otra *isomérica*, de color amarillo habitualmente, de fácil absorcion y sobre la cual pierden su accion coagulante los reactivos químicos ordinarios, tal es la peptona. La accion propia del jugo gástrico consiste en hacer absorbibles las sustancias albuminoideas. Ninguna influencia posée sobre las amiloideas; si estas continúan trasformándose en glucosa en el estómago, es debido á la saliva que acompaña al bolo alimenticio, y á la que se deglute en el intérvalo de las comidas especialmente durante una digestion laboriosa. Las grasas no son modificadas en su naturaleza

por el jugo gástrico, salen del estómago solo un poco mas divididas que al entrar en él.

**Cantidad de jugo gástrico segregado.**—La cantidad de jugo gástrico excretado por una mujer que padecia una fístula gástrica, era de 580 gramos en una hora, por término medio; segun este dato, la cantidad correspondiente á las 24 horas es de 13 á 14 kilos, mas de 200 gramos por 1 kilógramo del peso del cuerpo.

**Composicion química.**—El jugo gástrico del hombre contiene:

| | |
|---|---|
| Agua.. . . . . | 96,46 % |
| Elementos sólidos. . | 0,54 % |

De estos hay 0,3 orgánicos y 0,2 inorgánicos. Entre los primeros debe indicarse especialmente la *pepsina*, que cuando es acídula disuelve las sustancias protéicas. Entre los segundos se encuentran el ácido clorhídrico libre, cloruros de potasio, sodio, amonio y calcio, fosfatos de calcio y magnesio y óxido de hierro. En 1,000 partes de jugo gástrico humano hay únicamente 0,217 de ácido clorhídrico (en el perro 3,05; en el carnero, 1,23), pero de cloruro sódico hay al contrario 1,34.

Al lado del ácido clorhídrico, se han encontrado tambien los ácidos láctico, butírico y acético, que probablemente son sustancias anormales.

### ÁCIDO DEL JUGO GÁSTRICO.—PEPTONA.

**Formacion de las peptonas y de la syntonina.**—Se llaman *peptonas* al conjunto de sustancias pro-

teicas que son disueltas por el jugo gástrico y caracterizadas sobre todo por dos propiedades principales, á saber, primero: no pueden coagularse por el calor y los ácidos minerales; segundo: son muy solubles en el agua y poséen gran difusibilidad con relacion á la albúmina : : 7 : 100 (Funche), lo cual las distingue de las sustancias albuminoides á cuya composicion se aproximan por mas que la de aquellas no se haya determinado exactamente. El jugo gástrico trasforma la fibrina de la sangre en syntonina (parapeptona, Meissner), (Schwann); sin embargo segun el primero de dichos autores la syntonina se diferencia de la parapeptona en que esta no es digerida al paso que aquella se presta fácilmente á la digestion. Brücke es de parecer que siempre que el jugo gástrico obra bastante tiempo sobre las sustancias albuminoideas las trasforma en un solo cuerpo, la peptona, siendo segun él la parapeptona un estado de transicion y considerada por Meissner como un producto accesorio.

La química orgánica ha llevado muy adelante el estudio de las peptonas ó albuminosas (Trabajos de Lehmann, Brücke, Meissner, Mülder, Schiff, etc.) En la actualidad se distingue la peptona perfecta de las imperfectas, dispeptona, parapeptona y metapeptona. La primera se halla caracterizada por una asimilacion tan pronta y completa, que cuando se inyecta en las venas no reaparece en la orina. Químicamente ofrece caractéres no menos marcados: no precipita por el calor, por los ácidos, ni por los álcalis, solo pueden coagularla

el bicloruro de mercurio, el reactivo de Millon (nitrato nitroso de mercurio) y además un corto número de reactivos. La peptona se presenta segun Meissner en tres estados distintos denominados peptonas A, B y C, los cuales se diferencian entre sí por algunos caractéres. La peptona A, precipita de las disoluciones neutras por el ácido nítrico concentrado y de las aciduladas ligeramente con el acético por el ferrocianuro-potásico. La peptona B, precipita por el último de estos reactivos y no lo hace por el primero, y la peptona C no precipita por ninguno de ambos. La *dispeptona* no es mas que el resíduo de la digestion de la caseina, es insoluble y por lo tanto inasimilable.—La *parapeptona* precipita de las soluciones debilmente ácidas ó alcalinas por el alcohol mezclado con el éter y de las ácidas por diferentes sales neutras (sulfato de sosa) Beaunis. La accion prolongada del jugo gástrico ó la ebullicion pueden convertirla en dispeptona.—La *metapeptona* precipita por la adicion de una débil cantidad de ácido despues de neutralizar anticipadamente el líquido, y haberle desposeido por filtracion de la parapeptona; el precipitado es en copos y puede redisolverse en un exceso de ácido. Estas peptonas imperfectas son formas transitorias que han de convertirse en peptonas perfectas, escepto la dispeptona que no cambia, y una parte de la parapeptona que pasa al estado de dispeptona.

**Peptonas artificiales.**—El jugo gástrico no posee privilegio exclusivo para la produccion de las peptonas. Se las ha podido confeccionar fuera del

organismo, pero ¡cuán largos é inciertos son los procedimientos empleados!.... Meissner ha llegado á obtener peptona perfectamente asimilable, sometiendo á una coccion prolongada en la marmita de Papin la carne muscular, caseina, legúmina, etc.; la clara de huevo origina la metapeptona que el jugo gástrico trasforma con facilidad en peptona verdadera. Haciendo pasar una corriente de aire ozonizado á través de una solucion acuosa de albúmina (albúmina de huevo, caseina: Gorup-Besanez) durante 16 á 20 dias, se trasforma esta en una peptona imperfecta que, inyectada en las venas reaparece en las orinas (Schiff).

Accion del jugo gástrico sobre los alimentos.—1.° *Fibrina.*—Esta sustancia principia por hincharse y luego se disuelve, presentando su solucion un aspecto opalino que no se enturbia por el calor. La digestion de la fibrina es muy rápida.

2.° *Albumina líquida.* — No se coagula sino que toma un aspecto lechoso debido al tegido areolar que la contiene. Su digestion es mas lenta que la anterior.

3.° *Albúmina coagulada.*—Se hincha un poco, y hace trasparente; poco á poco se reduce á una pulpa caseosa y acaba por resolverse en un líquido claro que contiene $^2/_3$ de peptona y $^1/_3$ de parapeptona.

4.° *Caseina.*—Forma desde luego una solucion turbia que despues se coagula como gelatina volviendo á liquidarse bajo un aspecto claro. Este producto contiene peptonas, metapeptonas, un poco de parapeptona y un resíduo de dispeptona. La caseina se digiere con dificultad.

5.° *Gluten.*—Crudo, se digiere rápidamente; cocido, se parece mucho á la albúmina coagulada.

6.° *Syntonina ó fibrina muscular.*—La digestion de esta sustancia da una especie de gelatina coherente que contiene una gran cantidad de metapeptona y peptonas de naturaleza especial.

7.° *Caseina vegetal ó leguminosa.*—Se digiere rápidamente: segun Schiff un jugo ácido sin pepsina puede digerirla toda vez que la legumina contiene una sustancia análoga á la pepsina.

8.° *Gelatina.*—Se disuelve rápidamente en el jugo gástrico sin convertirse al principio en una masa pulposa (peptona de gelatina): no adquiere el aspecto gelatinoso por el enfriamiento como las soluciones de gelatina ordinaria; si se inyecta en las venas de un perro, no es asimilable y se la encuentra en la orina (Fede).

El jugo gástrico no tiene accion sobre los tegidos elástico y córneo, la mucina, la celulosa y el almidon, disuelve la goma y el azúcar de caña sin modificarlos, las sales solubles en el agua acidulada como los carbonatos y fosfatos de cal se disuelven perfectamente en él y descompone además los carbonatos trasformándolos en cloruros con desprendimiento de ácido carbónico.

**Accion del jugo gástrico sobre las principales sustancias alimenticias.**—1.° *Leche;* se coagula muy rápidamente en el jugo gástrico; disueltas las sales y su azúcar, se forman cuajos de caseina que envuelven la grasa, poco despues se va disolviendo la caseina quedando la grasa en li-

bertad y dando lugar á la formacion de peptonas; se habia atribuido la coagulacion de la leche al ácido libre del jugo gástrico, pero segun Hammarsten, debe referirse á un fermento especial contenido en la mucosa.

2.° *Carne muscular.*—Las fibras primitivas se disgregan con mas ó menos rapidez á consecuencia de la disolucion de la sustancia conectiva inter-fibrilar, desaparecen las estrias y se convierte en una masa gelatinosa. Se digieren mas fácilmente las carnes cocidas (1), las magras, la de los animales jóvenes y la de los pescados.

3.° *Sangre.*—La sangre cocida es de mas difícil digestion que la cruda, los glóbulos rojos y los blancos excepto su núcleo son rápidamente disueltos por el jugo gástrico; todavia no son conocidas las modificaciones que sufre la hemoglobina, y en cuanto á la albúmina del suero está sujeta á las mismas reacciones que la albúmina ordinaria.

4.° *Tegidos conectivos.*—Los ligamentos, tendones, membranas conectivas y cartílagos crudos se digieren con mucha lentitud; mas arriba hemos visto los caracteres de esta gelatina. Las fibras elásticas y los núcleos de las células resisten á la accion digestiva.

5.° *Huesos.*—Se habia negado la digestibilidad de los huesos, circunstancia que se comprueba en la

(1) Esta es la opinion de Beaunis, sin embargo, nosotros creemos, apoyándonos en la autoridad de Budge, Magaz, Wundt, Küss, etc. que en algunos casos aumenta la cohesion y consistencia de las carnes por una ebullicion mas ó menos prolongada, circunstancia que las hace mas refractarias á la digestion.

actualidad si bien se verifica con mucha lentitud, siendo atacada en primer término la materia orgánica y nunca en su totalidad las sales calcáreas.

6.° *Sustancias vegetales.*—En general es mas lenta su digestion que la de los animales, por la gran cantidad de celulosa que contienen.

La coccion y la division mecánica favorecen las trasformaciones digestivas, la presencia de la grasa ó de una gran cantidad de sales producen un efecto contrario.

**Acido del jugo gástrico.**—¿Cuál es el ácido que existe en estado de libertad en el jugo gástrico? Unos pretenden y demuestran que es el *ácido clorhídrico* (Prout, Schmidt, Mülder, Brinton, Ronget, Budge, etc.), otros que es el *ácido fosfórico* bajo la forma de fósforo y cal (Blondlot, de Nancy), finalmente, el mayor número admiten con Cl. Bernard y Barreswill que es el *ácido láctico.* Hasta el dia ninguna opinion se puede vanagloriar de apoyarse en pruebas irrecusables. Se objeta, en efecto, que el fosfato ácido de cal de Blondlot no se encuentra mas que en el jugo gástrico de los perros préviamente nutridos con huesos, y que por consiguiente debe considerarse como un resíduo de las digestiones anteriores. Es verdad que la accion del jugo gástrico sobre el zinc, dá lugar á la formacion de un lactato de zinc, pero el ácido láctico de esta sal muy bien puede ser considerado como un resíduo de las digestiones precedentes. Fijémonos además en que, inyectando Schiff por las venas ó por el ano, una solucion de dextrina aumentaba la acidez del jugo gástrico; el

exceso de aquella era debido sin duda alguna al ácido láctico.—En cuanto al ácido clorhídrico, un hecho importante milita en su favor. El jugo gástrico posée mayor cantidad de cloro, de la que se necesita para saturar su sodio presente; aquel debe encontrarse, pues, bajo la forma de ácido clorhídrico; procede de la descomposicion del cloruro de sodio, cuyo cloro queda en el jugo gástrico y el óxido pasa á la sangre. Al último fenómeno es necesario referir el aumento de alcalinidad de esta durante la digestion, pudiendo llegar á tal grado si la absorcion estomacal es muy activa, que pierdan las orinas su acidez normal (Brinton, Bence, Jones). Cualquiera que sea la naturaleza del ácido del jugo gástrico, ha demostrado la experiencia que si el líquido digestivo no es acídulo, no puede trasformar las sustancias albuminoideas en peptona, y que en las digestiones artificiales se realiza esta accion, cualquiera que sea el ácido que se asocie á la pepsina; aquel no goza el verdadero papel de trasformador, solo sirve de intermedio y auxiliar al fermento soluble que caracteriza al jugo gástrico, esto es, la pepsina ó gasterasa.

Esta última opinion está corroborada por Monsieur Beaunis el cual atribuye al ácido libre el papel de preparar las sustancias albuminoides, pero que además considera que una parte de estas sustancias se asocia á la pepsina dándole los caractéres de acidez esenciales para la digestion; los trabajos de Schiff demuestran que la pepsina neutra no tiene accion digestiva.

Pepsina. C. 56,7—H. 5,6—Az. 21,1—O. 16,5—

(Vogel). La *pepsina ó gasterasa* es el principio activo del jugo gástrico. Es un fermento soluble como la ptialina (V. *saliva*), y presenta como ella todas las reacciones de las sustancias albuminoides. En vano se ha intentado negarle este carácter (Brücke). Schwann ha sido el primero que ha indicado su existencia y Payen la ha aislado precipitándola del jugo gástrico por el alcohol. La pepsina sola es impotente para trasformar las sustancias albuminoides en peptona, pero asociada á un ácido su accion es de una intensidad prodigiosa; basta una parte de ella por 60,000 de agua acidulada para digerir perfectamente las sustancias proteicas (V. Bennett). Se encuentra en la orina, y Brücke la ha observado en los músculos.

*Preparacion.* Se hace digerir un fragmento de la mucosa del estómago de un cerdo con ácido fosfórico diluido, se filtra el líquido y se trata luego por el agua de cal, formándose un precipitado de fosfato de cal que arrastra la pepsina. Se disuelve aquel en el ácido clorhídrico dilatado, se añade una solucion concentrada de colesterina, y se trata despues la mezcla por el éter que disuelve este último cuerpo. Se filtra por último el líquido obtenido y el resíduo contiene la pepsina, que no precipita por los ácidos minerales, el tanino ni el cloruro de mercurio (Brüche). (V. Budge, Bennett).

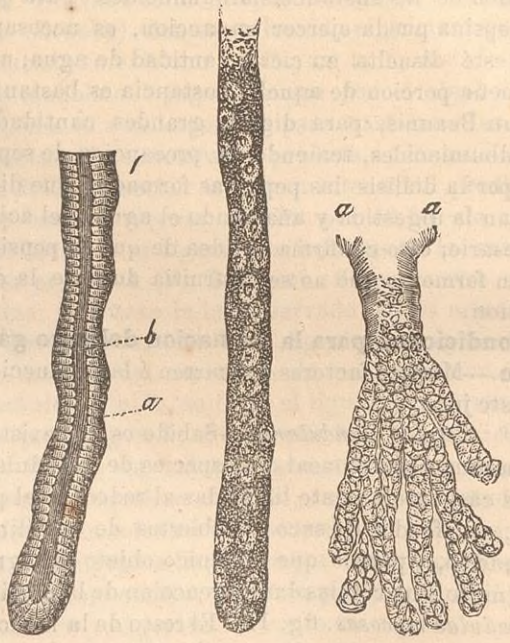
La pepsina es una sustancia que se presenta bajo diferentes aspectos segun el procedimiento de estraccion; la obtenida por el de Brücke, anteriormente enunciado, ofrece los caractéres de un polvo

gris, amorfo, poco higroscópico y casi insoluble en el agua no acidulada, es un compuesto ternario azoado, pertenece á la categoría de los fermentos solubles y es el agente principal de la digestion de las sustancias albuminoides. Para que la pepsina pueda ejercer su accion, es necesario que esté disuelta en cierta cantidad de agua; una pequeña porcion de aquella sustancia es bastante, segun Beaunis, para digerir grandes cantidades de albuminoides, teniendo la precaucion de separar por la diálisis las peptonas formadas que dificultan la digestion y añadiendo el agua y el ácido necesario; esto confirma la idea de que la pepsina es un fermento que no se destruiria durante la digestion.

**Condiciones para la formacion del jugo gástrico.**—Muchos factores concurren á la produccion de este jugo:

1.º *Células glandulares.*—Sabido es que existen en la mucosa estomacal dos especies de glándulas: unas casi enteramente limitadas al rededor del piloro, son fondos de saco recubiertos de epitelium cilíndrico, y parece que su único objeto es segregar moco, sus células dan la reaccion de la mucina *(glándulas mucosas.* fig. 11). El resto de la mucosa se halla provista de glándulas del jugo gástrico (fig. 12 y 13), y no poseen epitelio cilíndrico mas que en los orificios. Pero su cavidad está llena por completo de células redondeadas y granulosas del mencionado jugo; solo puede recogerse este en aquellos puntos donde existen sus propias células, las cuales deben ser por consiguiente sus elemen-

tos productores. Durante la digestion una multitud de ellas se desprenden y se las encuentra en el jugo gástrico, habiendo una notable multiplicacion (reproduccion).




11 12 13

Fig. 11.—Una glándula de moco gástrico con sus células cilíndricas, en un cerdo; *a*, células; *b*, canal (Segun Frey).
Fig. 12.—Glándula peptogàstrica de un hombre llena de células de jugo gástrico (Segun Frey).
Fig. 13.—Glándula de jugo gástrico de un perro. Aumento de 67 diámetros.

Mientras que se forma la pepsina en el interior de las glándulas de jugo gástrico, se realiza en su orificio un proceso puramente químico.

Aquí y solamente en este punto se desarrolla el ácido clorhídrico: si se introduce un papel azul de tornasol en el fondo de las glándulas, no cambiará de color, mientras que adquirirá el rojo en su orificio (Brücke). Cuando se inyecta en dos venas diferentes de un animal vivo una solucion de ferrocianuro potásico en la una, y en la otra una sal de óxido de hierro, y se mata inmediatamente despues,

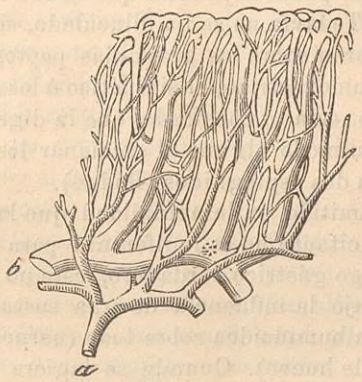



Fig. 14.—Vasos del estómago de un perro; *a*, arterias; *b*, venas.

se hallan colorados de azul de Prusia los orificios glandulares, lo cual demuestra que solo estos poséen una reaccion ácida, porque las dos sustancias enunciadas se combinan con un líquido ácido y no con uno alcalino (Bernard). Así pues,

las glándulas de jugo gástrico pueden suministrar dos productos que, combinados entre sí, constituyen el agente disolvente de las sustancias albuminoideas. Ni la pepsina ni el ácido son con todo abonados, cada uno de por sí, para producir semejante fenómeno (Descubrimiento de Eberlé).

2.° *Nérvios.*—El estómago en estado de vacuidad no segrega jugo gástrico, solo el moco aparece en su superficie; la secrecion se realiza á consecuencia de una excitacion, producida ya por un alimento, ya por una sustancia indigesta, la causa por lo tanto, puede suponerse que es una irritacion nerviosa. Todavía no se ha dilucidado, si los nérvios que obran sobre las glándulas peptogástricas son el pneumogástrico, el simpático ó los ganglionares; pero está demostrado, que la digestion no se altera en modo alguno al seccionar los nervios vagos y los dos esplágnicos (Budge).

Se ha admitido en la actualidad que la naturaleza del excitante no es indiferente para la secrecion del jugo gástrico verdadero; éste no aparece, mas que bajo la influencia de una sustancia alimenticia, albuminoidea sobre todo (carne, fibrina, albúmina de huevo). Cuando se ingiere una sustancia azoada, es decir, que reclame la accion del jugo gástrico, se hiperhemian todas las partes de la mucosa, y se determina su secrecion. El estómago parece poseer una sensibilidad especial, en virtud de la cual no suministra pepsina mas que á los alimentos que lo necesitan. Esto es tan cierto, que el estómago vacío que contenga una sustancia indigesta ó un cuerpo extraño refractario á la accion

de aquella, solo suministra un moco mas ó menos ácido. Debian, pues, ser inexactos los experimentos y los análisis que se practicaban sobre el líquido que impregnaba una esponja introducida en el estómago. Segun una teoría moderna, las sustancias albuminoideas, no serian suficientes para determinar la produccion del elemento pépsico, y deberian ser precedidas ó acompañadas en el estómago por otras llamadas *peptógenas* (V. Peptogenia).

3.° *Sangre.*—Las arterias están colocadas muy cerca de las glándulas y circundan en forma de anillos sus orificios (V. fig. 14). Todavia no se sabe claramente por qué se distribuyen de esta manera. Se ha atribuido á una funcion de reabsorcion (Frey), á la respiracion (Henle) y aun algunos han pensado que están relacionadas con la manera de prepararse el ácido clorhídrico.

*Peptogenia.*—La asombrosa particularidad que presenta la secrecion del jugo gástrico verdadero, de tener lugar solamente en presencia de determinadas sustancias, esto es, las albuminoideas, ha sido referida á una sensibilidad particular del estómago, á una especie de *intuicion* de las necesidades de su contenido, pero debe ser atribuida, segun L. Corvisard y Schiff, á la influencia de unas sustancias especiales que se llaman *peptógenas*.

Para que el estómago de un animal en ayunas y cansado por digestiones anteriores, recobre la facultad de suministrar un jugo gástrico completo capaz de digerir las materias albuminoideas,

es necesario que absorba desde luego ciertos elementos que se trasformen en pepsina en las glándulas pépsicas. La absorcion de las sustancias peptógenas es el primer fenómeno del proceso digestivo que se ha de verificar en dicho órgano.

Disueltas por el líquido puramente ácido que encuentran en esta víscera, no tardan en pasar á la sangre que las pone en disposicion de suministrar la pepsina á las glándulas, cuyo trabajo secretor es proporcional á la absorcion de los principios peptógenos. Entre las sustancias que parecen gozar de dicha propiedad se encuentran como mas abonadas, el caldo (agua que contiene los principios solubles de la carne) y la dextrina. Las nuevas teorías de la ciencia que nos ocupa dan, pues, razon del antiguo uso de la sopa antes de las comidas.

La via habitual de absorcion de los alimentos peptógenos es la mucosa estomacal, pueden, sin embargo, penetrar en la sangre por otros puntos del organismo; inyectados en el tegido celular subcutáneo ó en el recto, conservan su accion característica. No sucede lo mismo en el intestino delgado. Schiff explica esta singularidad diciendo que las sustancias peptógenas se destruyen en los ganglios mesentéricos á donde las conducen los vasos quilíferos (Schiff). Este autor aduce en apoyo de su teoría algunas observaciones de curacion de la dispepsia verdadera dependiente de una astenia digestiva por insuficiencia del jugo gástrico. Segun dicha hipótesis la indicacion terapéutica, en semejantes casos, seria hacer entrar en la sangre

una cantidad suficiente de sustancias peptógenas, para que las glándulas estomacales pudieran proveerse de los materiales de secrecion. Con este objeto ha administrado á los enfermos caldo y dextrina en pocion ó en lavativa, media ó una hora antes de cada comida, y los enfermos han curado rápidamente.

*Absorcion estomacal.*—Además del papel de órgano secretor, la capa epitelial del estómago parece llenar el de órgano protector; el epitelium impediria que el estómago, á quien tapiza, se digeriera y absorbiera á sí mismo. La formacion de las *úlceras redondas* propias de esta víscera, seria debida á una alteracion y despues á una desaparicion del epitelium en un punto de la cavidad estomacal: teoría que no parece fácilmente aceptable, desde el momento en que se ha demostrado que el jugo gástrico, única sustancia capaz de producir los enunciados efectos, solo es segregado durante la permanencia de los alimentos en el mencionado órgano. Como quiera que sea, muchos autores creen que la capa epitelial del estómago constituye como la de la vegiga una barrera infranqueable á la absorcion; y que aquel órgano no absorbe, á pesar de los vasos sanguíneos y linfáticos que distribuyen sus numerosas ramificaciones en el espesor de su pared.

La teoría de la falta de absorcion en el estómago está fundada en los experimentos de Bouley: liga el piloro en un caballo, ingiere en su estómago una elevada dósis de estrignina capaz de matar al animal si hubiese sido absorbida, y á pesar de

todo, no presenta *síntoma alguno de envenenamiento*. Además, los hombres que padecen una atresia del orificio pilórico tienen sed estando el estómago lleno de líquido, mientras que calman esta necesidad con las inyecciones de agua en el recto.—Küss cita el caso de un hombre que tomaba grandes cantidades de ópio sin experimentar ningun efecto narcótico, porque el orificio pilórico estaba cerrado; si este obstáculo desaparece no tardan en observarse fenómenos rápidos de intoxicacion debidos á la absorcion de dicha sustancia en el intestino delgado.

Tal era el estado de la cuestion hasta los últimos trabajos de Schiff, quien adujo argumentos que rebatieron completamente las observaciones de Bouley. Si al cabo de cierto tiempo se quita la ligadura del piloro, la estrignina que se suponia capaz de envenenar con rapidez al animal llegando completa al intestino, no dá sin embargo lugar á accidente alguno. Schiff explica este hecho nuevo diciendo que la estrignina contenida en el estómago, es absorbida lentamente y por pequeñas dósis no tóxicas, que son eliminadas por la orina á medida que van penetrando en la sangre, de suerte que cuando se abre el piloro no pasa al conducto intestinal, ó si esto sucede, es solo en cantidad mínima. Bernard ha demostrado los mismos fenómenos en la absorcion del curare. Fundándose en este hecho y en otros muchos de Colin de Alfort, Schiff admite la absorcion por la mucosa estomacal (V. Lussana, Cl. Bernard). En resúmen, la absorcion es dudosa en el último órgano, y suponiendo

que exista, es de creer que sea muy limitada. Tal vez los experimentos practicados por M. Chauveau sobre la trasmision de la *tísis* por la ingestion de las materias tuberculosas, nos suministren nuevas luces sobre un punto tan importante de fisiología (V. *Lyon medical*, Octubre 1873, *trasmision de la tuberculosis por las vias respiratorias*, por Chauveau).

### § XI.—GASES DEL ESTÓMAGO Y DEL INTESTINO.

**Formacion de gases en el estómago.**—Tres orígenes reconoce la presencia de gases en el estómago é intestinos, á saber:

1.° Penetracion del aire admosférico exterior.
2.° Introduccion de los gases de la sangre.
3.° Las descomposiciones.

El aire admosférico llega al estómago con la saliva y los alimentos durante la respiracion y deglucion. En los perros, el estómago adquiere con frecuencia enormes proporciones, contrayéndose el diafragma con gran rapidez, y dilatando por medio de sus pilares el conducto esofágeo. El oxígeno llegado al estómago de esta manera, desaparece rápidamente difundiéndose en la sangre. Numerosas observaciones (Magendie y Chevreul, Planer) demuestran que el aire pobre ya en oxígeno en aquel órgano (6-11 por 100), lo pierde casi por completo en el intestino. La difusion del $CO^2$ fuera de la sangre en el conducto intestinal, se halla sometida á leyes ya examinadas al hablar de la respiracion (V. p. 113). Cuanta mayor sea la tension del gas

contenido en el intestino, menos se difundirá fuera de la sangre, y con mas rapidez penetrará en ella, de lo cual se origina una série de incomodidades dependientes de su acumulacion en el resto del cuerpo. Por el contrario, una disminucion de la evaporacion cutánea, y por consiguiente de la exalacion del $CO^2$ con la cual se halla íntimamente ligada, parece que tiene como consecuencia aumentar la difusion hácia el interior de la mencionada cavidad.

Las descomposiciones de las materias nutritivas y sus disoluciones, determinan una formacion de $CO^2$ y de H. Por ejemplo:

1 átomo de azúcar. . . . $=C^6H^{12}O^6$ se descom-
2 átomos de ácido láctico. $=2(C^3H^6O^3)$ pone en:

$$=C^6H^{12}O^6=\begin{cases}\text{Acido butírico.} & C^4H^8O^2\\ 2\ CO^2. & C^2\ O^4\\ 4\ H. & H^4\end{cases}$$

$C^6H^{12}O^6$

Siempre se han encontrado proporciones considerables de $CO^2$ en el estómago é intestinos, con frecuencia un 60 por 100 y aun mas.

El quimo de los animales que habian sido nutridos con sustancias leguminosas, desprendia aun fuera del cuerpo una gran cantidad del $CO^2$ (Planer). El desprendimiento de H varía extraordinariamente, porque depende en absoluto de la descomposicion de las materias alimenticias y por consiguiente de sus muy variables combinaciones, oscila entre 2 por 100 y 50 por 100. En toda la extension del canal intestinal se encuentra tam-

bien el azoe procedente del aire expirado. Puede así mismo desarrollarse en los intestinos gruesos el *gas* de los pantanos ó de los cementerios (hidruro de methilo $CH^4$). Sabido es que este gas inflamable se origina muy fácilmente en los sitios donde está obstruida la entrada del aire, por la descomposicion y por una destilacion seca de las sustancias orgánicas; se ignoran las causas de dicho fenómeno. Raras veces se ha encontrado el hidrógeno sulfurado SH en el intestino grueso.

### § XII.—MOVIMIENTOS DEL ESTÓMAGO.

**Músculos del estómago.**—En la cavidad estomacal existen tres capas de fibras musculares (V. fig. 10, p. 209) que afectan distintas direcciones, longitudinales, circulares y oblícuas, y cuya accion combinada tiene por objeto reducir todos sus diámetros. El asa muscular mas densa del piloro y los repliegues mucosos que allí se encuentran (válvula pilori), dan cuenta del experimento que nos demuestra porque el orificio pilórico permanece mas ó menos cerrado durante la digestion. La contraccion del estómago alterna con una expansion como sucede en muchos movimientos (V. *Fisiología de los nérvios*). En los animales en los cuales este órgano ha sido observado mientras digiere (Spallanzani), pudo apreciarse la sucesion de una débil contraccion y dilatacion, pero nada mas.

En ciertos animales que no trituran los alimentos en la boca, como en los pájaros granívoros, el

estómago ofrece una capa muscular muy espesa capaz de desarrollar una fuerza de contraccion enorme; pero en el hombre son demasiado delgadas las paredes de la indicada víscera, para que podamos dar crédito á ciertos cálculos de su fuerza. Pitcarn, la evaluaba en 12,951 libras; Frascassini, en 117,088 libras; Wainewright, en 260,000 libras (In Haller, *Elementa phisiologiæ*, Berne, 1764). En la especie humana son tan débiles y suaves los movimientos de este órgano, que los instrumentos agudos punzantes y cortantes lo han podido atravesar sin dañar en lo mas mínimo á sus paredes.

El estómago solo se contrae normalmente, bajo la influencia de sustancias que impresionan su mucosa (actos reflejos). El objeto de las contracciones es impedir que permanezcan mucho tiempo en él las sustancias que no han de sufrir la accion de sus jugos como el agua, expeler las que por bastante tiempo han estado en contacto del jugo gástrico, y favorecer la accion de este sobre los alimentos que se van preparando para la absorcion intestinal.

Los líquidos no se detienen en el estómago, aun durante la digestion: se ha podido observar en una persona en cuyo duodeno existia una comunicacion anormal con el colon, que las evacuaciones líquidas aparecian en este casi inmediatamente despues de la ingestion de un vaso de agua. Semejante particularidad parece debida á la contraccion de las fibras oblícuas de la capa muscular (corbata de Suiza) que divide el estómago en dos cavidades, un conducto que va del cardias al piloro, y una

bolsa formada por la region de la gran corvadura; los líquidos siguen la cavidad superior y pasan directamente del esófago al duodeno (Luschka y Küss).

Larger ha visto (1870) en un perro marcarse un surco en el trayecto de las fibras oblícuas del estómago, al mismo tiempo que se abombaba sensiblemente su pequeña corvadura á consecuencia de la relajacion de las fibras circulares en la porcion situada por encima de la banda de fibras oblícuas contraidas. «Nosotros hemos visto, dice, formarse un canal completo, en el sentido de que las dos caras del estómago no se hallan aplicadas inferiormente por la contraccion de las primeras fibras. Pero los líquidos hubiesen podido pasar con facilidad del piloro al cardias ó vice-versa, sin mezclarse á los alimentos contenidos en su porcion cardíaca, porque esta se encontraba contraida enérgicamente sobre su contenido y en virtud de dicha contraccion impedia ó bien la salida del último ó que se dejase penetrar por un líquido.

**Direccion del movimiento estomacal.**— Gracias á las fístulas del estómago ha podido observarse que los movimientos de esta víscera (Beaumont) se dirigen del cardias al piloro y *vice-versa*. Cuando se excita en el cuello el nérvio vago se vé nacer una contraccion en el cardias, la cual se propaga al resto del órgano.

Dichos movimientos conducen paulatinamente las sustancias reblandecidas hasta el intestino delgado por el piloro. La duracion de la digestion es por término medio de 4 á 5 horas.

*Vómito.*—El estómago es casi completamente pasivo en los fenómenos de la regurgitacion y del vómito como en el del mericismo en los rumiantes y en el hombre (V. Longet). Su contenido es arrojado por la única salida libre que encuentra, esto es, el orificio del cardias (resistiendo la válvula pilórica) gracias á las contracciones simultáneas del diafragma y de los músculos abdominales. Sin embargo, ciertos experimentos de Schiff permiten afirmar que si el estómago es incapaz de expulsar su contenido, favorece con todo su salida dilatando el orificio cardíaco. Las fibras de esta region al contraerse, hacen desaparecer la corvadura y por consiguiente dilatan el orificio; la prensa abdominal necesita de su auxilio para ocasionar el vómito. El pneumogástrico es el nérvio que preside simultáneamente á la asociacion de movimientos que determina la prensa abdominal y á la dilatacion del orificio cardíaco.

El vómito es un acto *reflejo*. Sus agentes determinantes impresionan los centros nerviosos ya directa ya indirectamente por intermedio de los nérvios sensitivos, pneumogástrico y gloso-faríngeo. Los que lo verifican por medio del segundo (nérvio nauseoso) son llamados *nauseosos;* y los que siguen diferente camino reciben el nombre de *vomitivos puros*. Generalmente el mismo principio produce las dos acciones. Hay sin embargo sustancias medicamentosas, que provocan los dos efectos en virtud de principios distintos; así, en la ipecacuana es debida la accion nauseosa á una materia odorífera *separable por el éter*, que obra sobre los filetes

de su peculiar sentido (gloso-faríngeo, olfactorios) y que ocasiona el vómito en el mismo momento de la deglucion ó aun antes, y cuya accion vomitiva se debe á la *emetina,* sustancia *aislable por el alcohol* que obra directamente sobre los filetes sensitivos de la mucosa estomacal (Magendie).

*Condiciones favorables para una buena digestion.* 1.° La temperatura estomacal debe ser=100° Fahr.=37°,7 c. 2.° Un movimiento contínuo de las paredes de la víscera, para presentar sucesivamente al contacto de la mucosa y del jugo gástrico los alimentos ingeridos. 3.° Expulsion de la cantidad de alimentos completamente digeridos, para que puedan los demás sufrir á su vez la accion del líquido estomacal. 4.° Perfecta division de las sustancias que se han de digerir.

Con dificultad concurren estas condiciones reunidas en las digestiones artificiales, por cuya razon se necesita tres ó cuatro veces mas tiempo para realizarlas.

La naturaleza de los alimentos influye, como es natural, en la duracion de la digestion. Segun las observaciones del Dr. Beaumont sobre el estómago de su canadiense Saint-Martin, los líquidos desaparecian inmediatamente; son absorbidos por los vasos del estómago, dice el fisiólogo americano (V. p. 227, *Absorcion estomacal*). Entre las materias sólidas que con mas facilidad se digieren, Beaumont coloca en primer término el arroz y las tripas, que lo son en el espacio de una hora. Siguen despues los huevos crudos, salmones, truchas, manzanas maduras; venado=1 ½ h.—la

tapioca, cebada, leche, hígado=2 h.;—pavo, cordero, cerdo=2 ½ h.—buey, carnero, aves=3 á 3 ½ h.—ternera=4 h. Cuando el Canadiense de Beaumont disfrutaba de completa salud, digeria con rapidez; en el espacio de una hora era trasformada en quimo toda la comida compuesta de sustancias animales y vegetales, y al cabo de 2 ½ h. el estómago se habia vaciado por completo. De todos estos hechos estudiados por Beaumont, se deduce que son muy erróneas las ideas admitidas vulgarmente sobre la digestibilidad de los alimentos. De una manera general añadiremos que cuanto mas cocida está la carne, tanto mas difícilmente se digiere. (p. 183).

*Otras circunstancias* que influyen sobre la digestion estomacal: 1.° cantidad de alimento tomado el cual no debe ser excesivo.—2.° Tiempo trascurrido desde la última comida; debe ser bastante largo, para que el estómago pueda vaciarse antes de recibir nuevos alimentos.—3.° Egercicio que se hace antes y despues de cada comida; si es moderado, favorece, si excesivo, trastorna la digestion. —4.° Estado del alma; la tranquilidad parece esencialmente necesaria para una buena digestion. —5.° El calor del cuerpo debe ser próximamente de 38° c.—6.° Circunstancias admosféricas; el frio acelera la digestion.—7.° Edad; la digestion es mas activa durante la juventud que en el último periodo de la vida (V. Bennett).

# CAPÍTULO IV.

## FUNCIONES DEL HÍGADO.

### § XIII.—IDEA GENERAL.

**Estructura del hígado.**—Bajo el punto de vista de su estructura íntima, el hígado ofrece una notable particularidad, y es que en los vertebrados y algunos invertebrados se halla constituido por dos órganos de textura diferente y unidos entre sí. Uno de ellos es glicógeno, y pertenece al grupo de las glándulas vasculares sanguíneas; el otro es biliar, del grupo de las arracimadas compuestas (V. *desarrollo del hígado* p. 206).

1. *Organo glicogénico.* Es el que constituye la masa principal del hígado. Se halla formada por los acini ó granos glandulosos, poliédricos; su diámetro es de ½ á 1 milímetro y algunas veces mas; se componen de células inmediatamente yustapuestas, entre las cuales pasan los capilares de la vena porta deteniéndose ya en su superficie ó bien penetrando en el espesor mismo de los acini. Esta finísima red de mallas apretadas se reune en el centro de cada acini, formando un pequeño tronco comun, vena intra-lobular, orígen de las venas supra-hepáticas. Los lóbulos están separados por delicados tabiques de fibras laminosas, muchas de las cuales se encuentran en el estado de cuerpos fusiformes y acompañadas de materia amorfa, cuya cantidad disminuye en el tegido laminoso que rodea la vena porta y los conductos hepáticos,

con el cual se continúa el de los tabiques. Las células propias de los acini glicogénicos son poliédricas y su diámetro es de 0,02 milímetros próximamente. Contienen uno ó dos núcleos (dos con suma frecuencia) esféricos ó mas raras veces ovales en ciertos casos muy voluminosos, con ó sin nucléolo segun los individuos. Se vé aquel rodeado de una multitud de granulaciones que en algunas circunstancias le ocultan por completo, pero que no suele faltar en el estado sano; las células palidecen por el ácido acético, y el núcleo no atacado se observa con mas perfeccion. No es raro encontrar en cada célula en el hombre, sobre todo en estado normal, mayor ó menor número de granulaciones ó de gotas grasosas de un color amarillo verduzco. Segun la abundancia de sangre de las redes capilares de los acini predomina ya el color amarillo debido á la acumulacion de células epiteliales ya el rojo del tegido congestionado; de aquí una division, á simple vista, de la sustancia del hígado en *roja* y *amarilla*, tanto mas pronunciada la última cuanto mayor número de granulaciones grasosas contengan las células epiteliales. La arteria hepática se distribuye en las paredes de la vena porta, de los conductos hepáticos y en el tegido laminoso que los envuelve ó *cápsula de Glisson*, pero no concurre á la formacion de las redes que rodean los *acini*.

2.° *Organo biliar*. Es una glándula arracimada formada de pequeños acini en forma de hojas de helecho con fondos de *sacos secretores poco aproximados*; los acini se hallan esparcidos á lo largo de

los conductos hepáticos excretores, en los cuales se abren, y están rodeados por el tegido laminoso llamado *cápsula de Glisson*, así como por los tabiques interacinosos de los lóbulos ó granos glandulares del órgano glicogénico. *Los acini biliares están simplemente contiguos y no contínuos á los precedentes;* su longitud es de 0,1 á 02 mm, la de los fondos de saco de 0,03 á 0,06.mm; con frecuencia mas anchos que el conducto central que los recibe. Su pared propia es homogénea, resistente, tapizada por un epitelium de pequeñísimas células pavimentosas,

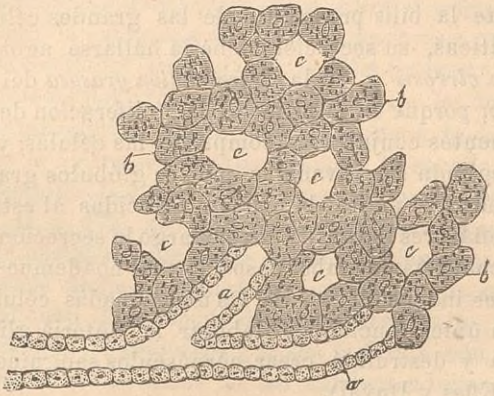



Fig. 15.—Tomada de Kölliker. Red de células hepáticas en el hombre. Aumento de 350 diámetros; *a*, células agrupadas en una red; *b*, conductos interlobulares; *c*, vacíos ocupados por los vasos.

incoloras, aunque el fondo de saco esté lleno de una materia anaranjada ó verduzca. En los conductos excretores ó hepáticos propiamente dichos el epitelium es prismático. Los acini se pueden

observar hasta en el conducto cístico pero no en el colédoco. La masa representada por el órgano biliar es pequeña relativamente á la del órgano glicogénico; pero es proporcionada al volúmen de los conductos escretores y la vesícula ó reservorio comparativamente á los otros parénquimas como el riñon, páncreas, etc. (Ch. Robin).

Esta distincion, entre los dos órganos yustapuestos en el hígado, se halla justificada por las pruebas sacadas de la embriología, histología, fisiología y patología (Küss, Morel, Handfield, Jones y Ch. Robin, Bernard). (V. p. 206). Si realmente la bilis procediese de las grandes células hepáticas, su secrecion deberia hallarse agotada en la *cirrosis* y en la *degeneracion grasosa* del hígado, porque en la primera, la proliferacion de los elementos conjuntivos comprime las células; y en la segunda son invadidas por los glóbulos grasosos hasta el punto de quedar reducidas al estado de cadáveres inertes. Y sin embargo la secrecion biliar continúa en ambos casos, lo cual nos demuestra que es independiente de las mencionadas células, cuya única funcion es elaborar la materia glicógena y destruir ó crear corpúsculos sanguíneos. (V. Küss y Duval).

*Unidad del hígado.* Gran número de histólogos rechazan una division tan marcada del hígado; admiten íntimas relaciones entre los orígenes de los dos sistemas biliar y glicogénico (Legros, Cornil, Gerlach, Andrejivié, Mac Gelavry, Chronszewsky, Herenz, Eberth, Budge). Para ellos el único órgano secretor es la célula hepática; los ca-

nalículos biliares y las raicillas venosas suprahepáticas nacen de los mismos elementos, como el Ródano y el Rhin que, teniendo su orígen en el mismo monte, toman despues un rumbo diferente.

La hoja de helecho, observada por Robin, no es mas que el producto de una preparacion defectuosa. Los fondos de saco que presentan las vias biliares segregan moco. Budge, como veremos mas adelante, describe los capilares biliares poniendo en comunicacion los conductos de este nombre con las células hepáticas y por lo tanto con el orígen de la bilis. Kölliker, entre otros muchos micrófagos, niega la existencia de dichos capilares y cree que los conductos mas finos de la bilis terminan directamente por extremidades abiertas en los tabiques de las redes de células hepáticas, como lo demuestra la figura esquemática número 15 sacada de sus *elementos de histología humana* (Histología especial S. II, p. 475); de suerte que su diámetro se encuentra obstruido por estas células ó bien que terminando dichos conductillos en fondos de saco, se apliquen de un modo directo sobre ellas.» Añade despues: «Cualquiera que sea la forma con que se represente la union de los conductos biliares con las células hepáticas, no puede ponerse en duda que *solo tiene lugar dicha union en la superficie de los islotes del hígado* y no en su interior, y que por consiguiente, la bilis que se forme en este último punto *debe pasar de unas células á otras para llegar al exterior.*»

Si las lagunas intralobulares, indicadas por Kölliker como orígen de los conductos biliares, están

provistas de una pared (Frey, Mac Gelavry), si la cara interna de esta se halla revestida por un epitelium pavimentoso (Legros), y si, finalmente, el sistema biliar nace de una red capilar (Budge), prueba esto, segun Küss y Duval, que es exacta la concepcion primitiva de una glándula biliar perfectamente distinta de la vascular sanguínea y además que la penetracion de los dos órganos es mas íntima de lo que se suponía. No sabemos hasta qué punto será legítima semejante conclusion, nosotros creemos tan solo, que los modernos descubrimientos histológicos en los cuales se funda, deben, á juicio de sus autores, servir de base á una teoría diametralmente opuesta, esto es, la de la unidad secretoria del hígado.

**Secrecion biliar.**—Posteriormente á los trabajos enunciados, Beaunis ha venido á reasumir cuanto sobre este punto se ha dicho hásta la actualidad. Prescindiendo de recordar de nuevo los caractéres histológicos de los elementos que entran en la composicion del hígado, entre los cuales distingue las células llamadas hepáticas y las glándulas arracimadas anexas á los conductos biliares, nos fijaremos principalmente en el riego sanguíneo de dicha entraña, en cuya disposicion funda en primer término sus apreciaciones el mencionado autor.

El hígado recibe sus vasos de dos orígenes, la arteria hepática y la vena porta, ambos vasos parecen constituir la red capilar de los lóbulos hepáticos pero en proporcion diferente, siendo la vena suprahepática la única via de retorno.

Si se examina la composicion química de la bilis

comparativamente con la de la sangre y la de la linfa, se echa de ver que cierto número de principios de aquella, (materia colorante y ácidos biliares) no preexisten en la segunda, siendo lógico atribuir al hígado su formacion: lo mas esencial en este caso es determinar en qué parte de dicha entraña se producen. Morel y Henle, partidarios de la dualidad en este caso, atribuyen la formacion de la sustancia glicógena á las células hepáticas y la de la bilis á las arracimadas de los conductos; pero el hecho de que las materias colorantes pueden evidenciarse por los reactivos en las células antedichas y aun en la misma sustancia glicógena destruye por completo este parecer. La disposicion circulatoria que antes hemos referido, satisface las exigencias científicas actualmente. Los dos vasos que se terminan en el hígado, ofrecen diferencias dignas de tenerse en cuenta; el calibre de la arteria representa un quinto del de la vena, la primera se distribuye por las paredes de los conductos biliares y glándulas arracimadas de los mismos, contribuyendo finalmente segun Chrzonszewsky á formar la parte central de la red capilar de los lóbulos; la porta por el contrario solamente se ramifica en este último punto.

La composicion de la sangre en la arteria hepática es la de la arterial ordinaria, pero la de la vena porta es muy singular; contiene además de la sangre venosa de una parte de los órganos abdominales y por consiguiente los productos de desasimilacion de sus tegidos, los principios absorbidos en la digestion intestinal y los productos de la actividad esplénica. La presion intra-vascular es mucho mas

enérgica en la arteria que en la vena, el curso de la sangre en esta es muy lento y el líquido empleará tres ó cuatro veces mas tiempo que el ordinario para atravesar su red capilar. Las glándulas arracimadas de los conductos biliares, pues, reciben sangre arterial bajo una fuerte presion, y están por lo tanto en condiciones abonadas para una filtracion activa de la parte acuosa de aquel líquido y de las sales disueltas en el suero: este es indudablemente el orígen de las partes acuosas y salinas de la bilis. En los lóbulos al contrario faltan las condiciones abonadas para la filtracion, pero en cámbio la lentitud de la corriente sanguínea favorece el contacto prolongado de este líquido con las células hepáticas, y por consecuencia la formacion á expensas de los materiales del mismo de principios elaborados en las indicadas células, cuales son los elementos especiales de la bilis y la sustancia glicógena; sin embargo, antes hemos dicho que la arteria hepática constituia parte de la red central del lóbulo, y en este punto se verifica tambien una filtracion acuosa en virtud de su fuerte presion intra-vascular que, disolviendo en los canalículos biliares capilares los ácidos de la bilis y su materia colorante, los arrastra hasta hacerlos llegar á los canales perilobulares.

Segun esta teoría los dos aparatos, pues, tomarian parte en la secrecion de la bilis, pero una parte determinada, pudiéndose comprender ahora los resultados contradictorios de los fisiólogos que han referido de una manera absoluta esta funcion á uno de los dos vasos ó de los elementos glandulares. Moos

ha visto sin embargo continuar la secrecion en los casos en que la vena porta se encuentra obliterada lo cual parece discordar de lo espuesto, siendo entonces la bilis mas densa y menos acuosa. A pesar de todo, no debe inferirse que la citada vena suministra la parte acuosa de la secrecion biliar; obliterado su calibre dejan de llegar á los lóbulos cerca de las nueve décimas partes de la sangre que les corresponde, y como las comunicaciones entre ella y la arteria hepática son numerosas y fáciles, esta última debe llenar por sí sola toda la red lobular, circunstancia que no estando en proporcion con la cantidad de sangre que lleva, produce un defecto considerable en la presion intra-vascular no solo de los capilares del lóbulo, sino tambien de las glándulas arracimadas, lo cual hace que disminuya de un modo considerable la cantidad de agua, toda vez que su filtracion está en razon directa de la tension sanguínea. La supresion completa de la secrecion biliar en los casos en que la porta se oblitera rápidamente pueden explicarse de la misma manera.

La secrecion de la bilis es contínua, pero no se derrama constantemente en el intestino sino que se acumula en la vegiga, mientras que la presion en esta no llega á vencer la resistencia del canal colédoco en su punto de desagüe en el intestino. Las variaciones de la secrecion siguen á las de la presion sanguínea; cuando la presion disminuye (sangrias, compresion de la aorta, etc.), la cantidad de la bilis disminuye tambien, y cuando la disminucion en la presion sanguínea llega hasta

cierto punto, ó cuando se aumenta en los canales biliares, no solamente se verifica el fenómeno enunciado, sino que la bilis puede ser reabsorbida ya por los conductos biliares como lo creia Hendenhain, ya tambien hasta por los mismos lóbulos, esto es, por la red capilar de la vena porta (Beaunis).

**Propiedades del hígado.**—La disposicion especial en virtud de la cual los líquidos que se convierten en elementos esenciales de la sangre—como las disoluciones de las sustancias alimenticias existentes en el estómago é intestinos, las materias procedentes del páncreas y del bazo, que pertenecen al sistema venoso de los órganos abdominales— no van directamente á la sangre venosa del corazon, sino que se juntan antes á los elementos del hígado (por intermedio de la vena porta) además, el exagerado desarrollo del último órgano en el feto y su participacion en la circulacion embrionaria (V. seccion VIII) y por último su volúmen siempre considerable en el adulto (peso=2000 á 2500 gramos), nos inducen á admitir en él un complexus funcional importante que actualmente, sin embargo, solo en parte conocemos.

**Productos del hígado.**—Prodúcense en el hígado sustancias azoadas (ácidos biliares, materias colorantes, etc.), y sustancias no azoadas (glicógeno, colesterina, grasa). La bilis y la sustancia glicógena se forman directamente, para pasar enseguida la primera al intestino y la segunda á la sangre. No hay órgano alguno en el cual la grasa se separe con tanta facilidad como en el hígado;

aquella proviene sin duda de los albuminoides. Se ha considerado tambien esta víscera como el sitio en donde se forman nuevos corpúsculos sanguíneos.

## § XIV.—BILIS.

**Obtencion de la bilis.**—Se procura la bilis vaciando la vesícula biliar de los animales y de los ajusticiados, poco tiempo despues de su muerte. Esta bilis no es pura porque contiene moco de la vesícula biliar.

**Fístulas biliares.**—Para un estudio mas exacto de esta funcion, se han establecido fístulas biliares por las cuales fluye la bilis al exterior (Schwann, Blondlot). Los animales soportan una sustraccion completa, cuando se les dá una rica alimentacion en cantidad y en calidad (Mas de la mitad en exceso de la racion habitual).

**Propiedades de la bilis.**—La bilis normal humana tiene un color rogizo ó verde, un olor particular, un gusto muy amargo, una reaccion débilmente alcalina ó neutra, su peso específico es de 1,026 á 1,03; mezclada con el moco de la vesícula biliar se corrompe fácilmente, pero libre de este moco sufre una alteracion lenta, es un obstáculo á la fermentacion como á la digestion artificial. Si se pone en contacto con el aceite ó la grasa calentada, estas sustancias se dividen en partículas sumamente finas que largo tiempo se mantienen en suspension en el líquido, verificándose una *emulsion*. Cuando esta se coloca en un vaso separada de una disolucion alcalina por una mem-

brana, los dos líquidos se difunden el uno hácia el otro; el álcali vá á formar un jabon con el aceite, pasando tambien las gotas de grasa (V. Wistinghausen).

**Composicion química de la bilis.**—El análisis cuantitativo de la bilis de un hombre de 49 años decapitado, dá la composicion química siguiente: (1)

En 1000 partes:

| | |
|---|---|
| Agua. . . . . | 822,7 |
| Sustancias sólidas. . . . . | 177,3 |
| Colatos alcalinos. . . . . | 107,9 |
| Grasa y colesterina. . . . . | 47,3 |
| Moco y materia colorante. . . | 22,1 |
| Sales inorgánicas. . . . . | 10,8 |

(Gorup-Besanez).

En los perros, gatos y carneros no se ha encontrado mas que un 5 por 100 próximamente de sustancias sólidas (Bidder y Schmidt).

---

(1) La bilis es alcalina en los herbívoros y en los omnívoros durante la digestion pero ácida en los intérvalos de esta; es siempre ácida en los carnívoros (Bernard). Los principios que contiene son por 100: 1.ª *clase*. Agua, 875; sales de origen mineral (fosfatos, cloruros), 10.—2.ª *clase*. Glicocolato y taurocolato de sosa, 110: colesterina al estado normal, 0,10; y vestigios de otros principios grasos, tales como la lecithina;—3.ª *clase*. El resto se halla formado de *mucosina biliar* y de *biliverdina*.

No hay razon para que digeran Ruelle y despues de él otros químicos, que la bilis era un jabon, porque no hay mas que vestigios de sales de ácidos grasos en este humor (Ch. Robin).

**Acidos biliares. Experimento de Pettenkofer. Materias colorantes de la bilis. Experimento de Gmelin. Colesterina. Grasa. Sales.**—Entre los elementos orgánicos de la bilis, se conocen:

1.° *El glicocolato y taurocolato de sosa*; este último predomina en la bilis humana. La presencia de los dos ácidos biliares se demuestra con el *experimento de Pettenkofer*: se coloca la bilis en un vaso de porcelana, se añaden algunas gotas de ácido sulfúrico dilatado y una pequeña cantidad de una disolucion de azúcar, y se calienta despues lentamente, apareciendo entonces una mancha de un hermoso color rojo. De este modo pueden apreciarse pequeñísimas cantidades de ácido biliar. Si el líquido contiene albúmina, debe antes separarse por coagulacion, porque se enrojece igualmente en contacto del ácido sulfúrico y del azúcar.

2.° *Materias colorantes de la bilis.*—La principal materia colorante es roja, *bilirubina* (*bilipheina*, *colepyrrina*) que se obtiene agitando la bilis con cloroformo (Valentiner). Una solucion alcalina de bilirubina adquiere una coloracion verde, dando orígen á la *biliverdina*, que no falta jamás en una bilis de reaccion alcalina. Tambien se forma por descomposicion otra sustancia colorante, la brucina, *bilifuscina*, *bilihumina*. La bilirubina parece ser idéntica á una materia colorante que se encuentra en los antiguos extravasados de sangre del cerebro, por egemplo, la *hematoidina*. En los ictéricos, se encuentran las materias colorantes de la bilis en la sangre, en la orina y en casi todas las partes del cuerpo con algunas excepciones; lo

mismo se observa en la orina, si se inyecta una gran cantidad de agua ó un colato alcalino en las venas de un animal. Esto se explica diciendo que el agua y los colatos alcalinos disuelven la materia colorante de la sangre y forman la hematoidina, de la cual nace en seguida la biliverdina.

Las materias colorantes de la bilis se reconocen con el

*Experimento de Gmelin.*—En una probeta que contenga la bilis diluida y completamente alcalina, se deja caer gota á gota y con sumo cuidado una disolucion concentrada de ácido nítrico ($AzO^5$) y de ácido nitroso ($AzO^3$) sin agitar el líquido. A los pocos momentos aparecen diferentes círculos colorados en el órden siguiente de superposicion: verde, azul, violeta, rojo y amarillo.




Fig. 16. — Cristales de colesterina extriados de un cálculo biliar.—Aumento de 155 diámetros.

3.º La *colesterina* llamada antiguamente *grasa de la bilis*, á causa de su solubilidad en el éter, cristaliza en grandes láminas romboidales (fig. 15, p. 113).

Independientemente de la forma de sus cristales, se reconoce en que adquiere un color rojo pasajero con el ácido sulfúrico concentrado. Se encuentra en la mayor parte de cálculos biliares, de donde se extrae calentándolos con el alcohol. La colesterina es soluble en el alcohol *caliente*, en el éter, cloroformo, benzol, en las disoluciones de los colatos alcalinos y en la bilis, pero no en agua. Sus disolu-

ciones desvian á la izquierda el plano de polarizacion.

4.° Las *grasas* y *jabones* en pequeña cantidad.

5.° Las *sales* de cloruro de sodio y fosfato de sosa, y una corta cantidad de fosfato de cal, óxido de hierro y muchas veces vestigios de azúcar.

**Cantidad de la bilis segregada.**—En un perro con fístula biliar, y tomando el término medio de 67 observaciones, se obtiene la cantidad siguiente por 1 kilógramo de peso del cuerpo:

| | | | |
|---|---|---|---|
| En 1 hora. . | 1,023 bilis fresca. | 0,049 bilis seca. |
| En 24 horas. | 24, 55 | — | 1,176 en gramos |

(Bidder y Schmidt).

La cantidad de bilis excretada por un hombre cuyo peso se supone de 60 kilóg., seria pues en 24 horas: 1473 gramos al estado fresco, 70,5 bilis seca; por consiguiente 2,3 próximamente de bilis fresca. La secrecion aumenta con una rica alimentacion animal; el pan y la grasa, con una pequeña cantidad de carne la disminuyen. Principia á aumentar algunas horas despues de la ingestion de los alimentos y crece de hora en hora durante ocho segun Kölliker y Müller y durante 15 segun Bidder y Schmidt. La secrecion parece depender, pues, de la llegada de los alimentos al duodeno.

**Accion de la bilis.**—Los efectos conocidos de la bilis son los siguientes:

1.° La bilis, los ácidos biliares ó los colatos alcalinos en contacto de los corpúsculos de la sangre los disuelven, pudiendo hacer desaparecer todos los glóbulos sanguíneos con una cantidad suficiente de aquellos cuerpos (Hünefeld).

2.° La bilis ó los ácidos biliares excitan los nervios motores ó los músculos con los cuales se ponen en contacto, dando lugar á movimientos espasmódicos y mas tarde á la parálisis por exceso de excitacion (Budge). Cuando no llega bilis al intestino se retardan sus movimientos.

3.° Ya queda mencionada mas arriba la propiedad emulsiva de la bilis.

4.° La materia colorante de este cuerpo tiñe los excrementos y contribuye esencialmente á darle su olor especial. Precipita con la colesterina (materia colorante excrementicia que procede probablemente segun Flint de la destruccion de los elementos nerviosos) y el resto de los principios de la bilis penetra por absorcion en el torrente circulatorio, pero no en sustancia, sino modificados, puesto que no se han podido encontrar los ácidos biliares en la sangre.

5.° La sosa de las combinaciones de los ácidos biliares forma jabones con los ácidos grasos. Descomponiendo las grasas el jugo pancreático, interviene la bilis para la formacion de jabones.

6.° Los animales, cuya bilis fluye toda por las fístulas establecidas, se debilitan y demacran considerablemente, padecen habitualmente de constipacion, poseen una gran avidez por los alimentos, y disminuye la grasa en el quilo, en tanto que aumenta en los excrementos.

Los pelos del animal pierden su brillo, se atrofian y caen. Esto depende, de que una gran cantidad de azufre (esencial á todas las producciones

epidérmicas) es eliminada con la taurina de la bilis que se pierde por las fístulas.

Segun Küss, la bilis no llena en la digestion intestinal todos los papeles que se le atribuyen: emulsion y desdoblamento de las grasas, obstáculo á la fermentacion putrida de las materias, excitacion de la mucosa y de los músculos del intestino, etcétera; porque por una parte, la bilis es *neutra* y no alcalina, y además no llega al intestino sino cuando la absorcion ha terminado casi por completo; en fin, la ereccion de la mucosa y los movimientos del intestino aparecen tambien cuando la bilis sale al exterior por las fístulas. Para el último autor, este cuerpo serviria esencialmente á la renovacion de la capa epitelial que se gasta en cada digestion, tambien arrastra las células epiteliales ya separadas, acelera la caida de las que quedan aun, barriendo, por decirlo así, ese gran obrador en donde se verifica el trabajo tan laborioso de la absorcion, activa además por su contacto la vegetacion de las jóvenes células epiteliales para una mucosa absorcion de las grasas especialmente.

### § XV.—SUSTANCIA GLICOGENIA.

Hasta ahora hemos considerado al hígado como órgano secretor de la bilis contribuyendo á la digestion; pero esta entraña posée además la accion de una glándula vascular sanguínea en la glicogenia y ejerce tal vez un papel importante con relacion al glóbulo sanguíneo y hasta en la formacion

de la grasa. El método adoptado por Budge nos obliga á ocuparnos aquí de estas funciones que bien pudiéramos llamar hemato-poyéticas, y que tendrian su coloracion natural en el tratado de la sangre.

Puede extraerse del hígado un cuerpo no azoado susceptible de ser trasformado en dextrina y en azúcar de uva por la accion de diversos fermentos (saliva, suero de la sangre, ácido sulfúrico dilatado, extracto acuoso de hígado) (Bernard). Esta metamórfosis no parece que se opera en el hígado en el estado normal. Si se mata rápidamente á un animal sano y se pone una porcion de hígado en el alcohol hirviendo, y se practica la misma operacion con otras porciones de la indicada víscera pero solo algun tiempo despues de la muerte del animal, no se observará el azúcar en la primera porcion (Pavy), al paso que se demuestra muy claramente en las segundas. El azúcar aparece inmediatamente despues de la muerte y tal vez tambien durante la vida en la sangre de la vena cava inferior. El glicógeno desaparece con la abstinencia y el uso de las sustancias albuminoideas asociadas al almidon excitan su formacion. El almidon solo no basta, pero sí una alimentacion animal para engendrar esta sustancia en el hígado. (1)

(1) El glicógeno es un principio blanco, pulverulento, amorfo, neutro, inodoro é insípido, que produce sobre la lengua la misma sensacion que el almidon. Adquiere una coloracion violada ó rojo-violácea por el iodo: no le reduce el tartrato cupro-potasico ni fermenta en contacto de la levadura. Es insoluble en el agua caliente y no en el alcohol. Es dextrógiro é isómero con la glucosa. ($C^{12}H^{12}O^{12}2HO$). (Ch. Robin).

**Glicogenia hepática.**—Magendie habia ya descubierto el azúcar en la sangre, pero ignoraba su orígen. A Cl. Bernard se hallaba reservada la gloria de indicarlo. Puede decirse, con justa razon, que la glicogenia es propiedad del ilustre fisiólogo del Colegio de Francia, porque esta importante cuestion pertenece á la historia de sus numerosos trabajos.

En 1848 Cl. Bernard descubrió el azúcar en el parénquima hepático; las venas supra-hepáticas contienen cierta cantidad de él, mientras que la vena porta apenas presenta vestigios; la sangre, pues, se carga de azúcar al atravesar el hígado. La presencia del azúcar es constante, cualquiera que sea la alimentacion del animal, albuminoidea ó amilácea. Este azúcar es idéntico al que se encuentra en la orina de los diabéticos; la diabetes es pues la exageracion patológica de una funcion fisiológica. En 1855, demostró que el azúcar del hígado no es una produccion directa, sino que deriva de una materia especial que se forma inmediatamente en el hígado, la *materia glicógena* (*inulina* de Schiff, *zoamilina* de Rouget), que llegó á aislar en 1857 y en la cual reconoció todos los caractéres del almidon vegetal, y como éste se trasforma en dextrina y despues en glucosa bajo la accion de un fermento.

La sustancia glicógena puede extraerse del hígado condensando esta entraña por la accion del agua hirviendo y triturándola despues con cierta cantidad de negro animal, se filtra y el resultado obtenido es tratado por el alcohol que precipita la

materia glicógena y la albumina, se redisuelve el precipitado en el agua y se le vuelve á precipitar por el alcohol ó por el ácido acético cristalizable (Beaunis).

El fermento que trasforma en el hígado la glucosa en azúcar, se halla en el mismo órgano y es suministrado por la sangre. Cuanto mas tiempo transcurre desde la muerte del animal, mayor cantidad de azúcar contiene el último órgano, porque dura mas la accion del fermento sobre el glicógeno.

En 1859, descubrió este cuerpo en los órganos placentarios de los mamíferos, en la membrana vitelina de los pájaros y en las larvas de ciertos animales inferiores. En los embriones de los mamíferos, las células glicogénicas se encuentran al principio sobre la cara interna del amnios, forman papilas muy desarrolladas hácia la mitad de la gestacion, y desaparecen mas tarde á medida que la funcion glicogénica va localizándose en el hígado (á partir del tercero al cuarto mes). En los embriones de los pájaros las células glicogénicas aparecen al principio en las venas ónfalo-mesentéricas, mas tarde se agrupan en las extremidades de las venas vitelinas, formando así verdaderas vellosidades que flotan en la yema del huevo. Cl. Bernard concluye pues de este trabajo, que la funcion glicogénica, *difusa* primeramente en *los órganos embrionarios*, se localiza despues en el hígado que ha de ser su asiento constante. La glicogenia animal no es, por lo tanto, mas que una evolucion química de los principios del almidon, idéntica á

la que ofrece este cuerpo en los organismos vegetales (V. Cl. Bernard, *curso de* 1872).

**Observaciones que se dirigen contra la glicogenia hepática. Trabajos de algunos autores demostrando que esta funcion no es esclusiva del hígado.**—La glicogenia es, segun Bernard, una funcion peculiar del hígado. El autor de tan bellos descubrimientos, exagerando este papel del órgano hepático, llegó á pretender que el azúcar era un elemento indispensable para la vida, que sus soluciones daban orígen espontáneamente á organismos, y que los animales á quienes se seccionaban los nervios vagos morian, porque el hígado suspendia la elaboracion del azúcar.

La glicogenia, vivamente defendida por su autor, por Lehman y Poggiale, fué atacada con vigor por Figuier, Colin, Sanson, Chauveau, Rouget..... Este último demostró que la *zoamilina* (sustancia glicógena de Bernard) no es un producto especial del hígado, sino que resulta simplemente de la nutricion de los tegidos. Se la encuentra en los fetos, primero en los cartílagos de osificacion, despues en los músculos (plasma muscular), en los epiteliums (placentario hasta la epidermis), en las vesículas pulmonares, glándulas de Lieberkühn y epitelium vaginal. Hoppe-Seyle ha encontrado recientemente sustancia glicógena en los glóbulos de la linfa; los experimentos la demuestran tambien en los músculos, cuyo hecho está de acuerdo con la teoría que supone á estos órganos como punto de destruccion de aquella sustancia (Beaunis). La glicogenia no es mas que un hecho general de la vida de los

tegidos, y la exageracion en el hígado un accidente de su nutricion (V. Vulpian, *curso de* 1872).

Rouget considera al glicógeno ó zoamylina como una parte esencial de los tegidos animales de la misma manera que los albuminoides y la grasa, especialmente en los que se hallan en via de formacion (Beaunis).

*Conclusion.*—Del estudio precedente se deduce, que si la glicogenia hepática no puede conservar el inmenso papel fisiológico atribuido por Cl. Bernard, es necesario, sin embargo, colocarla en primer término en la patogenia de la *diabetes*, ejerciendo por otra parte una influencia indudable sobre la composicion de la sangre y la nutricion de algunos tegidos.

**Orígen de la sustancia glicógena.**—Los experimentos demuestran que el hígado fabrica esta sustancia á expensas de la alimentacion y fuera de la misma. El orígen alimenticio del glicógeno está en el dia fuera de duda, teniendo sobre él una influencia diversa las varias clases de alimentos; los hidro-carbonados y sobre todo los azúcares aumentan la glicogenia hepática, y como estos alimentos son absorbidos en el intestino en estado de glucosa, conducidos por la vena porta hasta el hígado son trasformados en glicógeno por la accion de las células hepáticas, realizándose una simple deshidratacion, toda vez que el glicógeno es un anhidro de la glucosa, como lo pone en claro la siguiente ecuacion:

$$C^6H^{12}O^6 - H^2O = C^6H^{10}O^5.$$

Glucosa. Glicógeno.

La accion de las grasas es dudosa y aun negada por algunos autores; sin embargo, Salomon ha visto que el glicógeno aumentaba por la inyeccion en las venas del aceite de olivas; Van-Déen obtuvo el mismo resultado inyectando glicerina en el intestino; en cuanto á los alimentos azoados, solo dá resultados positivos la accion de la gelatina, aunque Bernard y Künne admiten la produccion del glicógeno á expensas de una alimentacion albuminoidea.

El glicógeno puede formarse tambien fuera de la alimentacion como se demuestra en los animales invernantes etc.; es difícil resolver en estos casos cuáles son las sustancias que suministran los materiales para esta funcion, aunque las hipótesis, indican en primer lugar la sangre, y en segundo las mismas células hepáticas; Segun Heynsius y Künne la glicocola que es uno de los elementos de los ácidos biliares se desdoblaria en úrea y glucosa, la cual podria trasformarse á su vez en glicógeno.

Para concluir lo relativo á este punto réstanos esponer la llamada *teoría del ahorro* sostenida por Weiss y otros autores. Segun ella, que deja indeciso el modo de formacion del glicógeno, los alimentos, especialmente los hidro-carbonados y azúcares, no egercerian influencia directa sobre este acto del organismo, impidiendo tan solo su oxidacion y no obrando mas que como sustancias muy oxidables, desviando el oxígeno é impidiendo que atacase al glicógeno que por esta razon se acumularia en el hígado. Si este hecho fuera cierto deberia producirse de la misma manera relativamente

á toda sustancia oxidable, cualquiera que fuera su naturaleza, grasa, ácidos órganicos etc, lo cual no se halla confirmado por la experiencia.

**Trasformacion del glicógeno en glucosa en el hígado.—Presencia de este último cuerpo en la sangre.—Su destruccion.**—Claudio Bernard cree y afirma en virtud de sus experimentos (lavado del hígado), que el glicógeno se transforma constantemente en azúcar en el hígado; nosotros hemos visto que la diabetes no es mas que la exageracion de este trabajo contínuo. Muchos autores han sostenido lo contrario. Segun ellos el hígado fresco extraido á un animal acabado de matar (Porry, Schiff, Ritter), ó que es arrancado estando vivo todavia (Meisner, Jæger) no contiene azúcar; solo presenta la materia glicógena (V. p. 254). Esta conclusion es demasiado absoluta. Dalton, fisiólogo americano, experimentando en las mismas condiciones, encontró azúcar en el hígado de un animal vivo pero en cantidad tan débil, que hubiera podido pasar desapercibido á un observador poco atento.

El hígado produce, pues, la materia glicógena que se trasforma en azúcar bajo la influencia de un fermento aun mal definido en la actualidad pero que se parece á los fermentos diastásicos jugo pancreático, saliva, etc., y que puede extraerse de las células hepáticas donde existe por los procedimientos de obtencion de la ptialina; la ebullicion destruye su poder. Segun las últimas opiniones provendria de la sangre, siendo fijado por las células antedichas; ¿pero en dónde lo toma la san-

gre? ¿seria la ptialina reabsorbida en el intestino? ¿es un simple producto formado al tiempo de destruirse los tegidos (Lepine) ó los glóbulos sanguíneos (Van-Tiegel)? Es difícil asegurarlo, pero este último autor ha visto trasformar el glicógeno en glucosa á la temperatura de 35° c. en el momento de la destruccion de los glóbulos sanguíneos, deduciendo de este hecho que debe suceder una cosa análoga en los capilares del hígado (Beaunis).

De lo dicho debe inferirse que el hígado vierte constantemente en la sangre cierta cantidad de glucosa, cuya presencia habia sido ya demostrada en la diabetes por Mac-Gregor y Bouchardat, siendo Claudio Bernard el primero que la admitió con independencia del género de alimentacion. Cuando en esta faltan los alimentos azucarados, no se encuentra esta sustancia en la vena porta, pero sí en las supra-hepáticas y por consiguiente en la cava inferior, corazon derecho persistiendo en la misma cantidad en la sangre arterial. Dicha proporcion disminuye notablemente en el sistema venoso general, lo cual demuestra que el azúcar que atravesó sin consumirse los capilares del pulmon ha desaparecido en parte en los capilares generales. Estas condiciones cambian algun tanto cuando la alimentacion es azucarada ó feculenta; absorbida en el intestino la glucosa, se presenta en una proporcion variable en la sangre de la vena porta, llegando á exceder en algunas ocasiones á la que se encuentra en las venas supra-hepáticas, siendo de notar que la proporcion del azúcar en estas últimas y en el resto del sistema vascular es constante é indepen-

diente de la alimentacion. La sangria la aumenta y la inanicion produce el mismo efecto en un principio disminuyéndola despues (Beaunis).

Este azúcar pasa á la sangre y va á quemarse en los pulmones ó en otras regiones de la economía por oxidacion ú otro proceso destructor. Queda en la sangre normal una cortísima cantidad de azúcar. En determinadas condiciones, puede elevarse su proporcion; cuando no llega á 3 por 100 del resíduo sólido de la sangre, hay glizhemia; cuando excede este tipo, es decir, cuando contiene 2 ó 3 gramos por un kilógramo del animal, el azúcar pasa á la orina y dá lugar á la glicosuria, diabetes (Künne).

¿Qué objeto tiene esta glucosa introducida en la sangre? A pesar de ser un cuerpo muy oxidable, los análisis comparativos de la sangre del corazon derecho y del corazon izquierdo, dando igual cantidad de dicha sustancia, demuestran que no se destruye en el pulmon, sino que su desaparicion tiene lugar exclusivamente en los capilares generales. Las observaciones modernas tienden á admitir la idea de que la destruccion del azúcar se efectua sobre todo en los músculos, y Bernard Tieffembach, Weiss, Beaunis, etc., creen que dicha sustancia seria el combustible gastado por los referidos órganos en sus contracciones; así se explica el exceso de glucosa que se nota en los músculos tetanizados y la diabetes consecutiva la accion del curare. Segun esta teoría el azúcar egerceria una influencia sobre la temperatura animal á pesar de la creencia de Schiff; pero no es este el único papel que se le ha atribuido. Para algunos

autores tendria una accion histogenética y gozaria de cierta actividad en la formacion de los tegidos; otros por el contrario la consideran como un producto de desasimilacion (Rouget); hay quien cree además, que impide la infiltracion del tegido del pulmon; pero en último término la única teoría aceptable es la anteriormente expuesta sin negar de una manera absoluta su papel histogenético (Beaunis).

*Diabetes experimental.*—Como prueba de la funcion glicogénica del hígado, referiremos los principales esperimentos en los cuales se determina artificialmente la diabetes: 1.° Inyecciones irritantes en la vena porta, éter (Harley), cloroformo, curare (?) materias pútridas. Estas últimas suministran probablemente el fermento trasformador. Todas las condiciones que favorecen ó detienen la fermentacion en general, ejercen idéntica influencia sobre la hepática. Winogradoff cura prontamente la diabetes en una rana, colocándola en una admósfera bastante fria, para que sea imposible toda fermentacion, y restablece la misma enfermedad si la temperatura es favorable.

2.° Puntura del 4.° ventrículo. Si se pincha el suelo del cuarto ventrículo entre las raices de los nérvios auditivos y pneumogástricos, al cabo de una hora y á veces menos, se encuentra azúcar en la orina. (Cl. Bernard). Una puntura mas alta determina la glicosuria con poliuria; mas arriba todavia, se produce la albuminuria.

Esta puntura dirige la accion sobre el hígado, y no produce efecto si se extirpa el órgano ó se le

imposibilita por medio del ácido arsenioso para la produccion del azúcar.

La influencia del cuarto ventrículo llega al órgano hepático por la via centrífuga del gran simpático y no del pneumogástrico (Cl. Bernard, Schiff, Moos). Si se hallan ligados todos los nérvios simpáticos, queda sin efecto la irritacion del cuarto ventrículo y la galvanizacion de la médula.

Se pensó que dicha influencia se egercia hiperemiando intensamente el hígado. En efecto, si se liga la vena cava por encima de este órgano se congestiona y hay diabetes.

En la actualidad se tiene por cierto, que la puntura del cuarto ventrículo no determina la glicosuria paralizando simplemente los nérvios vaso-motores por hiperemia neuro-paralítica; sino que en este caso habria mas bien *excitacion* de ciertos filetes que marchan al par con los del gran simpático y que corresponden á los de la cuerda del tímpano por la glándula sub-maxilar (Cl. Bernard, V. p. 139).

## § XVI.—GRASA.

No hay hígado cuyas células no contengan un número mayor ó menor de gotas adiposas. Aumentan en gran manera por la vida sedentaria y una rica alimentacion. Mas recientemente pueden encontrarse en el feto. La adiposidad del hígado no procede de seguro tan solo de las grasas de los alimentos ni de las almacenadas en nuestro cuerpo; se forma con rapidez por la accion de ciertas sustancias como arsénico y fósforo, y tambien por el

uso de una mezcla de materias alimenticias que tenga mucha albúmina y poca grasa.

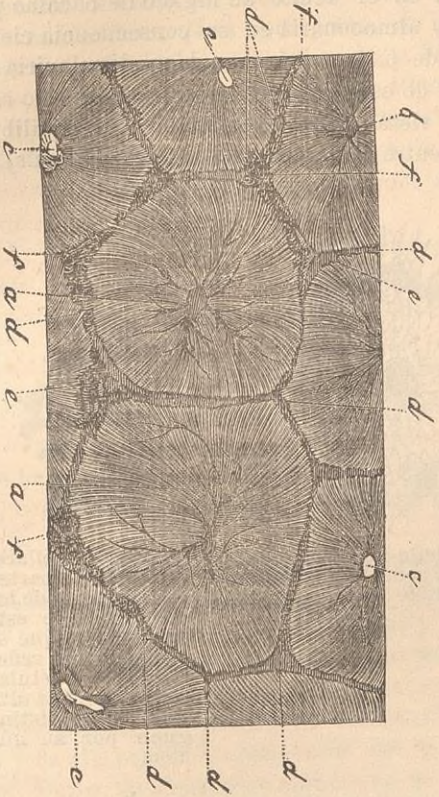


Fig. 17.—Pedazo de hígado de un conejo.—Aumento de 40 diámetros. *ab*, venas intra-lobulares; *c*, seccion de estas venas; *d*, venas inter-lobulares; *e*, venas infra-lobulares; *f*, conductos biliares.

La produccion de la grasa en el hígado se realiza en condiciones que parecen aproximarla íntimamente á la glicogenia, segun Tscherinoff, la ma-

teria glicógena no daria orígen á la glucosa sinó á la grasa, esta seria muy oxidable como la que se encuentra en el aceite de hígado de bacalao por ejemplo, y almacenaria en su consecuencia cierta cantidad de oxígeno ó mas bien disminuiria la necesidad de este gas en la respiracion; bajo este punto de vista existe en realidad un equilibrio funcional entre el hígado y el pulmon (Beaunis).

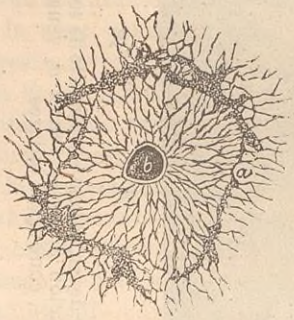



Fig. 18.—Lóbulo hepático inyectado en un conejo; *a*, vena inter-lobular; *b*, vena intra-lobular.




Fig. 19. — Capilares biliares que parten de los ramos de los conductos de este nombre; *a*, que se extienden al rededor de las células hepáticas. Las últimas *b*, se distinguen por su núcleo.

## § XVII.—FACTORES DE LOS PRODUCTOS HEPÁTICOS.

**Vena porta, células hepáticas y capilares biliares.**—Sabido es que el hígado se divide en un

gran número de partículas cuyas dimensiones son de 1 á 2 milímetros.

Sus límites están perfectamente establecidos por las ramificaciones de la vena porta, de la arteria hepática y de los canales biliares (p. 247 y sig.) De este modo se forman los *lóbulos* ó *islotes hepáticos*. Aparte de los nérvios y de los vasos linfáticos cuya distribucion es poco conocida todavía, estos lóbulos presentan tres elementos dignos de llamar la atencion.

1.° Vasos capilares que pertenecen principalmente á la vena porta y desembocan en la vena central, vena intra-lobular (V. fig. 18).

2.° Células hepáticas.

3.° Los orígenes de los vasos biliares descubiertos por *Budge* y designados con el nombre de *capilares biliares* (V. fig. 19), que rodean cada célula hepática. Para sus relaciones con estas células, compárense los trabajos de *Hering*, *Kœlliker* y otros.

La sangre de la vena porta se difunde por las células hepáticas y les distribuye materiales para los tres productos: 1.° bilis, 2.° glicógeno y 3.° grasa. No se ha dilucidado aun cual es el proceso que sirve de base á la separacion ó formacion de estas sustancias. La bilis penetra en los capilares biliares y de allí pasa á los conductos del mismo nombre. Entre los elementos esenciales de la bilis se han buscado vanamente en la sangre los ácidos biliares (Liebig, Hoppe). Tampoco se los ha visto despues de la extirpacion del hígado (Künne, Moleschott). Es probable que las células hepáticas no

reciban de la sangre los colatos alcalinos para suministrarlos á los capilares biliares, sino que estas sales se formen primitivamente en las células en virtud de las propiedades especiales. Las materias colorantes, al contrario, parecen proceder de la materia colorante de la sangre en las células hepáticas; porque nadie ignora, que en determidas condiciones los glóbulos sanguíneos pueden salir de los capilares que los contienen. Por otra parte la bilis puede difundirse en la sangre, y volver á las células hepáticas su materia colorante disuelta; se ignora cómo se realiza este proceso.

## CAPÍTULO V.

### FUNCIONES DE LA GLÁNDULA SALIVAL VENTRAL. (1)

### § XVIII.—ESTRUCTURA DEL PÁNCREAS Y OBTENCION DE LA SALIVA ABDOMINAL. (2)

**Estructura del páncreas.**—El páncreas es una glándula arracimada compuesta ó acinosa. Cada acini se compone de varios fondos de saco cortos, redondeados, de 0,05 de milímetro de ancho, su pared es delgada y friable, y están rodeados de una corta cantidad de tegido laminoso. Su superficie interna se halla revestida de un epitelium pavimentoso de células provistas con frecuencia de dos núcleos, blandas, se desgarran con facilidad y su contenido es muy granuloso. El conducto cen-

(1) Páncreas.
(2) Jugo pancreático.

tral de estos fondos de saco está lleno de una sustancia semi-líquida, granulosa y oscura. Los acini son mucho menos trasparentes, les acompaña menos tegido laminoso, y es mas denso su epitelium que en las glándulas salivales; no existe pues la analogía que se ha intentado establecer. Más difieren todavia de los fondos de saco de las glándulas de Brunner (Ch. Robin).

Giannuzi niega tambien la identidad del páncreas con las glándulas salivales, bajo el punto de vista histológico, y lo compara, fundándose en sus recientes observaciones á la glándula hepática.

**Obtencion de la saliva abdominal.**—1.° En los perros en el momento de la digestion se busca el gran conducto excretor del páncreas, se divide y se introduce una cánula en el extremo glandular; cuando ha cesado de fluir la saliva abdominal, se cura la herida (Cl. Bernard. *Fístula temporal.*)

2.° Se establece una fístula permanente que desagua al exterior (Ludwig y Weinmann).

3.° Se prepara una *infusion* en frio de la glándula recien extirpada de la cavidad abdominal de un animal, muerto seis horas próximamente despues de una abundante comida.

### § XIX.—PROPIEDADES Y FUNCIONES DE LA SALIVA ABDOMINAL.

**Propiedades.**—Es un líquido claro, sin elementos morfológicos, de un sabor salado, y reaccion alcalina. Solo la infusion ofrece una reaccion ácida, porque el páncreas contiene grasa y se des-

compone (V. mas abajo). La saliva abdominal que acaba de recogerse de la glándula extirpada es viscosa, contiene 1,0 á 1,1 por 100 de elementos sólidos; al contrario de la que se obtiene por las fístulas permanentes que es fluida y no contiene mas que una mitad y aun menos de partes sólidas.

**Poder sacarificante y emulsivo, descomposicion de las grasas.**—Toda la saliva abdominal trasforma rápidamente como el líquido bucal, el almidon en dextrina y en azúcar de uva (p. 159), pero además posée la notable propiedad de descomponer las grasas neutras en sus elementos constitutivos, ácidos grasos y glicerina. Por esta razon, la infusion pancreática enrojece la tintura de tornasol, segun lo hemos hecho observar mas arriba, porque siempre existe grasa en el páncreas y por consiguiente ácido en libertad. La saliva abdominal puede tambien como la bilis dividir las emulsiones de las grasas.

Segun Küss, esta propiedad únicamente pertenece al jugo pancreático alterado, y no llena este objeto sino agitándolo violentamente con las grasas. Por esto niega á este jugo la propiedad emulsiva y desdoblante de las últimas sustancias en el organismo.

**Disolucion de los albuminoides.**—La saliva abdominal recien recogida, como la que se extrae con la infusion del páncreas, disuelve á la temperatura del cuerpo las sustancias albuminoideas especialmente la fibrina, sin cesar de ser alcalina; sin embargo, la adicion de un poco de ácido exagera considerablemente esta accion. Una vez di-

sueltas lo mismo que la peptona no pueden coagularse por el calor (V. mas arriba p. 168).

La accion de la saliva abdominal sobre las sustancias albuminoideas difiere de la pepsina, en que aquella las disuelve instantáneamente sin hacerlas pasar por el estado de porfirizacion. Ya veremos (mas adelante) como esta propiedad depende de una influencia completamente misteriosa del bazo (Schiff).

Segun Beaunis pueden considerarse tres fases en la accion del jugo pancreático sobre los albuminoides. 1.ª Trasformacion de las mismas en peptonas; se produce así, sin hinchazon preliminar de las sustancias y de una manera muy rápida siendo el medio neutro, alcalino ó débilmente ácido; el calor favorece este movimiento. 2.ª Se distingue por la formacion de grandes cantidades de leucina y de tirosina que no provienen directamente de las sustancias albuminoides sinó de las peptonas formadas, toda vez que estas disminuyen á medida que se van formando aquellas. 3.ª Se observa una disminucion tanto de las peptonas como de la leucina y tirosina, que dan lugar por su descomposicion á cierto número de principios poco estudiados y de olor fecaloide muy penetrante, dando á la mezcla una coloracion oscura; un medio alcalino es muy favorable en este caso.

### § XX.—PRINCIPIOS QUÍMICOS DE LA SALIVA ABDOMINAL.

1.° *Agua* 90 á 92 por 100 en la saliva fresca;

95 por 100 y más en la que procede de fístulas permanentes.

2.° *Albumina* ordinaria y *albuminato* de potasa.

3.° *Leucina* y cuando la saliva entra en descomposicion tirosina, ácido láctico, etc.

4.° Un *fermento* que trasforma el almidon; se obtiene del propio modo que el de la saliva bucal (Cohnheim).

5.° *Pepsina pancreática* que se recoge tratando por el colodion el producto de secrecion del páncreas dilatado en agua. El precipitado, bien lavado, se seca, el colodion se disuelve en el éter y alcohol, y la materia incolora que queda se diluye en el agua (Danilewsky).

6.° *Sales*, principalmente de cloruro de sodio, de potasio, carbonato de sosa y fosfato de cal.

## § XXI.—SECRECION.

*Elementos secretores de las células glandulares.* —El páncreas se halla abundantemente provisto de nérvios (plexo hepático, esplénico y mesentérico superior) y de vasos. Al microscopio puede observarse la grasa neutra en los elementos fibrilares del órgano. La cantidad de saliva segregada depende en gran parte de la alimentacion, de tal modo, que en un perro en ayunas no se recoge mas que $^1/_2$ gramo por hora, mientras que despues de una comida abundante suele llegar á cerca de 100 gramos en el mismo tiempo (Weinmann).

En el producto de secrecion se encuentran restos de células procedentes de la glándula. La secre-

cion, en esta como en las salivales, resultaria pues, de la fusion de los elementos glandulares del epitelium.

Cl. Bernard ha demostrado que, en los animales cuyo estómago se halla vacío, sobre todo durante el sueño invernal ó en ayunas, las células glandulares no contienen pancreatina, pero que tan pronto como ingieren alimentos, inmediatamente que principia la digestion, se llenan de la mencionada sustancia. De esto infiere que habria en la glándula creacion de pancreatina bajo la influencia nerviosa, ó bien que esta haria afluir al páncreas la materia pancreática por intermedio de la sangre (1872).

*Pancreatogenia.*—La llegada de los alimentos al intestino activa la secrecion pancreática. Tiene lugar pues un *acto reflejo*, cuyo punto de partida es la impresion de los alimentos sobre la mucosa, pero cuyas vias centrípetas y centrífugas no se conocen perfectamente. Se ha demostrado, sin embargo, que la seccion de los nervios vagos suspende la secrecion.

Independientemente de la influencia nerviosa, existen otras circunstancias análogas á las que presiden á la secrecion del jugo gástrico (pepsina), para determinar el trabajo secretor de la glándula que estudiamos. L. Corvisard ha demostrado que los principios *pancreatógenos* son indispensables á la secrecion pancreática, de la misma manera que el estómago reclama las peptógenas segun mas arriba se deja establecido (V. p. 225); la sangre es la encargada de llevar los materiales aptos para la

elaboracion del jugo pancreático, suministrándole las peptonas ya elaboradas por el estómago.

Schiff ha llevado mas adelante la teoría. El páncreas no toma simplemente á la sangre las sustancias pancreatógenas, es indispensable además la *intervencion del bazo* para la secrecion de la pancreatina; ha observado tambien que el jugo pancreático, despues de extirpado el bazo, perdia la propiedad de modificar las sustancias albuminoideas.

Pero, cosa admirable, reconoció este autor que entonces, como á título de compensacion *aumentaba la secrecion y la potencia digestiva del jugo* gástrico en la relacion de 8 : 3. Así explica la glotonería de los animales á quienes se ha extirpado el bazo.

Otra consecuencia aun misteriosa de la extirpacion del órgano: la accion del jugo gástrico sobre las sustancias grasas y amiloides, aumenta proporcionalmente el descenso de su poder sobre las materias azoadas. Esta singularidad ha sido indicada por Vulpian (1846).

¿Cómo *explicar* estos extraños fenómenos? Es necesario considerar que los trabajos de Kühne, Danilewsky y Hoppe-Seyler, han hecho conocer que la *pancreatina contiene tres fermentos* con una accion propia cada uno. El 1.º (precipitado por la magnesia calcinada) obra sobre los principios grasos;—el 2.º (arrastrado por el colodion) destruye los albuminoides;—y el 3.º, análogo á la ptialina y precipitado por el alcohol concentrado, trasforma las sustancias amiláceas. Ahora bien, el

bazo no tendria influencia mas que sobre el fermento modificador de los albuminoideos. Desapareciendo la accion de este fermento, aumenta la de los otros dos en razon de la disminucion del último. ¿Habría pues, pregunta Vulpian, aumento de accion del jugo pancreático sobre las materias grasas ó los resultados que acabo de citar, segun Schiff, tenderian únicamente á una actividad mayor de la digestion gástrica? Stintra, en una tésis hecha bajo la direccion de Van-Deen, admite que existe siempre un depósito de grasa en todas las partes del cuerpo en los animales privados de bazo. Por otra parte, segun Schmidt, en ciertas comarcas de Inglaterra tienen la costumbre algunos arrendatarios de extirpar el bazo á los bueyes, á fin de hacerles engordar mas rápidamente.

## CAPÍTULO VI.

### FUNCIONES DEL INTESTINO DELGADO.

#### § XXII.—IDEA GENERAL.

**Jugo intestinal. Absorcion de la grasa. Motus peristálticus.**—Las funciones del intestino delgado pueden reasumirse en los cuatro puntos siguientes:

1.° Secrecion del líquido que baña la superficie de la mucosa intestinal: *jugo intestinal*, succus entericus, y moco intestinal, procedente al parecer de las glándulas de Brunner y de Lieberkühn.

2.° Reabsorcion de las grasas y de las demás

sustancias disueltas, por las vellosidades, por los vasos linfáticos y por los capilares.

3.° Movimientos intestinales, *motus peristáltici*:

4.° Produccion todo lo considerable posible de células linfáticas por las glándulas solitarias y de Peyer.

## § XXIII.—JUGO INTESTINAL.

**Obtencion del jugo intestinal.**—1.° Se emplea para ello el procedimiento siguiente: se abre la cavidad abdominal de un perro y se saca al exterior *una asa del intestino*, que se divide en sus dos extremidades sin aislarlas de sus vasos y de sus nérvios; despues haciendo impermeable una de dichas extremidades, y poniendo la otra en contacto con la pared abdominal para que se adhiera por cicatrizacion, se aproximan por una sutura los extremos de intestinos entre los cuales se ha cogido el asa, y en fin, se reunen *lege artis* las paredes abdominales. En buenas condiciones pueden vivir largo tiempo los animales sugetos al experimento. Irritando la mucosa de la asa del intestino abierta al exterior, se obtienen con frecuencia 4 gramos de jugo intestinal por 30 centímetros cuadrados de superficie en una hora (Thiry).

2.° Estableciendo fístulas intestinales despues de haber obstruido los conductos colédoco y pancreático (Bidder y Schmidt, Lander).

**Propiedades del jugo intestinal.**—El jugo intestinal es un líquido amarillo, claro, alcalino,

que puede disolver las sustancias albuminoideas, especialmente la fibrina y que parece tener tambien una accion sacarificante; su peso específico es de 1,0 115 (Thiry); contiene 2,5 por 100 de elementos sólidos, constituidos de la manera siguiente: cerca de una tercera parte de albúmina, otra de diferentes sustancias orgánicas y por último una tercera de ceniza (carbonato de sosa).

**Secrecion.**—Este jugo no es segregado sino á consecuencia de una irritacion de la mucosa, de lo contrario permanece seca. Debe, pues, preguntarse si es un producto normal de secrecion.

Sabido es que ciertas impresiones morales, el miedo por egemplo, determina un aflujo de líquidos en la cavidad intestinal (diarrea serosa). Este fenómeno, que demuestra claramente la influencia del sistema nervioso sobre la secrecion del intestino delgado, halla su natural explicacion en la parálisis refleja de los nervios del último órgano y principalmente de los vaso-motores. Hé aquí la prueba: Si se comprende una asa de intestino entre dos ligaduras y se cortan todos los nervios que por ella se distribuyen conservando íntegros los vasos, al dia siguiente se encontrará el asa llena de jugo entérico. Contra-prueba: Si se conservan al contrario todos sus nervios, el líquido segregado será nulo, se aplicarán sus paredes una contra otra y estará casi seca, como la de un animal en ayunas (Armand Moreau).

## § XXIV.—ABSORCION POR LAS VELLOSIDADES Y LOS CAPILARES DE LA MUCOSA INTESTINAL.

**Vellosidades. Absorcion de la grasa. Movimientos de las vellosidades. Quilo.**—La superficie de la mucosa del intestino delgado, desde el duodeno hasta el ciego, ofrece millones de pequeños filamentos (vellosidades) cuya longitud es de 0,2 á 1 milímetro. Cada vellosidad se halla envuelta por una capa de células epiteliales (fig. 20); y numerosas ramificaciones vasculares responden á los importantes procesos que en su interior se realizan. La grasa del contenido intestinal penetra en las células epiteliales, hallándoselas en efecto en el momento de la digestion llenas de un considerable número de gotitas adiposas (V. fig. 20).

En la base de cada célula se encuentra una chapa espesa que las cierra, por decirlo así, á la manera de una cobertera (fig. 20, *a*.) dichas células pueden desprenderse en diversas circunstancias aun y por la accion del agua simplemente. La referida chapa está provista en abundancia de rayas, consideradas por Kölliker y otros como canales porosos (Kölliker, Funcke). Se encuentra además otra especie de células epiteliales opacas, claviformes y frecuentemente provistas de un orificio *b*. (células caliciformes de Henle; vacuolas de Letzerich). Ahora bien, hasta el presente, nada de cierto puede decirse, sobre si la grasa penetra por los canales porosos, ó por los orifi-

cios de las células caliciformes despues del desprendimiento de su cubierta; si penetra en las células epiteliales como grasa neutra ó si lo que es poco probable, primeramente se trasforma en jabon, para volver una vez en su interior á su estado primitivo, ó bien finalmente, si las células epiteliales no poseen pared durante la vida y pueden por consiguiente impregnarse de grasa.



Fig. 20.—Vellosidad intestinal de un perro; *aa*. capa epitelial; *bb*, arterias; *c*, vena; *d*, quilífero.

Desde la primera capa epitelial, la masa adiposa camina hácia el interior de la vellosidad, y llega á su conducto central que segun recientes investigaciones de Recklinghausen, está limitado por el epitelium y constituye el orígen de los vasos linfáticos.

Durante la digestion se contraen las vellosidades (Gruby y Delafond) por la accion de las fibras musculares (Brücke) que dependen de la capa muscular de la mucosa (Kölliker). Oscilando contínuamente, durante la vida, los músculos del intestino entre débiles contracciones y dilataciones (V. Fisiología de los nérvios), es probable que semejantes fenómenos se verifiquen tambien en las

vellosidades, y el jugo de la grasa sea solicitado por este mecanismo.




Fig. 21.—Células epiteliales del intestino delgado; *a*, células con su chapa rayada; *b*, células caliciformes de Henld; *c*, célula completamente llena de grasa.

Pero las soluciones albuminoideas y los hidratos de carbono penetran en el interior de las vellosidades y los vasos linfáticos del intestino conducen pues una verdadera emulsion, mezclada de células linfáticas; tal es lo que ha recibido el nombre de *jugo lechoso ó quilo*.

Establécese una corriente de difusion entre las sustancias disueltas del intestino delgado (peptona, azúcar de uva, azúcar de leche, jabones, soluciones salinas) por una parte, y la sangre por otra, cámbio en el cual esta última recibe mayor número de elementos de los que cede.

Segun Beclard, la corriente endosmótica de la absorcion reconocería como causa *la diferencia de calor específico* de los líquidos miscibles, que se hallan en presencia mútua, y separados tan solo por la capa epitelial que han de atravesar. Las ideas emitidas por este autor se hallan en consonancia con los hechos.

Todas estas teorías físico-químicas de absorcion

por ósmosis, capilaridad, etc., son rechazadas por Küss en cuanto se refiere á la intestinal. Repugna á su mente admitir que las células epiteliales se conduzcan como una membrana inerte. En virtud de su nutricion y por un acto propio de vitalidad se llenan del producto de la digestion estomacal, y lo trasmiten á los elementos globulares, á las células plasmáticas del cuerpo de la vellosidad, el cual se aclara y se vacía, en tanto que el epitelium agotado, ó mejor gastado por el esfuerzo que acaba de hacer, se desprende y cede su sitio á células mas jóvenes. Los elementos que recibe pasan por difusion á los vasos sanguíneos y linfáticos de la vellosidad (V. Küss).

«Despues de las modernas investigaciones, inéditas todavía, escribe Claudio Bernard en su libro *De la Fisiología general* (1872), pienso que la absorcion digestiva difiere por completo de las ordinarias. Yo he visto, en las ranas, desaparecer las glándulas pilóricas durante el invierno cuando cesa la digestion, y reaparecer en la primavera cuando esta principia nuevamente, lo cual me induce á admitir, despues de mis observaciones, que existe en la superficie de la membrana mucosa intestinal una verdadera generacion de elementos epiteliales que atraen los líquidos alimenticios, los elaboran y vierten enseguida en los vasos por una especie de endósmosis. La digestion no seria pues una absorcion simple y directa. Los alimentos disueltos y descompuestos por los jugos digestivos en el intestino, forman un blastemo generador, en el cual los elementos epiteliales diges-

tivos encuentran los materiales de su formacion y de su actividad funcional. En una palabra, yo no creo en lo que podia llamarse *digestion directa*. Existe un trabajo orgánico ó vital intermedio. Este no es una sencilla disolucion química como habian creido la generalidad de los fisiólogos.» «Las células que recubren la superficie intestinal se atrofian rápidamente, cuando se sustraen al trabajo digestivo. Yo he visto, por egemplo, que aislando una asa intestinal de modo que no sea recorrida por los alimentos, se atrofia pronto su membrana mucosa, aunque la circulacion continúe en su estado normal.

Segun la teoría celular, las grasas son llevadas en sustancia á los vasos de absorcion. Esto no seria un hecho aislado. ¿No vemos en efecto, que las células plasmáticas ó embrionarias de la capa mucosa del dermis se infiltran de corpúsculos adiposos, cuando la sangre ha recibido en exceso una alimentacion demasiado rica? Y cuando el animal enflaquece, ¿no se descargan las células de su grasa y reciben en cámbio un líquido seroso, que desaparece á su vez, dejándolas en estado embrionario? Estos fenómenos son los actos de absorcion y de excrecion de las sustancias grasas por las células. Se puede suponer, dice Küss, que los principios adiposos forman con los albuminoideos combinaciones especiales comparables á las de la sustancia medular de los nervios. Nosotros hemos visto que las principales y no únicas vias de absorcion son: para las materias grasas, los quilíferos; para las albuminosas y amiláceas, las venas y los quilíferos.

Las sustancias tóxicas que obran rápidamente deben ser absorbidas por las venas. Las sales metálicas, arrastradas por las diversas vias de absorcion intestinal, se acumulan en el hígado. Semejante hecho se ha aducido para probar el paso y la permanencia de las sustancias alimenticias en este órgano y especialmente las abuminoideas, que son modificadas por la accion de las células hepáticas.

Mucha incertidumbre ha reinado acerca de ciertos medicamentos llamados colagogos y en particular del mercurio. A instancias de Bennett (1866) se creó en Edimburgo una comision para que estudiara este punto doctrinal. El resultado de sus trabajos fué, que el mercurio y los demás agentes reputados como colagogos, llevados al hígado por la absorcion intestinal, de ningun modo aumentan la secrecion biliar. Los purgantes producen invariablemente una disminucion de la secrecion biliar, conclusion de gran importancia bajo el punto de vista terapéutico (V. Bennett).

## § XXV.—MOVIMIENTOS DEL INTESTINO DELGADO.

**Músculos intestinales y sus contracciones. Movimiento peristáltico y antiperistáltico.**— El conducto intestinal posée dos órdenes de fibras musculares, una capa interna y otra esterna; las primeras son circulares, las segundas longitudinales. La contraccion de aquellas disminuye el calibre y la de estas la longitud del intestino. Estas modificaciones no interesan todas las partes sino solamente una seccion del órgano que nos ocupa.

Durante la vida y en el estado sano, como se ha observado en las entrañas de los animales bajo una temperatura elevada á través del peritoneo, el movimiento es contínuo, es verdad, pero muy débil y con intermitencias; cuando se excita se hace un poco mas intenso. Un conjunto de circunstancias provocan sin embargo el movimiento llamado peristáltico (vermicular). Entre ellas hay dos dignas de mencionarse: 1.ª las causas que empobrecen la nutricion general, por egemplo, la comprension de la aorta, abdominal (Schiff) y la invasion de la muerte, sobre todo, el narcotismo por el cloroformo. Este aumento de actividad depende de un estado del sistema nervioso ganglionar, cuyo predominio se demuestra despues de la parálisis mas ó menos completa del cerebro-espinal (Véase *Fisiología de los nervios*). La segunda especie de causas es una irritacion del intestino, bien radique en la túnica mucosa y sea producida por el contenido intestinal, alimentos, sustancias estrañas irritantes, aire, etc., ó bien en la túnica muscular, á consecuencia de una electrizacion, en cuyo caso las fibras circulares se contraen con mayor intensidad. La direccion de los movimientos hácia el estómago ó intestinos gruesos depende de los obstáculos existentes en el conducto; la regla general es que se dirijan hácia el último punto; pero los movimientos *anti-peristálticos* no suelen faltar algunas veces como lo demuestra la observacion.

El *plexo solar* es probablemente el centro nervioso de reflexion de los movimientos peristálticos del canal intestinal, y parece desarrollarse con

independencia de la médula oblongada, pero no tarda en ponerse en relacion con ella por medio de los nervios pneumo-gástricos y gran simpáticos. Los experimentos de Pflüger han demostrado al parecer que los grandes esplágnicos serian á los intestinos lo que los nervios vagos al corazon, *nervios moderadores*. Porque la excitacion de los primeros suspende los movimientos intestinales, y la de los segundos las activa.

Pero los experimentos de Onimus y Legros han dado resultados diferentes. Electrizando por medio de corrientes intermitentes el nervio vago, han visto suspenderse los movimientos del intestino, no en *estado de contraccion*, sino en el de *relajacion* mas completa. La punta anotadora de su aparato marcaba un notable descenso. «Es importante, dicen ellos, comparar este hecho de la suspension de los movimientos del corazon en el diástole con la suspension de los movimientos respiratorios en la *inspiracion*, cuando se electriza el pneumo-gástrico con corrientes interrumpidas.

## CAPÍTULO VIII.

### FUNCIONES DEL INTESTINO GRUESO.

La funcion del intestino grueso tiene por objeto arrastrar y espeler los excrementos.

Cuando el contenido del intestino delgado llega al grueso, han terminado ya los actos de la digestion y de la absorcion intestinal. El intestino

grueso no egerce accion alguna sobre el resíduo de la digestion, procedente del intestino delgado. Sin embargo, es capaz de absorber. Las materias grasas ingeridas por medio de las inyecciones rectales son perfectamente absorbidas, puesto que poco tiempo despues se encuentra en los vasos linfáticos de la region un líquido blanco lechoso. Por lo demás, en los herbívoros, el ciego muy desarrollado, no sirve como de segundo estómago donde son elaborados y absorbidos todos los principios nutritivos de los vegetales.

## § XXVI.—EXCREMENTOS.

Varia su cantidad entre 67 y 306 gramos, 130 por término medio. Contiene 75 por 100 de agua, resíduos de los alimentos, celulosa, grasa, fibras leñosas, y productos de descomposicion de la bilis, á saber: dislisina, ácido coloídico, colato, materia colorante alterada, colesterina y una materia extractiva, la *excretina* (Marcet) y aun la *extercorina* (Austin Flint). La ceniza representa 1,9 por 100 y contiene carbonatos, fosfatos, sulfatos y combinaciones de cloro, tierra ferruginosa y sílice.

Además de las partes no asimilables de los alimentos, las heces contienen restos del epitelio intestinal, que se desprende en cada digestion.

Sabido es que el *meconio* se compone únicamente de restos epiteliales teñidos de amarillo por la bilis cuyo color no se altera. En el adulto constituyen por sí solos las deyecciones alvinas en ciertas enfermedades (Küss).

El olor particular de las heces fecales ha suscitado numerosas discusiones, solo diremos que tan pronto se ha atribuido á la descomposicion de la bilis, como á una secrecion especial (V. Bennett).

## § XXVII.—DEFECACION.

Para que este acto se llene se necesita:

1.° Que las heces sean arrastradas hasta la extremidad del recto.

2.° Que sean retenidas en este punto.

3.° Que puedan ser evacuadas voluntariamente.

La presion abdominal que se egerce de fuera á dentro sobre las entrañas, y los mismos músculos de los intestinos concurren á la progresion de los excrementos. Cuando han llegado al ano, el esfincter se contrae en virtud de un acto reflejo, inmediatamente son expulsadas por el elevador del ano, cuya accion se agrega á la de los músculos intestinales y presion abdominal. El esfincter externo no se halla constantemente cerrado (Budge). Su oclusion como sucede con otros esfincteres, solo se efectúa á consecuencia del aflujo de los excrementos y por intermedio de la voluntad. Cuando es muy fuerte el movimiento intestinal, es vencido el movimiento reflejo así como el voluntario.

El centro de reflexion del acto que nos ocupa se encuentra en la region inferior de la médula oblongada, como lo prueban los hechos patológicos. Su punto de partida es una sensacion vaga de pesadez en el periné, necesidad cuyo asiento está

en el recto, las otras partes del intestino grueso son insensibles. Sin embargo, en el ano contra-natural se ha observado la sensacion, pero mas débilmente, cuando las heces llegan al orificio de salida. Para que aparezca bastará, pues, que los excrementos reunidos en masa impresionen un punto cualquiera del intestino grueso (P. Bert).

Si no se llena esta necesidad contrayéndose el esfincter anal, los movimientos antisperistálticos hacen retroceder el bolo fecal hácia la Silíaca del colon, de donde no tardará en descender. Si nuevamente se resiste y no cede mas que en último extremo, tomando así el hábito de retardar la satisfaccion de la necesidad, la sensibilidad del recto disminuye, y bien pronto se sigue la constipacion como una fatal consecuencia; en estos casos para provocar el acto reflejo expulsador, deben emplearse los medios artificiales, supositorios, etc. Si se oyen las súplicas de la necesidad, se verifican los movimientos descritos mas arriba.

Cuando las materias fecales son puramente líquidas, basta el recto para desempeñar el acto, y la voluntad solo interviene de una manera negativa; en estos casos se abstiene de oponer obstáculos á la salida de las heces fecales. Cuando las materias son sólidas, la voluntad dirige los fenómenos del *esfuerzo*.

La glotis se cierra y el pulmon lleno de aire suministra un sólido punto de apoyo á la accion de los músculos abdominales y diafragma, que se contraen simultáneamente con los del periné (elevador del ano) para expulsar el bolo fecal. El es-

fincter se deja dilatar y no opone resistencia alguna á su paso.

### § XXVIII.—APÉNDIDE A LA DIGESTION.

**Cámbios que experimentan los alimentos en el tubo digestivo.**—Si consideramos cada uno de los alimentos simples y estudiamos rápidamente las modificaciones que sufre al pasar por toda la estension del tubo digestivo podremos apreciar los hechos siguientes:

1.° *Hidro-carbonados.—El almidon* se trasforma en dextrina y despues en glucosa por la accion de la saliva, jugo pancreático y tal vez por el entérico: esta modificacion es poco sensible en el estómago y mucho mas activa en la boca donde comienza, y en el intestino delgado donde concluye.

*El azúcar de caña* se trasforma en azúcar intervertido en el intestino delgado por la accion del fermento inversivo del jugo entérico.

*El azúcar de leche* seria absorvido en sustancia segun unos fisiólogos, otros creen y es lo mas probable que sufre anteriormente su trasformacion en glucosa.

Iguales cámbios parece experimentar la *goma*.

La *glucosa* formada y aun la ingerida puede descomponerse parcialmente dando lugar á los ácidos láctico y butírico.

*La celulosa* solamente en los herbívoros puede ser disuelta y convertirse tambien en glucosa.

La glucosa resultado de las trasformaciones an-

teriores se absorbe muy rápidamente en el tubo digestivo principiando ya en la boca, siendo el intestino delgado el punto de mayor actividad para dicho acto; en la porcion inferior de este último intestino y en el grueso la glucosa se descompone dando orígen á ácidos órganicos especialmente el láctico que tambien se absorbe con facilidad. Segun las observaciones de C. Bernard y de Tscherinoff, los capilares de orígen de la vena porta son principalmente los encargados de verificar dicha funcion.

2.° *Grasas.*—Las grasas son liquidadas en el estómago y emulsionadas en el intestino delgado por el jugo pancreático y acaso tal vez por la bilis; el primero de dichos jugos descompone además una parte de dichas sustancias en glicerina y ácidos grasos, que forman con los álcalis de la bilis jabones solubles y de fácil absorcion.

Hace poco nos hemos ocupado de la absorcion de estas sustancias, que parece son absorbidas segun los trabajos modernos en estado neutro por los quilíferos, al paso que saponificadas se observan con preferencia en los capilares sanguíneos.

3.° *Albuminoides.*—Estos alimentos son trasformados en peptonas en el estómago é intestino delgado por el jugo-gástrico, el pancreático y tal vez el entérico: despues de la digestion gástrica de los albuminoides, una parte de las peptonas formadas en el estómago son precipitadas por la bilis en el duodeno y reedisueltas de nuevo en la parte inferior del intestino delgado. La gelatina y las sustancias colágenas son disueltas sin suministrar peptonas pero

perdiendo solamente la propiedad de convertirse en gelatina.

La absorcion de las peptonas comienza á realizarse en el estómago, continúa activamente en toda la longitud del intestino delgado y llega hasta el ciego.

Los principales órganos de esta absorcion son los capilares sanguíneos, é inmediatamente despues de ella se trasforman en albumina ordinaria, siendo ignorado el sitio y mecanismo de esta trasformacion, sin embargo de que Funke admitiendo que una porcion de la albumina de la alimentacion es absorbida en sustancia en el intestino, crée que esta cantidad basta para la reparacion de los tegidos y que las peptonas absorbidas son utilizadas directamente sin pasar en la sangre por el estado de albúmina del suero.

4.° *Sales* y *alcohol*.—Las sales solubles son disueltas en la cavidad bucal y en el estomágo por la saliva y el jugo gástrico. Las sales de cal y los sulfatos de magnesia son descompuestos uniéndose la base al ácido clorhídrico ó al ácido láctico; las sales de ácidos orgánicos se trasforman en carbonatos y el alcohol es absorbido sin modificarse. Todas estas sustancias parecen ser absorbidas preferentemente por los capilares sanguíneos.

La mayor parte de los líquidos segregados en el tubo digestivo despues de haber obrado sobre los alimentos, son reabsorbidos y sus materiales vuelven á la sangre, en este caso se encuentra la saliva, el jugo gástrico, el intestinal, el pancreático y una parte de los principios de la bilis. Si esto no suce-

diera el organismo experimentaria pérdidas considerables, toda vez que la cantidad total de las secreciones digestivas en las 24 horas puede ser evaluada próximamente en 9 kilógramos. Esta absorcion secretoria parece verificarse en toda la extension del tubo digestivo, sirviendo sucesivamente cada region de superficie obsorbente para las secreciones realizadas mas arriba. En general, los principios no sufren trasformacion preliminar excepto en la bilis y tal vez en el jugo pancreático; la taurina, la glicocola y una parte de la materia colorante (urobilina) vuelven á la sangre; la colesterina, el ácido coloidico y la dyslysina se encuentran en los excrementos.

Terminada la digestion en las diferentes porciones del tubo digestivo, se realizan una série de fenómenos que consisten principalmente en una caida del epitelium, ó mejor una verdadera descamacion del mismo; en efecto, el moco viscoso ordinariamente alcalino que se obtiene por la raspadura de la mucosa está constituido como lo demuestra el microscópio por células ó despojos de células epiteliales. La renovacion del epitelium, pues, se verifica con rapidez, y juega un papel importante en la fisiología de la digestion.

# TERCERA SECCION

## LINFA Y SANGRE.

La linfa y la sangre son dos humores constituyentes formados de elementos anatómicos (hematies, glóbulos blancos) que se hallan suspendidos en un plasma. Los plasmas sanguíneo y linfática ofrecen solo los principios inmediatos en las proporciones y en las condiciones de asociacion molecular, que caracterizan el estado de organizacion. Son igualmente los únicos que se encuentran en via de renovacion molecular contínua, de modo que pueden servir de medio, no solo á los elementos anatómicos que tienen en suspension, si que tambien á los de los tegidos que se hallan colocados fuera de las paredes que las contienen y en cuyo circuito van progresando. Proporciones casi iguales de los principios inmediatos de las tres clases en los plasmas, con predominio de sustancias coagulables; falta de relacion entre la com-

posicion inmediata del flúido y la de los elementos que constituyen la pared que los contiene; instabilidad de su constitucion molecular fuera de determinadas condiciones; hé ahí otras tantas particularidades que dan á los plasmas sanguíneos y linfáticos un carácter propio y especial (Robin).

## CAPÍTULO PRIMERO.

### LINFA.

#### § I.—GENERALIDADES.

**Definicion.**—Se llama linfa un líquido claro incoloro ú opalescente, alcalino (menos que la sangre), de una densidad de 1,045, que contiene albumina, sustancia fibrinógena y corpúsculos linfáticos. Se compone de un licor *liquor seu plasma linphœ*, y de corpúsculos sólidos *cellulœ limphœ*, parecidos á los glóbulos de la sangre: como este líquido, se coagula cuando se le deja en reposo despues de la salida de los vasos.

**Variedades de la linfa.**—Se presenta: 1.° Unida á la sustancia fibrinoplástica y susceptible de coagularse, en los vasos linfáticos.

2.° Sin ó con débil cantidad de una sustancia fibrinoplástica y sin mucina en los sacos serosos, como en el líquido del pericardio, de la pleura, peritoneo, y en el espacio sub-aragnoideo.

Mr. Beaunis llama á estos líquidos serosidades ó trasudaciones y hace variar su composicion algun

tanto de la que ofrece la linfa. El Dr. Magaz participa de esta opinion y dice «que bajo el punto de vista químico se parece al suero de la sangre conteniendo tan solo una pequeña parte de materia albuminoidea.» (*Tratado elemental de Fisiologia humana, tercera edicion, tomo* 1.°, *p.* 423.)

3.° Sin sustancia fibrinoplástica pero con mucina en los vasos sinoviales, probablemente tambien en la conjuntiva del bulbo ocular y sobre las membranas mucosas. Cuando se halla mezclada á una gran cantidad de mucina, se llama moco.

4.° Se halla contenida en la sangre á donde la conduce el canal torácico, y en ciertas circunstancias, puede tambien derramarse fuera de los vasos capilares. De aquí nace la posibilidad de que á consecuencia de una inflamacion aparezca en todos los tegidos bajo la forma de pus, y de que en las condiciones normales los corpúsculos mucosos procedan de la sangre por la salida de las células linfáticas. (Cohnheim).

**Obtencion de la linfa.**—Se puede recoger una pequeña cantidad de linfa pura incindiendo los sacos linfáticos de una rana; para conseguirlo en mayor cantidad es necesario recurrir á los animales grandes poniendo al descubierto los linfáticos que acompañan á la carotida primitiva é introduciendo en cualquiera de ellos una cánula apropiada; tambien se procuraria directamente de la gran vena linfática buscando este conducto en un animal recien muerto.

**Orígenes de la linfa.**—El licor de la linfa proviene de los alimentos que se han puesto en con-

tacto con las vellosidades del canal intestinal y de los líquidos de los tegidos. Sus células tienen su orígen en ciertas glándulas, llamadas glándulas conglomeradas ó foliculares.

Mas adelante al tratar de la «*Formacion del quilo y de la linfa*» daremos nuevos detalles sobre el particular.

## § II.—QUILO.

**Obtencion del quilo.**—Para observar los vasos cargados de quilo basta abrir la cavidad del vientre en un animal en plena digestion y se verá caminar á los quiliferos entre las dos hojas del mesenterio bajo el aspecto de lineas blancas. Para recoger el quilo en sustancia aconseja Collin introducir una cánula en uno de los gruesos troncos que acompañan á la arteria mesentérica en un toro. Tambien se puede conseguir abriendo la cisterna de Pecquet en un animal que se mata durante la digestion.

**Propiedades del quilo.**—Se conoce con este nombre ó de *jugo lacteo* el líquido que existe en los vasos linfáticos del conducto intestinal y del mesenterio. Ha recibido la última denominacion, por el aspecto blanquecino que presenta despues de la ingestion de las sustancias grasas y de la leche. El color blanco es debido á los glóbulos de grasa suspendidos en él. Su reaccion es alcalina; su peso específico es de 1,012-1,022. Trasforma el almidon en dextrina y en azúcar de uva. Cuando se le deja en reposo por algun tiempo, posee la propiedad de coagularse, formando un coagulo

blanco *placenta* del quilo, y un líquido, *suero* del quilo.

**Elementos morfológicos.** — Las sustancias morfológicas que se observan con el microscópio, son:

1.° Glóbulos adiposos rodeados de una delgada membrana albuminosa (membrana haptógena) (1); por esta razon el éter no decolora al quilo, antes que esta membrana sea disuelta por la adicion de la sosa, como sucede precisamente con la leche. La grasa existe en el quilo bajo la forma de partículas muy finas y pulverulentas.

2.° Células de quilo ó células linfáticas cuyo número aumenta á medida que se atraviesan mas ganglios. (Véase § III).

3.° Corpúsculos sanguíneos en el canal torácico.

Su presencia no puede explicarse mas que por una trasformacion de los glóbulos blancos en rojos en el mismo sistema linfático ó probablemente, segun Beaunis, por reflujo sanguíneo. Se encuentran además en la linfa todas las formas intermedias á estos dos elementos figurados (p. 241).

**Composicion química.**—Los elementos químicos son:

1.° Agua, 95 por 100 próximamente.

(1) El Dr. Aschérson, de Berlin, fué el primero que descubrió (1840) este hecho importante, á saber: que el simple contacto del aceite con la albumina bastaba para determinar la coagulacion de la última bajo la forma de una membrana. A esta la dió el nombre de membrana haptógena, de *aptomai* ponerse en contacto (V. Bennett).

2.° Grasa, parte en estado neutro, proporcionalmente á la grasa alimenticia ingerida, y parte en estado de jabon.

3.° La sustancia fibrinógena y fibrino-plástica (V. c. II).

La fibrina de la linfa se coagula con lentitud (*Brady-fibrina*: Polli, Virchow) por desdoblamiento mas ó menos espontáneo de la plasmina de Denis (de Commercy).

4.° Albumina y las varias especies que se presentan en la sangre. Aunque la peptona se encuentra aun en el quilo, su mayor parte se halla ya trasformada en albumina.

La linfa contiene menos albumina que la sangre. Debe pues hallarse constituida por el *liquor* de este líquido sanguíneo que no ha utilizado la nutricion de los tegidos.

5.° Una pequeña cantidad de azúcar y de urea. Pero en mayor proporcion que en la sangre, y equivaliendo próximamente á la diferencia en menor cantidad de la albumina en la linfa, relativamente á la de aquel líquido.

6.° Lactatos alcalinos.

7.° Entre las sustancias inorgánicas, el cloruro de sodio ocupa el primer lugar; vienen á continuacion, la potasa, la sosa, fosfatos, cal, magnesia y vestigios de hierro.

8.° Gases de la sangre. Hammarsten ha encontrado que la linfa contiene menos $CO^2$ que la sangre venosa, no seria pues en los elementos histológicos, donde deberia colocarse el sitio de las oxidaciones orgánicas (V. *calor animal*).

**Diferencia entre el quilo y la linfa.**—El quilo se distingue perfectamente de la linfa de otras regiones, la del cuello ó extremidades, por ejemplo, en que ha recibido los elementos extraidos de las sustancias alimenticias, á saber: grasa, albumina y sales, y además debe contener mayor cantidad de la segunda sustancia. Puede considerarse la linfa como el suero sanguíneo filtrado, con el cual hayan pasado mucha agua y pocos albuminatos. Nos servirán de egemplo dos análisis del quilo y de la linfa del caballo (C. Schmidt).

Los antiguos habian establecido una distincion demasiado absoluta entre estos dos líquidos (vasos lácteos de Aselli y de Pecquet; vasos serosos de Claüs Rudbeck). Sus diferencias son puramente cuantitativas y no existen mas que en el momento de la absorcion intestinal. Desaparecen en los pájaros en virtud de su disposicion particular (Bernard).

## 1000 GRAMOS CONTIENEN.

| | LINFA. | | QUILO (DEL CANAL TORÁCICO.) | |
|---|---|---|---|---|
| | SUERO. | COÁGULO. | SUERO. | COÁGULO. |
| Agua. . . . . | 957,61 | 907,32 | 958,50 | 887,59 |
| Sustancias sólidas.. . . . . | 42,39 | 93,68 | 41,50 | 112,41 |
| Grasa . . . . . | 1,23 | — | 0,50 | 1,54 |
| Jabones.. . . . . | — | — | 0,28 | 0,27 |
| Fibrina.. . . . . | — | 48,66 | — | 38,95 |
| Albumina.. . . . . | 32,02 | 34,36 | | |
| Materias estractivas.. . . . . | 1,78 | Grasa incluida. | 30,85 | 65,96 |
| Hematina.. . . . . | — | — | — | 2,05 (incluy.0,14 hierro). |
| Sales. . . . . | 7,36 | 9,66 | 7,55 | 5,46 |
| Cloruro de sodio. . . . . | 5,65 | 6,07 | 5,95 | 2,30 |
| Sosa.. . . . . | 1,30 | 0,60 | 1,17 | 1,32 |
| Potasa.. . . . . | 0,11 | 1,07 | 0,11 | 0,70 |
| Sulfatos. . . . . | 0,08 | 0,18 | 0,05 | 0,01 |
| Alcalis bajo la forma de fosfatos. . | 0,02 | 0,15 | 0,02 | 0,85 |
| Fosfato de cal. . . . | 0,20 | 1,59 | 0,20 | 0,25 |
| Fosfato de magnesia. } . . . . | | | 0,06 | 0,03 |

**Cantidad del quilo y de la linfa.**—Todavia no se ha podido conocer con precision la cantidad de quilo y linfa que en un tiempo dado se halla contenida en el sistema linfático y llega por lo tanto á la sangre; solamente se ha conseguido una cifra aproximada recogiendo la que llevan el conducto torácico y la vena linfática derecha en un tiempo conocido. Segun Schmidt se elevaria en las veinte y cuatro horas á una masa igual á la de sangre, esto es, $^1/_{12}$ del peso del cuerpo correspondiendo por mitad al quilo y á la linfa. Resulta de lo dicho, que la mitad de la cantidad total de aquellos líquidos proviene de la alimentacion, mientras que la restante se deriva de la sangre despues de atravesar lo íntimo de los tegidos (Wund).

### § III.—CÉLULAS LINFÁTICAS.

**Sitio.** Existen en la sangre como corpúsculos incoloros de la misma, en el moco como corpúsculos mucosos, en el líquido bucal como corpúsculos salivales, en el pus como corpúsculos del mismo, en la linfa, quilo, en las glándulas linfáticas, cuerpo de Malpigio, en la pulpa del bazo, en las glándulas salivales y de Peyer y en general en todas las glándulas foliculares, y lo mismo en fin bajo el epitelium tal vez de todas las membranas mucosas.

*Caracteres.* Son glóbulos proto-plásticos desprovistos de cubierta; su diámetro es de 1/200''' próximamente, muchos mas pequeños todavia, pueden llegar hasta 1/400''' resisten al agua, alcohol,

á los ácidos, á la bilis (?), contienen muchas veces un solo núcleo, con frecuencia dos y aun mas, el ácido acético los vuelve mas aparentes, especial-

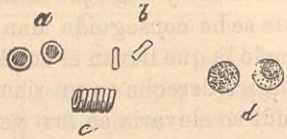



Fig. 22.—*a*, corpúsculos de la sangre vistos de frente; *b*, id. por el borde; *c*, aglomerados como pila de monedas; *d*, células linfáticas.

mente cuando se trata de glóbulos sanguíneos incoloros (fig. 22 *d*): están animados de un movimiento molecular muy pronunciado (Wund.) y compuestos en su mayor parte de albuminoides y gotitas de grasa.

**Formacion del quilo y de la linfa.—Orígen de sus células.**—En las raicillas de los sistemas quilífero y linfático todavia no ofrecen estos líquidos organizacion propia; sus elementos figurados, esto es, los glóbulos linfáticos no se encuentran hasta los ganglios, siendo de advertir que los folículos cerrados de (Peyer) del intestino los proporcionan al quilo aunque en corta cantidad. La composicion de los dos líquidos varía igualmente en los ganglios en en virtud de los cámbios que con la sangre se verifican en este punto: tal hecho es mucho mas visible con relacion al quilo, que al atravesar un ganglio mesentérico pierde grasa y azúcar y recibe agua, mientras no sufre alteracion la cantidad de albuminatos y sales que contiene. Las metamórfosis que los ganglios hacen esperimentar

á la linfa son menos interesantes, toda vez que esta, aun la contenida en los gruesos troncos, puede considerarse como sangre filtrada á través de una membrana porosa. C. Schmidt la vé como suero trasudado del cual tan solo habrian pasado el filtro un tercio de la fibrina y una mitad de la albumina, mientras que el agua, el azúcar y las sales no sufren alteracion en sus proporciones: á esto, sin embargo, debe añadirse cierta cantidad de materias estractivas que proceden sin duda de la desasimilacion de los tegidos (Wund).

En las glándulas linfoides señaladas precedentemente, folículos y placas de Peyer, amigdalas, ganglios linfáticos, timo, etc., y especialmente en el bazo, se observa un tegido reticulado, *reticulum*, *lagunas conectivas*, cuyas mallas se encuentran infiltradas por un considerable número de células linfáticas ó glóbulos blancos, *sustancia adenoide* (His), *sustancia conectiva, cytógeno* (Kölliker). En estos espacios, punto indudable de su orígen (Beaunis), se multiplican probablemente por fragmentacion. Muller y Kölliker admiten que los glóbulos de la linfa pueden nacer por formacion celular libre, y otros atribuyen sobre esto un predominio de accion á los folículos de Peyer. De aquí son trasportados á la sangre directamente á través del bazo, é indirectamente por los vasos linfáticos. Segun Beaunis, es posible que los glóbulos blancos se formen fuera de los órganos linfoides en las mismas lagunas del tegido conectivo, lo cual se comprende al reflexionar que los mencionados órganos están constituidos por el tegido conectivo

reticulado. Este tegido prolifera con mucha facilidad bajo la influencia de una irritacion, dando lugar á la formacion de gran número de glóbulos blancos constituyendo la infiltracion, linfoide difusa: así se esplica la presencia de glóbulos en la linfa antes de atravesar un ganglio. Cohnheim cree que los glóbulos que existen en las lagunas conectivas provienen por emigracion de la sangre. El inmenso número de lugares donde incuban las células linfáticas, nos permiten atribuirlas una gran importancia no sospechada todavia hasta nosotros.

Los trabajos modernos permiten separar de la categoría de los órganos linfoides algunos colocados habitualmente entre las glándulas sanguíneas. El cuerpo tiroides, por ejemplo, parece estar ligado á la circulacion cerebral no siendo mas que un *diverticulum* de la misma. Las cápsulas supravenales y la glándula pituitaria por sus conexiones y modo de desarrollo, se relacionan especialmente con el sistema nervioso ganglionar del gran simpático, existiendo finalmente otros como el ganglio intercarotideo y la glándula coccigea, cuya funcion es todavia desconocida. (Beaunis).

### § IV.—GLÁNDULAS LINFÁTICAS Y ÓRGANOS SIMILARES. (1)

**Estructura de las glándulas linfáticas.**—Las glándulas linfáticas contienen en su interior espa-

(1) Creemos acomodarnos mejor al órden lógico colocando este párrafo en este lugar, á diferencia de la edicion francesa que lo trata despues de la fisiología del bazo. M.

cios ó senos linfáticos en donde desembocan los vasos que penetran en las glándulas y de donde parten los eferentes. Estos senos estan tapizados por un tegido de mallas apretadas semejante al *reticulum* del bazo, en el cual existen un gran número de células linfáticas. Cuando los *vasa afferentia* no han atravesado todavia una glándula linfática, no contienen ó si acaso en muy pequeña cantidad células linfáticas, lo contrario de lo que sucede en los vasos eferentes; las contenidas en estos últimos deben proceder por lo tanto de las redes de senos linfáticos. Hasta el presente no se ha podido demostrar si el sitio de la procreacion, esto es, de la reproduccion de las células linfáticas se encuentra originariamente en los senos, ó si lo que es mas probable, es necesario buscarlo en la sustancia glandular que rodea por todos puntos al seno y en la cual circulan además los vasos capilares que parecen faltar en este. (V. § IV. pág. 303 y 304.)

Los ganglios linfáticos desarrollados en el trayecto de los vasos de este sistema, son primitivamente plexos capilares, formando por su apelotonamiento un parénquima destinado á retardar el curso de la linfa y á cargar este humor de glóbulos blancos que en gran número produce. Los antiguos y todos los anatómicos de una época todavia poco lejana, habian así comprendido la estructura de los ganglios. Los trabajos modernos han puesto fuera de duda que estos órganos están esencialmente constituidos por un tegido conjuntivo de mallas mas ó menos anchas y de lagunas mas ó menos espaciosas. La linfa conducida por los vasos

aferentes, se infiltra en este tegido esponjoso, semejante al que le ha dado orígen (V. p. 236) y sale por vias análogas arrastrando los leucocitos formados en el tegido ganglionar por proliferacion de las células plasmáticas exactamente como los glóbulos de pus nacen por proliferacion de las células del tegido conjuntivo (V. S. IV, § V). Nueva analogía entre los glóbulos de pus y los leucocitos. Sabido es que Virchow desecha las teorías admitidas, especialmente en Francia, sobre la pyohemia é infeccion purulenta; que estas temibles complicaciones son para él la exageracion de la funcion leucocito-poyética de los ganglios que inundan el sistema vascular de glóbulos blancos, que los observadores poco atentos han considerado como resultante de una penetracion de los elementos de pus en los vasos que existen en la superficie de las heridas.

Existen tegidos intermedios al conectivo propiamente dicho y á los ganglios linfáticos. Así, segun His, el tegido conectivo de la mucosa intestinal seria el rudimentario de un ganglio dilatado, cuya sustancia condensándose mas ó menos en una extension variable forma los folículos aislados ó las placas de Peyer.

**Folículos.**—Los folículos de la conjuntiva del ojo llamados glándulas de Trachom, los de la lengua, de las amigdalas, del paladar, de las glándulas solitarias ó glándulas de Peyer á las cuales debemos considerar como órganos que preparan las células de la linfa, presentan una estructura semejante á la de las glándulas linfáticas.

Se cuenta tambien entre estos órganos al timo, cuya estructura no es completamente conocida todavia.

Bennett cuenta aun entre los órganos hematopoyéticos las cápsulas suprarenales, la glándula pituitaria y la pineal. (V. Bennett, Chilification aud sanguinification, p. 205 de Text-Book of phisiology).

Newmann ha avanzado mas, segun él, existen en la médula de los huesos *glóbulos rojos de núcleos*, cuyos elomentos serian uno de los sitios de transformacion de los glóbulos blancos en rojos.

M. Morat (de Lyon) se ha ocupado de dicho punto en su tésis sobre la médula de los huesos. Este autor no ha podido encontrar los glóbulos rojos de núcleos indicados por Newmann. Su estudio le ha conducido á las conclusiones siguientes: La médula de los huesos es un tegido abundantemente provisto de vasos; esta riqueza vascular es debida al desarrollo de una túpida red venosa, muy parecida á las redes linfáticas. En fin, la médula de los huesos puede ser colocada *entre los órganos hemato-poyéticos*, sin que pueda precisarse en el estado actual de la ciencia, el rango que ella ocupa, y las funciones que le incumben (1873).

Orígen de los linfáticos.—No hay cuestion mas controvertida en fisiología que la del modo como nacen los vasos linfáticos. Todas las opiniones que han surgido en las diferentes épocas, pueden reasumirse en los puntos siguientes:

1.° *Bocas absorbentes.*—Es la teoría mas antigua. (Hunter, Hase, etc). Los linfáticos comienzan

por los poros de los tegidos lo mismo en la profundidad que en la superficie de la economía; esta es en una forma menos científica la opinion de los alemanes (3.° y 4.°).

2.° *Redes capilares.*—En las seductoras teorías de Küss, el sistema linfático es considerado como un anejo de las funciones epiteliales. Tiene por objeto arrastrar los restos de las células profundas de las capas epiteliales, que no pueden como las superficiales dirigirse hácia fuera (descamacion furfurácea del epidermis, moco de las mucosas, sinovia de las sinoviales). No se sabe de cierto, dice él, el orígen de los *capilares linfáticos*, pero es probable que sus redes primitivas sean tan superficiales que el cono linfático tenga realmente por base las membranas epiteliales. A la verdad, no todas poséen redes linfáticas lo cual se observa en la vegiga sin ningun género de duda (Sappey); las de la conjuntiva palpebral y ocular no son admitidas por este autor cuya autoridad es notable en semejante materia. A pesar de todo, el profesor de Strasburgo mantiene su sistema, rechazando con ardor la existencia de las otras redes subyacentes á los epitelios; porque, dice él, las lesiones de los músculos, huesos y tegidos conjuntivos no afectan al sistema linfático, en tanto que la mas ligera ofensa de los epitelios, se revela inmediatamente por la adenitis y linfitis etc.

Los nuevos procederes de investigacion y particularmente las inyecciones de nitrato argéntico, han demostrado, en oposicion á la opinion de Küss, que existen no solamente las redes linfáticas sub-

yacentes á los epitelios, sino tambien en las varias especies de tegidos conjuntivos figurados ó difusos. Las subepiteliales no tienen con el epitelio las inmediatas relaciones que suponia Küss.

Se ha pensado tambien que los vasos linfáticos nacian por prolongaciones en fondos de saco semejantes á los capilares de que habla Küss, ocultos en las vellosidades, papilas de la lengua etc. (Mascagni, Panizza, Cruveilhier, Sappey, Ch. Robin).

Hé aqui cual es la estructura de las redes y las prolongaciones capilares de los linfáticos. Su pared se compone únicamente de una simple capa de células epiteliales (endotelio), (Robin). En los gruesos capilares inmediatos á los vasos eferentes es donde se encuentran las fibras anulares y una membrana hialina provista de núcleos. La red formada por los capilares linfáticos absorbe los líquidos situados fuera de ella por medio de los fenómenos de osmosis, y lleva de este modo á la sangre los elementos procedentes de la desasimilacion de los tegidos y los que la nutricion no ha consumido por completo. Onimus crée que los capilares linfáticos, cuyas redes rodean los vasos sanguíneos hasta el estremo de formarles una verdadera vaina en ciertas regiones, tienen tambien por objeto recoger el exceso de plasma sanguíneo, arrojado fuera de los vasos á cada sistole cardiaco.

3.° *Prolongaciones de los corpúsculos de tegido conjuntivo.*—(Virchow). Las redes capilares que nos han ocupado, no son el origen real de los linfáticos: sus raicillas se introducen en la cavidad

de los corpúsculos (células plasmaticas) de tegido conjuntivo, ó mejor, son la continuacion de las prolongaciones de estos elementos (Virchow, Leydig, Heidenhain). El segundo de los citados autores se ha adherido á esta opinion despues de sus trabajos sobre los linfáticos de la cola del renacuajo.

4.° *Lagunas de tegido conjuntivo.* — Recklinghausen coloca el orígen de los linfáticos en un sistema de canales que él llama *tubos plasmáticos*, los ha inyectado en la córnea, y dice que serian las *lagunas especiales* del tegido conjuntivo. His, Tomsa y Schweiger-Seidel han adoptado y defendido la teoría de Recklinghausen que solo en apariencia difiere de la de Virchow. La diferencia versa solo sobre palabras y no sobre cosas. Lo que Recklinghausen llama *tubos plasmáticos* ó lagunas, es precisamente lo que Virchow denomina *corpúsculos de tegido conjuntivo ó células plasmáticas*; lo que para uno es *intra-celular* para el otro es *inter-celular* (Kölliker).

El tegido conjuntivo es pues el principal orígen de los linfáticos, y el tegido celular tomado en su conjunto, puede ser considerado como un vasto reservorio lleno de arena empapada de agua que se recoge por los canalículos linfáticos. La anatomía comparada nos ofrece ejemplos de circulacion lagunar (*siponcles*) que se parecen á los orígenes de los linfáticos. Los senos cavernosos, los orígenes linfáticos en los animales inferiores, son como los vestigios de esa circulacion propia á algunos de estos. La anatomía patológica (Ranvier) y el estudio del desarrollo de los vasos linfáticos y

de los tegidos llamados linfoides (corpúsculos de Malpighio, ganglios linfáticos, sacos ó reservorios linfáticos de las ranas) nos suministran numerosísimas pruebas.

No vamos á referir los experimentos en los cuales han visto Recklinghausen y despues Ludwig, Schweiger-Seidel, Dybkowsky, Dogiel, Rouget y Ranvier penetrar los líquidos grasos, la leche y las materias colorantes inyectadas en el peritoneo por las lagunas inter-celulares en los linfáticos. Los trabajos de Ranvier no nos autorizan para afirmar que estén siempre abiertas las lagunas absorbentes; probablemente no se abren mas que en el mismo momento en que han de dar paso á las partículas absorbidas. Se habia creido tambien percibir los orificios de absorcion en toda la extension del peritoneo y mesenterio (Schweiger-Seidel, Dogiel); pero Ranvier ha demostrado muy recientemente que el mesenterio no posée ni bocas absorventes ni stomatas, que los orificios descritos son simples conductos que atraviesan de parte á parte esta porcion de peritoneo, pareciéndose á los indicados en el epiploon.

**Relacion de los linfáticos con los vasos sanguíneos.**—El exámen de los linfáticos inyectados con nitrato de plata y observados por medio de cortes muy trasparentes, demuestra de un modo palmario que no reconocen por sitio absoluto la superficie del dermis por encima de las redes sanguíneas, como lo hacia creer su inyeccion por el mercurio con una distension exagerada de los vasos. Teichmann y Belajeff han demostrado hasta

la evidencia que la red capilar sanguínea, en su conjunto, se halla siempre superpuesta al orígen de los linfáticos, que, tambien en su conjunto, forman la red tegumentaria mas superficial. (Robin). Los linfáticos de las partes finas de la piel del conejo y de algunos puntos de la mucosa uretral en el hombre forman una excepcion á esta regla.

Si las redes linfáticas están en general subyacentes á las sanguíneas, no por esto dejan de tener ambos sistemas íntimas relaciones. En algunas regiones, los linfáticos abrazan la mitad ó los dos tercios de la circunferencia de los vasos sanguíneos. Entonces «el linfático representa un vaso que no tiene pared propia mas que por un solo lado, hallándose limitados los otros por las mismas paredes de los capilares sanguíneos» (Onimus); en el encéfalo es donde mas clara se presenta esta disposicion. Robin (1858) é His (1863) han indicado al rededor de los vasos sanguíneos de este órgano *espacios perivasculares y vainas linfáticas*. Semejantes conductos muy bien limitados y de aspecto hyalino, se encuentran alrededor de los vasos hasta en los capilares mas ténues, en la sustancia blanca y gris de los centros encefalo-raquídeos y en la pia-madre. Su contenido, formado por un líquido que tiene en suspension núcleos esféricos (globulinos), su aspecto, parece indicar que pertenecen al orígen de los linfáticos. «Porque, de otro modo, dice Robin, constituirian un cuarto sistema vascular cuyos límites y naturaleza nos serian desconocidos al lado de los sistemas linfático, arterial

y venoso. Pero tambien debemos confesar, que antes de abrigar la seguridad de su existencia, hemos de seguirlos desde su orígen conocido hasta los troncos eferentes que al reunirse han de constituir y determinar su trayecto terminando en un ganglio, como se ha hecho para las demás porciones del sistema linfático.» En vano se ha intentado buscar la terminacion de estos vasos (Fohmann y Arnold, Mascagni).

### § V.—CIRCULACION DE LA LINFA.

**Absorcion de la linfa por los vasos linfáticos.**—El conocimiento del orígen periférico de estos vasos, nos indica los puntos en donde se verifica la obsorcion de la linfa por ellos mismos; con todo no ha sido determinado todavia con entera certeza. Se sabe sin embargo, que en las serosas existen entre las células epiteliales espacios que comunican directamente con los vasos linfáticos. Si, por egemplo, se inyecta leche en la cavidad abdominal de un animal cualquiera, penetra por estos espacios en los vasos capilares de la capa peritoneal del diafragma. (Descubrimiento de Recklinghausen). Idéntica observacion hacemos en la cavidad pleurítica (Dybkowsky). Probablemente tambien se encuentran en el tegido abiertas las boquillas de los vasos linfáticos.

Las células epiteliales de las vellosidades se llenan de grasa finamente dividida y de otras sustancias disueltas, y al contraerse las últimas, el contenido de las células es depositado en su interior

hasta su llegada al conducto central (V. fig. 20 y 21), al cual se dirigen los vasos linfáticos intestinales desprovistos de paredes.

**Fuerzas de impulsion.**—Todavia no se sabe con certeza cuales son las fuerzas que hacen penetrar los líquidos en el orígen de los vasos linfáticos y los conducen por esta via hasta el canal torácico. Segun Wund las contracciones de las vellosidades intestinales, empujando el contenido de su vaso central hácia las ramas y troncos puede considerarse como la fuerza motriz de la circulacion quilífera, siendo un mecanismo análogo el que hace penetrar la linfa en las vacuolas de los tegidos punto de orígen de los linfáticos, movida en virtud de la presion egercida por la sangre para su filtracion. Que estas fuerzas, obran de la periferia al corazon, se desprende de que al comprimir un vaso se abulta la parte de este que se halla por debajo del sitio de la compresion. La presion á espensas de la cual se mueve la linfa, es en general muy débil, así por egemplo, en un tronco linfático del cuello, en los perros, ha sido de 5 á 20 milímetros de una solucion de carbonato de sosa, es mas fuerte en el canal torácico: la velocidad se calcula de 230 á 237 milímetros por minuto (Weiss). Esta débil presion exige fuerzas propulsivas menores, tanto mas cuanto que las numerosas válvulas de estos vasos impiden el reflujo de la linfa. Los músculos próximos, así como la presion lateral de los vasos sanguíneos inmediatos obran en el mismo sentido; porque la corriente linfática se acelerá con un movimiento mas intenso y con au-

mento en la presion de la sangre. La entrada de los líquidos en las boquillas de los vasos debe tener lugar de este modo especialmente en las extremidades. En el toraz y abdomen puede producirse un aflujo de líquido en las raicillas de dichos vasos, determinado por la presion que los líquidos existentes constantemente en estas cavidades sufren durante la expiracion (licor pleuræ-Dybkowsky, Ludwig y Schweiger-Seidel). Si además la túnica muscular de los linfáticos está como la de las arterias sometida durante la vida á alternativas de contraccion y dilatacion, no se puede hasta el presente emitir mas que una hipótesis sobre esta cuestion. En fin, la succion, en virtud de la cual la sangre venosa es atraida hácia el corazon mientras se inspira, influye igualmente sobre el contenido del canal torácico, desembocando este en la vena subclavia izquierda.

**Salida de la linfa fuera de la sangre.** — La linfa introducida en la sangre no puede permanecer la misma, sin que la cantidad de los corpúsculos linfáticos que entran á cada oleada de aquella, sobrecarguen el líquido sanguíneo.

Es necesario ó que la linfa con las células abandone la sangre, ó que se opere en aquellas una metamórfosis, ó que se destruyan. De aquí nace la posibilidad de que sea casi constante su relacion con los corpúsculos sanguíneos (0,2 por 100).

Está probado que en las inflamaciones, los corpúsculos incoloros de la sangre idénticos á las células de la linfa, salen proporcionalmente al grado de inflamacion fuera de los vasos capilares, pasan-

do por entre las células epiteliales que constituyen la membrana interna, íntima, de la pared de los vasos en general y que forman por sí solas los conductos capilares (Cohnheim) (1). Natural es pensar despues de esto, que en las condiciones normales, cuando la sangre recibe mayor cantidad de células linfáticas, salgan estas de aquella por la via que hemos enunciado, y que de este modo se formen en los sacos serosos esos trasudados que no son otra cosa que un líquido que contiene una gran cantidad de agua y células linfáticas; así como el que los corpúsculos salivales y mucosos tomen orígen del propio modo sobre las membranas mucosas, y que en los casos patológicos los glóbulos de pus nazcan por un proceso semejante. No se sabe si las células linfáticas se destruyen en los trasudados, pero sí que abandonan el cuerpo por las mucosas; especialmente por la mucosa intestinal (se las encuentra en los excrementos) y tambien por la uretral en los animales sanos (perros).

Así se ha demostrado la existencia de una circulacion de la linfa y de sus corpúsculos.

**Metamórfosis de los corpúsculos linfáticos en corpúsculos sanguíneos.**—Con frecuencia se ha emitido la opinion de que los corpúsculos de la linfa se trasforman en corpúsculos sanguíneos;

(I) En oposicion á esta teoría de Cohnheim existen otras varias: la de Virchow, proliferacion de los corpúsculos estrellados del tegido conjuntivo; la de Robin, organizacion del blastema exudado; la de Stricker, fraccionamiento de las células fijas en las cercanías de los vasos; la de Straus, multiplicacion de las células plasmáticas, etc., M.

habiendo sido observada esta metamórfosis en el bazo por muchos experimentadores (Funke, Kölliker). Recklinghausen pretende haber visto este fenómeno en la sangre de las ranas, aun fuera del organismo. Con todo, no se ha logrado observar este hecho de una manera cierta y evidente en la sangre.

Las tendencias actuales de la ciencia se hallan en favor de Kölliker, Funke, Recklinghausen. Las pruebas *directas* de estos autores han sido confirmadas por lo que nos enseña el estudio de la sangre en la serie animal. Rouget ha encontrado en los invertebrados, (*siponcles*) todas las transiciones entre las dos especies de corpúsculos. Kölliker y Rouget han visto en los renacuajos, depositarse desde el principio la materia colorante en la superficie de los leucocitos bajo la forma de granulaciones, despues penetrar uniformemente en la masa de este glóbulo y trasformarse así progresivamente en corpúsculo rojo. Las mismas modificaciones del leucocito ha observado Rouget en los embriones del conejo, solo que aquí el núcleo desaparece á medida que la materia colorante invade el glóbulo, en tanto que persiste en la rana.—Finalmente, Kölliker ha encontrado glóbulos rojos jóvenes en el canal torácico y en las venas pulmonares.

Pero si los glóbulos blancos no se trasforman en glóbulos rojos, cuál es el destino de aquellos? de dónde proceden estos? Los órganos hemato-poyéticos vierten contínuamente en el torrente circulatorio glóbulos blancos, y sin embargo su número no aumenta en la sangre. Por otra parte, estos no se destruyen, al menos no conocemos vestigio alguno

de su destruccion; es necesario pues que desaparezcan trasformándose.

¿De dónde vendrian los glóbulos rojos, si no fuesen resultado de la trasformacion de los glóbulos blancos, que son células jóvenes, mientras que los primeros son los elementos celulares viejos, que han perdido su núcleo y son invadidos por el *pigmentum* signos todos de vejez? Se comprenderia la génesis de glóbulos blancos porque son células jóvenes, pero estos procesos no pueden aplicarse á los corpúsculos rojos porque son elementos viejos. «El estado jóven de los glóbulos rojos no puede ser representado mas que por los glóbulos blancos.»

**Importancia de las células de la linfa.**—Por lo que precede se habrá podido observar que no se ha fijado bien hasta ahora toda la importancia de las células linfáticas. Que debe ser grande, se deduce de la inmensa estension que ocupan en nuestro organismo. Seria permitido creer que semejantes á las células embrionarias, pueden trasformarse ulteriormente en todas las partes del cuerpo, y que de este modo determinan la constante regeneracion de los órganos.

**Formacion de la sangre á expensas del quilo y de la linfa.**—A medida que se acercan al sistema venoso, el quilo y la linfa se transforman paulatinamente y se aproximan á la sangre por su composicion. El cambio consiste en un aumento de sus materiales sólidos en general, principalmente de los albuminoides, mientras disminuyen sus cuerpos grasos y el azúcar. Los ganglios son los órganos de esta metamórfosis; en su interior el

quilo y la linfa se convierten en un líquido cuyo plasma es ya casi igual al de la sangre al tiempo que los glóbulos del primero adquieren los caractéres de los de esta. Algunos leucocitos se cargan durante su curso de granulaciones grasosas siendo probable que se disuelvan en el plasma.

### § VI.—FUNCIONES DEL BAZO.

**Estructura del bazo.**—El bazo presenta una trama formada por un conjunto de fibras que parten de la cara interna de su membrana de cubierta las cuales van decreciendo paulatinamente, y constituyen por último una red (retículum Billroth) compuesta de fibrillas extremadamente ténues (fig. 23). Los poros de esta especie de delicada esponja

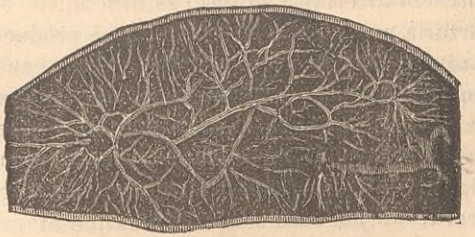


Fig. 23.—Tomada de Kólliker.—Seccion transversal practicada hácia la parte media del bazo de un toro adulto. Figura destinada á demostrar las trabéculas esplénicas y su disposicion.—Tamaño natural.

se encuentran llenos de vasos (con fibras nerviosas) y de células linfáticas. El contenido de los poros se exprime del bazo bajo la forma de una papilla (*pulpa lienes*).

La pulpa esplénica contiene elementos de muchas especies: 1.° glóbulos blancos; 2.° glóbulos granulosos de mas volúmen pero de naturaleza indeterminada; 3.° glóbulos rojos; 4.° formas de transicion entre los glóbulos blancos y los rojos; 5.° células que contienen glóbulos rojos ó despojos de estos, consideradas como aquellos en vias de destruccion pero que en realidad son estos últimos encerrados en células amiboides.

El volúmen del bazo está relacionado con la actividad circulatoria de la víscera y con su inervacion y depende: 1.° de la presion de la sangre en la arteria esplénica; 2.° de la contraccion tónica de las fibras lisas que tienden á estrechar sus mallas. Si se destruye el plexo nervioso que acompaña á la arteria, paralizadas las fibras lisas, domina la presion arterial y el bazo se hincha; si se liga la arteria respetando el plexo no se produce hinchazon; pero esta es muy considerable, por reflujo venoso, cuando á la vez se destruye el plexo y se liga la arteria. Como se vé, estos cámbios de volúmen corresponden á variaciones en la circulacion abdominal y siempre que esta se active (digestion carrera, etc.) el bazo sentirá antes que ningun otro órgano sus efectos, siendo como un *diverticulum* de la misma. Además de prestarse á la dilatacion, el bazo es contractil como lo demuestra la escitacion del plexo esplénico, ganglio celíaco, gran simpático, parte superior de la médula espinal y bulbo. El vómito y la nausea, la quinina, strignina, alcanfor y el eucaliptus son constrictores del bazo.

Las finísimas venas de bazo que componen un

rico plexo, se distinguen entre los demás vasos bajo el punto de vista fisiológico especialmente, en que ó están completamente desprovistas de paredes, ó que en lugar de estas, no existe mas que una delimitacion epitelial(Billroth, Frey, Kölliker). Ofrecen, pues, una comunicacion directa con el retículum, cuyas fibras constituyen su cubierta, y las células que contiene aquel pueden mezclarse con la sangre venosa. De esta disposicion, en virtud de la cual penetran en la sangre venosa las células esplénicas, puede ya preveerse el siguiente hecho, que en la sangre de la vena esplénica hay relativamente mayor número de corpúsculos linfáticos, casi una vez y media por ciento mas que de rojos.

**Las células linfáticas y tal vez los corpúsculos de la sangre nacen en el bazo.**—Las células esplénicas son evidentemente corpúsculos linfáticos en diversos grados de desarrollo en cuanto al grosor, forma y constitucion. Son pequeñas, granulosas, amarillentas, de un color tal que á menudo con mucha dificultad se las distingue de las células de la sangre.

Por esto Kölliker las considera como células sanguíneas en via de desarrollo. Si se reflexiona que un número considerable de células linfáticas pasan contínuamente del bazo á la sangre, que estas células presentan diversos grados de evolucion, que en muchas enfermedades el bazo adquiere enormes proporciones (Leucemia) y que con esto la sangre rebosa de las células linfáticas (Virchow), se hallará bien justificada la teoría que admite

que *el bazo es uno de los principales orígenes de los leucocitos y tal vez de los nuevos corpúsculos de la sangre.*

Parece verificarse además en el bazo una generacion de glóbulos rojos ó mas bien una transformacion de los leucocitos en hematies de una manera mas ó menos completa, lo cual puede indudablemente deducirse de la existencia de las formas de transicion de los referidos elementos en la pulpa esplénica (Kölliker, Funke).

Además de todas estas funciones, el bazo segun Beaunis, juntamente con los demás órganos linfoides es un reservorio de las sustancias albuminoides, de la misma manera que el tegido conectivo lo es para las grasas y el hígado para las amiláceas.

Antes de terminar este párrafo, diremos algo acerca del papel hemato-poyético del hígado. Se ha atribuido á este órgano una doble accion en la formacion los glóbulos: para unos es formador, para otros destructor y finalmente para los terceros es ambas cosas á la vez. Es probable que haya en el hígado destruccion de glóbulos rojos, ya que la bilirubina procede de la hemoglobina perdiendo esta el hierro y que los ácidos biliares sean agentes de destruccion globular. Por otra parte Lehman afirma que hay produccion de dichos glóbulos fundándose en que en las venas supra-hepáticas, ofrecen todos los caractéres de los jóvenes. La cuestion todavia está indecisa, pero si se reflexiona que el hierro perdido por la hemoglobina para trasformarse en bilirubina no se encuentra ni en la bilis

ni en el tegido hepático, se puede admitir que este hierro se invierte en la constitucion de nuevos hematies. Para nosotros la glucogenia está íntimamente ligada con la hemato-poyesis y de todo este funcionalismo del hígado resultan cámbios notables en la sangre que atraviesa la entraña. En ella pierde agua, hematina, albumina, sales, grasa y tal vez tambien fibrina y adquiere mas proporcion de glóbulos blancos, materias estractivas y azúcar (Lehman y Schmidt).

**Corpúsculos de Malpighio.**—En las paredes arteriales se encuentran unos engrosamientos de forma globulosa, llamados *corpúscula Malphigiana* (fig. 24) que tienen próximamente $0^{mm}$, 2 á $0^{mm}$, 5 de diámetro, presentándose á la simple vista como pequeñas vesículas blancas.

Son hipertrofias de la pared de las arterias, que forman parte del retículum del bazo y contienen en su interior células linfáticas de magnitud variable, y que se hallan igualmente aplicadas sobre las mallas de una fina red. No se sabe todavia positivamente cuál es la funcion que desempeñan; muchos las consideran como análogas á las glándulas linfáticas.

Para Beaunis existe identidad entre los corpúsculos de Malpighio y los folículos cerrados, lo cual revela *á priori* su papel de órganos formadores de glóbulos blancos confirmado por la fisiología y la patología.

**Extirpacion del bazo.**— Como existen muchos otros órganos, en particular las glándulas linfáticas, que elaboran células de linfa, nada de extraño

es que se pueda extirpar el bazo á los animales, sin que por esto se ponga en peligro su vida. Con

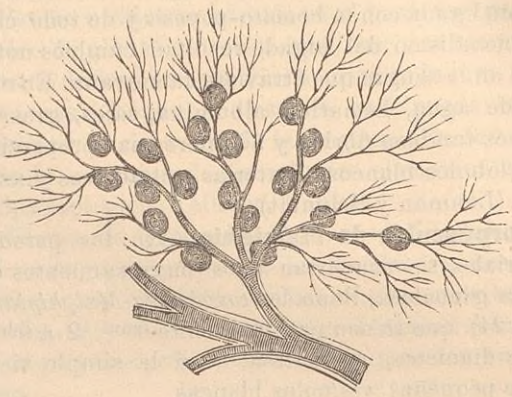


Fig. 24.—Porcion de una pequeña arteria del bazo de perro con los corpúsculos de Malpighio fijos á sus ramas.—Aumento de 10 diámetros (Kólliker).

todo, despues de esta operacion, el páncreas no seria muy apto para digerir la albumina (Schiff, V. *Pancreatógenia*, p. 273).

Cuando el bazo ha sido extirpado ó destruido, los demás órganos hemato-poyéticos se hipertrofian por exceso de actividad para suplirle en la formacion de los glóbulos blancos (Fuhrer), la excrecion de la úrea aumenta (Friedleben) y la proporcion de los elementos sólidos de la sangre disminuye (Becquerel y Rodier) así como la cantidad de hierro (Maggiorani).

**Composicion química del bazo.**—Con la produccion de células linfáticas y sanguíneas se veri-

fican en la sangre esplénica modificaciones químicas importantes; las principales sustancias que se forman en este ógano son las siguientes:

1.ª Azoados: un albuminato-ferruginoso, xantina, hypoxantina, leucina, colesterina y ácido úrico.

2.ª No azoados: una gran cantidad de inosita, ácido láctico, ácidos grasos volátiles: fórmico, acético y butírico.

3.ª Inorgánicos: sosa, potasa, ácido fosfórico, óxido de hierro y cal.

Casi todas estas sustancias deben considerarse como productos de descomposicion, y se encuentran rellenando las mallas de la pulpa.

**Comparacion entre la sangre de la arteria y vena esplénica.**—El análisis comparativo entre la sangre de la arteria y de la vena esplénica, nos dará á conocer las modificaciones que aquel líquido experimenta á su paso pór el bazo. De ello resulta: 1.° Que la sangre que entra contiene menos glóbulos blancos que la que sale; siendo la proporcion entre los leucocitos y los hemáties de 1 : 2000 en la arteria, llega á 1 : 70 y aun menos en la vena. 2.° Que la sangre de la vena contiene mas fibrina y agua que la de la arteria; siendo segun Gray las sustancias respectivamente de 0,22 y 78,9 por 100 en la arteria, ascienden hasta 0,65 y 0,83 por 100 en la vena. No sufriendo cámbio la composicion del suero debe referirse el aumento en la proporcion del agua á una disminucion de los glóbulos sanguíneos. Tambien sufren modificaciones estos cuerpos en su estructura. Los glóbu-

los de la sangre de la vena esplénica son mas pequeños, mas claros que los de la arteria y su contenido cristaliza fácilmente.

Las acciones químicas que producen todas estas metamórfosis en la sangre parecen estar influenciadas por la actividad de las glándulas que coadyuvan á la digestion, lo cual hasta el dia, solo puede demostrarse por la riqueza de oxígeno en la sangre venosa. Stor y Saint-Pierre han demostrado que durante el ayuno, la sangre de la vena esplénica contiene de 11,9 á 15 volúmenes de oxígeno por 100, cifra que baja hasta 4,7 ó 6,6 por 100 durante la digestion. Las variaciones que experimenta el volúmen del bazo indican por lo demás que deben producirse en la sangre modificaciones de esta naturaleza: algunas horas despues de la digestion, aumenta el volúmen de dicho órgano tal vez porque las glándulas digestivas están dilatadas al final de su periodo secretorio.

**Destruccion de los corpúsculos sanguíneos en el bazo.**—Un gran número de observadores creen sin razon alguna que no solo hay en el bazo formacion de corpúsculos de la sangre sino destruccion tambien de los mismos. Este hecho se ha deducido de que con frecuencia se encuentran en el órgano mencionado fragmentos de corpúsculos sanguíneos aglutinados, envueltos con una especie de membrana y que pueden descomponerse y trasformarse en pigmentum. Nada de estraño y sorprendente hay en esta trasformacion de la sangre en el bazo, por la gran facilidad conque se infiltra en su tegido, puesto que se observa el mismo fe-

nómeno en otros órganos, como por egemplo en los derrames del cerebro.

Estos corpúsculos se hallan algunas veces englobados por las células linfáticas amiboides, lo que verosimilmente puede explicarse por los movimientos de que estas se encuentran animadas ó por su falta absoluta de cubierta (V. c. V).

Beclard, comparando la sangre de la vena yugular con la de la esplénica, ha sostenido que los glóbulos rojos se destruyen en el bazo: se ha observado, en efecto, que los animales á quienes se ha extirpado esta víscera, sufren mas largo tiempo la inanicion que aquellos que la conservan. Qué se quiere decir con esto? Que los primeros deben su fuerza de resistencia á la cesacion de la funcion del bazo que no destruye los hematies, y por consecuencia los elementos de la vida como en los segundos. Otros observadores pretenden además haber demostrado la hiperglobulia en los animales privados de este órgano.

Nadie duda que el bazo, como todo órgano y tegido cuya nutricion es muy activa, sea el sitio de la destruccion de los glóbulos rojos. En los casos patológicos en que se encuentra excitada la funcion de esta glándula (caquexia palúdica), se hallan en su parénquima restos considerables de pigmentum sanguíneo. Pero no es menos cierto que en el estado normal produce mayor número de glóbulos que destruye, y que sobre todo es un órgano hemato-poyético. Al lado de los leucocitos existentes en gran número, hay glóbulos intermedios y glóbulos rojos jóvenes, es decir, mas pequeños, mas

densos y refractarios á la accion del agua etc., que los hematies despues de haber llegado á su completo desarrollo.

## CAPÍTULO II.

### SANGRE.

#### § I.—PROPIEDADES GENERALES, PRINCIPIOS, COMPOSICION Y PESO ESPECÍFICO DE LA SANGRE.

Se puede obtener fácilmente la sangre por medio de sangrias ya de las venas ya de las arterias; coagulándose la sangre rápidamente despues de su salida de los vasos, hay necesidad de tomar ciertas precauciones para aislar sus varias partes constituyentes; basta filtrar la de la rana á traves de un medio de poros muy finos que contenga agua azucarada para conseguir la separacion de los glóbulos y del plasma. Recibiendo la sangre del caballo en una probeta sumergida en una mezcla refrigerante, se observa que aquel humor tarda mucho en coagularse y lo realiza dividiéndose en tres capas: una inferior opaca rojo oscura, que ocupa algo mas de la altura total constituida por los glóbulos rojos; una capa media, blanco-grisácea, de $^1/_{20}$ de espesor con relacion á la misma altura formada por los glóbulos blancos; y finalmente otra superior, líquida y trasparente, representada por el plasma puro (Kühn). Algunos fisiólogos han utilizado la fuerza centrífuga por rotacion horizontal para conseguir la separacion de las partes sólidas y líquidas del humor que nos ocupa.

**Definicion.**—Se ha definido la sangre un *medio interior* (V. Cl. Bernard, *propiedades de los tegidos vivientes*); pero esta definicion es demasiado general, porque todos los tegidos, unos con relacion á otros, pueden gozar el papel de medio interior.

Robin la coloca entre los *humores constituyentes* (V. p. 8) Frey, Rouget y numerosos histólogos la consideran como un tegido, un *tegido celular con sustancia intercelular líquida*. (1)

La sangre es un líquido alcalino, opaco, de un color rojo que varia desde el cereza al claro, ligeramente verdoso á la luz directa, de un olor especial y sabor salado ó soso y nauseabundo, que es el intermediario entre los tegidos superficiales y los profundos, recibiendo en su seno los materiales de nutricion y desgaste de todo el organismo.

Las variaciones de color de la sangre dependen principalmente de dos causas: 1.ª del estado de la hemoglobina y de las alteraciones que esta sustancia puede sufrir; 2.ª del estado de los glóbulos y

(1) De este modo, dice Küss, queda comprendida en una de las cuatro grandes clases de tegidos siguientes:

1.ª Tegidos celulares sin ó con poca sustancia intercelular: epitelium y sus derivados (uñas, pelos, esmalte y cristalino).

2.ª Tegidos celulares con sustancia fundamental líquida (sangre, linfa, quilo, etc.).

Estos son los humores constituyentes de Robin (Véase pág. 9).

3.ª Tegidos celulares con sustancia fundamental abundante mucosa, hyalina ó fibrosa (cartilago y todos los tegidos colágenos ó conjuntivos).

4.ª Tegidos formados por glóbulos que hayan dado lugar por la yustaposicion á la formacion de fibras ó tubos (músculos, nervios, vasos, etc.) (V. p. 9 y 13).

sobre todo de su diferencia de refraccion con el poder refringente del plasma.

**Peso específico, calor, reaccion, sangre viviente, sangre muerta.**—La sangre (peso específico: 1.045—1,075; calor: 36-39°C, reaccion alcalina) tal como fluye de los vasos ó *sangre viviente,* se compone de un líquido, *plasma sanguinis*, y de numerosos corpúsculos pequeñísimos, suspendidos en el plasma (V. p. 293).

Cuando la sangre ha abandonado los vasos, ó no circula en su interior, se coagula y recibe el nombre de *sangre muerta.* Se compone de una masa compacta, roja, bastante resistente, *coágulo, placenta, seu coagulum, seu crassamentum sanguinis*, y de un líquido, *serum sanguinis* (no debe confundirse con el plasma) en el cual flota el coágulo.

**Funcion del plasma.**—Todos los órganos reciben de este cuerpo las sustancias necesarias á su vitalidad; oxígeno, albumina y otros cuerpos oxidables; y en cámbio desprenden $CO^2$ y otras materias oxidadas.

**Funcion de los corpúsculos de la sangre.**—Los corpúsculos de la sangre son los reservorios del oxígeno que continuamente absorben y exhalan, separan ciertas partes constitutivas del líquido sanguíneo y son los excitadores esenciales de las combustiones.

## § II.—COAGULACION DE LA SANGRE.

**Separacion del plasma y de los corpúsculos de la sangre.**—Los elementos constitutivos de la

sangre viviente no se pueden separar simplemente por filtracion. Es necesario, para obtener este resultado, poner en práctica diversos procederes. Este objeto se obtiene en la sangre de la rana empleando varias especies de papel de filtro préviamente impregnado de agua azucarada (½ por 100). Los corpúsculos permanecen sobre el filtro, y pasa un líquido claro del cual se pueden separar algun tiempo despues con un alfiler blancos copos coagulados (J. Müller). Si se vierte la sangre de un mamífero en un vaso lleno hasta la mitad de una disolucion concentrada de sal de Glauber (1) y se deja en reposo, los corpúsculos se depositarán poco despues en el fondo, y por encima se encontrará un líquido bastante claro. Si al mismo tiempo se añade á este líquido agua comun, se separará una masa fibrinosa (Denis). Parecidos fenómenos determinan otras sales como la sal comun por egemplo.—La sangre del caballo, depositada en un vaso frio, se divide, colocándose el plasma líquido por encima de los corpúsculos sanguíneos, y al poco rato se la encuentra formando un coágulo de la forma del vaso.

**Fibrina.—Sustancia fibrinógena.—Sustancia fibrino-plástica.**—De lo dicho se desprende, que la coagulacion de la sangre es debida á una sustancia que está contenida en el plasma y se fija en la sangre muerta.

Cuando esta sustancia permanece líquida, recibe el nombre de *fibrinógena*, cuando se ha fijado reci-

(1) Sulfato de sosa.

be el nombre de *fibrina*. Los corpúsculos de la sangre se adhieren á la fibrina al principio granulosa, despues gelatinosa, y últimamente fibrosa y muy elástica, dando lugar á que el coágulo sanguíneo se concrete mas y mas á causa de la elasticidad de aquella y exprima el líquido que ha perdido la sustancia fibrinógena tomando el nombre de suero. Algunos minutos despues que la sangre ha salido de los vasos principia á adquirir resistencia; 12 ó 14 horas mas tarde se halla habitualmente dividida en coágulo y suero. La fibrina tal como se encuentra en algunos estados morbosos, se coagula con mas lentitud cuando los corpúsculos de la sangre que tienen mayor peso específico precipitan con una parte de la fibrina, mientras que en el suero que se halla por encima, una parte de esta se coagula poco á poco y forma una cubierta blanca, costra flogistica *custra phlogistica*.

En la superficie, en donde el coágulo se encuentra en contacto con el aire admosférico, su materia colorante se oxida y adquiere un color rojo claro; en el interior la coloracion es rojo oscura.

Pero la sustancia fibrinógena no se halla contenida solamente en el plasma sanguíneo, se encuentra tambien en los líquidos de las cavidades serosas y por consiguiente en el pericardio, peritoneo, túnica vaginal, testículo, etc. En el estado de salud, estos líquidos son perfectamente claros; en un gran número de enfermedades, presentan grumos, es decir, que la sustancia fibrinógena se ha trasformado en fibrina.

Hay una sustancia que puede hacerla coagular

muy rápidamente, tal es la *globulina*, *para-globulina ó sustancia fibrino-plástica*.

Puede extraerse de diversas partes del cuerpo, por egemplo, de los corpúsculos de la sangre, del suero, de la lente del cristalino, de la leche, del quilo, de la cornea, etc. Se obtiene con la mayor facilidad, haciendo pasar, durante cierto tiempo, una corriente de $CO^2$ á través del suero sumamente dilatado en agua; este suero se enturbia y se forma un sedimento blanco.

Aun cuando exista en el plasma una sustancia coagulante (globulina) así como una coagulable (fibrinógena), no se coagula, sin embargo, en el interior de los vasos en el vivo. Es probable, que durante la vida, segreguen las paredes vasculares una sustancia, ó en general, egerzan una accion que prive á la globulina de su poder coagulante (Brücke), ó bien que la globulina únicamente se forme de las sustancias similares de la sangre muerta; hasta el presente se ignora la causa de la coagulacion.

Varias son las teorías que se han propuesto para esplicar este hecho. 1.ª Segun Schmidt el ozono destruiria la para-globulina ó sustancia fibrino-plástica á medida que aparece en el suero y sin darle el tiempo necesario para obrar sobre el fibrinógeno formado por los vasos; extraida la sangre de estos conductos y vuelto el ozono al estado de oxígeno ordinario, no obraria sobre la para-globulina y la accion de esta sobre el fibrinógeno determinaria la formacion de la fibrina. Esta teoría, sin embargo, no explica la formacion de los depósitos

de fibrina sobre los cuerpos inertes introducidos sobre la sangre en circulacion.

2.ª Richardson admite en la sangre una pequeña cantidad de amoníaco que mantendria á la fibrina en disolucion, desprendiéndose este cuerpo en contacto del aire daria lugar á la coagulacion de la fibrina. A esta hipótesis puede obgetársele lo mismo que á la anterior, prescindiendo de que la presencia del amoníaco en la sangre es muy problemática ó que á lo mas existe en cantidad infinitesimal.

3.ª Gauthier ha aceptado una opinion emitida por Heynsius y dice que la para-globulina no existe normalmente en el plasma de la sangre sino en los glóbulos rojos, porque á ser cierto lo primero, se la deberia encontrar tambien en las trasudaciones serosas, lo cual es un hecho muy excepcional. Siempre que el glóbulo rojo se altera ó muere como sucede al salir de los vasos, la para-globulina pasa al plasma y reaccionando sobre la sustancia fibrinógena produce la coagulacion. Aquí, como puede verse, persiste la objecion hecha á las dos anteriores y además queda por explicar qué hace esta para-globulina cuando los glóbulos se destruyen fisiológicamente en la sangre que circula.

4.ª Mathieu y Urbani recientemente afirman que el ácido carbónico es el agente de la coagulacion espontánea de la sangre, opinion que por otra parte vemos corroborada por el ilustrado catedrático español Dr. Magaz. Si se toma, por ejemplo, sangre de la vena renal que no se coagula por el batido, ú otra hecha incoagulable privándola de

su ácido carbónico por exósmosis, la adicion de este último gas produce de nuevo la coagulacion; el ácido carbónico, pues, reacciona sobre la fibrina disuelta en el suero y la trasforma en fibrina coagulada, y esta última desprende el gas mencionado bajo la influencia de los ácidos fijos: de este modo se explica por qué la sangre contiene menos ácido carbónico libre despues que antes de su coagulacion. Las sales alcalinas retardan este fenómeno fijando el ácido carbónico é impidiendo que reaccione sobre la fibrina; si durante la vida aquel gas no ejerce su influencia sobre esta última sustancia es que los glóbulos gozan la propiedad de fijarlo.

5.ª Mantegaza considera la fibrina como un producto de secrecion de los glóbulos blancos, opinion combatida por Lussana que la considera como un detritus fluidificado y oxidado de las materias albuminoides, el cual puede coagularse bajo la influencia de la para-globulina que procedería de los glóbulos rojos y de los glóbulos blancos. Bechamp y Stor creen que la fibrina estaria formada por la reunion de los micrózimas (granulaciones contenidas en toda célula animal) de la sangre y de los productos de su secrecion á expensas de las materias albuminoides.

La sangre contenida en los vasos no se coagula inmediatamente despues de la muerte. Subsistiendo mucho tiempo despues la capa endotelial, continua poseyendo la propiedad de impedir el desdoblamiento de la plasmina. La coagulacion principia en el centro de la columna sanguínea y gracias al considerable tiempo que la sangre permanece flui-

da en estos casos, puede verificarse perfectamente la separacion de la fibrina y de los glóbulos. Por esta razon los coágulos *post mortem* ofrecen el aspecto de la corteza de tocino, puramente fibrinosos en el centro y rodeados mas ó menos por una vaina de glóbulos rojos reunidos por la fibrina, *coágulos mixtos*. En las partes menos declives se encuentran los coágulos formados enteramente de fibrina, *coágulos blancos*.

**Lentitud de la coagulacion.**—Los agentes que retardan la coagulacion, son los siguientes: álcalis cáusticos en débil cantidad, carbonatos alcalinos, sulfato de sosa, nitrato de potasa, cloruro de sodio, de potasio, agua azucarada, congelacion de la sangre, remanso de esta despues de la muerte en el corazon y los vasos.

**Aceleracion de la coagulacion.**—La coagulacion es acelerada por el contacto del aire, una temperatura poco superior á la del cuerpo, agitacion de la sangre fuera de la economía.

### § III.—ELEMENTOS MORFOLÓGICOS DE LA SANGRE.

**Elementos morfológicos de la sangre.—Corpúsculos rojos, células incoloras, gránulos elementales.**—*Los elementos morfológicos de la sangre viviente* son tan pequeños, que únicamente son apreciables al microscópio y con un aumento considerable, y solo ofrecen, por consiguiente, una débil resistencia á las fuerzas que les impelen en los vasos. Se distinguen:

1.° *Los corpúsculos rojos de la sangre* (hematies)

compuestos en su mayor parte de elementos sólidos. Son pequeños discos aplanados, lisos, muy elásticos que se pueden comparar á las piezas de monedas, se presentan excavados por una depresion en su centro. Son mas anchos (término medio 0,0076$^{mm}$=1/131$^{mm}$=1/300''' próximamente) que gruesos (0,0017$^{mm}$,=1/1600''').

Cuando descansan por sus bordes, ofrecen el aspecto de un bastoncillo, por su plano adquieren la forma de un círculo. Con frecuencia se aglutinan y presentan la forma llamada pila de escudos (V. fig. 22). Vistos aisladamente, aparecen amarillos, algunas veces de un color que tira á verde; en gran número y yuxtapuestos, son rojos. Su gran elasticidad se demuestra fácilmente en la sangre que circula, sobre todo en las ranas, donde se los vé cambiar de forma en los canales estrechos que no tienen un diámetro suficiente.

Su peso específico es mayor que el del líquido, por lo cual van ellos al fondo.

Los corpúsculos sanguíneos están formados, en el embrion, en el interior de las células de la capa vascular de la membrana germinativa.

En el adulto, segun hemos visto, son producidos por los diversos órganos hemato-poyéticos.

Los glóbulos rojos del feto humano poseen un *núcleo que pierden* en la segunda mitad de la vida intra-uterina.

*Corpúsculos sanguíneos de los animales.* — Los corpúsculos sanguíneos de los mamíferos adultos se hallan todos *desprovistos de núcleo* y tienen la misma forma que los del hombre; solo los del ca-

mello y del llama son elípticos y miden $0^{mm},008$ de longitud. Son, en general, mas pequeños que los del hombre; los del perro tienen $0^{mm},0065$; los del conejo y los del raton, $0^{mm},006$; los del cerdo, $0^{mm},0056$; los del caballo y del buey, $0^{mm},0052$; los del gato, $0^{mm},005$; los del carnero, $0^{mm},045$; los mas pequeños son los del conejillo de Indias, $0^{mm},002$. Raras veces son mas gruesos que en el hombre; los del elefante, sin embargo, tienen $0^{mm},01$.—Todos los *vertebrados de órden inferior*, con raras excepciones, tienen los *corpúsculos elípticos provistos de un núcleo* de forma de un grano de calabaza silvestre. Los de los pájaros tienen $0^{mm},009$ á $0^{mm},018$ y un núcleo esférico; los de los *reptiles* miden $0^{mm},018$ á $0^{mm},052$ de longitud y contienen núcleos esféricos ó elípticos; los *mas voluminosos son los de los anfibios* (rana $0^{mm},025$ á $0^{mm},028$ de longitud por $0^{mm},015$ á $0^{mm},018$ de anchura; proteo $0,^{mm}054$ de largos por $0^{mm},035$ de anchos; salamandra, $0^{mm},05$ de longitud). Los corpúsculos de los pescados tienen, en general, $0^{mm},012$ á $0^{mm},015$ de longitud; los de los plagiostomos solo miden $0^{mm},02$ á $0^{mm},032$; los lepidopteros, $0^{mm},042$ de largos y $0^{mm},025$ de anchos. Los glóbulos de la myxina y del petromyzon tienen $0^{mm},01$ de diámetro, son redondeados y ligeramente cóncavos por sus dos caras. El amphioxus no posee corpúsculos, y el leptocephalo solo los tiene blancos.—Los corpús-




Fig. 25—T. de Kölliker. 1. Células sanguíneas de la rana; *a*, vistas de frente; *b*, vistas de lado, decoloradas por el agua. 2. Células sanguíneas del pichon; *a*, vistas de cara; *b*, de perfil.

culos sanguíneos de los animales *invertebrados*, se parecen á los glóbulos blancos de los animales superiores y son casi siempre incoloros (Kölliker). Rouget ha demostrado, en oposicion á la opinion admitida, que los invertebrados poseen tambien glóbulos colorados; estos elementos presentan en ellos las particularidades siguientes: son granulosos, desprovistos de cubierta, su materia colorante (hematina) en vez de formar un cuerpo homogéneo con los otros principios de los glóbulos, está esparcida en pequeñas masas distintas. Sus glóbulos están rodeados de una cubierta espesa de doble contorno, y contienen una materia homogénea, rosácea, muy refringente.

**Estroma y hemoglobina.—Elementos químicos de los corpúsculos de la sangre.**—Todo corpúsculo sanguíneo se compone de una sustancia fundamental incolora que se llama *estroma*, y de una sustancia colorante, la *hemoglobina*. Se puede aislar la última bastante completamente para que quede solo el estroma. Este resultado se obtiene por medio del agua, por las descargas eléctricas, por la aplicaeion de un frio intenso. (Rollet), por el ácico acético, éter, sulfocianuro de potasio, sulfuro de carbono, etc. Todavia no se ha podido precisar si los pequeños cuerpos que permanecen aislados poseen ó no una membrana, ó si debe atribuirse una cubierta al corpúsculo sanguíneo intacto. Las observaciones segun las cuales estos corpúsculos tratados por la urea (Kölliker), sometidos á congelaciones y calefacciones repetidas (Rollet), expuestos á un calor

que exceda de 50°C (M. Schultze), caen á pedazos, hablan en sentido contrario. Hasta el presente la membrana de los corpúsculos de la sangre no se ha demostrado todavia para los mamíferos.

Los experimentos aducidos contra la existencia de una membrana de cubierta, dan parecidos resultados para los cuerpos de los infusorios (Rouget). ¿Podremos rechazar por esto una cubierta á dichos animalículos? Estos la poseen ó cuando menos una capa cortical. La accion del ácido pícrico ó crómico la vuelve muy aparente; y en los batracios, se observa con una notable limpieza, cuando durante la invernacion, se forman ya pequeñas vacuolas incoloras ó ya irradiaciones de la sustancia colorante (Rouget).

**Coagulacion de los glóbulos de la sangre.** —Los corpúsculos de la sangre se encogen y parecen coagularse por el alcohol, ácico tánico, creosota y ácido nítrico; se disuelven por los álcalis y ácidos biliares. Muchas sustancias, el cianuro de potasio, por egemplo, reducen la hemoglobina á pequeños gránulos que se escapan del estroma animándose de un movimiento molecular.

2.° *Los corpúsculos blancos ó incoloros de la sangre ó de la linfa* (leucocitos) (V. p. 301) pequeños glóbulos no colorados que tienen por término medio $0{,}011^{mm} = 1/200''' = 1/88^{mm}$ de diámetro, no contienen hemoglobina como los rojos, pero presentan un núcleo y una masa contractil finamente granulosa (protoplasma).—Calentados los corpúsculos blancos recien-recogidos cambian su forma redondeada, se hacen dentellados, envian prolongaciones á la

manera de los amibos y se apoderan de las moléculas de cinabrio, etc. puestas en su contacto (Schultze).

*Estructura de los corpúsculos de la sangre.*—(Bennett). Las opiniones emitidas sobre esta cuestion son muy numerosas para entrar en minuciosos detalles. Nosotros solo enunciaremos aquí las principales: 1. Los corpúsculos colorados de la sangre son animalículos (Kircher, Borelli);—2. Glóbulos de grasa; (Malpighi).—3. Están formados de seis partes, cada una de las cuales á su vez se halla constituida por otras seis (Leuwenhoeck). Esta opinion era la base de la célebre teoría del *error loci* emitida antes por Boërhaave;—4. El corpúsculo de la sangre es un anillo (De la Torre);—5. Una vesícula que contiene un núcleo móvil y libre (Hewson);—6. Un cuerpo fibrinoso sólido de forma bicóncava, (Young, Hodgkin, Lister, Gulliver);—7. Una vesícula que contiene un núcleo rodeado de aire (Schulz);—8. Una vesícula que encierra una materia colorante semi-fluida, (Donné);—9. Una célula organizada que contiene seis núcleos;—10. Un cuerpo que contiene un filamento espiral, base elemental de todos los tegidos (Martin Barry);—11. Una vesícula que contiene un núcleo fijo á sus paredes por los dos polos y rodeado por un líquido colorado (Rees y Lane);—12. Una vesícula de doble cubierta (Roberts, Hensen);—13. Un cuerpo homogéneo en el vivo, coagulándose en parte cuando abandona el organismo y solidificándose sobre todo en su centro, (De Blainville, Mandl, Savary).

«De todas estas opiniones, dice Bennett, la última es la que me parece mas próxima á la verdad. Yo creo que los corpúsculos de la sangre de los mamíferos consisten en una membrana y en un contenido sólido, la cual he logrado, en mas de una ocasion cuando examinaba los corpúsculos sanguíneos recien-extraidos, dislacerar y ver escaparse entonces al exterior su contenido. Si se someten los glóbulos y particularmente los del lagarto de agua á la accion de una sustancia coagulante, se pueden apreciar algunas arrugas en su superficie. El contenido fluido se coagula tal vez segun lo creia de Blainville, en el centro, como se observa en el cristalino y en la médula de los tubos nerviosos. Esta hipótesis se armoniza muy bien con la gran elasticidad del corpúsculo sanguíneo vivo, su poder endosmo-exosmótico, la influencia de los reactivos sobre el, su prominencia central demostrada por el profesor Fren, de Chicago, y la salida de una materia glutinosa, capaz de cargarse de pigmento despues de la adicion del ácido tánico.»

*Vida de los corpúsculos de la sangre.*—Como todo lo que tiene vida, los corpúsculos sanguíneos nacen, viven y mueren. Precedentemente hemos visto su orígen (V. p. 247). El oxígeno conserva su vida y su forma; si se les priva de este elemento, se disuelven. Cómo mueren? Es un misterio. No se encuentran en la sangre los elementos que puedan considerarse como detritus de los corpúsculos rojos desaparecidos, pero existen órganos en que parece manifiesta su presencia. La sangre que

sale del bazo contiene ½ menos de cruor, y la pulpa esplénica se compone en gran parte de los corpúsculos viejos y gastados por la sangre.

Ya hemos visto que el hígado elabora corpúsculos rojos; las razones que se alegan en apoyo de esta opinion son mas especiosas que verdaderas.

Sin duda alguna, las venas supra-hepáticas contienen ½ y aun ⅔ (317 partes de glóbulos rojos por 1000 de sangre en vez de 141) de glóbulos rojos mas que la vena porta. Pero este aumento solo es aparente; depende de la concentracion de la sangre cuyo plasma es absorbido en su mayor parte por la secrecion biliar.

En el licor de la sangre supra-hepática la proporcion del agua ha descendido á 68 por 100 en vez de 77 por 100, y el número de sus corpúsculos ha disminuido en la relacion de 1 gl. bl. por 170 rojos, en lugar de 1 gl. bl. por 740 rojos, relacion de estos elementos en la vena porta (descarga de la vena esplénica). Prescindiendo de la concentracion del plasma en el hígado, no puede explicarse el aumento de los glóbulos blancos en la sangre supra-hepática, sino por una produccion real de de estos elementos ó por la destruccion de un gran número de glóbulos rojos. Ningun fisiólogo ha emitido la idea de que el hígado fuese el órgano generador de estos; es pues probable que se destruyen en dicha glándula. Esta conclusion está en armonía con las nociones que abrigamos sobre la materia colorante de la bilis; parece idéntica á la hematoidina, un derivado de la hematina de la sangre. La coloracion de la bílis, segun esto, seria

debida á los productos de la destruccion de los corpúsculos rojos. Se ha obgetado, que la bilis de los invertebrados, cuya sangre es incolora, era sin embargo colorada. Esta obgecion cae ante los trabajos de Rouget, que ha observado en estos animales corpúsculos colorados, y ante los de Fumouze que ha demostrado, por el análisis espectral, que en los invertebrados cuya sangre se habia considerado como incolora, se encontraba la hemoglobina disuelta en el suero.

En resúmen, el hígado puede ser considerado mas bien como un órgano de destruccion que de formacion de corpúsculos rojos (V. Küss).

Existen en la sangre un glóbulo blanco por 500 rojos próximamente. Aumentan en gran manera despues del uso de sustancias nutritivas y de medicamentos tónicos, pero especialmente en las hipertrofias del bazo. Nacen en las glándulas conglomeradas (V. p. 303 y sig.) y es probable que se hallen sometidos á un gran número de metamórfosis. Créese que se trasforman en corpúsculos rojos de la sangre (de Recklinghausen).

**Orígen de los glóbulos rojos.**—Aunque este podria deducirse de lo que llevamos expuesto al tratar de los órganos hemato-poyéticos, especialmente del hígado y del bazo, debemos enunciar en este sitio las teorías principales que se admiten hoy en la ciencia. Ya en 1842, Donné dijo que el glóbulo de la sangre era un elemento anatómico distinto susceptible de presentar varias fases evolutivas, de simple globulino en un principio pasaba despues á leucocito para últimamente llegar á he-

matíe como estado definitivo; la circunstancia de encontrarse hematíes en la linfa y aun en el cañal torácico del hombre, segun Gubler y Quevenne, el haberse encontrado formas celulares intermedias entre ambos elementos morfológicos, hecho demostrado por Klets y Rechlinghauseu en la leucocitemia y corroborado por Frey en el canal torácico del conejo, son datos que parecen confirmarlo. Además de esto, Rechlinghauseu ha podido seguir dia por dia la trasformacion de leucocitos en hematíes en la sangre de la rana conservada en pequeñas capsulas y mantenida en condiciones normales de temperatura y humedad; Kölliker ha llegado á un resultado parecido. Las formas intermediarias de que hemos hablado, se encuentran especialmente en el bazo, de modo que la mayor parte de autores consideran á esta entraña como el sitio donde se verifica la trasformacion, sin embar go, á pesar de todo no puede darse como un hecho inconcuso, porque se observa en el embrion la presencia de los glóbulos rojos antes que la de los blancos. Prescindiendo de la teoría de Robin que los hace derivar de la hoja media del blastodermo, Beaunis y la mayor parte de autores modernos creen que los primeros hematíes que aparecen en la sangre se desprenden de las paredes del corazon, multiplicándose despues por escision segun unos y por una funcion especial del hígado segun otros. El mismo autor antes mencionado cree que en el adulto los hematíes proceden de los leucocitos, siendo la médula de los huesos uno de los sitios preferentes de formacion.

Todavía se ignora el tiempo de duracion de los hematíes en la sangre, del mismo modo que son inciertos tambien el modo y el sitio en que se destruyen; el único hecho positivo es que en la sangre se observan glóbulos que ofrecen diferencias de coloracion, de consistencia y de volúmen, que segun antes hemos dicho, deben corresponder á diversos grados de desarrollo, se verifica, pues, en este líquido una destruccion y renovacion incesante de glóbulos rojos.

3. De *pequeños corpúsculos pulverulentos*, de color oscuro, formados probablemente de grasa dividida y de restos de corpúsculos sanguíneos. Se les llama *gránulos elementales*.

## § IV.—COMPOSICION QUÍMICA DE LA SANGRE. (1)

Existen en la sangre sustancias procedentes de tres distintos orígenes:

(1) Hé aquí la composicion de la sangre en los vasos segun Cárlos Robin:

A. *Elementos anatómicos en suspension*, 141 por 1000 en el hombre, y 127 por 1000 en la muger, por término medio; los cuales son: 1.° hematies; 2.° leucocitos.

B. *Plasma* distinto del suero, porque contiene la fibrina en estado líquido. Su composicion es compleja. Está constituido por:

PRINCIPIOS DE LA PRIMERA CLASE: 1.° Oxígeno al estado gaseoso en la cantidad de 24 centímetros cúbicos en la sangre arterial y 11 centímetros cúbicos en la venosa. 2.° Algunas veces vestigios de hidrógeno. 3.° Azoe, 13 centímetros cúbicos por 1000 en la sangre arterial y 15 por 1000 en la venosa. 4.° Acido carbónico, 64 por 1000 en la sangre arterial y 55 por 1000 en la venosa. 5.° Agua 779 en peso por 1000 en el hombre y 791 en la muger. 6.° Cloruro de sodio, de 3 á 4 por 1000. 7.° Cloruro de potasio. 8.° Clorhidrato de amoniaco. 9.° Sulfato de

1. Las que son conducidas por el conducto torácico y las venas cavas.

2. Las que tienen su orígen en la misma sangre, en virtud de procesos químicos.

3. Las que penetran por difusion de los tegidos.

Prescindiendo de los gases (á saber: $CO^2$,O y Az) se encuentran en la sangre elementos azoados, no azoados y minerales; pero no en las mismas proporciones que en los alimentos, en donde las primeras se hallan representadas por 1 y las segundas por 4 próximamente. La sangre solo contiene la grasa como sustancia no azoada y además una débil cantidad de azúcar (Cl. Bernard). La grasa se halla débilmente repartida. 1000 partes de san-

---

potasa. 10. Sulfato de sosa. 11. Carbonato de sosa. 12. De potasa. 13. De cal. 14. De magnesia. 15. Fosfato de sosa. 16. De potasa. 17. Magnesia. 18. De cal de los huesos. 19. Probablemente sílice. 20. Vestigios de fosfato de hierro. 21. Vestigios de cobre, plomo y manganeso en estado de combinacion aun no conocida.

PRINCIPIOS DE LA SEGUNDA CLASE. *Primera tribu.* 1.° Lactato de sosa. 2.° Lactato de cal. 3.° Hipurato de sosa. 4.° Pneumato de sosa. 5.° Urato de sosa. 6.° Urato de potasa. 7.° Urato de cal ó tal vez de amoníaco. 8.° Acetato de sosa.—*Segunda tribu.* 9.° Urea. 10. Creatina. 11. Creatinina.—*Tercera tribu.* 12. Oleato de sosa. 13. Margarato de sosa. 14. Estearato de sosa. 15. Valerato de sosa. 16. Butirato de sosa. Todas estas sales son ácidos grasos en la proporcion de 1 por 1000. 17. Oleina. 18. Margarina. 19. Estearina, en la proporcion de 1,60 por 1000, y están unidos á los jabones ya en el estado de suspension ya en forma de gotitas que comunican al suero un color blanquecino. 20. Materia grasa fosforada, 0,48 por 1000. 21. Serolina, 0,02 por 1000. 22. Colesterina 0,08 por 1000.—*Cuarta tribu.* 23. Glucosa.

PRINCIPIOS DE LA TERCERA CLASE. 1.° Fibrina. 250 por 1000. 2.° Albúmina, 69 por 1000 en el hombre y 70 en la muger. 5.° Albuminosa. 6.° Vestigios de biliverdina.

gre contienen 1,6 á 1,9 (Bequerel y Rodier), y se presenta en el plasma en parte bajo la forma de grasa neutra y en parte bajo la forma de jabon. 1000 partes de sangre contienen, al contrario, 200 próximamente de albuminoides. Podemos presumir ó que la grasa se disuelve rápidamente en la sangre ó que se elimina con suma prontitud.

**Productos de descomposicion.**—En la sangre se observan tambien productos de descomposicion como urea, ácido úrico, ácido hipúrico, creatina, creatinina, en cantidad, sin embargo, sumamente pequeña, de suerte que todo induce á creer que estas sustancias son eliminadas de la sangre con extraordinaria rapidez.

**Albuminoides.**—En la sangre se encuentran muchas especies de materias albuminoideas:

1.ª Fibrinógena ó fibrina del plasma.

2.ª Globulina ó sustancia fibrino-plástica del plasma y del suero.

3.ª Albuminato de sosa ó caseina del suero (Panum) precipitable en este por una pequeña cantidad de ácido acético.

4.ª Albumina propiamente dicha del suero. Se distingue de la del huevo en que esta última se coagula por el éter y desvia á la izquierda el plano de polarizacion menos que la albumina del suero. De la globulina se distingue en que esta se enturbia, es verdad, por el calor, pero no forma coágulo y es precipitada por el gas $CO^2$.

La albumina del suero no trasuda normalmente de los vasos. Lo verifica en gran cantidad cuando se suspende el curso de la sangre por una ligadura ó

compresion. El obgeto fisiológico de este fenómeno es ciertamente la nutricion de los tegidos, pero, segun Küss, no es la albumina sola la que nutre los elementos histológicos, sino las peptonas contenidas con ella en el suero exudado; porque son eminentemente aptas para trasformarse en tegidos. Para este autor la albumina del suero no desempeñaria otro papel que impedir la adhesion de la sangre á las paredes de los vasos.

5.ª Hemoglobina de los corpúsculos sanguíneos.

6.ª Una forma de albuminoide semejante á la peptona, no precipitable por el calor, *bióxido de proteina* (Mulder) y una sustancia que se comporta como el *protagon* (Hermann).

**Elementos minerales de la sangre.**—La mitad próximamente de la ceniza de la sangre se compone de cloruro de sodio, el cual pertenece en su mayor parte y tal vez en totalidad al suero, mientras que el cloruro de potasio se encuentra en gran parte en los corpúsculos. Estos últimos, á la manera de los músculos, contienen generalmente mas potasio, y el suero abunda en sales de sosa. Es notable que la ceniza de la sangre de los animales que se nutren de materias vegetales posee menos potasa y ácido fosfórico que los carnívoros y omnívoros.

Si los elementos figurados de la sangre contienen en su mayor parte las sales de potasa encontradas en este humor constituyente, claro es que se hallan indicados para combatir las afecciones que interesan directamente los corpúsculos sanguíneos (*Aglobulia, acruoria*).

Con todo, las sales de potasio que tienen la propiedad de hacer mas lentos los movimientos del corazon, conviene administrarlas á dósis prudentes (Rabuteau).

Hay muy pocos metales cuya existencia en la sangre no se haya supuesto: el hierro, el manganeso (Trabajos de Gromier, de Lyon) el cobre, etc.

## § V.—CANTIDAD DE LOS MAS IMPORTANTES PRINCIPIOS.

1000 PARTES DE SANGRE CONTIENEN SEGUN SCHMIDT.

| | | AGUA. | SUSTANCIAS SÓLIDAS. | HEMOGLOBINA. | ALBUMINOIDES Y SUSTANCIAS ESTRACTIVAS. | FIBRINA. | SALES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Corpúsculos: | 513,04 | 949,71 | 163,33 | 159,59 | | | 3,74 |
| Plasma. . . . | 486,96 | 439,00 | 47,96 | | 39,89 | 3,93 | 4,14 |
| | | 788,71 | 211,29 | | | | 7,88 |

TOTAL DE LOS PRINCIPIOS CONTENIDOS POR LA SANGRE.

| | | C. | Az. |
|---|---|---|---|
| 78 % | Agua. . . . . | | |
| 16 % | Hemoglobina, donde entran | 8,67 | 2,56 |
| 4 % | Albúmina.. . . . . | 2,14 | 0,62 |
| 0.4 % | Fibrina. . . . . | | |
| 0.2 % | Grasa. | | |
| 0.8 % | Sales. | | |

Existen en el suero 8 á 9 % de albúmina y en los corpúsculos 30 por 100 de hemoglobina.

## § VI.—FIBRINA.

**Preparacion.**—Se prepara la fibrina coagulada batiendo la sangre fresca ó lavando su coágulo. Se agita este en el agua hasta adquirir un color blanco, se trata despues con el ácido clorhídrico diluido (se elige este ácido á causa de los fosfatos dobles de cal y de magnesia.)

**Propiedades.**—En el estado húmedo, es muy elástica, blanca, amorfa — ó bien se compone cuando se ha preparado agitando la sangre, de filamentos confusos—y se corrompe bastante pronto; en el estado seco, es gris y muy rígida. Contiene siempre elementos inorgánicos que quedan en el crisol despues de la calcinacion. Es insoluble en el agua, alcohol y éter; soluble en los álcalis y en el ácido acético; descompone el hiperóxido de hidrógeno. La fibrina coagulada de la sangre del hombre y de algunos animales (no de todos) del cerdo, por egemplo, es *trasformada* en albúmina por el *agua de nitro caliente* (30°-40°C), así como por la putrefaccion; en resúmen, tiene con la última sustancia lazos muy estrechos de parentesco.

La historia de la fibrina no se ha dilucidado todavia, es decir, que ha suscitado numerosas hipótesis.

Se creia antiguamente que la fibrina procedia de los glóbulos de la sangre, y que se encontraba en esta en el estado líquido, gracias á las propiedades fluidificantes del cloruro de sódio ó del amoníaco. Verdeil y Robin demostraron en 1851, que la fibrina no preexiste en la sangre como sustancia

concreta, que su estado normal es el líquido, estado que solo pierde fuera del organismo.

Bechamp y Estor han inventado una teoría que parece admirable. Segun ellos, la fibrina no seria un cuerpo inerte; resultaria del agrupamiento de moléculas orgánicas vivientes, de *microzymas*.

En cuanto al papel de la fibrina, era para los fisiólogos de no muy remota época, de una importancia capital, puesto que en su calidad de albumina perfeccionada, era la sustancia nutritiva por excelencia.

Actualmente son completamente diferentes las ideas dominantes sobre la naturaleza y el papel de la fibrina. Se ha demostrado que las sustancias mas nutritivas contienen poca fibrina y que, en un sugeto dado, este elemento azoado no se halla de ningun modo en relacion con la fuerza y vigor del organismo. En la actualidad ¿no saben todos los anatomo-patólogos que el ayuno, la fatiga, las enfermedades caquécticas, todas las influencias debilitantes determinan un aumento de fibrina, que la cantidad en el adulto no es mayor que en el niño, que se reproduce muy pronto despues de la sangria, y en fin, que no procede del exterior, sino que nace dentro de la economía? Y puesto que la fibrina se forma en exceso, cuando el organismo se gasta rápidamente (fiebre, inflamacion) ¿no nos encontrámos en el derecho de considerarla como un resto de la nutricion de los tegidos? Brown-Sequard ha observado que los músculos producen mucha mas fibrina que los otros tegidos, y la cantidad es tanto mayor cuanto mas movimientos

egercen. La fibrina es, pues, un producto excrementicio, como el $CO^2$, de la nutricion de los tegidos. Dá lugar á la formacion de urea y ácido úrico, cuya aparicion en la orina coincide con su aumento en la sangre (inflamacion, fiebre). La hiperinósis es siempre una consecuencia de la inflamacion y no su causa. Virchow, en su Patología celular, enseña que los derrames inflamatorios que tienen por sitio las cavidades viscerales, no resultan como lo pretende la escuela de Viena, de una exudacion de la fibrina de la sangre á través de las paredes capilares, sino de una sobre-actividad nutritiva de los elementos celulares, que dá lugar á una cantidad de restos orgánicos, es decir de fibrina, demasiado grande para que sea arrastrada completamente por la circulacion como en el estado normal. Veamos las ideas admitidas en la actualidad sobre el orígen de la fibrina. En dos palabras, se la considera con Denis (de Comercy) y Schmidt como el producto de un desdoblamiento. Segun estos, la parte albuminosa de la sangre está compuesta de dos sustancias: 1.ª SERINA (52 por 1000 de sangre) coagulable por el calor y los ácidos solamente. 2.ª LA PLASMINA (25 por 1000 de sangre) *coagulable por el cloruro de sódio, y pudiendo redisolverse en* 10 *ó* 12 *veces su peso de agua.* Esta solucion de plasmina, como la plasmina normal, puede separarse espontáneamente en dos partes, una coagulada es la *fibrina concreta* (3 á 4 por 1000 de sangre), la otra permanece disuelta pero pudiendo coagularse por el sulfato de magnesia, es la *fibrina disuelta* (22 por 1000).

De estos hechos resulta, que la coagulacion de la sangre es debida simplemente al desdoblamiento de la plasmina en fibrina concreta y fibrina disuelta.

Los compuestos de la fibrina siguen una progresion inversa en sus variaciones; cuanto mas aumenta la fibrina concreta, mas disminuye la fibrina disuelta y recíprocamente.

El nuevo método de investigacion ha permitido descubrir la presencia de la fibrina en la sangre supra-hepática, y probar que ciertas inflamaciones cuyos coágulos son pequeños no escapan á la ley comun de la *hyperinosis*. Basta, en efecto, someter la sangre que sale del hígado, teniendo cuidado de preservarla de toda mezcla con la bilis (Vulpian), á la accion coagulante del cloruro de sódio, disolver en seguida el coágulo obtenido en 10 á 15 veces su peso de agua, exponer despues la solucion al aire ó agitarla, para convencerse que la sangre supra-hepática considerada sin fibrina, contiene la proporcion normal de la fibrina concreta (2 á 4 por 1000). Los mismos medios aplicados á la sangre de ciertas inflamaciones *hypinosicas* en apariencia, revelan un aumento real de fibrina. En la sangre supra-hepática, como en las inflamaciones de que acabamos de hablar, impide el desdoblamiento de la plasmina una causa desconocida.

Germain Sée crée, pues, que en las enfermedades en general como en las anemias, no seria cuestion propiamente hablando de exceso ó defecto de fibrina. Deberia decirse que la plasmina

es mas ó menos perfecta, que sus dos elementos constitutivos la dividen mas ó menos desigualmente y que se disocian con mayor ó menor facilidad.

Vulpian considera la parte albuminosa de la sangre, como formando un todo compuesto, del cual la serina y la plasmina (fibrina concreta y fibrina disuelta) son un producto de desdoblamiento, lo mismo que el alcohol y $CO^2$ son el producto de desdoblamiento del azúcar. Esta manera de ver, dice Küss, arroja una gran luz sobre la patogenia de las albuminurias, particularmente las que se deben á la alteracion de la albumina de la sangre, y de las que se obtiene experimentalmente por la inyeccion ó ingestion de albumina aun préviamente extraida de la sangre del animal (Experimentos de Bernard, Stokvis, Calmette).

## § VII.—HEMOGLOBINA.

**Sinonimia.**—Hemato-globina, hemato-cristalina, antiguamente *cruor*, rojo de la sangre.

**Propiedades.**—La hemoglobina desprende rápidamente el oxígeno, como el negro de platino, en presencia de un sobre-óxido de hidrógeno. Esta propiedad falta en la sangre que contiene el ácido azul (1) (Schönbein).

Los corpúsculos sanguíneos sumergidos en agua abandonan la hemoglobina que la tiñe de rojo. En capas delgadas, parece verde esta sustancia.

(1) Acido prúsico ó ácido cianhídrico.

Es pues dicroitica. Bajo el punto de vista fisiológico se distingue por tres propiedades:

1.ª Por su proporcion de hierro.

2.ª Por su aptitud para cristalizar.

3.ª Por su gran capacidad de oxidacion.

**Composicion.**—En 100 partes de hemoglobina existen 0,42 de hierro (además C 54,2—H 7,2—Az 16,0—O 21,5—S 0,7).

El hierro no se descubre en la sangre fresca por sus reactivos habituales.

Si se calienta la ceniza de la sangre (1) con el ácido muriático, la solucion filtrada adquirirá un color azul por el ferrocianuro de potasio y rojo por el sulfocianuro de la misma base. Si se pone el gas cloro en contacto de la sangre, se formarán gruesas burbujas, se decolorará esta y se volverá gris blanquecina; el líquido amarillento filtrado reacciona sobre el hierro. Algunas sustancias orgánicas, cuando son alcalinas, no permiten reconocer su existencia. Si se vierte una gota de una solucion de hidroclorato de óxido de hierro en un vaso de reaccion que contenga agua azucarada, y se agita esta despues de haber añadido algunas gotas de amoníaco, el líquido negruzco no experimentará modificacion alguna con los reactivos habituales del hierro. Estos solo obrarán despues de la adicion de un poco de ácido (Rose). Hay en la sangre unas 0,08 por 100 de hierro, por consiguiente 4,8 gramos por 12 libras. En la ceniza

(1) En la ceniza del suero de la sangre apenas se observan vestigios de hierro.

existe este metal probablemente bajo la forma de óxido.

**Cristales de la sangre.**—*Los cristales de hemoglobina* se extraen de la sangre por medio del procedimiento siguiente: se mezcla con un volúmen igual de agua y medio de alcohol la sangre batida, y se deja en reposo durante veinticuatro horas á 0°. Los cristales se presentan bajo la forma de prismas de cuatro caras, los cuales se forman á menudo en la sangre de los perros que ha estado largo tiempo en reposo sin otra preparacion.

Estos cristales, romboédricos la mayor parte, se encuentran con frecuencia en gran número en el estómago de las sanguijuelas que han chupado y que se han conservado por espacio de 8 á 14 dias próximamente.

Los cristales de hemoglobina son, segun Schmidt, doblemente refringentes y pleocromáticos; en otros términos, un rayo luminoso que los atraviese se divide en dos, y los cristales presentan tres colores diferentes de cara y otros tres diferentes de ege. En el aparato espectral, las soluciones dilatadas de hemoglobina ofrecen dos rayas oscuras, llamadas líneas de absorcion ó bandas espectrales en el verde y el amarillo del espectro entre las líneas D y E de Frauenhofer.

**Desdoblamiento de la hemoglobina.**—La hemoglobina se descompone por los álcalis y los ácidos en hematina y en sustancia albuminosa. La *hematoidina* que se halla en los extravasados antiguos y en el estómago despues de las hemorragias, es probablemente idéntica á la bilirubina (V. pá-

gina 249). La *hematina* es azul negruzca, insoluble en el agua, alcohol y éter, despues de la calcinacion deja 12,8 por 100 de hierro, se disuelve fácilmente en los ácidos y en los álcalis. Estas últimas soluciones son de un color rojo oscuro miradas por reflexion, y verdes por refraccion.

Se extrae la hematina ó de la hemina, ó directamente de la sangre batida tratándola con el carbonato de potasio.

**Hemina.**—La *hemina* es una combinacion de hematina y de ácido muriático. Ofrece una gran importancia práctica para reconocer las manchas de sangre. Cristaliza en delgadas láminas romboidales. Para demostrar la hemina de la sangre, es necesario pulverizar un poco de esta sustancia desecada con una pequeña cantidad de sal comun sobre un cristal de reloj, añadir vinagre y calentar el todo suavemente, hasta que se formen barbujas y sobrenaden pequeñas películas en su superficie. En ellas se encuentran los cristales morenos bajo la forma de masas granulosas (V. fig. 26).



Fig.ª 26.—Cristales de hemina.

La albumina de la hemoglobina es muy análoga á la globulina, lo cual fué ya sostenido por Berzelius que consideraba á los corpúsculos de la sangre como la hemato-globulina.

**Oxihemoglobina.**—La hemoglobina tal como se la obtiene de los corpúsculos sanguíneos por el agua, la congelacion ó las descargas eléctricas, contiene O débilmente combinado. Las sustancias no reductibles como el sulfuro de amonio y el tartra-

to de hierro amoniacal le roban O; el H, Az O y $CO^2$ producen el mismo efecto reduciéndole; el óxido de carbono tambien se apodera de él por completo y se combina íntimamente con la hemoglobina, de donde procede su accion tóxica. Esta sustancia libre del gas presenta al espectro una línea oscura (de absorcion) en la amarilla (1), la que contiene O presenta dos.

*Análisis espectral de la sangre.*—Una de las mas bellas aplicaciones del descubrimiento de Kirchhoff y Bunsen es el análisis espectral de la sangre. Este ha sido practicado por Hoppe-Seyler (1862) y Valentin en Alemania, Hokees y Sarby en Inglaterra y Bert, Cl. Bernard, Benoit y Fumouze en Francia, etc. Si se mira á través de un prisma una solucion dilatada de sangre arterial ó de hemoglobina oxigenada, á la luz del sol ó de una lámpara no se vé el espectro luminoso ordinario, sino otro que presenta dos anchas bandas oscuras entre las rayas D y E, y la extincion casi absoluta de los rayos mas refrangibles á partir del azul de indigo.

Una solucion de sangre venosa (sangre desoxigenada) ó de la hemoglobina despojada de su oxígeno por un agente de reduccion cualquiera, no dá el mismo espectro. Las dos rayas se confunden en una sola llamada *Banda de reduccion de Stokes*, y la sombra que recubre las partes mas refrangibles retrocede hácia el violeta.

Cosa admirable, el óxido de carbono, combinán-

(1) Banda de reduccion de Stokes.

dose con la hemato-globulina, dá un aspecto que no difiere del de la sangre oxigenada mas que por la posicion mas á la derecha de las dos rayas negruzcas. Pero lo que presenta de particular é importante bajo el punto de vista de la intoxicacion por el óxido de carbono, es que ningun agente reductor es capaz de modificarle, de determinar la fusion de las dos rayas y de producir la banda de reduccion de Stokes.

No hay necesidad de insistir sobre los servicios que puede prestar este nuevo método de análisis. Ya hemos dejado entrever que permite reconocer si un envenenamiento tiene por causa los vapores del carbon ú otro agente tóxico. Añadiremos que pueden descubrirse las manchas de sangre muy antiguas sobre un pedazo de madera, hierro, lienzo, etc..... Valentin ha encontrado perfectamente el espectro de la sangre en el líquido donde habia hecho macerar las astillas de una vieja mesa de diseccion, no usada ya por espacio de tres años.

Este método de análisis ofrece los mayores visos de certeza, porque el espectro de la sangre no tiene igual y es de una extraordinaria sensibilidad; él solo presenta las dos rayas oscuras características, y sobre todo es el único que puede dar, despues de la reduccion de su oxígeno, la raya negruzca de Stokes.

En cuanto á su sensibilidad es extremadamente delicada, puesto que Valentin ha obtenido las rayas características con una solucion de sangre al 7/1000° vista bajo un espesor de 15 milímetros.

**Ozono.**—Sabido es que el oxígeno ordinario puede, con el auxilio de ciertos medios por egemplo las descargas eléctricas ó la combustion del fósforo, sufrir una modificacion llamada *ozono*, el cual presenta, á un grado mucho mas elevado que el oxígeno habitual, la aptitud de la oxidacion. Los cuerpos que contienen este oxígeno activo atacan los tapones de corcho, decoloran las materias colorantes y tiñen de azul la tintura de resina de guayaco. Tal sucede con la esencia de terebentina que largo tiempo ha quedado expuesta á la accion de la luz y del aire, ella cambia una parte del oxígeno ordinario en oxígeno activo; pero lo retiene tan íntimamente combinado que sus propiedades oxidantes se manifiestan con suma lentitud. Hay al contrario sustancias que puestas en contacto con los cuerpos fijadores del ozono, le ponen en libertad manifestándose al punto su accion oxidante. A estas sustancias se las ha llamado *ozoníferas*. Entre ellas se cuenta el negro de platino, el protoxido de hierro y los corpúsculos de la sangre ó sea la hemoglobina. Por lo tanto, cuando se mezcla el aceite de terebentina con la tintura de guayaco, se vé dibujar lentamente la coloracion azul; pero desde el momento que se añaden los glóbulos de sangre, aparece una mancha azul en el sitio que ocupa cada uno de ellos. El yodo, pero no el yoduro de potasio, colora de azul el almidon. Si se hace obrar el ozono sobre un papel almidonado é impregnado de yoduro potásico, azulea. Por esto se emplea como un agente abonado para indicar la presencia del ozo-

no. El aceite viejo de terebentina determina rápidamente la coloracion azul del papel mencionado, cuando se añaden algunos glóbulos de sangre (Schönbein). Pero la hemoglobina no es solamente ozonífera, ofrece tambien las reacciones del ozono y por consiguiente lo contiene; posee, finalmente, la propiedad de trasformar el O ordinario en O activo. Colóquese una solucion de guayaco sobre el papel, déjese evaporar, añádase despues una solucion concentrada de hemoglobina, y se obtendrá de este modo una coloracion azul (Schmidt).

### § VIII.—SANGRE ARTERIAL Y SANGRE VENOSA.

La sangre arterial contiene mayor cantidad de gases especialmente de O y de Az y menos $CO^2$ que la venosa.

100 volúmenes de sangre poseen segun Schöffer:

Arterial: 45,37 gas=14,60 O—2,02 Az—29,99 $CO^2$
Venosa: 41,24 » = 9,05 O—1,52 Az—34,40 $CO^2$

La primera se coagula con mas rapidez y su color es rojo claro, dos circunstancias que probablemente son la consecuencia de su mayor riqueza en oxígeno; la segunda se coagula con lentitud, y su color es rojo azulado; en capas espesas es esta roja oscura y en capas delgadas verde, por consiguiente es dicroitica (Brücke). Durante el movimiento muscular disminuye su oxígeno y aumenta su ácido carbónico sin que el color se haga mas oscuro (Ludwig y Szelkow).

## § IX.—COLOR DE LA SANGRE.

Muchas son las variedades de gases que modifican la hemoglobina, de la cual procede la coloracion de la sangre. El color rojo claro es debido al O, el rojo oscuro al $CO^2$, el rojo cereza al gas oleificante y óxido de carbono y el rojo moreno á los ácidos minerales. Las sustancias que dilatan los corpúsculos de la sangre, como el agua, la hacen mas oscura, mientras que su color es mas claro cuando obran sobre ellos las sustancias que los contraen, como sucede con la mayor parte de las sales. En el último caso, los glóbulos se parecen á los espejos cóncavos y reflejan la luz, y en el primero, los elementos colorantes son mas aparentes y al mismo tiempo obran los corpúsculos á la manera de los espejos convexos (Henle).

Poseyendo el agua la propiedad de disolver la hemoglobina, si añade á esta una pequeña cantidad de aquel líquido, perderá su trasparencia adquiriendo un color de laca. Esto depende de que siendo los corpúsculos la causa de la opacidad sanguínea, todas las sustancias que puedan disolverlos harán aparecer dicho color de laca (V. § VI).

*La diferencia de coloracion de la sangre arterial y venosa* es debida á que el oxígeno de la primera encoge los glóbulos, los aplana y los hace mas claros y rojos; el $CO^2$ de la segunda les hace tomar una forma redondeada y esférica.

Con todo, esta diferencia de color no procede únicamente de las modificaciones de forma que sufren los glóbulos en ambas variedades de sangre.

Nosotros hemos visto que el espectro de la sangre venosa no se parece al de la sangre arterial, cada una tiene su espectro y coloracion particulares; es pues probable que una y otra que aparecen en las mismas condiciones reconozcan idéntica causa, esto es, el estado de oxidacion ó de reduccion de la hemato-globulina (V. *Análisis espectral de la sangre).*

## § X.—CANTIDAD DE LA SANGRE.

Diversos son los métodos puestos en práctica para la evaluacion de la masa total de la sangre.

1.° *Sangria* (Herbert, Heidenhaim). Es muy inexacto porque despues de una sangria por abundante que sea, siempre queda en los vasos una cantidad mas ó menos considerable.

2.° *Inyeccion completa de todo el sistema vascular.*—Solo dá resultados aproximados, porque la inyeccion ó es incompleta ó excesiva, nunca es perfecta.

3.° *Método de Valentin.*—Conociendo por la emision de una cantidad dada de sangre, 10 gramos por egemplo, la proporcion de las partes sólidas y líquidas que contiene (=1 : 4), calcular la totalidad de la sangre por el grado de dilucion que le hace sufrir la inyeccion de una cantidad determinada de agua (10 gramos).

Para esto basta establecer una simple proporcion. Sole tiene un inconveniente, y es, que durante el intérvalo de las dos sangrias, los líquidos de los tegidos ambientes pasan al torrente circulatorio.

4.° *Método del lavado.*—En estos últimos tiempos se ha empleado el siguiente procedimiento (Welcker): se saca una pequeña cantidad de sangre A de las venas del animal sometido al experimento, se desfibrina por el batido, se mide, se pesa y se divide en muchas partes iguales. Una de ellas se la conserva pura sin mezclarla con el agua, una segunda contiene $^1/_8$ de agua y $^7/_8$ de sangre, una tercera $^2/_8$ de la primera y $^6/_8$ de la segunda, y así sucesivamente. La coloracion de las varias mezclas es diferente y del todo distinta; se mata en seguida al animal, y se pesa la sangre B recogida. Se vacia el contenido del estómago, intestinos, vesícula biliar y vegiga y despues se divide y se lava el animal en una cantidad convenida de agua. La sangre retenida todavia en el cuerpo la enrojece. La intensidad de coloracion del líquido de legivacion comparada con la del experimento obtenida antes con la sangre A, permite llegar al resultado apetecido. Por este método se ha encontrado que la sangre en los perros equivale á 7,5 por 100 del peso del cuerpo; en los ajusticiados la relacion ha sido de 7,7 por 100 (Bischof). De esto se puede deducir que un hombre adulto contiene 10 á 12 libras de sangre próximamente. En 12 libras (6000 gramos) de sangre, existen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Agua. . . . . | 4,680 gramos. | | | |
| Hemoglobina. . | 960 | — | con 520C | 153,6 Az |
| Albumina. . . . | 240 | — | 128,4C | 37,2 Az |
| Fibrina. . . . . | 24 | — | 10,8C | 3,7 Az |
| Grasa. . . . . | 12 | — | 6,4C | 1,9 Az |
| Sales. . . . . | 48 | — | 25,6C | 7,4 Az |

Segun las antiguas opiniones, la cantidad total de la sangre se eleva á 20 libras.

Este método del lavado, el mejor sin disputa alguna, no se halla al abrigo de toda obgecion. El lavado de los tegidos arrastrando no solamente la sangre, sino tambien las partículas colorantes de los músculos, de la médula de los huesos, del bazo, etc., conduce necesariamente á una cifra exagerada de su masa total.

Esta se halla sujeta á contínuas variaciones relativas ya al estado de abstinencia ó replecion, de salud ó enfermedad de los animales. Cl. Bernard ha demostrado directamente, decapitando dos perros en ayunas el uno, y el otro en plena digestion, que la cantidad de sangre era dos veces menos considerable en el primero que en el segundo. Ha observado además, que para matar á un animal en plena digestion, se necesita una dósis de veneno, estrignina por egemplo, doble de la que es necesaria para envenenar á uno en ayunas.

Esto depende de que la gran abundancia de sangre ha saturado de líquidos al organismo y le vuelve menos apto para la absorcion. Otra prueba de la disminucion de la sangre durante la abstinencia: para matar un conejo bien constituido por hemorragia, es necesario extraerle 30 gramos de sangre, mientras que 7 gramos solamente constituyen una sangria mortal á otro que esté sometido por espacio de tres dias á la inanicion (Collard de Martygny). «Se comprende, dice Küss, cuan importante es este hecho para el médico, bajo el punto de vista de las sangrias practicadas al prin-

cipio de la enfermedad ó despues de muchos dias de dieta.»

El aumento de la masa total de la sangre durante la absorcion intestinal, es debido á la gran cantidad de linfa que entonces penetra en el torrente circulatorio. Colin de Alfort ha recogido en una vaca por medio de una fístula del canal torácico 95 litros de linfa en 24 horas.—La masa de la sangre ó mejor el licor de la sangre, puede, pues, reconstituirse muy pronto despues de una sangria, gracias á la relacion de la linfa y de los líquidos de impregnacion de los tegidos, pero no sucede lo mismo con el cruor, el cual exige mucho mas tiempo para reparar sus pérdidas. Indicacion importante para las sangrias sucesivas.

*Cuadro general de las enfermedades de la sangre.*

1. Aumento ó disminucion de la masa total de la sangre: *Pletora*, *spanhemia*.
2. Aumento ó disminucion de los corpúsculos rojos: *Polypyrenhemia*, (de pyren nucleus) *oligopyrenhemia*.
3. Aumento de los corpúsculos incoloros: *Leucocithemia*.
4. Aumento de las moléculas adiposas: *Lipemia*.
5. Aumento de la fibrina: En las *inflamaciones*.
6. Disminucion de la fibrina: En las *fiebres*, *exantemas*, *púrpura hemorrágica*, *escorbuto*.
7. Aumento de la albumina: En la *escrófula*, *cáncer y tumores morbosos*.

8. Disminucion de la albumina: en la *enfermedad de Bright*, en el *reumatismo, gota y lithiasis úrica.*

10. Aumento ó disminucion de sales terreas: En el *raquitismo, osteomalacia y lithiasis fosfática.*

11. Aumento del azúcar: *Glicohemia, diabetes y lithiasis oxálica.*

12. Aumento de la bilis: *Colemia, ictericia.*

13. Venenos de diferentes especies: *Toxihemia* dividida en

*a. Venenos animales: pus pútrido ó icorhemia* (comunmente llamada *pyohemia*); *sífilis, viruela, escarlatina, roseola, erisipela, muermo, peste, etc., mordedura de animales venenosos.*

*b. Venenos vegetales: ópio, belladona, aconito, haba de calabar, estrignina, etc.*

*c. Venenos minerales:* gás ácido carbónico, vapor sulforoso, mercurio arsénico, etc., etc. (Bennett).

**Enumeracion de los corpúsculos de sangre.** —La enumeracion de los corpúsculos de una pequeña cantidad de sangre se hace, con ayuda del microscópio, sobre una lámina de vidrio con algunas divisiones. (Vierord). Se han encontrado por milímetro cúbico de sangre, 4-5 ½ millones de células sanguíneas próximamente.

# CAPÍTULO III.

## CIRCULACION DE LA SANGRE.

### § XI.—DESCRIPCION DE LA CIRCULACION.

**Gran circulacion.**—En cada sistole cardiaco, penetra la sangre del ventrículo izquierdo en la aorta y sus ramas y sin interrumpir su curso, pasa de las mas finas arterias á los capilares, para llegar á las venas por un curso igualmente contínuo. En el sistema capilar, la sangre pierde su color rojo y adquiere el negruzco propio de la venosa. La sangre de las venas, que deben ser consideradas como prolongacienes directas de los capilares emanados de las arterias, se acumula definitivamente en dos gruesos troncos venosos, vena cava superior (20 milímetros de diámetro) y vena cava inferior (30 milímetros de diámetro); ambas se abren en la cara posterior de la aurícula derecha. Las venas del corazon terminan directamente en esta aurícula sin pasar por las cavas.

El circuito que describe la sangre desde el ventrículo izquierdo á la aurícula derecha, se llama *gran circulacion.*

**Pequeña circulacion.**—De la aurícula derecha pasa la sangre al ventrículo correspondiente, de aquí á la arteria pulmonar, y distribuyéndose por las ramificaciones de este vaso en los capilares del pulmon, toma un color rojo claro; trasformada en sangre arterial, vuelve á la aurícula izquierda, en la cual se abren las cuatro venas pulmonares. El

trayecto recorrido por la sangre desde el ventrículo derecho á la aurícula izquierda, se llama *la pequeña circulacion*.

**Circulacion de la vena porta.**—Finalmente, se acostumbra hablar de una circulacion llamada de la vena porta, entendiendo por tal el trayecto que recorre la sangre venosa del bazo, de la mayor parte de los intestinos, de las pequeñas redes de la vesícula y de los canalículos biliares antes de llegar á la vena cava inferior. Esta sangre pasa por las venas mesentérica superior, esplénica, mesentérica inferior, y coronaria estomática á la vena porta; en seguida, por los capilares que de esta emanan, se distribuye en el hígado y llega en fin por las venas hepáticas á la cava inferior.

### § XII.—OBGETO DE LA CIRCULACION.

La circulacion tiene por obgeto poner á la sangre en contacto de todas las partes del cuerpo, dejando pasar su plasma y sus gases á través de los vasos capilares. Además, los líquidos y gases intervasculares se difunden á su vez en la sangre, habiendo por lo tanto una doble corriente á saber: 1.° por el interior de los vasos, y 2.° á través de sus paredes.

### § XIII.—CONDICIONES PARA LA CONSERVACION DE LA CIRCULACION.

**Diferencia de presion.**—Para que el movimiento de la sangre sea posible, se necesita, como para todos los demás líquidos, que sea conducida desde

un punto donde la presion sea mas intensa á otro de presion mas débil, en otros términos, es indispensable que exista constantemente una diferencia de presion. En el orígen del sistema vascular, es decír, allí donde las arterias emergen de los ventrículos, la presion es mayor que al fin, esto es, en el punto en que las venas vierten su contenido en las aurículas. Cuando la contraccion del corazon ha lanzado á las arterias todas las partículas de sangre, se encuentra en ellas una tendencia á escapar á la presion, y por consiguiente se dirigen hácia aquellas partes en donde estan expuestas á otra menos intensa. La diferencia de presion se manifiesta por un movimiento, y reconoce por causa las fuerzas motoras. Las que entran en juego en la circulacion, son:

1.° La contraccion de las fibras musculares del corazon.

2.° La elasticidad de las arterias.

3.° La contractilidad arterial.

4.° La presion admosférica.

## § XIV.—DEL CORAZON Y SUS MOVIMIENTOS.

**Estructura.**—Las fibras musculares de las aurículas no ofrecen conexiones de tegido con las de los ventrículos, de cuya disposicion nos podemos convencer perfectamente estudiando un corazon cocido. Al contrario, las fibras de un lado se continuan con las del otro, lo mismo en las aurículas que en los ventrículos. En estos se encuentran el punto de partida y la terminacion de las fibras

musculares del órgano, esto es, los fibro-cartílagos situados en los orificios de los ventrículos y en segundo lugar las extremidades de los músculos papilares.

En cada uno de aquellos existen dos orificios: el uno conduce de la aurícula al ventrículo y el otro de este á la arteria correspondiente (fig. 27); el aurículo-ventricular derecho y el de la arteria pulmonar están mas distantes entre sí que los correspondientes del lado izquierdo. En efecto, una de las láminas de la válvula mitral se continúa sin interrupcion con la pared de la aorta en el punto donde se halla el seno de aquella. En un corazon cocido del cual se han separado los restos de la válvula, no se ven mas que tres orificios; el de la aorta solo constituye un seno del aurículo-ventricular izquierdo.

Las fibras del corazon compuestas de células de núcleos son estriadas trasversalmente y se anastomosan, dando así á los fascículos musculares su aspecto característico, y demostrándonos la synergía y syncronismo de las contracciones del miocardio.

**Tiempos del movimiento cardíaco.** — APARATOS Y PROCEDERES DE EXPLORACION. A. *En el hombre.* 1.° *Palpacion.* Aplicada la mano á la izquierda sobre la pared anterior del pecho, se percibe el choque del corazon por dentro de la mama entre la quinta y sexta costilla. 2.° *Inspeccion directa.* Se han podido observar directamente los movimientos del corazon en los ajusticiados y en un ahorcado, *despues de cuatro horas de haber*

*sufrido la suspension.* 3.° *Auscultacion.* Aplicando sobre la region precordial el oido ya desnudo ya provisto de estetoscopio se oyen los ruidos del corazon. 4.° *Cardiografía.* La cardiografía tiene por objeto la trasmision de la pulsacion ó del choque del corazon á una palanca anotadora. El cardiógrafo mas usado es el de Marey, que consiste en una pequeña cápsula elíptica de madera cuyos bordes se aplican exactamente sobre la pared del pecho; del fondo de la referida cápsula se destaca un resorte cuya tension puede aumentarse ó disminuirse á voluntad; la extremidad de este resorte se halla guarnecida de una pequeña chapa de marfil destinada á colocarse en el punto donde late el corazon: los movimientos comunicados al aire de la cápsula por los de esta entraña, que obran á su vez sobre el resorte se trasmiten por medio de un tubo al tambor de un polígrafo dando orígen al trazado de una curva.

B. En los animales, además de los procedimientos empleados, los movimientos del corazon pueden demostrarse:

1.° *Por la inspeccion directa*, poniendo al descubierto el corazon separando la pared torácica anterior. 2.° *Por el exámen micoscrópico* de los mismos movimientos en embriones jóvenes sobre todo en los pescados. 3.° *Por implantacion de agujas en el corazon á través de las paredes torácicas.* Las oscilaciones de la cabeza de la aguja son muy aparentes y se puede unir dicha cabeza á una palanca para obtener un trazado. 4.° CARDIÓGRAFO.—*Cardiógrafo simple ó miógrafo del corazon.* Consiste

en una simple palanca anotadora levantada cerca de su eje de rotacion por un pequeño cilindro de médula de sauco que descansa sobre el dicho órgano. *El cardiógrafo de Legros y Onimus* consiste en dos vástagos verticales sostenidos por una rama horizontal entre las cuales se halla cogido el corazon; uno de estos vástagos es fijo y el otro móvil al rededor de un eje y unido por su parte superior á la palanca anotadora del miógrafo de Marey.

Los movimientos del corazon consisten en una série de contracciones y dilataciones que se suceden con cierto órden para cada una de sus cavidades, lo cual constituye el ritmo. La contraccion se llama *sístole*; la dilatacion, *diástole*.

1.° *Sístole de las aurículas*, durante el cual se contraen estas simultánea y rápidamente, siguiendo la direccion de los orificios venosos á los ventriculares; la sangre en este caso se encuentra sometida á cierta presion, y tiene dos vias abiertas, las venas y el ventrículo, siguiendo necesariamente aquella en que la presion es mas débil ó sea hácia este último; en efecto, el ventrículo se encuentra en estado de relajacion y gracias á la débil elasticidad de sus paredes, no presenta obstáculo á la llegada de la sangre que por otra parte se encuentra favorecida por una presion negativa debida á la elasticidad pulmonar, al paso que por parte de las venas la presion aunque débil es sensible, y se halla aun aumentada por la contraccion de las embocaduras venosas al principio del sístole: así se explica como en el estado normal no refluye la sangre hacia estos últimos vasos á pesar de estar despro-

vistos de válculas. Es probable tambien que durante este tiempo continúe recibiendo sangre la aurícula, puesto que dicha cavidad no se vacía completamente.

Coincide con este tiempo el diástole de los ventrículos; la sangre que afluye desde la aurícula al cono aurículo-ventricular penetra en el ventrículo al cual dilata, hasta que se equilibra la presion en ambas cavidades; no hay pues aspiracion por parte del ventrículo sinó la que se debe á la elasticidad pulmonar, á pesar de que muchos autores la admiten debida á la elasticidad propia de las paredes ventriculares.

2.° *Sistole de los ventrículos* que sigue inmediatamente al anterior, ó mas bien, principia antes que haya terminado y cuya contraccion es simultánea; al mismo tiempo los músculos papilares entran en accion y tienden fuertemente las válvulas aurículo-ventriculares, dando por resultado una oclusion súbita y hermética; la sangre contenida en dicha cavidad se encuentra en este momento comprimida por el cono muscular y no tiene mas que una via de salida por los orificios arteriales, debiendo vencer la presion del líquido que se encuentra en las arterias. Se calculan en 180 gramos de sangre la cantidad que cada contraccion ventricular lanza á los vasos.

Acompaña á este movimiento el diástole auricular; relajada la aurícula afluye desde las venas la sangre en abundancia, favorecida por la presion que tiene en dichos vasos y por la nula resistencia que le ofrecen las paredes de la aurícula;

pero cuando llega á su máximum la distension de aquellas quedaria interrumpido el aflujo de sangre á no contribuir á aumentar su capacidad el descenso de las válvulas aurículo-ventriculares á la cavidad del ventrículo, constituyendo una especie de cono que prolonga la aurícula, cuya disposicion ha sido señalada por Küss.

3.° *Una corta pausa.*

Cuando tienen lugar 70 pulsaciones por minuto, entre el principio de una y la siguiente existe un intérvalo de tiempo evaluado en 0,857 de segundo, distribuido en esta forma: cerca de 2/6 para el sístole de las aurículas, 3/6 para el de los ventrículos y 1/6 para la pausa (Donders y Landois).

**Pulso cardíaco.**—En el momento de la contraccion de los ventrículos se siente la pulsacion del corazon, *pulsus cordis*, entre la quinta y la sexta costilla. El pulso cardíaco resulta de que la forma oblonga de los ventrículos se hace redondeada y de que aumenta su espesor. La pared torácica se extremece, porque la punta se aproxima hacia la base y va á chocar contra un espacio intercostal. Todas las partes de los ventrículos del corazon se mueven en una direccion que corresponde al septum cerca de los orificios arteriales; y á causa de la musculatura que es 2 ½ á 3 veces mas fuerte en el corazon izquierdo, se opera una rotacion de izquierda á derecha. De este modo sufre un choque contra las partes ambientes.

El pulsus cordis se percibe todavia cuando se ha abierto la cavidad torácica. La accion del sístole de las aurículas se reduce á egercer una pre-

sion sobre su contenido. Este tiende á dirigirse hacia las venas y los ventrículos pero en can-

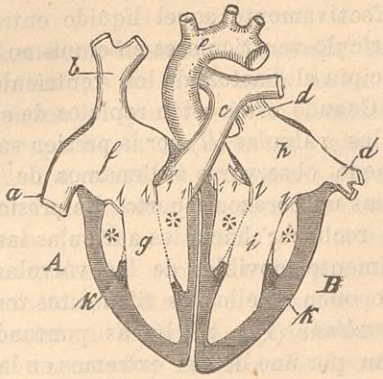



Fig. 27.—Representacion squemática de las dos mitades del corazon. A, mitad derecha; B, mitad izquierda; *a*, vena cava inferior; *b*, vena cava superior; *c*, arteria pulmonar; *dd*, venas pulmonares; *e*, aorta; *f*, aurícula derecha; *g*, ventrículo derecho; *h*, aurícula izquierda; *i*, ventrículo izquierdo; *k*, músculos papilares; *l*, válvulas auriculo-ventriculares.—Las líneas puntadas indican las cuerdas tendinosas; 1, 1, válvulas semilunares. Los orificios al lado de ellas, en el orígen de la aorta, simulan las arterias coronarias.

tidad mayor hacia este punto, porque por una parte su orificio es mayor y se contraen las bocas contráctiles de las venas, y por otra la presion es mas considerable en estas cuando se encuentran llenas de sangre que en los ventrículos que están vacíos casi completamente. En el momento del sístole ventricular la sangre no puede escapar mas que por los orificios arteriales, porque los aurículo-ventriculares están cerrados por las válvulas.

**Válvulas aurículo-ventriculares.**—El corazon jamás se halla vacío de sangre durante la vida, así como todas las partes del sistema vascular; existe efectivamente aquel líquido entre las válvulas aurículo-ventriculares en el mismo momento que principia el diástole de los ventrículos (Véase fig. 27). Cuando estos están repletos de sangre, se cierran las válvulas (*ll*) por la presion sanguínea, como puede observarse si llenamos de agua por las arterias un corazon muerto. La presion acuosa no puede rechazar hacia las aurículas las láminas tan fácilmente movibles de las válvulas, puesto que se oponen á ello los filamentos tendinosos, *chordæ tendineæ* (Fig. 27, líneas puntuadas), que se insertan por uno de sus extremos en las válvulas y por el otro en los músculos papilares. La traccion de las cuerdas es tan fuerte como la presion del agua sobre las válvulas, é igual á la que se ejerce sobre los músculos capilares (*k*).

Durante el sístole de los ventrículos la tension de la sangre aumenta proporcionalmente á la contraccion muscular de estas cavidades; pero los músculos papilares constituyen una parte integrante de la pared muscular y su contraccion es tan fuerte como la de los ventrículos en general. Cuanto mas enérgicamente se contraigan estos, mayor será la tension sanguínea; cuanto mas intensa sea la contraccion de los músculos papilares, con mas fuerza serán tiradas hacia el centro de la cavidad ventricular las cuerdas tendinosas, y por consiguiente la sangre no podrá refluir hacia las aurículas. Para mayor claridad, conviene indicar que

las láminas de las válvulas no pertenecen á los ventrículos sinó mas bien á las aurículas, las cuales solo contienen un corto número de fibras musculares.

**Válvulas semi-lunares.**—Sometida la sangre de los ventrículos en el momento de su sístole á una presion mayor que el resto de la columna sanguínea, escapa hacia las arterias y abre las válvulas semi-lunares (1, 1). A veces los orificios de las arterias coronarias se encuentran entre la pared externa de estas válvulas y la arterial. En estos casos la sangre que llena el espacio que acabamos de indicar basta para alimentar las arterias coronarias, de lo cual nos podemos convencer inyectando un corazon muerto. Es infundada la opinion segun la cual el corazon no se hallaria provisto de sangre mas que durante el diástole (*Anatomía del corazon*, Fantoni, Brücke); terminado el sístole la sangre se introduce en los espacios saculares de las válvulas sigmoídeas cuyos bordes se aplican tan exactamente uno contra otro, que este líquido no puede refluir hacia los ventrículos.

**Ruidos del corazon.**—En el momento de la ampliacion de las válvulas aurículo-ventriculares, y por consiguiente del choque del corazon y del sístole de los ventrículos, se oye el primer ruido cardíaco muy distintamente por debajo de la cuarta costilla. El segundo ruido, mas corto y débil, se percibe en el momento de la ampliacion de las válvulas semi-lunares que, en el lado derecho corresponde á la extremidad external del segundo

espacio intercostal, y en el izquierdo á la cara posterior de la articulacion external de la tercera costilla y de la porcion de esternon correspondiente.

El cuadro siguiente pone de manifiesto el syncronismo de los movimientos y ruidos del corazon y del pulso:

| Primer tiempo. | Segundo tiempo. | Tercer tiempo. |
|---|---|---|
| | DIÁSTOLE AURICULAR. | |
| Sístole auricular. | | |
| Diástole ventricular. | Sístole ventricular. | Diástole ventricular. |
| Silencio. | Primer ruido. | Segundo ruido. |
| | Tension de las válvulas auriculo-ventriculares. | Tension de las válvulas sigmoideas. |
| | Choque del corazon. | |
| | Pulso. | |

En vez de comenzar el primer tiempo por el sístole de las aurículas y basar la division sobre los movimientos, se puede hacerlo sobre los ruidos del corazon, haciendo coincidir el primer tiempo con el primer ruido, lo cual aunque menos lógico bajo el punto de vista fisiológico, es mas cómodo prácticamente considerado; el cuadro expuesto puede tomar segun esto la forma siguiente:

| Primer tiempo. | Segundo tiempo. | Tercer tiempo. |
|---|---|---|
| Primer ruido. | Segundo ruido. | Silencio.<br>Sistole auricular. |
| DIÁSTOLE AURICULAR. | DIÁSTOLE VENTRICULAR. | |
| Sistole ventricular.<br>Choque del corazon.<br>Pulso. | | |

**Fuerza y frecuencia de las contracciones del corazon.**—La sangre no circula solo cuando se contraen los ventrículos sinó tambien durante el diástole, como puede observarse al descubrir las arterias ó las venas en el hombre ó en un animal vivo. Cada parte del cuerpo se halla contínuamente atravesada por una masa de sangre, y de este modo la cantidad de fuerza que el corazon deberia consumir para mover dicho líquido, es mucho menor que si este se detuviese á cada contraccion ventricular. La fuerza propulsiva que se observa en el intérvalo de las contracciones es la elasticidad de las arterias, de la cual nos ocuparemos mas adelante. Aquella ejerce su accion hasta que los ventrículos se contraen de nuevo, y es proporcional á la fuerza que estos desarrollan; cuanto mas intensa sea, mas prolongada será la accion de la elasticidad arterial. La contraccion muscular está *cœteris partibus*, exactamente relacionada con el espesor de las paredes, es decir, con el número de fibras musculares, por cuya razon, el intérvalo de las pulsaciones cardíacas será tanto mas largo, cuanto mas gruesas sean las paredes del corazon. Aquí es necesario tener presente, como es natural, la longitud de la via que la sangre ha de recorrer. La fuerza elástica que basta para mantener la sangre en movimiento en los intérvalos de las contracciones en el trayecto mas largo que esta recorre en la gran circulacion, debe ser mayor que la desarrollada para mover el mismo líquido en el trayecto de la pequeña circulacion. Por lo cual el espesor de las paredes del

ventrículo izquierdo es mas considerable (3 veces mas) que las paredes ventriculares derechas. La fuerza de los latidos puede ser sustituida por la mayor frecuencia de las contracciones, con el objeto de conservar la continuidad de la circulacion.

La mayor ó menor frecuencia de los latidos cardíacos no es otra cosa que el ritmo mas ó menos precipitado de las contracciones y dilataciones de los ventrículos. La contraccion es el producto de la fuerza contractil de sus fibras musculares. El miocardio, por otra parte, es muy elástico y cuanto mas se contraigan sus fibras mas aparecerá su elasticidad y tenderá á conducir al corazon al estado de reposo. Conviene suponer que, durante la vida, existe una fuerza que actua sobre el músculo cardíaco y le obliga á contraerse (*Fisiología de los nérvios*). La elasticidad obra en sentido contrario: cuanto mas débil es la contraccion, mayor debe ser tambien la accion de la elasticidad, y mas pronto vuelve al estado de reposo constantemente alterado por la incitacion motora que actua sin cesar. Aumentará la frecuencia de los latidos cardíacos cuando la masa muscular sea poco considerable, como se observa en los niños, en los pequeños animales ó en los casos de enfermedad, á menos que sobrevenga alguna complicacion por parte del sistema nervioso. En los recien nacidos, el número de pulsaciones del corazon se eleva á 136, en la edad media es de 70 próximamente, y un poco mayor en una edad avanzada; el pulso cardíaco es en general mas rápido en el

sexo femenino que en el masculino, en los sugetos de pequeña estatura que en los de talla elevada.

Existen unos agentes indispensables para la conservacion de la contractilidad muscular, otros que la aumentan y vice-versa; como el corazon continúa latiendo por espacio de mucho tiempo despues que se ha extraido de la cavidad torácica, se puede proceder á semejantes experimentos. Los movimientos persisten mucho mas en una admósfera de oxígeno que en otra de azoe ó de hidrógeno; por esta razon late mayor número de veces un corazon lleno de sangre que otro vacío. Una calefaccion moderada excita los latidos de aquel órgano, una temperatura demasiado elevada—mayor de 40° C—los suspende, las sales de potasa (Grandeau y Bernard) y la bilis (Budge) los debilitan, y los aumenta la excitacion eléctrica del músculo.—Para la influencia de los nérvios sobre los movimientos del corazon, *V. seccion VI*; para la accion de la presion admosférica, V. mas arriba.

**Fuerza del corazon.**—El trabajo que desempeña el ventrículo izquierdo consiste en lanzar hacia la aorta 180 gramos de sangre próximamente en cada contraccion. Si la presion sanguínea en la parte media de la carótida es de unos 150 milímetros Hg., se puede estimar la del orígen de la aorta en 250 milímetros Hg.=3400 milímetros agua=3,238 metros sangre, 0,180×3,23 kilográmetro=0,58 kilográmetro, es decir, que el ventrículo izquierdo del corazon eleva *en cada sístole 2 libras de sangre á medio metro de altura.*

**Inervacion del corazon.**—Un hecho importante llama la atencion cuando se estudia la accion del motor central de la circulacion, y es que cuando se le extrae del cuerpo y se le priva de toda conexion con el sistema nervioso, continúa moviéndose por un tiempo mas ó menos largo á diferencia de lo que ocurre con los demás músculos del organismo. Este hecho extraordinario no pasó desapercibido á la observacion de Haller, el cual creia que el corazon se movia en virtud de la irritabilidad propia independientemente del influjo del sistema nervioso, opinion que hasta cierto punto ha sido controvertida por las observaciones anatómicas modernas. Remak (1844) y posteriormente Lée y Bowman, demostraron la existencia en el tegido del corazon de ganglios nerviosos, verdaderos agentes de movimientos automáticos del órgano; la situacion de dichos ganglios es al rededor de los orificios venosos, en el espesor del tabique inter-auricular y en el de los ventrículos, cerca del surco aurículo ventricular y hácia las válvulas del mismo nombre. Los experimentos de Volkmann, Ludwig, Heindenhain y Stannius, han venido á determinar la diferente accion que corresponde á cada uno de los ganglios cardíacos. Si en un corazon de rana se practica una ligadura que aisle del resto del órgano la parte vecina á la abertura de las venas, se suspenden los movimientos en general, excepcion hecha de la parte de la aurícula situada por encima de la ligadura; y si en este momento se separa el ventrículo de las aurículas, este ventrículo adquiere nuevamente sus pulsaciones mientras que las au-

rículas dejan de moverse. Stannius concluye de este experimento, que existen en el corazon dos especies de ganglios nerviosos, los unos excitadores de las contracciones, situados en los orificios venosos y surco aurículo-ventricular, los otros moderadores que se alojan en el tabique de las aurículas; en la primera parte del experimento, el centro moderador paraliza la accion del centro excitador del ventrículo, mientras que en la segunda, este último puede egercer su accion propia; es necesario tener en cuenta que cuando cesa de funcionar este órgano permanece siempre en estado de diástole; el corazon pues, posee elementos nerviosos especiales, unos que activan las contracciones por su energía propia y otros que las moderan y aun pueden llegar á suspenderlas. Esta entraña recibe un tronco nervioso importante nacido en el bulbo raquidiano, es el nérvio pneumogástrico unido al espinal, cuya accion ha sido determinada por Bernard, Weber y Budge, demostrando que las excitaciones débiles dirigidas sobre el tronco de este nérvio ocasionaban la disminucion de los latidos cardíacos, y que las fuertes los suspendian por completo, quedando el corazon en diástole. Waller crée que esta accion proviene de la anastómosis de este nérvio con el espinal; difícil seria la explicacion de semejante fenómeno, si el pneumogástrico terminara en las fibras carnosas del corazon, pero en el dia está fuera de duda, que aquel nérvio aboca á los ganglios nerviosos moderadores, reforzando considerablemente su energía. La lentitud conque se hacen sentir los

efectos de las excitaciones corroboran este modo de ver en concepto de Onimus y Legros.

Independientemente del pneumogástrico recibe el corazon numerosas ramificaciones que teniendo su punto de partida en la médula espinal, llegan á esta entraña por el intermedio del gran simpático en los ganglios cervicales. Bernard crée que la accion de estos nérvios sobre el corazon es antagonista de la que determina el pneumogástrico, opinion controvertida por Wagner, Flurens y otros; la cuestion ha sido resuelta por los trabajos de los hermanos Cyon que vamos á exponer.

Estudiando Bezold en 1863 este punto, seccionó la médula espinal á la altura del adlas y observó como consecuencia la lentitud en las pulsaciones cardíacas y la disminucion en la presion arterial. La excitacion de la médula por debajo de la seccion restablecia y aun exageraba las circunstancias ante dichas, de lo cual dedujo la existencia en la médula de un centro excitador, por cuyo influjo se abultaban los movimientos cardíacos y la presion arterial; Ludwig y Tihy demostraron sin embargo, el error de estas conclusiones, destruyendo todos los nérvios que se dirigen al corazon, y repitiendo el experimento de Bezold, consiguieron el mismo resultado que este, obtenido tambien por otra parte mediante la compresion de la aorta abdominal, deduciendo de esto que las modificaciones en el número de las contracciones cardíacas y en la presion arterial no se refieren á la accion de algun centro excitador medular, sino mas bien á las sobrevenidas en la circulacion peri-

férica. La seccion de la médula priva en efecto á los vasos de su contractilidad y al dilatarse aquellos recibiendo mas sangre ocasionan una baja depresion en las gruesas arterias y por lo tanto la disminucion en el número de las pulsaciones. Este fenómeno es incomprensible, la excitacion de la médula produce el efecto opuesto.

M. y E. Cyon habian observado que los nérvios esplágnicos son los principales nérvios vasculares del organismo y que su seccion hacia bajar al mínimum la presion arterial á consecuencia de la enorme cantidad de sangre que se precipita entonces en las vísceras abdominales; partiendo de esta idea cortan los pneumogástricos y los simpáticos en el cuello, y la médula espinal en el sitio indicado por Bezold en dos conejos curarizados; la presion baja en las arterias y los movimientos cardíacos disminuyen. La excitacion de la médula eleva la presion y el número de las pulsaciones, pero si en este momento se cortan los esplágnicos y se excita tambien la médula, no se eleva la presion pero si se exageran los movimientos; es pues evidente que esta exaltacion de las pulsaciones cardiacas es debida no á la influencia de la circulacion periférica, sino á la accion de ciertos nérvios emanados de la médula y que siguen el trayecto de los ganglios cervicales del gran simpático; cuando estos son extirpados, la excitacion de la médula no aumenta el número de las contracciones del corazon. Los mismos fisiólogos, observando que la excitacion de los nérvios aceleradores no produce la tetanizacion del corazon, demuestran

que estos no se terminan en la fibra carnosa sino en ganglios propios del órgano y muy probablemente en los excitadores.

Finalmente, el corazon posée aun un nérvio muy importante descubierto por Cyon y Ludwig; este nérvio nacido del pneumogástrico y laringeo superior, es sensible y ha recibido el nombre de *nérvio depresor*. Si en un momento dado las arterias se contraen enérgicamente, se exagerará de tal modo la presion en el corazon que pueda temerse la ruptura del órgano. El nérvio depresor trasmitiendo entonces á los centros nerviosos las impresiones recibidas, determina por reflexion una paralisis sobre los centros de los nérvios vaso-motores, disminuyendo consecutivamente la tension arterial y facilitando el curso de la sangre.

En realidad pues la inervacion del corazon está asegurada por los ganglios automotores de excitacion y moderacion que presiden á sus contracciones, y la influencia del sistema central se hace sentir por el intermedio del pneumogástrico como moderador y como nérvio de suspension, y por el gran simpático como excitador.

Finalmente, el nérvio depresor llena el papel de una verdadera válvula de seguridad.

## § XV.—MOVIMIENTO DE LA SANGRE EN EL INTERIOR DE LAS ARTERIAS.

**Funciones de las arterias.**—En la circulacion arterial se llenan tres objetos principales, á saber:

1.° Las múltiples divisiones de las arterias con-

ducen la sangre á todos los puntos del cuerpo que deben recibirla; por cuya razon se produce una lentitud circulatoria que ofrece una importancia inmensa para que se realicen las funciones capilares.

2.° El movimiento intermitente que resulta de las contracciones ventriculares es sustituido por otro contínuo.

3.° Cuando la sangre atraviesa los órganos puede acumularse y vaciarse con mas facilidad, circular con mas lentitud y con mas rapidéz.

El primer objeto es debido á los *obstáculos* opuestos al movimiento, el segundo á la *elasticidad* arterial y el tercero á la *contractilidad muscular* de las mismas arterias. De este modo preparan estas el papel cuya ejecucion incumbe á los capilares.

**Estructura de las arterias.**—La estructura de las arterias está en relacion con sus funciones. La naturaleza ha establecido entre ellas no solo numerosas divisiones sinó tambien multiplicadas anastómosis con el objeto de concurrir ámpliamente á la conservacion de las diversas partes del cuerpo. Apenas existe órgano alguno que no esté provisto de arterias al menos en dos lados. El conjunto de ramos que nace de un tronco tiene por regla general un diámetro mayor que el mismo tronco: el diámetro de la subclavia es de 9 á 10 milímetros, y el de sus ramas reunidas llega á 20. Las arterias se hallan constituidas por tres membranas, la mas interna que está en contacto de la sangre, se encuentra tapizada por una capa

compuesta de células fusiformes y es muy lisa por lo cual el rozamiento es casi nulo; las tres membranas poséen fibras elásticas, pero este tejido está desarrollado especialmente en la túnica media ó anular de las mas voluminosas. En el centro de la misma se encuentran tambien constantemente fibras musculares, aunque en mayor cantidad en las pequeñas que en las grandes arterias, de suerte que puede decirse que la elasticidad, generalmente hablando, disminuye y la contractilidad aumenta á medida que nos aproximamos á los capilares.

**Resistencias que encuentra la corriente sanguínea, su rapidéz en las arterias.**—La division de las arterias y el aumento de su diámetro total que es su consecuencia, constituye, segun hemos indicado, la razon esencial de las resistencias que encuentra el movimiento de la sangre.

Una circunstancia necesaria para la regularidad de la circulacion, consiste en que en un espacio de tiempo dado, un minuto por egemplo, afluya de las dos venas cavas á la aurícula derecha una cantidad de sangre exactamente igual á la que es lanzada del ventrículo izquierdo á la aorta. Pero el diámetro de cada uno de aquellos vasos es tan grande como el del último, de lo que se sigue, que la sangre penetra en la aurícula con menos rapidéz que sale del ventrículo. La relacion es la misma entre las arterias y venas pulmonares; deben haber pues obstáculos que disminuyan la rapidéz de la corriente sanguínea, y los cuales se hallan principalmente en el *frotamiento.*

Por lisa que sea la superficie interna de las ar-

terias, siempre existen desigualdades contra las cuales choca la sangre y á las cuales se adhiere. Si se considera el calibre de la arteria lleno de esferas de líquido, las que estén mas cerca de la pared arterial se moverán con menos rapidéz, pero á medida que se aproximan al eje del vaso se acelera su curso, encontrándose el máximum de velocidad en el último punto. Independientemente de la desigualdad de la pared, el líquido mismo ejerce una gran influencia sobre la fuerza de las resistencias nacidas del frotamiento; ciertos experimentos nos autorizan para concluir que el de la sangre es cuatro veces mayor que el del agua (Young).

*El obstáculo-frotamiento* crece naturalmente con el aumento de las superficies parietales y por consecuencia con la division de las arterias; una parte de la fuerza motora se pierde, trasformándose en calor; al llegar pues la sangre á las arteriolas, la rapidéz de su curso ha disminuido en gran manera. Dicha rapidéz se ha medido por medio de ciertos aparatos provistos de una palanca anotadora, haciendo fluir la sangre fuera de la arteria en un animal vivo (Hemodromómetro de Volkmann, Hematachómetro de Vierordt, Reloj de corrientes de Ludwig). La velocidad media se eleva en la carótida de los perros á 261 milímetros y en la arteria mesentérica á 56 milímetros por segundo.

**Presion de la sangre.**—Cuando se debilita la fuerza motora, no solo disminuye la velocidad de la corriente, sinó tambien la presion.

La tension de las partículas sanguíneas es pro-

porcional á la magnitud de la fuerza motora. Estas partículas tienen tanta menos tendencia á sustraerse á la presion que las arroja unas contra otras, cuanto mas débil es esta; pero la satisfaccion de dicha tendencia no es otra cosa que la rapidéz de la corriente que baja, segun hemos dicho, con la division de las arterias.

Aunque la tension pueda ser mayor ó menor segun la intensidad de la fuerza motora, debe existir en todas partes en donde haya un movimiento; este estriba en las diferencias de tension, estableciéndose el reposo, si ellas desaparecen. Pero, sin embargo, la tension puede aumentar algunas veces en puntos determinados del sistema arterial, aunque permanezca la misma la fuerza motora, esto es, cuando ciertos obstáculos locales impidan el equilibrio de las partículas líquidas mas ó menos tensas; dicho fenómeno se observa cuando se liga una arteria ó cuando los corpúsculos sanguíneos se estancan en los pequeños ramúsculos como se vé en la inflamacion, etc. Como un signo del aumento de tension, se siente una pulsacion mas enérgica antes de llegar al obstáculo, es decir, entre este y el corazon.

La tension de las moléculas sanguíneas ó la presion de la sangre se manifiesta no solo segun la longitud, sinó tambien contra las paredes de los vasos; porque sabido es por las leyes de la física, que los cuerpos líquidos trasmiten igualmente en todos sentidos la presion que se ejerce sobre un punto de su superficie. Por consiguiente, las partículas sanguíneas de un punto dado, son lan-

zadas con igual presion tanto en el sentido de la longitud, como en el sentido del diámetro, es decir, contra las paredes. Si se conoce la presion sobre un punto dado de una arteria, se sabe por lo mismo la que se ejerce sobre toda la columna sanguínea situada por encima de este punto; esto se consigue aplicando un monómetro de mercurio (hematodinamómetro, Poiseuille) á la arteria de un animal vivo ó á la extremidad de las arterias de un miembro amputado (Faivre), y leyendo la altura de la columna mercurial.

La presion sanguínea encontrada en la carótida de los perros es=150 milímetros por término medio (Ludwig, Volkmann); en la braquial del hombre es=110 á 120 milímetros (Faivre); en la arteria pulmonar de un perro es tres veces mas débil que en la carótida (Beutner).

Para determinar gráficamente la presion de la sangre, se ha colocado sobre la arteria ó bien el manómetro relacionado con un aparato de escribir (Kymografion de Ludwig combinado por Fick con el manómetro de aguja de Bourdon) ó una palanca anotadora, que pasa sobre una placa (Vierordt), ó el sfigmógrafo de Marey.

**Elasticidad del pulso arterial. Pulso dicroto.** —La pared arterial se dilata bajo el influjo de la presion sanguínea. A la dilatacion ó diástole de las arterias se llama: *pulso arterial*. Durante el diástole arterial crece la fuerza elástica, la cual comienza á manifestarse cuando cesa el sístole de los ventrículos, y lo hace volviendo el calibre de la arteria al mismo diámetro que tenia antes del sís-

tole cardíaco. En virtud de esta contraccion elástica, se ejerce una presion sobre la sangre, que se escapa hacia el único punto donde puede, es decir, hácia la periferia, porque despues de el sístole completo de los ventrículos, y por consiguiente, despues del principio de la accion de la elasticidad, las válvulas semilunares se cierran é impiden el retorno de la sangre. Sin embargo, este líquido vá á chocar contra las válvulas de donde es rechazado, por cuya razon se vé habitualmente en las curvas del pulso en muchas enfermedades, sobre todo en la línea descendente una segunda elevacion: *Pulso dicroto.*

La accion de la elasticidad es muy importante para la circulacion de la sangre. Si las túnicas arteriales estuviesen rígidas resultaria lo siguiente: mientras el ventrículo no se contrae, la sangre solo permaneceria en movimiento un espacio muy corto de tiempo inmediatamente despues del sístole, entraria despues en el reposo quedando inmóvil cerca de $^1/_2$ segundo: los tegidos no se alimentarian (10 segundos próximamente por dia), y la nutricion disminuiria, prescindiendo del inmenso gasto de fuerza que tendria que hacer el corazon, como hemos indicado mas arriba. La tension elástica es tanto mas débil, cuanto mas se aproxima la arteria á su diámetro natural, es decir, al estado de reposo relativo por medio de la elasticidad. Cuando se abre la arteria de un animal vivo, la sangre sale á cada contraccion ventricular, formando un chorro grueso, y cuando aquella cesa, este se hace mas pequeño, hasta que un nuevo

sístole venga á reproducir los mismos fenómenos. Esto es lo que nos enseña el hematodinamómetro.

**Movimiento cursivo y movimiento ondulatorio.**—La pared elástica de las arterias modifica el movimiento de la sangre. Si las paredes arteriales fuesen rígidas, el movimiento seria uniforme, propagándose en el sentido de su longitud; pero apoyándose el contenido líquido de los ventrículos en una superficie elástica, existe un movimiento de oscilacion que partiendo de la pared se extiende sobre ella y se comunica á la sangre. Las *oscilaciones del pulso* caminan desde el sitio de su orígen, es decir, desde el principio de la aorta á través del sistema arterial, haciéndose mas y mas pequeñas y perdiéndose en fin; pero las partículas de la sangre que se hallan contenidas en cada oleada, no pueden volver al sitio que ya han abandonado, es necesario que avancen paulatinamente, porque una nueva masa de líquido penetra en el sistema vascular á cada contraccion de los ventrículos, y no puede retroceder hacia el corazon por impedirlo las válvulas sigmoídeas que cierran las cavidades ventriculares. La sangre es pues solicitada hacia la periferia por las oscilaciones del pulso (oscilaciones montuosas).

**Las arterias despues de la muerte.**—Despues de la muerte cuando el corazon ha cesado de latir, la elasticidad hace pasar la sangre de las arterias á las venas, aquellas se aplastan la una sobre la otra, y si se cortan permanecen abiertas porque el aire penetra en su interior.

**Contractilidad muscular de las arterias.**— Mientras que la elasticidad interviene activamente en la circulacion general, existen disposiciones particulares que regulan la distribucion local de la sangre; consisten aquellas en las contracciones y dilataciones lentas pero contínuas de las arterias. Las pequeñas cuyo diámetro no llega á 2,2 ó 2,8 milímetros hasta los capilares poséen una túnica media puramente muscular, sin los mas ligeros vestigios de tegido conjuntivo ni de fibras elásticas. Las fibro-células están unidas formando capas membraniformes (Kölliker), y se hallan bajo la influencia del nérvio gran simpático; si este se divide las arterias se dilatan al momento. Se sigue de aquí, que si el último nérvio no se halla privado de la accion que recibe de la médula espinal, determinará siempre una contraccion seguida de una dilatacion; dicho fenómeno puede observarse en la oreja de un conejo (Schiff). Gracias á la mencionada disposicion de las pequeñas arterias, una parte del cuerpo puede ser pasageramente provista de una gran cantidad de sangre, como el estómago durante la digestion, el cerebro en el momento de los grandes esfuerzos intelectuales, el ojo cuando se hace funcionar la vision (V. *mas adelante Fisiología de los nérvios*).

## § XVI.—FUNCIONES DE LOS CAPILARES.

**Estructura.** — Los capilares son finos canalículos compuestos únicamente de células (Descubrimiento de Auerbach y Eberth). No son pues mas

que una prolongacion del epitelium, el cual no se ha demostrado todavía. Si descansa sobre una membrana, en todo caso debe ser muy delgada.

**Difusion inter-epitelial.**—A través de los canalículos inter-epiteliales tiene lugar una difusion con las partes vecinas, cuyo fenómeno difícilmente se realiza en las arterias á causa de su mayor espesor.

**Curso de la sangre en los capilares.**—El curso de la sangre es infinitamente mas lento en los capilares que en las arterias; en la retina del hombre se ha fijado en 0,75 de milímetro (Vierordt) y en la cola de los renacuajos en 0,57 de milímetro por segundo (E. H. Weber), deteniéndose la sangre por mas tiempo en tan diminutos vasos. Además estos últimos son muy extensibles, mucho mas que las arterias y que las venas, segun lo demuestran las inyecciones; es probable que sea tambien muy grande su elasticidad. Gracias á la considerable resistencia que oponen á la corriente (segun un cálculo aproximado, el diámetro de todos los capilares del cuerpo reunidos es 800 veces mayor que el de la aorta, Vierordt), esta no es como en las arterias rítmica sinó uniformemente contínua. La accion de la fuerza cardíaca y la de la elasticidad se hacen iguales, pero al momento que se presenta en un punto el éxtasis sanguíneo, aumenta la tension y se observa un flujo contínuo, es verdad, pero pulsatil de los corpúsculos sanguíneos, el cual se cámbia por último en un movimiento propulsivo é intermitente.

## § XVII.—CIRCULACION EN LAS VENAS.

La *estructura* de las venas se parece en general á la de las arterias. Se distinguen por las particularidades siguientes:

1. El epitelium no es fusiforme, sinó que consiste en pequeñas placas mas redondas.

2. El tegido elástico y las fibras musculares existen en cantidad menor en la túnica media; las últimas faltan en las pequeñas venas. Dicha túnica no existe en las mas diminutas, en la porcion de la vena cava que corresponde al hígado y en las gruesas venas hepáticas.

3. La adventicia es la túnica mas desarrollada en las venas; en las mas voluminosas contiene mucho tegido muscular, conjuntivo y elástico.

4. Las venas son mucho mas extensibles y friables que las arterias.

5. En las venas de mediano diámetro existen válvulas que faltan en las mas pequeñas y en las mayores, en las del sistema porta, en las del pulmon y cerebro.

La *presion* sobre las paredes venosas es segun los experimentos manométricos unas diez veces mas débil que en las arterias.

El *curso de la sangre* en las venas está favorecido por la contraccion muscular.

(Véase para la influencia del sistema nervioso sobre la circulacion, los párrafos 32 y 36 de la VI seccion).

**Circulacion de la sangre en los capilares**

**vistos al microscopio.**—Se puede observar la circulacion de la sangre en los capilares sobre las partes trasparentes de los animales vivos, y en especial de los que han sido envenenados con el curare. Las ranas se prestan muy particularmente á este experimento.

Hé aquí lo que se nota:

1. Queda sobre los bordes un rodete muy estrecho, diáfano, el *espacio de Poiseuille*, libre de corpúsculos sanguíneos, los cuales circulan especialmente en el eje del vaso.

2. En los bordes, los corpúsculos linfáticos redondos, incoloros, se mueven con lentitud, con frecuencia permanecen inmóviles largo tiempo en un punto.

3. Los corpúsculos de la sangre de la rana que presentan un núcleo distinto fuera de los vasos, no lo dejan ver cuando circulan.

4. Si la parte que se ha de someter al exámen, se deseca, y con frecuencia sin esto á consecuencia de un gran reposo del animal, la sangre circula con mas lentitud y se estanca en ciertos puntos.

5. Antes que se establezca el éxtasis los corpúsculos se acumulan en ciertos vasos, de donde resulta un movimiento intermitente relacionado con la contraccion cardíaca.

6. La sangre corre con mas velocidad en las arterias pequeñas que en las venas, que son mas anchas y contienen mas glóbulos.

# CUARTA SECCION

## NUTRICION.

## CAPÍTULO PRIMERO.

### FENÓMENOS GENERALES.

#### § I.—OBJETO.

**Definicion.**—Se entiende por nutricion el conjunto de fenómenos que abrazan la formacion y la conservacion de los órganos necesarios á la vida individual (1).

**Como se verifica la nutricion.**—Gracias á los movimientos que acompañan á la nutricion, los órganos pueden desempeñar el trabajo que les está encomendado para la conservacion de todo el organismo. Este trabajo exige desde luego la tras-

(1) Aunque segun esta definion, la formacion de los órganos á expensas del huevo es tambien un acto nutritivo, se sigue sin embargo la costumbre de tratarlo separadamente en la historia del desarrollo. (V. seccion 8.)

mision de las fuerzas de la naturaleza externa á las celulares, y vice-versa, y despues los aparatos propios para el desarrollo de las fuerzas, es decir, para la produccion de movimientos.

### § II.—A. MOVIMIENTOS MOLECULARES LÍQUIDOS.

**Idea general de los movimientos moleculares mecánicos.**—Los líquidos, y nuestra atencion debe fijarse aquí particularmente en el agua con las sustancias que tiene en disolucion, ofrecen movimientos en virtud de los cuales se mezclan con otros heterogéneos, aunque parecen quedar yustapuestos en un completo reposo. Estos movimientos moleculares se presentan:

1.° Cuando dos líquidos de distinta naturaleza, pero miscibles, se encuentran uno encima del otro, ó uno al lado del otro, sin que exista entre ellos ningun cuerpo extraño interpuesto: *Difusion.*

2.° Cuando un líquido se halla en contacto con un cuerpo relativamente seco, sin sufrir compresion: *Imbibicion, Inchazon.*

3.° Cuando además de las condiciones indicadas hay compresion: *Filtracion.*

4.° Cuando dos líquidos desemejantes miscibles tocan las dos caras de una sustancia susceptible de imbibicion: *Osmosis.*

**Rapidéz de los movimientos moleculares.**—La rapidéz de los movimientos moleculares depende de dos condiciones diferentes, á saber:

1.ª De la temperatura.

2.ª De la naturaleza de los líquidos.

Bajo este último punto se distinguen los *cristaloides* que se difunden con facilidad, de los *coloides* que no cristalizan y se difunden mal (Graham). La hemoglobina, aunque cristaliza, forma la transicion de los cristaloides á los coloides.

I.—DIFUSION.

**Marcha de la difusion.**—Cuando dos líquidos miscibles, por egemplo el agua destilada y una solucion salina, están colocados el uno sobre el otro, se establece una corriente recíproca, que parte de la capa por la cual se tocan y se extiende poco á poco á las otras hasta que se mezclan completamente. El agua destilada y la solucion salina se pueden considerar formadas por un gran número de capas superpuestas; en las dos por las cuales se ponen en contacto los líquidos heterogéneos y que nosotros llamaremos *aq* y *s*, las partículas de agua *aq* que son mas movibles penetran entre las partículas de la disolucion salina *s* que lo son menos y se insinúan á su vez en la capa *aq*. Esta adquiere mayor riqueza de sal, al par que empobrece la otra; por esta razon se origina una corriente de *aq* hacia la capa de agua que aun no es de la misma naturaleza que *aq*, y otra nueva de *s* hacia *aq* que contiene ya mayor cantidad de sal pero menos que las capas de la solucion salina; y así sucesivamente hasta que se establezca el equilibrio, esto es, hasta que cada capa contenga igual cantidad de sal.

**Rapidéz de la difusion.**—Los egemplos que

siguen demuestran la rapidéz del movimiento de las corrientes. Se han difundido, en el espacio de 8 dias, sobre 20 partes anhidras de:

| | | |
|---|---|---|
| Cloruro de sódio. . . | 58, 5 | granos. |
| Urea. . . . . | 58, 5 | — |
| Sulfato de magnesia. | 27,42 | — |
| Azúcar de caña. . . | 27,74 | — |
| Albúmina. . . . . | 3,08 | — |

(GRAHAM.)

Para una temperatura de:

14,8°—15,8° C se han difundido 9,67
20°—21°. . . . . 11,89 granos de cloruro de sódio.

(FICK.)

### II.—IMBIBICION É INCHAZON.

**Importancia de la inchazon en el organismo.** —Los líquidos y especialmente el agua penetran en los poros de los cuerpos sólidos. Estos poros pueden quedar abiertos como en un cilindro de arcilla, ó tener sus paredes aplicadas una contra otra como en las sustancias orgánicas desecadas. Se acostumbra á llamar *imbibicion* á la penetracion del agua en los cuerpos porosos, y la tumefaccion que acompaña recibe el nombre de *inchazon*, la cual se observa en el engrudo, clara de huevo, músculos, membranas etc., en el estado seco. Es probable que puedan atribuirse dichos fenómenos á la presion del agua; la inchazon goza un gran papel en el cuerpo vivo. Algunos órganos como el bazo pueden abultarse y reducirse pasageramente segun re-

ciban más ó menos líquido. La capacidad de imbibicion ó de inchazon depende de diversas circunstancias:

1.ª *De la concentracion del líquido.* El movimiento de un líquido es tanto mas considerable cuanto menos concentrado esté. Así, por ejemplo, una vegiga de buey seca absorbe:

| | |
|---|---|
| Agua pura. . . . . | 310 p. en peso. |
| Solucion de una sal de cobre á 9 0/0 | 288 — |
| — — á 18 0/0 | 218 — |

(De Liebig.)

2.ª *De la naturaleza del líquido.* Una solucion de sal de Glauber no se conduce de la misma manera que una disolucion de sal marina.

3.ª *De la naturaleza de la sustancia seca.* Así como existe una diferencia entre el pericardio y la vegiga, la hay tambien entre las dos superficies de una misma membrana.

Todas las partes del cuerpo están imbibidas de un líquido, que se llama *líquido de impregnacion* y puede extraerse comprimiéndolas. La cantidad de agua contenida en el cuerpo se eleva á 75 por 100 próximamente.

### III.—FILTRACION.

**Filtracion hacia la sangre y fuera de la sangre.**—Se llama *filtracion* á la presion que se egerce sobre el líquido que imbibe una sustancia elástica. La parte líquida de la sangre filtra á través de los vasos capilares. La presion que obra procede especialmente de la fuerza cardíaca.

Cuando aquella es mayor sobre la pared externa del vaso que sobre la interna, la filtracion tiene lugar hacia el interior.

**Filtracion de los cristaloides y de los coloides.**—Cuando las soluciones salinas filtran á través de las membranas animales, en el líquido filtrado hay tantas sales como antes de la operacion; cuando la sustancia es coloide, como las soluciones de clara de huevo, queda retenida en la membrana y el líquido filtrado es acuoso. La imbibicion se hace mejor á una temperatura alta que á una baja, y cuanto mayor sea la presion, mayor cantidad de sustancia coloide contendrá el líquido filtrado (W. Schmidt).

**Las células epiteliales parecen embarazar la filtracion de la albúmina.**—La cantidad de la que se filtra en el cuerpo vivo parece depender de los órganos; así los que se hallan provistos de epitelium separan mayor proporcion de aquella sustancia que los que no lo poseen: las exudaciones de los sacos serosos y las eliminaciones de las glándulas contienen menos albúmina que el jugo de los músculos y de los nérvios. (En el líquido peritoneal hay de 0,6 á 0,7 por 100 de albúmina, en el cerebro-espinal 0,8, en el humor acuoso 1,22 y en el de las carnes 2 á 3 por 100.)

### IV.—OSMOSIS.

**Endósmosis. Exósmosis.**—Se llama endosmosis y exosmosis á la corriente de difusion que se establece entre dos líquidos desemejantes pero

miscibles cuando se hallan separados por una membrana.

**Equivalente endosmótico.**—Para apreciar la rapidéz de difusion de los diferentes líquidos, *Jolly* practicó el siguiente experimento. Introdujo un peso determinado de una sustancia seca, cloruro de sódio por ejemplo, en un tubo de vidrio encorvado y cerrado en uno de sus estremos por un pedazo de vegiga de cerdo, colocándolo despues en un vaso lleno de agua destilada. El agua caminó á través de la vegiga hacia la sal marina y la disolvió estableciéndose una corriente entre la solucion y el agua del vaso que se renovaba todos los dias. El peso del tubo varió tanto como duró la corriente, pero terminada la difusion, cuando ya no se encontró mas que agua pura lo mismo en el tubo que en el vaso, entonces permaneció invariable dicho peso. Así terminó el experimento. Cuanto mas lento sea el paso de una sustancia al agua, mayor cantidad de esta se dirigirá hacia la disolucion y el tubo se hará mas pesado. Hé aquí los resultados que se han obtenido: mientras que pasa al agua 1 gramo de cloruro de sódio, penetran en el tubo 4,3 gr. de aquella. Se llama *equivalente endosmótico* á la cantidad de agua que atraviesa la vegiga hacia un peso determinado de la sustancia que se ha de determinar. En las sustancias siguientes es:

| | |
|---|---|
| Sal marina. . . . . | 4,3 |
| Azúcar. . . . . | 7,1 |
| Sulfato de magnesia. . . | 11,7 |
| Hidrato de potasa. . . . | 215,» |

El equivalente endosmótico varía sin embargo con el grado de concentracion (Ludwig). Una disolucion de sal de 4,6 por 100 tiene un equivalente de 1,5; una disolucion de 26,5 por 100 tiene el equivalente de 3.

**De la endósmosis en el tubo digestivo.**— Cuando se han ingerido alimentos salados, se establece ya sobre la lengua pero con mas intensidad en el estómago é intestinos una corriente de difusion entre el líquido de la sangre y la sal. Cuanto mas abunde esta en la sangre, mas se difundirá hacia los tegidos, especialmente los músculos, los cuales la contienen en muy corta cantidad.

Cuando se dá á los animales, á quienes se impide beber agua, mas sal que de costumbre, se establece una corriente de difusion mas activa, pasando de los tegidos á la sangre mayor cantidad de agua y de aquella á los tegidos mayor cantidad de sal; la orina es mas rica en agua (Voit).

### B. PROCESOS QUÍMICOS.

Los procesos químicos que tienen lugar en la nutricion, pueden referirse esencialmente á las metamórfosis sucesivas de las principales materias nutritivas en productos terminales que abandonan el cuerpo. Estas sustancias nutritivas son:

1.ª Albuminoides.
2.ª Grasas é hidratos de carbono.
3.ª Sustancias inorgánicas.

Los productos terminales mas importantes son:

1. Urea y ácido úrico.

2. Acido carbónico.
3. Sustancias inorgánicas.

El contacto del oxígeno es la condicion necesaria del orígen y continuacion de los procesos químicos. La combustion de C. dando $CO^2$ ha sido examinada ya en la *primera seccion*.

### § III.—METAMÓRFOSIS DE LOS ALBUMINOIDES.

**Todo el azoe ingerido se elimina por las orinas y las heces.**—Los albuminoides de nuestros alimentos contienen próximamente en 100 partes: 53,5 C. -7 H, - 15,5 Az - 22,40, - 1,6 S. En las condiciones ordinarias el azoe de dichas sustancias así como el de las colágenas es eliminado por la orina y los excrementos (1) (descubrimiento de Voit). Si, pues, un adulto sano consume 130 gramos de albuminoides secos al dia, en los cuales hay 20,2 Az y 69,55 C, el primer cuerpo se encontrará casi todo en los excrementos y en la orina, al paso que el segundo solo estará en la proporcion de unos 30 gramos y el resto=39,55 C se elimina por los pulmones bajo la forma de $CO^2$ (39,55 C + 105, 460=145 $CO^2$=próximamente á la sexta parte de $CO^2$ exhalado durante el dia.) (V. respiracion).

La mayor parte de Az se halla contenido en la urea, unas 17 por 20. La cantidad de este gas y por consiguiente de urea sube y baja con la proporcion de alimentos ingeridos.

(1) V. respiracion. Una débil cantidad se elimina por los pulmones.

| ALIMENTACION. | Az DE LOS ALIMENTOS. (En gramos.) | O INSPIRADO. | ORINA EXCRETADA. | AZ DE LA ORINA Y DE LOS EXCREMENTOS | C DEL AIRE EXPIRADO. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Régimen rico en albúmina.* | | | | | |
| Dia 1.º Reposo. . . . . | 42,61 | 850 | 55,80 | 28,71 | 273,6 |
| — 2.º — . . . . . | 42,59 | 876 | 69,7 | 36,14 | 283,1 |
| *Régimen mixto. Reposo.* | | | | | |
| Término medio de tres experimentos. . . | 19,48 | 831,6 | 36,6 | 19,47 | 253,1 |
| *Régimen mixto. Trabajo.* | | | | | |
| Término medio de dos experimentos. . . | 19,4 | 980 | 36,8 | 19,28 | 329,1 |
| *Régimen no azoado. Reposo.*. . . . . | 1,29 | 808 | 27,7 | 13,43 | 228,8 |
| *Ayunas. Reposo.* | | | | | |
| Término medio de dos experimentos. . . | — | 766,25 | 26,5 | 12,39 | 195,4 |
| *Ayunas. Trabajo*. . . . . | — | 107,18 | 25 | 12,36 | 323,9 |

(DE PETTENKOFER y VOIT.)

En el primero de los experimentos referidos mas arriba, la cantidad de azoe eliminado es inferior á la que contenia la alimentacion, pero el segundo dia era mayor. Es necesario pues suponer que con un régimen tan rico en albúmina las metamórfosis no se efectúan con bastante rapidéz.

**Relacion entre la magnitud del trabajo y la necesidad de Az.**—La necesidad de los albuminoides crece con la magnitud del trabajo realizado por el cuerpo. Es un hecho comprobado por la experiencia, que los soldados en campaña necesitan de 30 á 60 gramos de sustancias albuminoideas mas que en tiempo de paz (Playfair). Los animales dedicados al trabajo, como los caballos, poseen mucha menos fuerza cuando les falta este género de alimentacion. Cuando la última no es azoada, se origina con facilidad un estado nervioso, que indica una falta de capacidad efectiva, lo que se llama *exageracion de la irritabilidad.* Los albuminoides son pues necesarios al trabajo corporal (V. p. 35).

**Gasto de azoe durante el trabajo.**—Voit ha hecho la siguiente observacion digna de tenerse en cuenta; durante el trabajo solo aumenta la combustion del carbono, pero no la cantidad de azoe eliminado, y durante el reposo que sigue, sucede todo lo contrario; así por egemplo, durante la ascension de una alta montaña, verificada 17 horas despues de ingeridas las sustancias albuminoideas son eliminados 3,31 de Azoe, mientras que en la noche inmediata se encuentran en las secreciones 4,8 Az. (Fick y Wislicenus). No se puede suponer

que el gasto de azoe no haya aumentado por el ejercicio, sinó mas bien, que los productos descompuestos se almacenen en el cuerpo. En el momento del trabajo se dirije mayor cantidad de sangre hacia la piel, y por consiguiente el aflujo hacia los riñones es menor, vertiendo la secrecion sudorípara una proporcion mas considerable de agua en los tegumentos. Es problemático que la urea se elimine por el sudor.

**¿Dónde se forma la urea?**—No se sabe todavía si la urea se forma en la sangre, en los tegidos ó en los riñones; no se encuentran vestigios de ella en los músculos (Liebig) pero sí en las diferentes glándulas, sobre todo en el hígado (Meissner); en la primera solo existe en mínima cantidad en el estado normal, aumentando despues de la extirpacion de los riñones (Prevost y Dumas). La destruccion de los albuminoides parece ser mas activa en el hígado; si se consumen, por egemplo, con la alimentacion, unos dos gramos de azufre al dia, y al mismo tiempo se producen 1000 gramos de bilis en el órgano hepático, se encuentran en esta cifra lo menos 0,9 S que corresponden próximamente á 56 gramos de sustancias albuminoideas, las cuales son por lo tanto descompuestas en dicha entraña. Esto es muy importante, sabiendo que con la alimentacion cotidiana se absorben 130 gramos de las mencionadas sustancias.

**Relacion de la urea con los albuminoides.**—Es dudoso que la urea proceda directamente de los albuminoides. Se conocen diversas sustancias azoadas que al parecer deben considerarse como

grados intermedios, sin que hasta el presente pueda demostrarse la transicion por todas ellas. La creatina contiene 32,06 por 100 Az, el ácido úrico 33,33, la xantina 36,84, la creatinina 37,18, la sarcina 41,18, y la urea 46,6; todas estas sustancias tienen menos C que los albuminoides. Por otra parte la leucina y la tirosina, cuya presencia es tan comun en el cuerpo, se distinguen por la proporcion de C.

Leucina. . 54,96 C.—9,92 H.—10,69 Az.—24,45 O por 100.
Tirosina. . 59,67 C.—6,08 H.— 7,75 Az.—26,52 O —

Mientras que la urea contiene:

Urea. . . 20, C.—6,66 H.—46,66 Az.—26,66 O —

En todo caso, ya hemos indicado que el carbono queda libre en las metamórfosis de los albuminoides en urea, y abandona el cuerpo bajo la forma de ácido carbónico.

**Formacion de la grasa á expensas de los albuminoides.**—Es probable, segun las observaciones repetidas, que el $CO^2$ no proceda directamente de los albuminoides, sinó que estos dén lugar á la grasa. Hé aquí la prueba de la formacion de la grasa á expensas de los albuminoides.

1. En el seno de los tegidos de las partes inactivas como nérvios seccionados, músculos paralizados etc., se forman glóbulos grasientos, *de generacion grasosa*, que provienen al parecer de las partes azoadas de los tegidos.

2. Los cadáveres que permanecen algun tiempo bajo el agua, se trasforman en una especie de pro-

ducto grasoso que se llama *adipocira*, sustancia blanca que contiene 94 á 97 por 100 de ácidos grasos.

3. Cuando se coloca en la cavidad abdominal de un animal vivo un cristalino, un pedazo de hueso etcétera, se impregnan en gran parte de grasa que vá á reemplazar á las pérdidas que dichos cuerpos experimentan (R. Wagner). Con todo, esto no es una prueba decisiva, porque se ha observado que los pedazos de médula de sauco, tratados del propio modo, se llenaban igualmente de grasa.

4. Sabido es que las aves engordan mucho mas con un régimen desprovisto de grasa.

5. La manteca de la leche aumenta excesivamente con una alimentacion animal (Scubotin Kemmerich).

6. El glicógeno se forma en el hígado aun cuando los animales reciban una alimentacion exclusivamente animal (Bernard).

7. El queso de Roquefort, que ha estado algunos dias encerrado en una cueva, se cubre de una especie de hongo y disminuye su caseina, mientras que aumenta la grasa.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.

| *Del queso fresco.* | | *Dos meses despues.* |
|---|---|---|
| Caseina. . . | 85,43 | 43,28 |
| Grasa.. . . | 1,85 | 32,31 |
| Agua.. . . | 11,84 | 19,26 |

(BLONDEAU.)

**Facilidad de descomposicion de los albuminoides.**—Los agentes enérgicos de oxidacion tras-

forman los albuminoides en ácidos grasos fuera del cuerpo, los cuales se encuentran tambien en el interior de este, como sucede con el ácido acético, fórmico etc., despues en aldehidos de estos ácidos, en amoníaco y en bases orgánicas instables. Los ácidos, los álcalis y la putrefaccion dan así mismo orígen á expensas de los albuminoides, á las sustancias que se hallan en el organismo bajo la forma de ácidos grasos instables, leucina, tirosina etc.

**Papel de los albuminoides.** — Los albuminoides desempeñan en el organismo una doble funcion. En efecto:

1.° Sirven de fermento, ó si se quiere provocan los procesos orgánicos por sus metamórfosis químicas. Mientras que aquellos se realizan, y por consiguiente se forma la urea á expensas de los albuminoides despues de una série de trasformaciones intermedias, se oxida el carbono, se desarrolla el calor y se determinan los movimientos celulares. Los albuminoides dán lugar á trasformaciones constantes de fuerzas diferentes.

2.° Los órganos aumentan en todos sentidos por absorcion de los albuminoides.

## § IV.—METAMÓRFOSIS DE LAS SUSTANCIAS NO AZOADAS.

Hasta aquí, nuestra atencion se ha fijado en primer término en las metamórfosis del azoe, ahora es el carbono el que reclama un exámen especial.

**Orígen de las sustancias no azoadas en el**

**cuerpo.**—Las sustancias no azoadas, hidratos de carbono y grasas, penetran en parte en el cuerpo por medio de la alimentacion y en parte son elaborados en aquel. Cuando los hidratos de carbono que contienen los alimentos se encuentran en un órgano cualquiera, como el azúcar de uva y la dextrina en los músculos, no puede decirse si proceden de la sangre ó se han formado allí por completo. El glicógeno del hígado es cierto que se elabora primitivamente en este órgano; la grasa que se halla en el cuerpo no es hablando con propiedad la que existe en la alimentacion; puede proceder tambien de una série de metamórfosis, ya hemos indicado que podia formarse á expensas de la albúmina. Sin embargo, la especie de grasa absorbida tiene cierta influencia sobre la que se deposita en el cuerpo; los cerdos, por egemplo, absorben mucha en estado fluido, la contenida en sus células adiposas será pues mas líquida que en otras circunstancias.

**Conversion de las sustancias no azoadas en sustancias azoadas.**—Las sustancias no azoadas introducidas en la economía pueden combinarse con las azoadas. Así el ácido benzoico, el de la canela ($C^9$ $H^8$ $O^2$) el toluano ($C^7$ $H^8$), el aceite de almendras amargas ($C^7$ $H^8$ O) y el ácido quínico ($C^7$ $H^{12}$ $O^6$) se trasforman en ácido hipúrico y aparecen bajo esta forma en la orina.

$C^7$ $H^6$ $O^2$=ácido benzoico.
$C^2$ $H^5$ Az $O^2$=glicocola.

$C^9$ $H^9$ Az $O^5$+$H^2O$=ácido hipúrico.

**Combinacion de la grasa con los elementos azoados.**—La grasa tambien se combina en el cuerpo con las sustancias azoadas. Se la encuentra formando un elemento constituyente de la mayor parte de los órganos. El protagon, sustancia principal del cerebro, necesita de la grasa para que pueda elaborarse.

**Los tegidos contienen muy pocos hidratos de carbono.**—Los hidratos de carbono solo constituyen una débil proporcion de la sangre y de los tegidos, aunque los alimentos los contengan en una gran cantidad. Es probable que ellos no se quemen en todo ó en parte para formar el ácido carbónico, sinó que antes se metamorfoseen en grasa. De cualquier modo este fenómeno puede realizarse en el cuerpo. Un cerdo, que haya comido en 13 semanas 333 libras de guisantes y 2275 libras de patatas, alimentos que no contienen en suma mas que 8,6 libras de grasa, aumenta en el mismo tiempo 23,4 libras. Es necesario pues que dicha sustancia se forme á expensas de la harina del almidon; las abejas elaboran la cera con el azúcar de miel (Huber, Gundlach). Segun hemos indicado mas arriba la confeccion de las grasas exige la presencia de los albuminoides.

**Causas del aumento y de la disminucion de la grasa.**—Esta sustancia se presenta en el cuerpo en parte bajo la forma de grasa neutra y en parte bajo la forma de jabon. Su aumento en la economía se debe á tres factores que deben obrar simultáneamente:

1. Recepcion insuficiente del oxígeno.

2. Gasto demasiado pequeño de azoe (menos movimiento muscular — accion nerviosa disminuida).

3. Introduccion excesiva de carbono.

Ninguno de estos tres factores obra aisladamente, en las condiciones opuestas se consume la grasa; así el panículo grasoso subcutáneo disminuirá pronto, si escasea la alimentacion. No se ha podido decidir si en semejante caso la grasa neutra puede pasar á la sangre ó si se saponifica gracias al álcali de este líquido, y si por esta via, vertiéndose los ácidos grasos en la circulacion, se queman y forman el ácido carbónico.

**Papel de la grasa.**—Las grasas, aparte de su utilidad mecánica, sirven principalmente como agentes de la respiracion, á la cual no contribuyen los albuminoides sinó en una débil parte. Si el cuerpo no contiene mas que los últimos principios y nada de sustancias grasientas ó hidratos de carbono, se necesitará una cantidad mucho mayor para conservar la vida en estado normal. Un perro, alimentado con 500 gramos de sustancias albuminoideas, eliminaba por las orinas mas azoe del que contenia su alimentacion. Este *exceso* debian suministrarlo sus propios tegidos para completar la proporcion de carbono necesario. Si por el contrario, á los 500 gramos de carne se añade igual cantidad de grasa, la necesaria para la respiracion, la proporcion de azoe de la orina corresponde al de la ingesta (Bischoff y Voit).

## C.—FUERZAS MECÁNICAS Y CELULARES.

**Partes constituyentes de la célula.**—Una célula se parece originariamentc á un corpúsculo blando que se compone de dos partes esenciales, la una llamada *protoplasma* (una especie de materia germinativa capaz de movimiento), la otra *núcleo*. Este falta con frecuencia y entonces el protoplasma constituye por sí solo la célula; aquel es una sustancia que parece homogénea, sin estructura á menudo ó granulosa. En su periferia existe una membrana, que tal vez no es mas que una condensacion de sus capas mas externas; además se forman entre las células vegetaciones especiales llamadas *sustancia intercelular*, que puede considerarse como un producto del protoplasma al exterior. Las células se hallan mas ó menos separadas unas de otras.

En los organismos inferiores, en las hidras por egemplo no existe separacion de este género, toda la masa del cuerpo es homogénea: se llama *sarcodes* (Dujardin). En el fondo no es otra cosa que el protoplasma. Es probable que el núcleo sea una condensacion de la sustancia protoplasmática en el punto central. Las partes constituyentes de la célula completa son pues: cubierta, protoplasma, núcleo y nucléolo.

Esta manera de considerar la célula pertenece á Schwan; en los últimos años su definicion ha sido modificada por los trabajos do Max Schultze, de Recklinghausen, Kühn, L. Beale, etc. Un gran número de células como los glóbulos blancos, las

células embrionarias etc. no ofrecen membrana de cubierta; lo mismo sucede en las de la médula de los huesos, en la membrana de desarrollo y en las células madres que se encuentran en el mismo punto. Las que no poseen cubierta, ofrecen un protoplasma con movimientos amiboides. La definicion de la célula se encuentra pues reducida á: *Una masa de protoplasma que contiene un núcleo* (Cornil y Ranvier).

### FENÓMENOS DE LAS CÉLULAS.

Los principales fenómenos observados hasta la actualidad en las células son:

1. Crecimiento, multiplicacion y sus consecuencias.
2. Afinidad por ciertos elementos de la sangre y accion fermentativa de ellos.
3. Movimientos.

### § V.—CRECIMIENTO, MULTIPLICACION DE LAS CÉLULAS Y SUS CONSECUENCIAS.

**Diferencia de la magnitud de las células en las diversas edades.**—Se entiende por crecimiento un aumento en el sentido trasversal y en el longitudinal. Si se comparan los cartílagos de un niño y los de un adulto se demuestra la considerable diferencia bajo el primer punto de vista. Igualmente aumenta la sustancia intercelular.

La misma observacion se hace en las capas musculares longitudinales y trasversales en los niños y en los adultos. Es necesario concluir que el protoplasma de estas células se halla en estado de

asimilar los elementos que proceden de la sangre.

**Crecimiento.**—No todas las células crecen. A esta categoría pertenecen: los corpúsculos de la sangre y los epiteliums cuyas dimensiones no son mayores en los adultos que en los niños. Hasta los 40 años el cuerpo crece en longitud y en peso, y disminuye á partir de esta edad hasta el fin de la vida. Un recien nacido mide medio metro de longitud, una niña $0^m,49$. El peso del primero se eleva por término medio á $3^k$ 67, la segunda á $2^k,91$. A los 40 años la longitud del hombre es de $1^m,68$ y la de la muger $1^m,579$. El peso medio de aquel es de $63^k,67$ y el de esta $55^k,23$.

El peso y la longitud de cada órgano en particular crecen proporcionalmente hasta la edad media de la vida. Muchos órganos aumentan sus dimensiones hasta la muerte, entre estos se halla el corazon.

**Formacion de nuevas células.**—El crecimiento de un órgano no estriba simplemente en el de cada célula en particular sinó en la produccion de otras nuevas. La multiplicacion y por consiguiente la génesis celular se demuestra por los egemplos siguientes:

1.° *El proceso de segmentacion.* En el desarrollo del huevo, se observan células que presentan estrangulaciones, de tal suerte que al lado de las mas sencillas se vén 2, 4, 8 y aun mas reunidas en una sola cápsula. Debe suponerse que la primera se divide en dos, etc.; la division principia siempre por el núcleo (V. fig. 4. Elementos de Histologia de Kölliker).

En los cartílagos se vén las células simples colocadas unas al lado de otras, á veces se observan dos en una misma cápsula, separadas por una línea estrecha, á menudo se encuentran tres, de lo cual se ha concluido que tiene lugar en este punto una verdadera segmentacion, aunque no se tengan observaciones decisivas sobre este punto (V. fig. 6. Elementos de histologia de Kölliker).

2.° Las glándulas lacteas pertenecen al grupo de las arracimadas que, como todas, se componen de una membrana amorfa tapizada en su superficie interna por un epitelium glandular. Al fin del embarazo se forma la grasa en las células epiteliales, estas se desprenden, penetran despues de la parturicion en los conductos excretores de las glándulas y se abren vertiendo su contenido, *leche*.

La secrecion lactea puede conservarse durante muchos años, y seria un absurdo suponer que el número de células del estado de virginidad ha bastado para suministrar tan gran cantidad de leche. Una vaca puede segregar en diez meses 3000 kilógramos de este líquido y por consiguiente unos 120 kilógramos de grasa; si esto se repite todos los años prueba de un modo preciso la nueva formacion celular.

3.° Cada dia entrega el bazo á la sangre un gran número de células linfáticas, al paso que recibe muy pocas.

En la arteria esplénica hay 1 corpúsculo incoloro por 2000 rojos.
En la vena esplénica — 1 — por 60 —

(Hirt.)

4.° Se ha comprobado la multiplicacion de las fibras musculares en la rana jóven y vieja por su numeracion directa en los gastrocnemios (Se multiplican probablemente por escision, Budge).

5.° Un gran número de neoformaciones patológicas.

El proceso en virtud del cual se realiza la multiplicacion celular todavía se halla envuelto en el misterio; solo se sabe de cierto que las células nacen como todos los organismos de otras preexistentes. Sin embargo no se conocen aun todas las variedades de reproduccion.

### ORIGEN DE LAS CÉLULAS.—PROLIFERACION Y BLASTEMO.

**Remack, Virchow.** — Considerando el óvulo como una célula cuya cubierta está representada por la membrana vitelina, el contenido por el vitelus, el núcleo por la vesícula germinativa, y el nucleolo por la mancha del mismo nombre, ha demostrado Remack que el embrion está formado por la segmentacion de este óvulo. Despues de la fecundacion, el vitelus se divide en dos partes, cada mitad se divide á su vez, y así sucesivamente hasta que se haya trasformado en una masa de esferas que le dén un aspecto muriforme. Las esferas ó células que resultan de la segmentacion del vitelus van á tapizar la cara interna de la membrana vitelina, formando tres capas que constituyen las tres hojas del blastodermo. Las nuevas divisiones de las células de estas hojas dán orígen

á las que componen los diversos tegidos del embrion.

Todas las células nacen pues de otras preexistentes, y su genealogia se remonta hasta el mismo óvulo. Remack las ha visto nacer segun tres tipos distintos: 1.° *escision ó escisiparidad.* 2.° *formacion endógena.* 3.° *brotamiento ó brote.* Tal fué la obra de Remack, el padre de la teoría de la proliferacion.

Virchow no ha hecho mas que trasportar al dominio patalógico lo que Remack habia descubierto en la fisiología del desarrollo de los animales. Al admitir que toda formacion nueva de células, que toda neoplasia estriba en la proliferacion de otras preexistentes, ha unido con nuevos lazos á la patología con la fisiología.

*Omnis celula é celula*, tal es el axioma que se esforzó en grabar sobre el frontispicio de la ciencia. A este axioma fundamental é indiscutible segun él, añadió otro no menos absoluto, la *irritabilidad* (intravascular para Broussais) de los séres vivos. Esta propiedad general se manifiesta de tres maneras: irritabilidad *funcional*, *formativa y nutritiva.* Así por egemplo, la inflamacion solo reconoce por causa una irritacion que al principio es funcional, despues nutritiva y por último formadora; la supuracion se halla de este modo ligada á la proliferacion de las células plasmáticas del tegido conjuntivo. Las de los neoplasmas patológicos nacen asimismo por la division de las células preexistentes en el sitio mismo del tumor, y los tegidos recien formados *sustituyen* á cierta cantidad de las partes

normales del cuerpo. Toda neoplasia es la consecuencia de una irritacion particular de los elementos celulares (1).

**Schwann, Robin.**—La teoría de la proliferacion habia sido precedida por la de la generacion espontánea de las células en un medio líquido ó semi-flúido llamado *blástemo ó citoblástemo.* El blástemo existe en el seno de las células ó en los espacios que las separan.

Schwan aplicó al estudio de los tegidos animales los descubrimientos de Schleiden en los vegetales, en otros términos, demostró que el animal como el vegetal es un compuesto de células. Estos elementos nacen, segun el, de la manera siguiente: en medio del blástemo aparecen granulaciones moleculares que se aglomeran y rodean de una membrana, formándose de este modo el núcleo. Este obra sobre el blástemo inmediato como un centro de atraccion, y ván á depositarse sobre él nuevas moléculas las cuales se rodean á su vez de una membrana que completa la célula.

La doctrina de la génesis subsiste todavía, apesar de la grande autoridad de Virchow y de la preocupacion que hizo preponderantes, especialmente en un período de diez años, las doctrinas del célebre histólogo de Berlin. Poderosas inteligencias la defienden en la actualidad; no nos atrevemos á decir cual es la destinada á recoger los laureles de

(1) V. para mas detalles la *Patología celular* de Virchow, el *Manual de histología patológica* de Cornil y Ranvier, el *Tratado de histología patológica* de Rindfleisch etc.

la victoria, pero podemos afirmar que no se la deja en el olvido.

**Broca** profesa *la teoría del blástemo* en su *Tratado de los tumores*. Para el, esta sustancia emana directamente de la sangre, de la cual se separa atravesando por exudacion las paredes de las últimas ramificacionas vasculares; comienza pues por ser líquida, pero mas tarde pasa al estado sólido. Este cámbio puede efectuarse de dos maneras: ora es el resultado de una coagulacion pura y simple que precede al momento de la organizacion propiamente dicha, ora marcha á la par con la misma organizacion.

Durante el período corto ó largo que precede á esta solidificacion, la sustancia del blástemo se infiltra por imbibicion en los espacios intervasculares; si el sitio, donde se ha separado de la sangre, está próximo á la superficie libre de una membrana, puede trasudar á su través y depositarse en forma de capas sobre ella; y si es segregada en un tegido privado de vasos, puede infiltrarse en su espesor. Por este último mecanismo reciben los órganos no vasculares el blástemo normal indispensable á su crecimiento y nutricion; y los elementos patológicos que se desarrollan algunas veces en estos órganos prueban que los blástemos anormales pueden penetrar tambien por la misma via.

Pero el mas ilustre, el principal representante en la actualidad de la teoría del blástemo es **Ch. Robin**, nuestro sabio micrógrafo, el padre y el propagador de la histología en Francia.

Durante la renovacion molecular contínua ó nu-

tricion, el acto de asimilacion consiste como se sabe, en la génesis, en la intimidad de cada elemento anatómico, de principios inmediatos que son semejantes á los de la sustancia misma del último. Son por lo tanto diferentes de los del plasma sanguíneo cuyos materiales ha suministrado con la trasmision endosmo-exosmótica de cada elemento á los inmediatos y recíprocamente; debemos hacer notar este punto de divergencia con la opinion de Broca. Cuando esta formacion asimiladora es mayor que la desasimiladora, se determina el aumento de la masa del elemento; pero, cosa notable, esta formacion de principios se extiende pronto mas allá fuera de este mismo elemento porque desde que afecta cierto desarrollo, se interpone entre ellos el exceso de principios nutritivos. Tales son los principios inmediatos que reciben el nombre de *blástemos*, considerados sintéticamente en su conjunto y en su asociacion en un todo organizado líquido ó semi-líquido, y que solo tienen una corta existencia distinta de la de las partes ambientes.

El blástemo es, pues, un producto exudado de los elementos anatómicos; es el plasma elaborado por estos, por cuya razon debe variar de un individuo á otro, segun el estado de la sangre y de los tegidos.

¿Cuál es la composicion de este blástemo? Hay tantos blástemos como tegidos. El de las heridas, el que con mas facilidad puede recogerse y examinarse, se presenta al microscopio bajo la forma de una materia homogénea sembrada de finas gra-

nulaciones moleculares, grisáceas la mayor parte y otras amarillentas grasosas. Pronto nacen en este blástemo y en sus dependencias núcleos embrioplásticos primero y despues fibras laminosas capilares.

Hay allí generacion de individuos que no nacen directamente de otro. Para esto no necesitan dichos elementos de los que les preceden ó rodean en el momento de su aparicion mas que como condicion de existencia y de produccion ó aflujo de principios que se asocian entre sí, de donde los términos *génesis*, *nacimiento* etc.

En todas partes en donde existen elementos anatómicos, vegetales ó animales en via de renovacion molecular activa, se puede demostrar la aparicion ó generacion de otros elementos anatómicos. Aun no se ha visto esta generacion mas que allí; por consiguiente si la génesis de dichos elementos es una *generacion espontánea* porque consiste en una aparicion de partículas formadas de sustancia organizada, aunque no existan algunos instantes antes, se vé tambien por las condiciones en las cuales ha tenido lugar esta aparicion, que la referida génesis es perfectamente distinta de la heterogenia, llamada generacion de seres en los medios cosmológicos y no organizados.

Los principios contenidos en los blástemos son arrastrados por la *afinidad química* á agruparse molecularmente para formar «una génesis ó generacion de nuevas partículas elementales de sustancia organizada amorfa ó figurada.»

Es importante notar que la aparicion del primer

elemento anatómico figurado que tomará parte en la constitucion del nuevo ser en un punto en donde no existia ningun otro, y en donde no se le podia hacer provenir de una escision prolificante de ninguna cosa anterior, principia siempre por un fenómeno de génesis. Es un hecho capital que no debe perderse de vista el siguiente: el fenómeno inicial por el que principia á indicarse la constitucion de la nueva individualidad no es la *segmentacion del vitelus* (vitelus fecundado); al contrario se halla anunciada por un acto de génesis, el de la generacion autónoma del *núcleo vitelino* en el seno de una masa homogénea en via de renovacion molecular contínua, el vitelus fecundado. *Solo posteriormente á la autogenis del núcleo principia la segmentacion tanto de este último como del vitelus*, segmentacion que tiene por resultado la individualizacion de la masa vitelina en células blastodérmicas ó embrionarias.

Las células embrionarias que resultan de la segmentacion del vitelus no tardan en reblandecerse y despues á liquefiarse.

El líquido que ellas forman al fundirse constituye el *blástemo*, en el cual aparecen pronto los *núcleos embrioplásticos* que miden de $0^{mm}$, 004 á $0^{mm}$, 006 al principio. De estos, unos permanecen libres, otros se rodean de granulaciones moleculares, elevándose á formaciones superiores células, tubos, fibras, etc.

Tal es el orígen de las células y del embrion.

La formacion por génesis se presenta: 1.° por la génesis del óvulo macho ó hembra; 2.° por la pro-

duccion del núcleo vitelino y de los tegidos del embrion por el blástemo que resulta de la fusion de las células blastodérmicas; 3.° en el animal desarrollado, por la produccion y renovacion de los epiteliums y del epidermis; 4.° en fin casi todos los neoplasmas deben su orígen á este modo de generacion. En la mayor parte de los otros casos es admitida la teoría celular. Robin no es pues exclusivo.

En cuanto á la irritabilidad de Virchow, hé aquí como es juzgada por Robin..... Las expresiones de *irritabilidad* é *irritacion nutritiva*, *plástica*, *formadora de las células*, *fibras*, etc., irritabilidad ó *irritacion funcional* no representan mas que una concepcion ontológica, una entidad, una creacion del espíritu por lo cual se atribuye á la sustancia organizada una propiedad que no posée, á no ser que se designe con estas palabras las mismas propiedades de nutricion, de desarrollo, de generacion, de contractilidad, de inervacion ó la posibilidad de sus variaciones correlativas á las condiciones moleculares y físicas de existencia intrínseca y extrínseca de los elementos anatómicos, condiciones llamadas del medio tanto interior como exterior.

En 1867, Legros y Onimus suministraron nuevas armas á la teoría de Robin publicando sus *Experimentos sobre la génesis de los leucocitos*.

Segun estos observadores, si se introducen debajo de la piel pequeños sacos de vegiga llenos de la serosidad de un vegigatorio préviamente filtrada, 24 horas despues se encuentra turbia y con un gran número de leucocitos. ¿Segun este experi-

mento, no es claro que los leucocitos se formarian expontáneamente en un líquido amorfo y vivo?

Lortet de Lion y despues Cornil y Ranvier han obgetado que los leucocitos, en vez de formarse á expensas de la serosidad contenida en el saco, provenian del exterior, porque gracias á sus movimientos amiboides atravesaban la membrana animal. Onimus ha practicado experimentos en los cuales se ha servido de membranas muy resistentes, y apesar de ello se producian los leucocitos.

Si se quisiera beneficiar la teoría de los blástemos de las heridas para la proliferacion, podria enunciarse qne ha decaido de su primitivo fervor la fé de cierto número de los mas ardientes discípulos de Virchow. Billroth, despues de haber creido, quiso ver por sí mismo si realmente se dividian y proliferaban las células, pero nada ha podido observar. Cohnheim ha demostrado que toda neoformacion patológica no reconocia por causa una proliferacion en el sitio mismo, sentando que los glóbulos de pus no se forman *in situ* sino que son los mismos glóbulos blancos de la sangre coleccionada en un punto, á consecuencia de su migracion y salida fuera de los vasos sanguíneos. Hayem y Vulpian (1870) han repetido los experimentos de Cohnheim y han probado como él que los glóbulos del pus proceden de la sangre cuyos leucocitos representan; para ellos «la teoría de Cohnheim es la única que tiene en su favor hechos claros y bien demostrados.» Se trata de la supuracion.

*Adhuc sub judice lis est.*

Véase en el *Text Book of physiology by John*

*Hughes Bennett* lo expuesto sobre las teorías de Goodsir (núcleos, centros de nutricion ó de germinacion) de Huxley (plasma homogéneo, vacuolas, periplasto, endoplasto) de Beale, etc.

Hé aquí la teoría emitida por Bennett en 1855. «Las últimas partes del organismo no son células ni núcleos, sino finas moléculas de las cuales se hallan formados estos elementos. Poséen propiedades vitales y físicas particulares que las ponen en disposicion abonada para unirse y agruparse de modo que constituyan formaciones superiores como núcleos, células, fibras y membranas. El desarrollo y el crecimiento de los tegidos orgánicos son debidos á la formacion sucesiva de moléculas histogenéticas é histolíticas. La destruccion ó la solucion de una sustancia es á menudo la condicion necesaria para la formacion de otra; de suerte que las moléculas histolíticas ó desintegrativas de un período se hacen las moléculas histógenéticas ó formativas de otro.»

Bennett puede ser colocado entre los partidarios de las doctrinas de Robin.

**Aumento de la masa y expulsion de las células.**—La multiplicacion de las células tiene por consecuencia ó bien un aumento de la masa del órgano ó bien su eliminacion fuera de este. Son expulsadas las siguientes células: las de la glándula mamaria, las gástricas durante la digestion, las seminales durante la fecundacion, despues el epidermis, células epiteliales de las mucosas, etc.

**Líquido de impregnacion.**—No debe suponerse que el aumento de la masa total del órgano sea de-

bido absolutamente al crecimiento y multiplicacion de las células, porque tambien reconoce por causa la mayor cantidad del *líquido de impregnacion*, es decir del líquido que siempre existe entre las células. Fuera de la sangre se filtra constantemente un líquido que las baña y que les suministra los materiales necesarios para el gasto de fuerzas.

**Fluidificacion de las sustancias solidas.**—Por otra parte los elementos sólidos se fluidifican tambien. En los estractos acuosos de carne se ha descubierto un producto que se parece á la pepsina bajo el punto de vista de su accion (Brücke). Cuando se disipan los tumores óseos es necesario suponer la fluidificacion no solo de las sustancias térreas, si que tambien de las orgánicas; el empobrecimiento de los órganos por el ayuno habla en el mismo sentido.

### § VI.—AFINIDAD Y PODER FERMENTADOR DE LAS CÉLULAS.

**Afinidad de las células para ciertas sustancias.**—Si se considera que ciertas sustancias introducidas en el organismo son fácilmente absorbidas y eliminadas por un órgano secretor al paso que difícilmente por otro, se concluirá en la afinidad de ciertas células por sustancias químicas determinadas. Así por egemplo, el iodo se elimina mejor por las glándulas salivales que por los riñones.

Se podria tambien aducir aquí en comprobacion de esto la accion de los agentes específicos sobre

ciertos órganos en los casos patológicos, lo cual viene en apoyo de la hipótesis de las *células específicas*.

**Accion fermentativa de las células.**—Entendemos aquí por accion fermentativa la influencia que tienen las células, por su contacto, sobre la descomposicion de los elementos de la sangre. Esta concepcion hipotética facilita en todo ó en parte la inteligencia de un gran número de secreciones. Así por ejemplo, la albúmina de la sangre al ponerse en contacto con las células hepáticas, sufre á beneficio de estas últimas una descomposicion en virtud de la cual se forman los ácidos biliares.

100 partes contienen:

Albúmina. . . . 55,5 C. 7,0 H. 15,5 Az. 22,4 O. 1,6 S.
Acido taurocólico. 60,5 C. 8,75 H. 2,81 Az. 20,74 O. 6,21 S.

—7,0 C.—1,75 H.+12,69 Az.+1,66 O.—4,61 S.

Los ácidos taurocólico y glicocólico pobres en azoe se separan en el hígado, de la albúmina que abunda en dicho gas. Se debe tambien considerar como resultante de una accion fermentativa la separacion de la mucina, sustancia igualmente pobre en albúmina, que se forma á expensas de esta en las células epiteliales de las membranas mucosas.

Mucina. . .=48,94 C. 6,81 H. 8,50 Az. 35,75 O.
Albúmina. .=53,50 C. 74,00 H. 15,50 Az. 22, 4 O. 1,6 S.

+4,56 C.+0,19 H.+7,00 Az.—15,35 O.+1,6 S.

## MOVIMIENTOS CELULARES.

Se distinguen:

1.° Movimientos amiboides y granulares.
2.° Movimientos vibrátiles.
3.° Movimientos musculares.
4.° Movimientos moleculares de los nérvios.

Los dos últimos serán tratados en la *Seccion siguiente*.

### § VII.—MOVIMIENTOS AMIBOIDES Y GRANULARES.

**Movimientos amiboides.**—Los amibos son organismos inferiores de la clase de los rizópodos, cuyos cuerpos simples se componen solo de sustancia protoplasmática. El corpúsculo redondeado puede cambiar de forma por completo, emitiendo prolongaciones que le dén un aspecto radiado y con ayuda de las cuales puede moverse de sitio, deslizándose en cierto modo de atrás á delante; sus expansiones pueden recibir cuerpos estraños en su seno y nutrirse de este modo. Los amibos son comparables á las células desprovistas de cubierta. Se han observado estos movimientos en los corpúsculos incoloros de la sangre, del pus y del moco, en las células hepáticas, pigmentarias, en las del tegido conjuntivo etc. Se han visto asimismo migraciones de las células de la córnea, de las células del pus y el paso de cuerpos extraños por ellas.

Debe creerse que en todas estas células existe un protoplasma desprovisto de cubierta. Ya se ha de-

mostrado mas arriba que en todas las formaciones protoplasmáticas hay un antagonismo entre la periferia y el centro, una tendencia de la concentracion de las moléculas hacia el medio en donde está formado el núcleo, y una separacion de la cubierta y de la sustancia intercelular hacia la periferia. Estas fuerzas convergentes y divergentes pueden presidir á los movimientos que ya nos han ocupado.

Cuando es densa la cubierta se notan movimientos granulares en el protoplasma, como es fácil demostrarlo en los corpúsculos de la saliva (Brücke).

### § VIII.—MOVIMIENTOS VIBRÁTILES.

Ciertas células emiten en su base prolongaciones capiliformes que presentan un movimiento vibrátil. A esta categoría pertenecen los *epiteliums vibrátiles*, provistos en general de muchos filamentos, y las *células seminales* que poséen uno solo (Véase fig. 6.)

En el hombre, se encuentra el *movimiento vibrátil* en la superficie:

1.° De toda la mucosa respiratoria, es decir de la mucosa nasal á excepcion de la region llamada *olfactiva*, la mucosa del saco y conducto lagrimal, las cavidades accesorias de la nariz, de la trompa de Eustaquio, de la caja del tímpano, de la porcion respiratoria de la faringe, la mucosa de la laringe, excepto las partes que revisten la porcion vocal (cuerdas vocales), y la mucosa de la traque-arteria

y bronquios en tanto que conserven una capa muscular.

2.° De la mucosa de los órganos genitales internos de la muger, de aquellos en los cuales camina y se desarrolla el huevo, es decir las trompas y útero hasta la mitad del cuello.

3.° De la mucosa de los órganos que ofrecen los restos del cuerpo de Wolf: tales son en el hombre, los vasos eferentes del testículo, los conos vasculares (1) y el epidídimo hasta su parte media; en la muger, los canales del epiovario (2) (Becker).

4.° Del canal central de la médula espinal, del seno romboidal (3), del acueducto de Sylvio y de los ventrículos laterales.

Las pestañas de donde parten los movimientos oscilan de dentro á fuera en los órganos respiratorios y genitales. Su papel no está completamente dilucidado (V. p. 82). No es probable que parta el movimiento del interior de la célula sino que proceda de los mismos filamentos. No se sabe si estos últimos contienen protoplasma.

Mientras que cada célula epitelial vibrátil se halla habitualmente provista de muchos filamentos (hasta 30), no se encuentran en el *semen* mas que células ó mas bien núcleos con uno solo.

---

(1) Cabeza del epidídimo.
(2) Organo de Rosenmüller.
(3) Parte posterior del 4.° ventrículo ó ventrículo cerebeloso, está formado por la prolongacion del canal central de la médula de la espina.

# CAPÍTULO II.

## ALGUNOS FENÓMENOS DE NUTRICION EN PARTICULAR.

### § IX.—REABSORCION.

**Via de la reabsorcion.**—La absorcion de las materias por la sangre se llama *reabsorcion*. La via por la cual se realiza este proceso es ó directo, por endósmosis á través de los capilares sanguíneos y de las venas, ó indirecto, por los capilares linfáticos. La sustancia conectiva que se halla entre las células formando la pared de los capilares, puede tambien ser atravesada y por lo mismo las sustancias sólidas muy divididas son susceptibles de pasar por ella. Esta teoría necesita confirmacion (Véase pag. 315).

**Materias reabsorbidas.**—Las materias que penetran por endósmosis en los vasos capilares son:

1.° *Gases.*—El oxígeno que viene por los pulmones y la piel, el ácido carbónico que procede de los tegidos y los gases que se forman en los conductos tapizados por una mucosa como los intestinos, etc.

2.° *Líquidos.* — *a.* Materias albuminoides disueltas (*Peptona, soluciones gelatinosas*) y otras materias del conducto intestinal.

*b.* Sustancias disueltas en el líquido que impregna todos los órganos. Las túnicas de las venas pueden tambien ser penetradas por los líquidos:

los animales se envenenan depositando una solucion de estrignina en una vena completamente aislada (Magendie).

Los *vasos linfáticos* absorben:

*a.* La grasa neutra sobre todo por las vellosidades y los líquidos acuosos.

*b.* Los cuerpos extraños finamente divididos. Se ha observado que el carbon muy pulverizado se encuentra en la sangre despues de colocarlo sobre la lengua (Œsterlen).

En cuanto á la reabsorcion por la piel, véase mas adelante *Secrecion cutánea.*

La reabsorcion tiene lugar, lo mismo en el estado sano que en el patológico, sobre las materias sólidas préviamente disueltas ó trasformadas en grasa. De este modo se reabsorben en la vejez los alveolos del maxilar, la glándula tymo despues del nacimiento, los tumores patológicos, etc.

La cantidad de materia reabsorbida depende de las resistencias mas ó menos considerables que encuentra á su paso. Tales son:

1.° *La presion de la sangre.*—Cuando aumenta la presion disminuye la reabsorcion, y se encuentra impedida por el acúmulo de sangre en un órgano tal como se produce por ejemplo á consecuencia de la dilatacion de los vasos bajo la influencia nerviosa.

2.° *Alteracion de la sangre.*—Cuando la sangre contiene poca agua, la corriente de difusion que hacia ella se establece será mayor que en el caso contrario. Sucede muchas veces que la reabsorcion del agua no corresponde á su pérdida como se ob-

serva en el cólera. Si la grasa forma parte de la comida de un animal ó la constituye por completo, bien pronto afectará sus límites la absorcion de esta materia, puesto que las vellosidades, vasos linfáticos y la sangre, no pueden admitir mas que una cantidad determinada de ella (Boussingault). La sangre despues de una comida abundante puede contener las sustancias albuminoideas en exceso etcétera, y por consecuencia se extingue la sensacion del hambre. Pero en toda circunstancia la absorcion permanece en relacion exacta con la exósmosis.

3.° *El tabique* que existe entre los vasos capilares y el líquido que se ha de reabsorber. Los tegumentos superficiales ofrecen en muchos sitios una resistencia considerable; á través de los externos no pasan al parecer mas que gases y materias volátiles. El epitelium de la mucosa estomacal, de la vesícula biliar y de la vegiga, impide la penetracion de estos órganos por su contenido al menos en su mayor parte. No se ha decidido si esta propiedad pertenece solo al epitelium vivo (como ha pretendido Susini para la vegiga); la mucosa estomacal reabsorbe con mucha dificultad el curare y la emulsina. Cuando se introduce esta última sustancia en el estómago y se inyecta la amigdalina en la sangre de un animal, no se presenta alteracion alguna en su salud. Si al contrario se le hace tragar la amigdalina y se le inyecta la emulsina, muere con suma rapidéz, porque se encuentran las dos sustancias, y su combinacion dá lugar al ácido prúsico (Bernard).

## § X.—ASIMILACION.

Se entiende por asimilacion la aptitud de los órganos á reconstituirse á expensas de la sangre, puesto que ellos se gastan y descomponen contínuamente. La asimilacion no es otra cosa, en pequeño, que la reproduccion de un organismo entero. Como para esta, concurren á la reproduccion celular:

1.° La excitacion (es decir fecundacion).
2.° La sustancia germinativa.
3.° Fondo de cultura.

Para ello tenemos:

1.° Los nérvios.
2.° Las células.
3.° El líquido de impregnacion y la sangre.

## § XI.—REGENERACION.

Las células reproductoras del organismo entero están encargadas de restaurar todas las partes que han sufrido una pérdida de sustancia. Sin embargo, la reconstitucion no se ha demostrado realmente en todos los puntos del organismo, habiendo ciertos órganos en los cuales se efectúa con mas facilidad que en otros. La regeneracion se ha observado:

*a.* En los *productos epidermoideos*: epidermis, epitelium, uñas y pelos, en tanto que permanezcan íntegros la matriz, el dermis, la cama ungueal y los bulbos pilosos.

*b.* En el *cristalino* mientras persista íntegra la cápsula.

*c.* En los *huesos*. Su regeneracion depende

esencialmente del periostion (Duhamel), en cuya cara interna se forman nuevas células de las cuales nacen las células óseas. Del mismo modo se reproduce el hueso, cuando el periostion se ha desprendido y se ha colocado en otro punto del cuerpo (Ollier).

*d.* En los *nérvios*. Se reunen con rapidéz cuando su separacion ha sido producida por un instrumento cortante. Las contusiones ó las heridas con pérdida de sustancia presentan al contrario las consecuencias siguientes: la porcion de nérvio que no se halla en relacion con los órganos encefalo-raquídeos sufre la degeneracion grasosa, mientras que la porcion central conserva su integridad. En las ranas, cuando se seccionan las raices nerviosas posteriores, degenera el extremo que no ofrece conexiones con el glanglio espinal, pero si se practica la seccion de modo que el ganglio permanezca unido al nérvio, ninguna de las fibras de este sufrirán el efecto enunciado, en tanto que experimentará la regresion el otro extremo que si bien comunica con la médula espinal, no tiene relacion con el ganglio (Waller). Con todo, se ha observado últimamente que los nérvios separados de las partes centrales sufren, es verdad, la degeneracion grasienta, pero que mas tarde se desarrollan en ellos fibras nerviosas normales, sin que se restablezca la comunicacion con los centros (Vulpian, Philippeaux). Tambien se han visto regenerar ciertos ganglios (Valentin), y hasta el mismo cerebro parece que se puede reformar parcialmente.

*e.* La *córnea* se regenera asimismo en parte.

*f.* En el *tegido conjuntivo*. De todas las partes del cuerpo, el tegido conjuntivo que en todos los puntos comunica consigo mismo es el que se regenera con la mayor facilidad. El llena todos los vacíos y prolifera allí en donde los otros órganos perecen ó sufren pérdidas en su desarrollo.

*g.* En el *tegido muscular*. En las heridas, los músculos estriados se reconstituyen por completo al cabo de cuatro semanas (O. Weber). Lo mismo se observa en las ranas durante la primavera, mientras que en el sueño invernal muchos han sufrido la degeneracion grasosa (de Wittich). En el útero grávido se forman las fibras musculares lisas.

En los puntos donde no se ha efectuado la restauracion, como sucede en la piel y en las glándulas, se llenan los espacios con el tegido conjuntivo.

## § XII.—RETENCION.

Un cuerpo bien nutrido almacena cierta provision de materiales alimenticios para atender á las necesidades mas perentorias y anormales. Este almacenamiento de materias, este capital de reserva puede ser designado con el nombre de *retencion*. Se observan depósitos de grasa en un cuerpo que recibe por la alimentacion mas carbono del que quema: tal sucede á consecuencia de un gran reposo muscular ó de inactividad en la vida nerviosa, si estos estados ván acompañados de un abundante régimen alimenticio. En el de reposo y durante el sueño se absorbe en la mayor parte del tiempo mucho mas

oxígeno que en la vigilia para consumirse al dia siguiente.

La albúmina tambien se almacena en el cuerpo y se gasta cuando disminuye el aflujo del exterior: cuando á un animal se le dá una abundante comida albuminosa y de repente se le suprime todo alimento, la cantidad de urea evacuada el primer dia de inanicion será mayor en él que en un animal mal nutrido. Segun las diversas observaciones practicadas tenemos las cantidades siguientes:

| EL PRIMER DIA. | DESPUES DE LA INGESTION. |
|---|---|
| 60,1 | 2,500 gramos de carne |
| 29,7 | 1,500 — — |
| 19,8 | 800 — — 200 de grasa. |

(VOIT.)

Si se nutre un perro con una cantidad cada vez mayor de carne y el consumo es mas considerable de la que puede necesitar, la albúmina que queda en el cuerpo es:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Recibiendo 1,500 gr. de carne al dia, | | | eliminaba 106 gr. urea, | | |
| 2,000 | — | | — | 144 | — |
| 2,660 | — | | — | 181 | — |
| 1,500 gr. de carne | =51 | Az. | 106 de urea | =49,04 | Az. |
| 2,000 — | =68 | — | 144 — | =67,10 | — |
| 2,660 — | =90,4 | — | 181 — | =84,54 | — |

(VOIT.)

De donde se deduce que si se egerce sobre el organismo una influencia debilitante, las consecuencias no se harán sentir inmediatamente en el

hombre que tenga alimentos de reserva sinó algunos dias despues. El cuerpo suministra sus provisiones.

### § XIII.—DISPOSICIONES VARIADAS.

Aunque cada parte del cuerpo tenga su funcion especial, existen sin embargo algunas supletorias en caso de pérdida, y de este modo la vida y la salud pueden permanecer íntegras aun cuando no funcionen los mas importantes órganos. Así se han extirpado sin inconveniente alguno todas las glándulas salivales de la boca (Budge), el pancreas y con frecuencia el bazo; pueden hacerse impermeables los gruesos vasos (aorta abdominal, vena porta) sin gran peligro, porque la circulacion se restablece por las anastómosis. Las diferentes especies de saliva, el moco, el quimo y el jugo intestinal, poseen la propiedad diastática; la bilis y el jugo pancreático ofrecen el poder emulsivo; el jugo gástrico la saliva abdominal y el mismo jugo intestinal, gozan la propiedad de formar la peptona.

El bazo puede ser sustituido por las glándulas linfáticas. Los músculos cuya funcion es análoga reciben á menudo sus nérvios de distintos orígenes. Esto quiere decir que el cuerpo se acomoda muy bien los materiales de que puede disponer.

### § XIV.—INANICION.

Se llama *inanicion* á aquel estado en que se encuentra el cuerpo privado de toda especie de alimentos. Este fenómeno ha sido estudiado

en los animales (Chossat, Bidder y Schmidt, Bischoff y Voit). La privacion de los alimentos mata al individuo, pero no tan pronto como la sustraccion de oxígeno, porque en el primer caso el cuerpo, los músculos y la grasa suministran los materiales que debian venir del exterior. Todos los fenómenos vitales se hallan concentrados en los movimientos respiratorios y cardíacos. La conservacion, la cual necesita del oxígeno y de la sangre, depende ante todo de la excitabilidad de ciertas partes nerviosas. Pero á estos dos trabajos musculares pertenecen igualmente el oxígeno y la sangre, y con esta una sustancia azoada y otra no azoada, la albúmina y la grasa, agente plástico y agente respiratorio. Los nérvios, los músculos cardio-respiratorios y la sangre constituyen las tres condiciones solidarias de su mútua integridad. Para llenar estas condiciones se necesita:

1.° Una temperatura constante, es decir, una formacion de ácido carbónico proporcional al peso del cuerpo, la cual constituye el momento mas esencial de la produccion del calor. El carbono del $CO^2$ proviene en su mayor parte de la grasa almacenada, y de la albúmina en pequeña cantidad (V. mas arriba § 3). Cuanta mas grasa se consume, mayor es la formacion de la albúmina. De donde se sigue que, durante la primera mitad del tiempo que dura la inanicion, una unidad de peso del animal expira todos los dias una cantidad igual de carbono, mientras que en la segunda aumenta progresivamente (Bidder y Schmidt). Haciéndose mas pequeñas casi todas las partes del cuerpo á conse-

cuencia de la pérdida de grasa y albúmina, reciben menos sangre y por consiguiente oxígeno, porque el diámetro total de los vasos disminuye forzosamente cuando se reduce el órgano entero. Con el gasto menor de oxígeno, disminuye tambien la necesidad que de este gas experimentan las células ganglionares de la médula oblongada (Véase p. 105); la frecuencia de la respiracion y del pulso están en relacion con el peso del cuerpo.

2.° La *descomposicion de los albuminoides* y por fin una formacion de urea. Sin estos procesos químicos no puede haber combustion de carbono, ni se puede engendrar la pequiñísima pero indispensable fuerza motora que necesita la vida. La cantidad de urea excretada es mayor en los primeros dias de inanicion, pero despues se mantiene en relacion con el peso del cuerpo (Bidder y Schmidt); así mismo es tanto mas considerable dicha cantidad, cuanto mas ha corrido el animal antes de la inanicion, y cuanto mas abundantes sean sus provisiones de albúmina (Voit).

El animal, al cual se le priva de toda alimentacion, no puede satisfacer el hambre con su propio cuerpo, porque la fluidificacion de los tegidos se hace con suma lentitud. Los albuminoides no están sometidos á la accion del jugo gástrico. Por esto persiste la penosa sensacion indicada, y se excreta ya el primer dia mucha menos urea que con una alimentacion copiosa. Así por egemplo, un trabajador bien nutrido excreta 37 gramos de urea con un régimen mixto y en reposo, y 28 si ayuna y descansa.

3.° Los movimientos del corazon y los respiratorios se debilitan mas y mas cada dia y en fin se suspende la impulsion general, porque los materiales son insuficientes para conservar la excitabilidad nerviosa, cerrando la muerte toda esta escena. En los últimos dias de inanicion bajan de un modo desproporcional la formacion de $CO^2$, el calor, la frecuencia de la respiracion y del pulso y la excrecion de urea.

Es digno de notarse que solo al principio de la inanicion sale con las heces una pequeña cantidad de bilis y que á partir del segundo dia es esta completamente evacuada (Bidder y Schmidt). Segun los trabajos de Voit, hace perder la inanicion por 100.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Grasa. . . . . | 79,0 | Piel y pelos.. . . . . | 20,6 |
| Bazo. . . . . | 66,7 | Intestino vacio.. . . . | 18,0 |
| Hígado. . . . | 53,7 | Pulmones.. . . . . | 17,7 |
| Testículos. . . | 40,0 | Pancreas. . . . . | 17,0 |
| Músculos. . . . | 30,5 | Huesos. . . . . | 15,9 |
| Sangre. . . . | 27,0 | Cerebro y médula espinal. | 3,2 |
| Riñones. . . . | 25,9 | Corazon. . . . . | 2,6 |

## § XV.—CAMBIO DE MATERIALES.

Comprende:

1.° Metamórfosis de las sustancias nutritivas y del aire en la sangre.

2.° De la sangre en los tegidos y en el líquido de impregnacion.

3.° Descomposicion de estos últimos.

4.° Equilibrio entre los ingresos y los gastos.

UN ADULTO SANO AL DIA Y EN GRAMOS:

| | AGUA. | ALBÚMINA. | GRASA. | HIDRATO DE CARBONO. |
|---|---|---|---|---|
| Ingiere próximamente. . . | 3,000 | 130 | 84 | 400 |
| | | urea | ácido carbónico. | |
| Elimina por la orina.. . . | 1,500 | 34-37 | | |
| Elimina por la piel y los pulmones. . . . . | 1,500 | | 800 | |

# CAPÍTULO III.

## ELECTRICIDAD.

Existen en el organismo vivo corrientes eléctricas que se manifiestan de una manera evidente en los músculos, en los nérvios y en la piel de la rana. Es probable que tengan una parte importante en el desarrollo de las fuerzas activas del trabajo muscular, nervioso y glandular.

### § XVI.—MEDIOS DE RECONOCER LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS.

Se reconoce la existencia de la electricidad por medio del *multiplicador y del muslo de la rana galvaroscópica.*

**Multiplicador.**—El multiplicador se compone esencialmente:

1.° De dos agujas magnéticas, paralelas, colocadas una encima de otra y unidas por una varilla vertical. El polo norte de la una y el sur de la otra están dirigidos en el mismo sentido, disposicion que disminuye la influencia del magnetismo terrestre (Astasia de las agujas imantadas).

2.° De un hilo de alambre arrollado un gran número de veces, estando suspendida una de las agujas entre las vueltas del hilo metálico y hallándose la otra por encima.

Cuando pasa una corriente eléctrica por las agujas imantadas, la demuestran estas por una desviacion, la cual es diferente segun la entrada de la electricidad; de suerte que si, por egemplo, la positiva entra por el polo norte y sale por el sud, la aguja imantada se volverá hacia distinto lado que si la direccion fuese contraria. La instruccion bien conocida de Ampere sirve para conocer la direccion de la corriente por el sentido en que la aguja se desvia (V. fig. 28).

El multiplicador es, tanto por su astasia como por sus numerosas vueltas de hilos metálicos, extraordinariamente sensible, aun para las corrientes eléctricas mas débiles, y gracias á él, no solo se las puede reconocer en general, sinó tambien saber la direccion de las que existen en el cuerpo; al mismo tiempo el multiplicador, en condiciones especiales puede servir para la intensidad de la corriente, que indican por lo demás otros aparatos y en particular la brújula tangente.

En el uso del multiplicador importa en gran manera que no existan otros manantiales de electricidad que obren sobre él, y que las corrientes desarrolladas en las partes animales puedan ser reconocidas de un modo aislado. Como cuando se sumergen hilos de cobre en el agua se forman corrientes que acusa un multiplicador sensible por

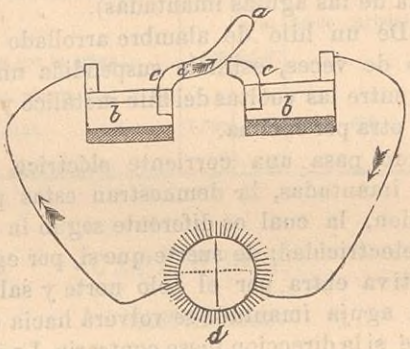



Fig. 28.—Dibujo esquemático para hacer comprender la coriente muscular; *b*, vasos de zinc; *c*, almohadillas; *a*, corte trasversal artificial del músculo *r*, que por el ecuador de su seccion longitudinal descansa sobre una de las almohadillas, mientras que la trasversal *a*, se apoya sobre la otra; *d*, multiplicador.

una oscilacion de la aguja, marchándose el hidrógeno al polo negativo y el oxígeno al positivo (corriente de polarizacion), los vasos y los líquidos con las cuales están en contacto las partes animales, deben ser de los que se sabe por experiencia que no ofrecen descomposicion alguna. Segun este principio, se emplean vasos de zinc amalgamado, teniendo la precaucion de impregnar con una solucion concentrada de sulfato de este metal las

almohadillas de papel sobre las cuales se colocan las partes animales (Dubois-Reymond).

**Muslos de las ranas galvanoscópicas.**—Los nérvios de las ranas tienen sobre el multiplicador la ventaja de demostrar mucho mas pronto la tension de la electricidad por las contracciones de los músculos que están en relacion con ellos; con todo, no son tan sensibles como el instrumento indicado.

## § XVII.—CORRIENTE MUSCULAR.

**Seccion longitudinal. Seccion trasversal. Ecuador de un músculo.**—Se llama *seccion longitudinal natural* de un músculo, á su superficie externa, compuesta de fibras paralelas. *Seccion trasversal natural*, los tendones á los cuales se unen estas fibras musculares; la seccion practicada en el sentido del espesor del músculo, su *seccion trasversal artificial*. La línea geométrica que divide en dos mitades el eje longitudinal del músculo se llama su *ecuador*.

Si se coloca un músculo compuesto de fibras paralelas, por egemplo, el sartorio de la rana sobre las almohadillas (fig. 28, *c*), de suerte que su seccion trasversal *a*, toque á una de ellas y que su seccion longitudinal descanse exactamente por el ecuador sobre la otra, la aguja imantada se desviará, como si el polo positivo estuviese en relacion con *a*, y el polo negativo con *c*, es decir, que la corriente eléctrica del músculo vá de la seccion longitudinal á la trasversal en el multiplicador, y

en el músculo mismo sigue una direccion inversa, como lo indican las flechas de la fig. 28.

A esta disposicion fuerte seguirá otra débil, si se ponen en comunicacion solamente los dos puntos de la seccion longitudinal, ó los dos de la trasversal. En este caso la oscilacion de la aguja será tanto menor, cuanto mas alejados del ecuador ó de la parte media de la seccion trasversal, estén los puntos sometidos al experimento (Descubrimiento de Dubois-Reymond).

Si en vez de un músculo de fibras paralelas se toma uno que esté constituido como el gastrognemio, y si precisamente es de la rana este músculo, el tibial anterior, el peroneo, etc., pueden hacerse aparecer dichos fenómenos, cuando se actúa en la mitad inferior, es decir, en los gemelos sobre la mitad que se une al tendon de Aquiles; no sucede lo mismo con la superior en la cual la oscilacion, que indica una corriente en el sentido de la seccion longitudinal á la trasversal, se manifiesta siempre mucho mas débil y con frecuencia en sentido inverso (Budge).

La corriente de los músculos, en los cuales se reproduce artificialmente el esquema que acabamos de describir, practicando un corte trasversal oblícuo (rombo muscular), Dubois-Reymond la llama *corriente de inclinacion*, y trata de demostrar que debe referirse á las leyes que sirven de base á las corrientes en los músculos paralelos. Debe en efecto asociarse á la corriente ordinaria otra que partiendo del ángulo agudo se dirigiese al obtuso del rombo muscular.

Segun mi opinion, esta diferencia en los músculos en cuestion estriba en que á la corriente habitual se añade otra que se dirige de la extremidad inferior á la superior, y por consecuencia la refuerza en la mitad inferior y la debilita en la superior.

Dubois supone á las fibras musculares constituidas por moléculas en forma de cilindro, presentando la electricidad negativa en sus bases y la positiva en la superficie de su altura, estando rodeadas de un líquido indiferente. Resulta pues una corriente que en el conductor eléctrico, vá de la superficie de la altura positiva (seccion longitudinal) á la base negativa (seccion trasversal); porque á menudo la extremidad tendinosa (seccion trasversal natural) no presenta la negatividad; Dubois supone aun cerca del tendon una capa propia que tendria la electricidad positiva y que él llama capa *paralectronómica*. Segun las primeras observaciones de este experimentador, dicha capa toma un espesor enorme; segun las mas recientes puede extenderse muy lejos en el músculo (Véase lec. V.)

### § XVIII.—CORRIENTE NERVIOSA.

Se establece una corriente entre dos secciones longitudinales de nérvios, cuando los dos puntos están desigualmente distantes del ecuador de los fragmentos del que se halla sometido al experimento. Por lo mismo no hay mas que una débil cuando se ponen en contacto las dos secciones trasversales. La corriente mas intensa se mani-

fiesta entre una seccion longitudinal y otra trasversal: hay aquí como en los músculos una que vá á través del hilo del multiplicador de la primera á la segunda. Pero la de los nérvios permanece muy por detrás que la de aquellos órganos.

### § XIX.—CORRIENTE DE LA PIEL DE LAS RANAS.

Si se hace un pequeño rollo con un pedazo de piel de rana, cuya cara externa se halle dirigida hácia fuera, se verán nacer á un mismo tiempo corrientes fuertes y débiles. Las segundas proceden de dos puntos de la superficie externa ó de la seccion trasversal, y aumentan á medida que uno de los dos puntos se aproxima mas á la última: las primeras se manifiestan cuando la superficie externa y la seccion trasversal están en relacion con el multiplicador. La direccion es inversa de la de los músculos y de los nérvios, es decir, que en el hilo del multiplicador van de la seccion trasversal á la longitudinal (Budge). Existe tambien una corriente á través del espesor de la piel. (Dubois).

## CAPITULO IV.

### CALOR.

### § XX.—GENERALIDADES.

Las diferentes partes de nuestro cuerpo solo pueden conservar sus propiedades físicas, químicas y orgánicas, cuando su temperatura oscila entre

límites determinados. Si se exponen á un grado mas elevado ó mas bajo, ya no pueden entrar en accion. Por esto existen en la economía disposiciones especiales que tienen por efecto mantener uniforme la constancia de temperatura.

**Grado de la temperatura propia del cuerpo.**— En todos los animales de sangre caliente, la temperatura del cuerpo permaneee casi siempre á la misma altura, y sus oscilaciones solo se refieren á muy cortos límites. En el hombre, en la cavidad bucal, en el hueco axilar, en el de la corva, y en todas las partes, que como los tegumentos no están de contínuo sometidos á repetidos enfriamientos, se eleva á 35°-37°, 5 C., 28°-30°. R. 95°-99° F. La temperatura del aire ambiente egerce cierta influencia pero muy débil; durante el verano el calor propio es un poco mas elevado que en el invierno; en los climas cálidos la temperatura es medio grado mas elevada en un mismo individuo que en los climas templados. El hombre puede soportar durante algunos instantes una admósfera artificialmente calentada á 99°44 C. (Blagden. Los animales expuestos á una temperatura de 44° C mueren al cabo de algunas horas (Obernier, Ackermann); así mismo perecen cuando aquella baja á 18° C. (Bernard, Walther). En los que viven cerca de los polos, el oso polar por egemplo, la temperatura del cuerpo se ha encontrado á+40° C. siendo la del aire ambiente—25° C. á—30° C. En los conejos sometidos á un calor de 50 á 90° C., solo ha subido algunos grados la calorificacion (Delaroche y Berger).

## § XXI.—DETERMINACION DE LA TEMPERATURA DEL CUERPO.

**Sensibilidad. Termómetro. Termo-multiplicador.**—El grado de calor puede determinarse de un modo aproximado por medio de la palpacion; con el termómetro y el termo-multiplicador se obtienen exactamente el número de grados centígrados. El último aparato solo sirve para comparar dos puntos distantes del cuerpo que ofrezcan desigual temperatura. Cuando dos varillas metálicas, compuestas cada una de dos metales soldados entre sí, están reunidas en arco, y un punto de la soldadura está mas caliente que el otro, se forma del metal que posée una temperatura mas elevada al que la tiene menos, una corriente que acusa la aguja de un termo-multiplicador intercalado en la cadena (1), si está formado solo de algunas vueltas de hilo de alambre grueso. Para emprender experimentos de este género sobre una parte animal, se hacen construir dos agujas compuestas cada una de hierro y cobre y se las pone en relacion con el multiplicador. Basta tocar con el dedo el punto de soldadura, para hacer desviar la aguja imantada. Si se aplica una aguja á una parte del cuerpo y la otra á otro, se obtiene una desviacion, cuando uno de dichos puntos ofrece mayor temperatura, á consecuencia de la diferencia que existe. De este modo nos

(1) Corriente cerrada, el termo-multiplicador está intercalado entre los dos eléctrodos que cierran la corriente galvánica.

podemos cerciorar de si el músculo afecta un grado de calor mas elevado durante el movimiento.

### § XXII.—PRODUCCION DEL CALOR DEL CUERPO.

**Formacion del calor por el** $CO^2$ **y** $H_2O$.—El calor es un movimiento del éter. Segun la ley de la constancia de la fuerza, nace aquel de las resistencias que encuentra una fuerza motora, á las cuales está ligado todo movimiento, resultando de aquí que el calor acompaña á cada uno de estos en la proporcion de la magnitud de las resistencias. La temperatura se eleva en los movimientos musculares ya excitando directamente estos órganos ó los nérvios (Becquerel, Helmholtz), en el trabajo glandular, como en la secrecion salival durante la digestion. La combinacion del O con el C y el H, constituye el orígen esencial del calor del cuerpo, y parecen figurar en primera línea los elementos nutritivos no azoados que en este se descomponen, facilitando su C y H á las combinaciones del O. Se ha tratado de averiguar por medio de experimentos sobre los animales, si por la combustion de H y del C introducido en el cuerpo con la alimentacion y del O inspirado, se engendraba bastante calor para mantener una temperatura constante de 37° C., habiéndose llegado á comprobar de este modo, que dicha combustion desarrollaba de 90 á 92 por 100 del calor animal.

Las diferencias observadas en la sangre de ciertos vasos, dependen en parte de la situacion mas ó menos superficial de estos, y por lo tanto de

la mayor ó menor facilidad conque puede enfriarse su contenido, y en parte de que la sangre circula á través de los vasos en los cuales la asimilacion tiene lugar con variable rapidéz. La sangre de la vena porta y de la vena hepática ofrece una temperatura mas elevada que la de la aorta, porque en el intestino y en el hígado se realizan mayor número de combinaciones químicas. La de la vena cava inferior es mas caliente que la de la cava superior (Cl. Bernard); los músculos, á causa de sus numerosos cambios de materiales, lo son tambien mas que el tegido celular. La sangre del corazon izquierdo es mas fria que la del derecho (Lievig y Bernard): circunstancia que se atribuye á su enfriamiento al pasar por el pulmon y el cual es debido al aire admosférico; con todo, dicho resultado ha sido puesto en duda estos últimos tiempos por Jacobson y Bernhard. La temperatura del cuerpo baja un poco con la privacion de alimentos, en la falta de oxígeno, en la inspiracion rara, en el reposo y en el sueño; se ha observado tambien su descenso durante un baño frio (Virchow). Sin embargo, la produccion de calor es bastante considerable para que sea sensible su pérdida (Liebermeister).

### § XXIII.—TRASMISION DEL CALOR.

En el fondo, los manantiales del calor se encuentran en todas las partes en donde se reunen el O y el C, en la sangre y en la periferia de los vasos. Este líquido conduce á todos los puntos del cuerpo

el calor, el cual depende en gran parte de la cantidad de sangre y por consiguiente del calibre de los vasos. La retraccion de las arterias determina el enfriamiento, y la dilatacion, el aumento del calor; la irritacion de dichos vasos ó de los nérvios vasomotores disminuye su calibre y la parálisis de estos nérvios las dilata.

### § XXIV.—PÉRDIDA Y RECUPERACION DEL CALOR.

Teniendo el cuerpo constantemente una misma temperatura, es necesario que las pérdidas de calor se renueven de un modo uniforme. La mayor parte desaparece por irritacion y evaporacion en la superficie exterior del cuerpo; se evalúa esta pérdida en 77,5 por 100 del calor engendrado en la economía (Helmholtz). Además de esto, el aire inspirado y la alimentacion fria roban una parte de calórico lo mismo que las materias excrementicias; en fin, si en el trabajo se engendra calor, es probable que haya mas pérdida por la piel.

Los movimientos ó si se quiere la multiplicacion de los obstáculos sirve esencialmente para la recuperacion de sus pérdidas; en este trabajo la parte principal se debe, es verdad, á los movimientos musculares, pero tambien se observa en el ingreso de O.

Los nérvios sensitivos, especialmente los de la cabeza y los pulmones, son en alto grado abonados para apreciar el calor propio del cuerpo. El descenso de la temperatura egerce, por intermedio de estos nérvios, cierta influencia sobre la médula

oblongada y por consecuencia sobre la respiracion; el aumento del O inspirado determina igual efecto en la formacion del calor; el órgano central de la sensibilidad y del calor se halla en la médula oblongada. Cuando sube la temperatura exterior, la piel se dilata y sale una gran cantidad de líquido á través de los poros; la evaporacion aumenta y por lo mismo desciende el calor.

Cuando se coloca el cuerpo durante algun tiempo bajo la influencia de una temperatura fria, la respiracion y el movimiento cardíaco reclaman una fuerza muscular mas considerable, se afecta la actividad nerviosa y se declara una exageracion de irritabilidad. Para restablecer las cosas á su estado normal, se ha practicado la respiracion artificial prolongada por algun tiempo aun en una admósfera mas fria que la del animal adormecido (Walther).

### § XXV.—CANTIDAD DE CALOR.

**Unidad de calor. Caloria.**—Si se quiere elevar la temperatura de un gramo de agua á 1° C., se necesita, segun las diferentes sustancias, una cantidad variable de calor; así, 1 gramo de agua á 0° C y 1 gramo de mercurio á 15°, forman una mezcla de ½° C. Cuando se quema 1 gramo de C con 2,666 O para formar $CO^2$, se desprende bastante calor para elevar 8,080 gramos de agua á 1° C; la combustion de 1 gramo de H desprende una cantidad suficiente para elevar 34,462 gramos de agua á la misma temperatura. Se llama *unidad de calor*

*ó caloria*, á la proporcion de calórico necesario para elevar la unidad de peso del agua á 1° C. Para el C es=8,080 y para el H=34,462.

Si un hombre elimina por la expiracion, bajo la forma de $CO^2$, 2000 gramos de C, que son quemados por consiguiente, engendra bastante calor para elevar 2,000×8,080=16160000 gramos de agua de 0° á 1° C. Segun esto, fundándose en la cantidad de $CO^2$ y de $H_2O$ producidos por la oxidacion en un cuerpo, se pueden calcular las unidades de calor que este consume. Semejante cálculo ha sido hecho por Helmholtz y últimamente por J. Ranke; segun este resulta que un hombre produce cada dia unos 2200000 unidades de calor más con un régimen azoado que con otro no azoado. Este calor puede elevar 22 *kilógramos de agua* 0° *á* 100° C.

## CAPITULO V.

### SECRECION.

#### § XXVI.—GENERALIDADES.

**Condiciones necesarias para una secrecion.**— Se entiende por secrecion el proceso en virtud del cual se separan de los órganos los líquidos ó las células. A estos órganos se les llama *órganos de secrecion*, y *glándulas* cuando ofrecen una estructura complicada. Los primeros así como los segundos poséen dos elementos esenciales: una membrana fundamental (basamento membrana) y células se-

cretoras (ó glándulas). Forman parte de su aparato funcional la sangre, los nérvios, los linfáticos y algunas veces fibras musculares (V. p. 175 y sig.)

Las células secretoras tienen muy poca sustancia intercelular, no se continúan en filamentos; solo por excepcion están provistas de prolongaciones y habitualmente se hallan rodeadas de ricos plexos venosos y sobre todo de numerosos vasos.

Cada órgano de secrecion posée al parecer células especiales; sin embargo, respecto de este punto reina aun mucha oscuridad.

**Division de las secreciones.**—Las secreciones pueden dividirse en dos grupos, pero sin pretender encerrarlas en una clasificacion demasiado rigurosa.

1.° Las que se hallan caracterizadas por las células.

2.° Las que consisten en elementos de la sangre y sus derivados.

Con frecuencia se hallan mezclados los dos productos.

1. Las células que se desprenden para constituir una secrecion pueden:

*a* Formarse en las superficies de las membranas; la capa mas superficial se separa, y en la profunda nacen contínuamente nuevas células. Tales son los tegumentos superficiales, el epidermis sobre la piel, y el epitelium sobre las mucosas y las membranas serosas. En otros tiempos se consideraban los tegumentos superficiales como procedentes del dermis cutáneo ó del mucoso, etc. Pero no se desarrollan en el mismo dermis, porque tienen su matriz

en una capa que se conoce en la historia del desarrollo con el nombre de *hoja córnea*.

Los tegumentos superficiales no tienen nérvios, sirven por una parte, el epidermis sobre todo, de medios protectores para las capas subyacentes en donde los nérvios son muy abundantes, y por otra separan un líquido, por cuyo carácter pertenecen á nuestra segunda clase. La descamacion difiere mucho segun los sitios y los individuos. Es muy considerable en el conducto alimenticio desde la lengua hasta el ano, lo es menos en las glándulas accesorias así como en las vías genito-urinarias y en las articulaciones. La epidermis se descama con facilidad en la cabeza, en el oido donde constituye la mayor parte del cerumen y en los pies especialmente en ciertos individuos, siendo muy débil en las membranas serosas.

*b*. Las células se eliminan por los órganos compactos, las glándulas llamadas conglomeradas, el bazo, los ganglios linfáticos, etc..... La eliminacion periódica de las células germinativas (ovulum) pertenece tambien á esta categoría así como las células seminales y los filamentos. (V. mas adelante).

2. Las células que tienen por objeto la separacion de un líquido, presentan variedades muy marcadas, que se distinguen por los diversos modos de comportarse con la sangre.

*a*. Algunas no dejan pasar mas que una pequeñísima cantidad de albuminoides, y el líquido que segregan es agua en su mayor parte, en la cual se hallan disueltas las sales de la sangre. Estas

no ceden mucha cantidad á las del último líquido (0,8 á 0,9 p. 100).

Tenemos en 1000 partes:

| | AGUA. | ALBUMINOIDES. | SALES. | |
|---|---|---|---|---|
| Líquido cerebro-espinal.. | 987,49 | 1,62 | 10,52 | (HOPPE.) |
| Agua del amnios. . . . | 991,40 | 0,82 | 7,10 | (SCHERER.) |
| Humor acuoso.. . . . . | 986,87 | 1,22 | 7,69 | (LOHMEYER.) |
| Lágrimas.. . . . . | 982.00 | 5,00 | 12,02 | (LEHCH.) |

Estos líquidos sirven para lubrificar los tegidos.

*b.* Es necesario añadir las células epiteliales que filtran una gran cantidad de albúmina, lo cual constituye los trasudados de las cavidades cerradas.

En 1000 partes:

| | AGUA. | ALBUMINOIDES. | SALES. | |
|---|---|---|---|---|
| Líquido del pericardio.. . | 955,13 | 25,49 | 7,10 | (GORUP-BESANEZ.) |
| — de la pleura. . . | 936,00 | 53,40 | 7,40 | (C. SCHMIDT.) |
| — del hidrocele. . . | 934,00 | 51,70 | 9,20 | (W. MULLER.) |

En cuanto á la manera como se comporta el epitelium en la secrecion urinaria V. § 27 y secrecion cutánea § 29.

*c.* Los epiteliums que preparan la mucina sobre las membranas mucosas (V. sec. 4). Las células de la conjuntiva ocular forman la transicion de *a* y *b* á *c* bajo el punto de vista fisiológico. Bajo el aspecto anatómico deben ser colocadas en este trabajo.

*d.* Células que separan en el hígado los ácidos biliares y la materia glicógena.

*e.* Fermentos que forman las células en las glándulas salivales, en el estómago y en el intestino.

*f.* Células en las cuales se consume la albúmina en la formacion de la grasa, especialmente en las glándulas mamarias, de Meibomio, cebáceas y ceruminosas.

*g.* En fin, deben aun añadirse las células adiposas, sobre cuya situacion fisiológica nada puede decirse de positivo.

**Secreta.—Excreta.**—Se llama, siguiendo la costumbre establecida, *secretum* á una *secrecion* que puede ser utilizada para otros fines fisiológicos, como la saliva, el esperma etc. El *excretum* es una *secrecion* que no puede servir en la economía, como la orina.

Durante el acto de la *secrecion* se dilatan los vasos y la sangre ofrece en las venas un color menos subido.

§ XXVII.—SECRECION URINARIA.

**Urea en la sangre.**—La urea es la sustancia esencial que se encuentra en la orina del hombre y de los animales carnívoros. Existe en pequeñí-

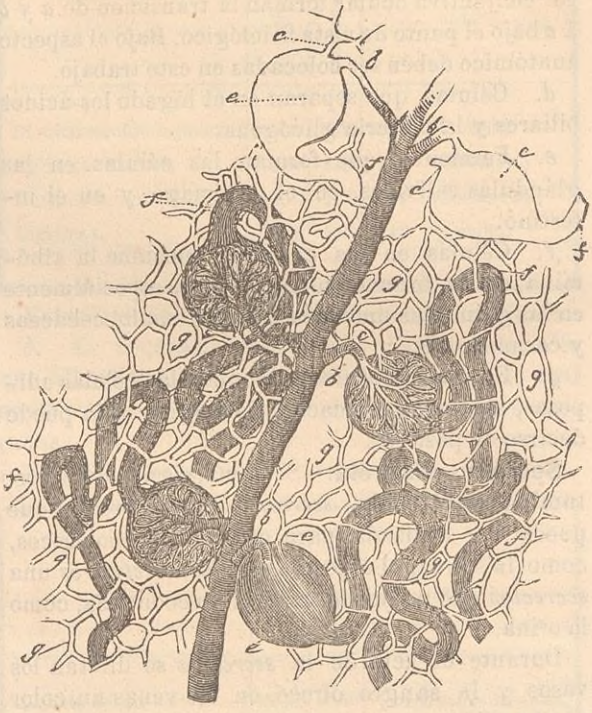


Fig. 29.—Corte de un riñon de carnero inyectado con cola y carmin por la arteria renal. Pasa por el medio un ramo de arteria; *a*, de ella se desprenden: *b*, los vasos aferentes; *c*, los vasos eferentes; *d*, glomérulo; *e*, cápsula; *f*, canalículo flexuoso; *g*, red capilar.—Aumento de 67 diámetros.

sima cantidad en la sangre del hombre sano; pero aumenta de un modo considerable cuando se han extirpado los riñones, ó cuando han sido destruidos por una enfermedad. De donde se deduce que la urea está ya formada en la sangre, y que la funcion de los riñones se limita á su eliminacion (Prevost y Dumas).

**Estructura de los riñones.**—La estructura de los riñones se adapta mejor que ninguna otra glándula del cuerpo á la trasudacion de los líquidos de la sangre. Hay en la sustancia cortical un gran número de canalículos flexuosos, de 1/40 á 1/60''' de anchos (tubuli uriniferi contorti, fig. 29), que están recubiertos de células en su interior; su orígen está constituido por una ampolla (cápsula), de suerte que de cada cápsula parte un conductillo urinario; tambien está atravesada por un pequeño tronco vascular que entra y sale *b* y *c*. El *vas afferens* es un ramúsculo de una rama arterial y el *vas efferens* se pierde en la red capilar. Entre los vasos aferentes y eferentes se encuentra un grupo redondeado *d* de ramos vasculares entrecruzados. A esta masa se llama *glomérulo* (glomerulus), y está rodeado de la cápsula del canalículo urinario. Una y otro llevan el nombre de cuerpo de Malpighio (*Corpus malpighia-*




Fig. 30.—Representacion esquemática de los canalículos urinarios; *d*, glomérulos; *e*, asas; *f*, tubo colector.

*num*). Los numerosos corpúsculos de Malpighio aparecen á la simple vista como puntos rojos en la sustancia cortical del riñon.

En la sustancia medular los canalículos se dirigen en línea recta (tubuli uriniferi recti) y con frecuencia se reunen de dos en dos para no formar mas que uno. Despues de recorrer cierto espacio por la sustancia medular al canalículo flexuoso, se dobla en asa (descubrimiento de Henle) V. fig. 30 *e*, y penetra despues de muchas inflexiones en un tubo llamado colector *f*, al cual van á abocar los conductillos uriníferos de diferentes puntos del riñon; los tubos colectores se reunen á su vez para terminarse en las papilas.

**Presion y rapidéz de la sangre en el riñon.**— A consecuencia del aumento de diámetro, está considerablemente aumentada la presion de la sangre en el interior de los corpúsculos de Malpighio, y disminuida la rapidéz de la corriente sanguínea; de donde se sigue que puede ser muy grande la trasudacion del último líquido; al salir este es al momento recogido por la cápsula. Es digno de notar que no se halle albumina en la orina, en las circunstancias normales, á pesar de la presion considerable que existe. No está demostrado si *la razon de este hecho reside en que las paredes vasculares no permiten el paso de dicho cuerpo, ó en que lo absorben las células.*

**Propiedades de la orina.**—La orina presenta en el estado sano una reaccion ácida por las sales ácidas y fosfatos que contiene (de Liebig); segun la cantidad de agua y materia colorante es mas ó

menos amarilla, y su peso específico es en general 1,03 á 1,05. Su olor aromático procede tal vez del ácido fénico, al lado del cual se han encontrado tambien en la orina de vaca los ácidos taurílico, damalúrico y damálico (Stœdler). La reaccion se hace alcalina por el uso de las sales alcalinas vegetales. Si la orina fresca permanece expuesta al aire, se hace nebulosa (epitelium, corpúsculos mucosos, masa granulosa confusa), presentándose al momento la fermentacion ácida, en la cual la materia colorante, probablemente bajo la influencia del moco vesicular que goza el papel de hongo fermentador, se trasforma en ácido láctico que descompone los uratos. Los cristales romboédricos de ácido úrico y los octaedros de oxalato de cal aparecen en los sedimentos. La fermentacion ácida va seguida pronto ó tarde de la alcalina, ligada de un modo semejante á una formacion de hongos (*torula*); la urea se descompone en carbonato de amoníaco.

**Composicion de la orina.**—La orina contiene unas 93 partes por 100 de agua y 7 por 100 de sustancias sólidas; estas son la urea, ácido úrico, hipúrico, creatinina, xantina, una materia colorante amarilla y el *indican*. Entre las sustancias no azoadas, indicaremos: una pequeña cantidad de glucosa y ácido láctico, cloruro de sodio y potasio, fosfatos terreos de cal y talco, una pequeña cantidad de oxido de hierro y sílice; segun Schœnbein contiene tambien nitratos de potasa é hiperóxido de hidrógeno; en fin, gases como el O, Az y $CO^2$.

## § XXVIII.—PARTES CONSTITUYENTES DE LA UREA, EXPULSION DE LA ORINA.

**Urea.**—Esta es ligeramente soluble en el alcohol y en el agua; cristaliza en agujas incoloras; se forma artificialmente por una combinacion de ácido cyánico y amoníaco, y en la descomposicion del ácido úrico por el nítrico.

**Preparacion.**—Se obtiene de la orina, concentrando este líquido hasta la consistencia siruposa y

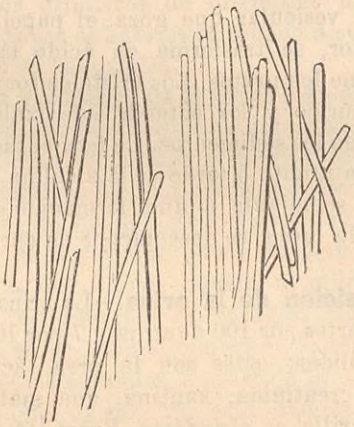


Fig 31.—Cristales de urea.

añadiendo un peso igual de agua y ácido nútrico. Se disuelven los cristales que se forman de nitrato de urea y despues se separa este cuerpo por el carbonato de bario.

**Método titulado.**—Para determinar la cantidad de urea se emplea una solucion titulada de nitrato

de mercurio, el cual se combina con aquella para formar una sal triple insoluble. Está titulada de tal modo la solucion, que se necesitan 10 c. c. de esta para 0,1 gramo de urea (de Liebig). Cuando no se forma mas precipitado, cabe la seguridad de que ya no existen vestigios de urea en el líquido que se examina. Al llegar este momento, la adicion del carbonato de sosa determina una coloracion morena, el ácido azótico se combina con la sosa y el mercurio se pone en libertad. Antes de proceder á la derminacion de la urea en la orina, es necesario separar los cloruros alcalinos con una solucion de nitrato de plata, los sulfatos y fosfatos por el agua de barita y una disolucion de nitrato de bario.

**Urea, el agente mas importante de la eliminacion del azoe.**—Entre los productos terminales que resultan de la destruccion de las sustancias azoadas introducidas en el cuerpo por la nutricion, la urea es el mas esencial é importante. Su cantidad depende sobre todo de la proporcion de alimentos azoados.

**Cantidad de urea.**—Mientras que con una alimentacion animal se eliminan en 24 horas 53 gramos de urea, cuando la alimentacion es mixta se eleva á 32, si es solo vegetal sube aun á 22 y á 15 con una alimentacion no azoada. Si el cuerpo no recibe alimento alguno, la secrecion urinaria no cesa, ni aun en una inanicion completa; lo único que hace es disminuir considerablemente (Lassaigne). La adicion de mayor cantidad de sal comun á los alimentos eleva la cantidad de urea y por consiguiente el gasto de azoe.

En los niños existen unos 0,81 gramos de urea y en los adultos solo 0,42 por kilógramo de peso del cuerpo; durante la noche se excreta $^1/_3$ menos de urea que durante el dia. Si solo se toman sustancias azoadas, se excretará mas urea que si con la misma cantidad y calidad de alimentos se absorbe al mismo tiempo azúcar y grasa. Esto depende de que en el último caso puede formarse mayor proporcion de $CO^2$, lo cual favorece la reparacion de los tegidos. El egercicio muscular no tiene influencia directa sobre el aumento de la urea; si la orina permanece largo tiempo en la vegiga, su cantidad disminuye por descomposicion. (Véase pag. 298.)

Probablemente la urea no solo se forma á expensas de los tegidos ya organizados, sino tambien de los líquidos de impregnacion; lo cual resulta de que este cuerpo aumenta visiblemente pocas horas despues de la absorcion de las sustancias azoadas, mientras que otros experimentos demuestran que la formacion de las diversas partes del cuerpo tiene lugar con suma lentitud. La secrecion urinaria varía en las diversas horas del dia, ya se tomen ó no alimentos; en general sube desde la mañana hasta despues de medio dia para bajar despues.

**Ácido úrico**.—Se obtiene el ácido úrico vertiendo gota á gota el ácido clorhídrico que lo precipita; para disolverlo se necesitan 10,000 partes de agua fria y 1,800 de agua caliente. Su solubilidad aumenta considerablemente por el fosfato de sosa, cuya sal se encuentra de un modo constante en la orina. Por término medio los adultos excretan

en 24 horas de 0,5 á 1,18 gramos de dicho ácido con una alimentacion ordinaria; crece dicha cantidad con una alimentacion animal, y baja con la vegetal.

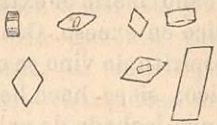


Fig. 32. Cristales de acido úrico.

El ácido úrico cristaliza en prismas romboides y en láminas rectangulares. Cuando se halla cristalizado en la orina, aparece en parte bajo la forma de rombos y en parte bajo la forma de varillas, teñido de amarillo por la materia colorante de dicho líquido. Semejante precipitado se disuelve en una legía caliente de sosa.

Con frecuencia los uratos precipitan en la orina, en especial despues de las indigestiones, egercicios violentos y en la fiebre; este sedimento es en general amarillo ó moreno, se disuelve por el agua caliente y al microscopio parece amorfo; consiste casi siempre en urato de sosa. El ácido úrico y los uratos se dejan reconocer con facilidad, si se calienta lentamente en una taza de porcelana este polvo con algunas gotas de ácido azótico, y se añade una pequeña proporcion de amoníaco. Se forma una mancha rojo-purpurina de *murexido* (purpurato ácido de amoníaco) que pasa á azul por la potasa.

**Ácido hipúrico.**—Existe este ácido la mayor parte del tiempo en pequeña cantidad en la orina de los adultos, pero es mas considerable en la de los niños. Se obtiene moliendo con el polvo de barita el resto de la orina evaporada y mezclando y evaporando al baño maría el extracto alcohólico con el ácido oxálico en exceso. Con una mezcla de éter y $^1/_6$ de espíritu de vino se obtiene el ácido oxálico é hipúrico; si se hace hervir la solucion concentrada con una lechada de cal, precipitará el oxalato de esta base y se sacará el ácido hipúrico del líquido filtrado con auxilio del cloruro de sodio.

**Azúcar.**—En la orina normal existe habitualmente una débil proporcion de azúcar de uva. Se trata la orina con azúcar (1) y vinagre de plomo (2), y el filtratum precipita con el amoníaco. Todo el azúcar que existe se halla contenido en el precipitado. Muchas circunstancias aun desconocidas hacen que la cantidad de azúcar sea extremadamente pequeña en la orina, ó bien que se pueda demostrar con claridad (Brücke).

**Sustancia colorante roja, azul, oscura.**—Se distingue una sustancia colorante roja ferruginosa que al parecer procede de los glóbulos rojos de la sangre, y otra morena que deriva de la materia colorante de la bilis. Se ha descubierto en muchos ensayos de la orina una sustancia indigogenere (indican), que puede ser descompuesta por los

(1) Acetato de plomo monobásico = $PbO, C^4H^3O^3 + 3HO$.

(2) Acetato de plomo tribásico=$3PbO\ C^4H^3O^3$.

ácidos en azúcar é indigo. Su orígen es desconocido.

**Cloro.**—La cantidad de cloro aumenta en la orina segun la que contengan los alimentos; si se separa de estos todo lo mas posible, la orina sin embargo se presenta clorada, y solo se desprende poco á poco. En general, permaneciendo las mismas relaciones, se calcula por la cantidad de orina excretada, evaluándose en $^1/_2$ á $^3/_4$ por 100 de este líquido. La proporcion de cloro que se manifiesta bajo la forma de cloruro de sodio, se aprecia por medio de una solucion titulada de nitrato de plata.

**Ácido sulfúrico.**—El ácido sulfúrico se halla combinado con el potasio y el sodio y constituye próximamente $^1/_5$ por 100.

**Fosfatos térreos y alcalinos.**—En la orina se presentan los fosfatos térreos y alcalinos; á saber: el fosfato de cal, magnesia, potasa y sosa. Los mismos varían casi en la misma proporcion que la urea, disminuyen durante el sueño, en cuyo tiempo aumentan los mencionados fosfatos (Bocker). La orina se enturbia por la adicion de amoníaco, el fosfato de cal se hace básico y por lo tanto insoluble, y el de magnesia se combina con el amoníaco para formar una sal triple insoluble, esto es el de amoníaco magnesiano que cristaliza en prismas.

El ácido fosfórico que se ingiere con la alimentacion es en gran parte expulsado con la orina ($^{12}/_{13}$. E. Bischoff). Por este líquido y por las heces se eliminan unos dos gramos de ácido fos-

fórico, cuya cantidad se determina por medio de la disolucion titulada de nitrato de uranio (Neubauer).

**Cantidad de agua en la orina.**—La cantidad de agua en la orina depende:

1.° De la que ha sido absorbida.

2.° De la abundancia de otras secreciones, con las cuales se halla en relacion inversa.

Con una alimentacion azoada, la cantidad de orina parece hallarse en relacion con el peso del cuerpo, y por consiguiente el agua parece ser mas abundante que con una alimentacion vegetal. En circunstancias alimenticias ordinarias se eliminan unas 2 á 3 libras de dicho líquido por la orina en las 24 horas.

**Recoleccion y expulsion de la orina.**—En tanto que en los canalículos urinarios (fig. 30) la presion del líquido incesantemente segregado conduce la orina hasta las papilas, principia á obrar en estas una fuerza muscular. Los cálices renales que las abrazan estrechamente forman á su alrededor un esfínter (Henle), y á partir de este punto van á formar los fascículos de fibras circulares y longitudinales á los cálices, bacinete, uretra y vegiga. Estos conductos musculares están animados toda la vida de un débil pero contínuo movimiento de contraccion y dilatacion, de acortamiento y prolongacion. Así es como el líquido, al salir de las papilas, es conducido por los uréteres á la vegiga. En los hombres mal conformados á los cuales falta la pared anterior de este órgano, se nota una emision casi contínua de orina por los

orificios abiertos de los uréteres, llegando algunas veces á fluir por un pequeño chorro.

La orina se acumula en la vegiga. En tanto que se llena únicamente el fondo en el cual se abren los uréteres, se establece una depresion entre el último punto y el cuello, cavidad cuyo contenido comprime el orígen de la uretra. Pero la razon esencial que se opone á que la orina se escape por la vegiga es doble: 1.° mecánica y 2.° orgánica. Que la primera existe se halla demostrado por el hecho de que la vegiga de un cadáver puede todavía contener una gran cantidad de orina, sin que permita su paso al exterior.

En toda la extension del canal de la uretra, desde el cuello de la vegiga hasta su porcion cutánea existe una gran cantidad de tegido elástico que opone una resistencia considerable á ser cortado. Las paredes de dicho canal están en mútuo contacto, y cuando se alejan una de otra vuelven en seguida sobre sí mismas. Esta gran elasticidad impide la emision de orina.

Durante la vida, los esfínctere que rodean el principio de la uretra obran lo mismo en la porcion glandular de la próstata que en la membranosa; el instinto (accion refleja) y la voluntad los contraen, reteniendo de este modo la orina (V. *Fisiología de los nérvios*). La expulsion de este líquido es debida á los músculos de la vegiga y á la accion combinada de las fibras largas y circulares que obran simultáneamente con el esfincter. Es errónea la opinion segun la cual este músculo retiene la orina en el órgano indicado. Las últimas

gotas son espulsadas por la accion del bulbo-cavernoso.

### § XXIX.—SECRECION DE LA PIEL.

Cuatro productos son segregados por la piel:

1.° Epidermis.
2.° Materia sebácea.
3.° Sudor.
4.° Gases.

**Epidermis.**—La composicion química del epidermis, de las uñas y de los cabellos es poco mas ó menos como sigue:

50 á 51 0/0 carbono.
6 á 7 0/0 hidrógeno,
17 á 17 ½ 0/0 azoe.
20 á 25 0/0 oxígeno,

y además una gran cantidad de azufre que contienen los pelos (5 por 100). La matriz del epidermis está constituida por la capa de células de la superficie del dermis que se llama cuerpo papilar: los folículos son la matriz de los pelos y el lecho unguinal la de las uñas. La uña crece en su extremidad posterior así como en toda su superficie por capas de atrás adelante y de abajo arriba. Las funciones de los elementos epidérmicos son muy evidentes; la separacion del epidermis en un punto de la piel demuestra la gran sensibilidad de los nérvios sensitivos al simple contacto del aire; esta misma sensibilidad se observa cuando se corta la uña en demasiada extension. Los productos epidér-

micos ofrecen un importante papel en la reabsorcion cutánea además de la proteccion que prestan á los nérvios (V. mas adelante.)

**Glándulas sebáceas.**—Los órganos secretores del sebo cutáneo están constituidos por glándulas prolongadas, arracimadas y adiposas, que se manifiestan en general muy cerca de los cabellos y les conservan su carácter oleoso.

**Estructura de la piel.**—El estroma de la piel forma una red espesa de tegido conjuntivo y de fibras elásticas. En estas mallas están dispuestas por capas:

1.° Fibras musculares lisas.

2.° Vasos numerosos.

3.° Una gran cantidad de nérvios.

4.° En el fondo y en el tegido célular subcutáneo las glándulas sudoríparas.

5.° Las glándulas sebáceas de las cuales nos hemos ocupado mas arriba.

La capa superior de la piel está provista de numerosas prominencias (papilas) que tienen la misma estructura que ella, y sirven en gran parte para el egercicio de la sensibilidad tactil (Véase cap. VII).

### § XXX.—SECRECION DEL SUDOR.

**Glándulas sudoríparas.**—Las glándulas sudoríparas, cuyo número sobre la superficie cutánea se eleva á mas de dos millones, segun cálculos aproximados, y que se presentan sobre todo en abundancia en la palma de las manos y en la planta de los piés, segregan el sudor, lo cual no está defini-

tivamente probado. Están arrolladas sobre sí mismas en forma de pelota de 1/6 á 1 ''' de diámetro, provistas de un conducto excretor á modo de un tirabuzon que se estrecha en su embocadura y contienen una masa grasienta y granulosa. En todo caso, la secrecion de la piel que se evalúa por término medio en dos libras no es completamente suministrada por estos órganos; mas fácil es que el líquido de la perspiracion cutánea atraviese esta cubierta, á favor de la difusion, concurriendo de un modo esencial la presion sanguínea. El líquido trasudado se evapora en la superficie y no permanece flúido mas que cuando la cantidad es muy considerable y está impedida la evaporacion.

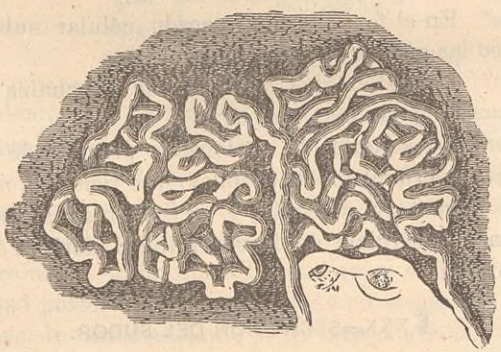


Fig. 33.—Glándula sudorípara del hueco de la axila en el hombre. Aumento de 180 diámetros.

**Condiciones que hacen variar la secrecion y evaporacion del sudor.**—La exalacion cutánea aumenta con la cantidad de sangre, es decir,

cuando aumenta el líquido que se dirige hácia la piel y sus poros están abiertos siempre que ella se dilata. Este fenómeno depende en parte de su temperatura y en parte de las fibras musculares. Si las últimas se relajan es mas fácil la penetracion; si se contraen, lo cual puede tener lugar bajo la influencia de la excitacion nerviosa, entonces está impedida la secrecion cutánea.

La evaporacion se verifica cuando el aire contiene poca humedad y vice-versa. La impiden las sustancias impermeables, como los vestidos de caoutchouc.

**Composicion del sudor.**—Además del epitelium que se mezcla mecánicamente, el sudor contiene por término medio 2 por 100 de resíduos sólidos y mas de 98 por 100 de agua. Sus elementos orgánicos son: ácido fórmico, una débil cantidad de urea y materias extractivas; sus elementos inorgánicos: cloruro de sodio, de potasio, sulfato de potasa, fosfato de sosa y fosfatos térreos (Favre).

**Gases de la piel.**— En la superficie de la piel se realiza asimismo una respiracion: el ácido carbónico es puesto en libertad y es absorbido el oxígeno. De 1000 gramos de $CO^2$ que se atribuyen á la exalacion pulmonar, 9 son desprendidos por la piel.

**Barniz extendido sobre la piel.**—Si se recubre la superficie de la piel de un animal con una densa capa de barniz, se producen los fenómenos siguientes: disminucion de la respiracion, la exalacion del ácido carbónico puede descender hasta 1/10 de la normal, pero subirá de nuevo si el animal está sometido á una temperatura elevada, tambien

es absorbido menos oxígeno. Se debilita el número de movimientos respiratorios, y baja la calorificacion; aparecen el abatimiento, anestesia, estupor, agitacion y trepidacion, el pulso se acelera, disminuye el apetito, la orina se hace con frecuencia albuminosa, y sobreviene la muerte mas ó menos tarde (perros, conejos). Los animales sufren una admósfera caliente mas tiempo que el hombre. En la autopsia se encuentra la hiperemia de los músculos y de los pulmones, la sangre coagulada en el corazon y en los vasos, infiltraciones del tegido celular subcutáneo, y en el líquido de los corpúsculos linfáticos el fosfato triple, un derrame seroso en las cavidades, de sangre negra en las arterias, hígado, bazo, y cerebro; la mucosa intestinal está ingurgitada de sangre. La correlacion de los fenómenos no está bien clara todavía porque no se sabe de cierto cual es la parte que pertenece á la evaporacion impedida, y cual á los nervios cutáneos.

**Reabsorcion por la piel.** — La superficie del dermis reabsorbe muy fácilmente cuando se ha separado el epidermis; este deja penetrar las sustancias con mucha dificultad. Supónese que el vapor de agua así como las sustancias fluidas son aspiradas, sorbidas Las observaciones son muy diversas por lo que respecta á la reabsorcion de los líquidos que no atacan el epidermis.

# SECCION QUINTA

## MOVIMIENTOS MUSCULARES.

### § I.—CONSIDERACIONES ANATÓMICAS.

**Descripcion de las fibras musculares.**—Todas las fibras (es decir esos elementos cuyas dimensiones en longitud esceden notablemente á su grosor) que tienen la propiedad de contraerse bajo la influencia de una excitacion, pertenecen al género de las *fibras musculares*. Están colocadas unas al lado de otras, dispuestas en pequeños fascículos, que constituyen los músculos y están impregnadas de un líquido llamado el *líquido de las carnes*. Los músculos se pueden descomponer en fibras por los agentes químicos, á saber: por el ácido nútrico (1 : 1 de agua) junto con el clorato de potasa y una solucion de este álcali (32 por 100); tambien pueden reconocerse al microscopio en córtes longitudinales y trasversales.

Se distinguen dos especies de músculos, los estriados trasversalmente y los lisos.

1.° *Músculos estriados trasversalmente.* — La fibra muscular consiste en un considerable nú-

mero de corpúsculos prismáticos muy pequeños llamados *partículas de carne* (*sarcous elements*, Bowmann) colocados en séries lineares y formando las *fibrillas de los músculos*. Se reconocen estas con mucha facilidad con un aumento apropiado en los músculos que han estado cierto tiempo sometidos á la accion del ácido crómico dilatado y en los de los crustáceos sin reactivo alguno. Entre las partículas de carne existe una sustancia flúida y límpida, en la cual se perciben espacios oscuros y claros (Fig. 34); los primeros son *anisótropos*, es decir que refractan dos veces la luz, y los segundos *isótropos* los cuales no la refractan mas que una vez (Brücke); esta disposicion se demuestra por medio del exámen microscópico de un músculo bajo una luz polarizada. Cada partícula de carne está rodeada de una sustancia clara y flúida y ambas se hallan encerradas en una cápsula abierta hacia arriba, cerrada por la que se halla contígua y á la cual se adapta (Krause). Las filas trasversales de cápsulas dan el aspecto estriado á las fibras que, sometidas á la accion del jugo gástrico ó del ácido clorhídrico dilatado, se descomponen al nivel de la estría en elementos llamados discos (fig. 34).



Fig. 34.—Fibras musculares estriadas.

La fibra muscular debe su gran elasticidad á una cubierta delgada muy elástica y membranosa, el *sarcolema*. Las fibras musculares estriadas se hallan en todos los músculos de la cabeza, tronco, extremidades, en los del bulbo ocular á excepcion del

orbitario descrito por H. Müller y de los palpebrales, de la caja del tímpano, de la lengua, del velo del paladar, de la laringe, de la faringe, de una parte del esófago, del intestino, del músculo cremaster, en una porcion de los ligamentos redondos del útero, en el corazon y en los orificios de las venas. Están abundantemente provistos de vasos, nervios, tejido conjuntivo y adiposo.

2.° *Músculos lisos.*—Se observan en la capa muscular de todo el conducto intestinal, en las vellosidades, vesícula biliar, conducto coledoco, bazo, cálices y pelvis del riñon, uréteres, vegiga, uretra, la túnica dartos, entre la túnica vaginal comun y la propia; en el epidídimo, conducto deferente, vesículas seminales, cuerpos cavernosos del pene, glándulas de Cooper, próstata, útero, trompas; en una porcion de los ligamentos redondos del útero, en el conducto de Wharton, piel, bulbos pilosos, tráquea, bronquios, glándulas linfáticas, túnicas arteriales y venosas, iris, en el tensor de la coroides, músculo orbitario y músculos palpebrales.



Fig. 35.—Fibra muscular lisa.

En las fibras de tegido muscular liso (fibro-células contráctiles, Kölliker) se distinguen, como en las fibrillas estriadas trasversalmente, espacios oscuros y claros, pero sin embargo las cápsulas compuestas son mucho mas largas (W. Krause). Cada

fibra presenta un núcleo y es anisótropo (Valentin) (Fig 35).

### § II.—COMPOSICION QUÍMICA.

*a. Elementos azoados.*—En los músculos frescos se encuentran las mismas sustancias albuminoideas que en la sangre, con algunas modificaciones. La *myosina* del músculo vivo corresponde á la sustancia fibrinógena; despues de la muerte y bajo la influencia de los ácidos, al coagularse se trasforma en syntonina (§ 4). Al lado de la myosina existen aun en el líquido de los músculos la caseina ó albuminato de potasio, la albúmina normal, creatina, creatinina, xantina, hipoxantina (sarcina), y segun Brücke, pepsina, en fin, una materia colorante (Hemoglobina, Kühne).

*b. Elementos no azoados.* — Glicógeno (Bernard), dextrina (Limpricht),—ambas en los animales jóvenes—azúcar de uva (Meissner), inosita, ácido inósico y lactato de carne. Es posible que la dextrina y el azúcar como el ácido láctico se formen á expensas del glicógeno.

*c. Sustancias inorgánicas.*—Agua de 74 á 80 por 100, predominan las sales de potasa, pues se encuentran seis veces mas de estas que de sosa.

Durante la vida y en reposo ofrecen los músculos una reaccion alcalina, en el movimiento y en el cadáver es ácida.

### § III.—COMPARACION DE LOS MÚSCULOS Y DE LA SANGRE.

Si se prescinde de que las fibras musculares están íntimamente soldadas unas á otras, no pudiendo por lo tanto abandonar su sitio y de que no ejecutan un movimiento de traslacion sino de ondulacion (v. p. 1.), se descubrirán numerosas analogías entre los músculos y la sangre. Aquellos respiran como esta aunque de un modo desigual; se componen de corpúsculos sólidos, las *partículas de carne*, análogos á los de la sangre, y de un líquido, el *plasma de los músculos* (Kühne); son muy elásticos.

### § IV.—RIGIDEZ CADAVÉRICA (RIGOR MORTIS).

Aparece lo mas pronto diez minutos y lo mas tarde siete horas despues de la muerte, ó hablando con mas propiedad desde que el músculo ha dejado de ser excitable hasta que principia la putrefaccion. Bajo su influencia, todos los músculos permanecen rígidos ó inmóviles, y en general marcha de las partes superiores á las inferiores del cuerpo. Cuanto mas pronto pierde un músculo su excitabilidad, con tanta mas prontitud se presenta la rigidéz cadavérica; por esta razon, se la observa antes en los pájaros que en los anfibios, en las extremidades que en el corazon. Una parte muscular que haya sido muy comprimida durante la vida, pierde rápidamente su excitabilidad y se hace mas pronto rígida que en el caso contrario. Las fibras

lisas están sometidas como las estriadas á la rigidéz cadavérica; esta es debida á la coagulacion de la myosina, y mientras tiene lugar se produce un desprendimiento de calor, por lo cual algunas veces puede observarse despues de la muerte un aumento de temperatura. De la misma manera existe un desprendimiento de ácido carbónico, y el músculo principia á dar una reaccion ácida, tal vez debida á la formacion del lactato de carne.

La coagulacion de la myosina se produce en los músculos:

1.° Cuando se interrumpe el curso de la sangre; de donde procede la rigidéz general que sigue á la cesacion de los latidos cardíacos, ó la local despues de la ligadura de las arterias de un miembro (Stenson).

Antes de coagularse por completo la myosina, puede combatirse la rigidéz por la inyeccion de la sangre normal (Brown-Sequard), lo cual es imposible mas adelante (Kühne), á menos que se haga desaparecer la coagulacion inyectando una disolucion de sal marina al 10 por 100 (Preyer).

2.° Cuando los animales de sangre caliente presentan una temperatura de 48 á 50°C (rigidéz del calor).

3.° Por la accion de los ácidos en especial del carbónico.

4.° Por la accion de una gran cantidad de agua destilada.

La coagulacion se impide cuando se sumergen los músculos en agua hirviendo, en cuyo caso no aparece la rigidéz.

## § V.—FUNCIONES DE LOS MÚSCULOS.

Se deben contar como formando las actividades esenciales de los músculos:

1.° Su contractilidad, debida á la aproximacion de las partículas de carne.

2.° Su elasticidad que, en los músculos estriados al menos, es debida á la cubierta de sus fibras, esto es al sarcolema. En cuanto á la corriente eléctrica de los músculos V. sec. IV, § 17.

Tres factores concurren para que se realice una contraccion muscular:

1.° La irritacion.

2.° El estado del músculo.

3.° El aflujo de sangre.

## § VI.—EXCITACION MUSCULAR. IRRITABILIDAD.

Normalmente, solo los nérvios que penetran en los músculos son los que determinan las contracciones. Cuando están paralizados los primeros órganos, como sucede despues de la absorcion del veneno de las flechas indianas, esto es, del curare, pueden determinarse las contracciones por medio de otros excitantes, como la corriente eléctrica, los álcalis, los ácidos, las sales, el calor mas arriba de 40.°, el frio y los agentes mecánicos. A la propiedad que tiene el músculo de contraerse se llama *irritabilidad muscular*; en otras épocas se creia que esta solo se manifestaba por intermedio de los nérvios, por lo tanto, cuando por el efecto de un excitante cualquiera se presentaba una con-

traccion muscular, era determinada por el nérvio propio del músculo, único órgano que habia sido tocado, porque aquel no podia excitarse directamente. Si los troncos nerviosos hasta su entrada en los músculos no reaccionan de ningun modo á excitacion alguna, como estos permanecian aun muy excitables, se suponia que semejante fenómeno tenia su punto de partida en las últimas extremidades nerviosas en el seno de los músculos. Tal suposicion es sin embargo poco verosímil, no solo á causa de las observaciones hechas con el curare, sino porque en las partes musculares en las cuales no existen nérvios, como en la extremidad del músculo sartorio de la rana (Kühne), ó en ciertas partes del corazon (Budge), las corrientes eléctricas pueden sin embargo provocar contracciones.

Existe una diferencia entre la contraccion muscular provocada por intermedio de la excitacion nerviosa, y la que se determina por la excitacion directa del músculo (animales curarizados); cuando es excitado el nérvio de este por una corriente constante no se produce con contraccion si no se abre la cadena (1) despues de cerrada: si al contrario la corriente se dirige sobre el músculo, este permanece contraido en tanto que está la cadena (Wundt) en el último estado.

### § VII.—ESTADO DE LOS MÚSCULOS.

Los músculos están sugetos á modificaciones

(1) Cadena, sinónimo de corriente cerrada por la reunion de los eléctrodos positivo y negativo.

esenciales durante la vida, las cuales dependen principalmente:

1.° *De la edad.*—En los niños, el diámetro de las fibras musculares es ordinariamente cuatro á seis veces menor que en los adultos; en la vejez, sucumben un gran número á la degeneracion grasienta, aunque si se examina un músculo en su estado normal, no es raro que se encuentren algunos puntos con degeneracion adiposa.

2.° *Del trabajo.*—Bajo la influencia de un buen régimen y de una vida sedentaria, la grasa se deposita con facilidad en los intersticios de las fibras musculares, engrasándose estas tambien á favor de una falta absoluta de egercicio. Con un trabajo penoso aumentan considerablemente de volúmen los músculos mas activos.

## § VIII.—ENTRADA DE LA SANGRE EN LOS MÚSCULOS.

Para el movimiento muscular parece ser indispensable la presencia del oxígeno en el seno de los músculos. En los últimos estadios de la asfixia estos órganos ya no reaccionan á las mas enérgicas corrientes de induccion (A. Schmidt).

Cuan importante es la presencia de la sangre y por consiguiente del oxígeno para la actividad de los músculos, resalta con evidencia de la relacion que existe entre el desprendimiento del $CO^2$ y el trabajo muscular (V. S. I § 13). Despues de una ligadura pierden su contractilidad los músculos del miembro interesado, con todo, el oxígeno que existe todavía en ellos combinado (químicamente al

parecer) con sus partículas, tal vez se halle en disposicion de mantener la contractilidad, aun en los miembros amputados. El corazon continúa latiendo cierto tiempo bajo la campana de una máquina neumática; la irritabilidad muscular disminuye con lentitud en los gases que no contienen azoe (Humbold). En el vacío de Torricelli los músculos no desprenden O sino una gran cantidad de $CO^2$ (Hermann).

## § IX.—FENÓMENOS DE LA CONTRACCION MUSCULAR

Un músculo, puesto en actividad por un excitante cualquiera, se acorta cuando sus fibras afectan una direccion mas ó menos rectilínea; si forman anillos como el esfincter de la pupila, del ano y las fibras circulares de los canales musculares, al excitarlos disminuyen de diámetro. Los músculos delgados y trasparentes como los abdominales y el sartorio de la rana, permiten observar al microscopio todos los detalles de este fenómeno. Las fibras se replegan sobre sí mismas, tomando la forma de zig-zag y se prolongan despues completamente. Las estrias de las partículas musculares (discos) deben aproximarse entonces unas á otras en los músculos estriados.

**Contracciones simples: sus tres estadios. Contraccion idio-muscular.**—Las contracciones son simples ó múltiples. Las primeras son debidas á una excitacion única y de muy corta duracion, como la que es determinada por la abertura de una cadena constante; las segundas son ocasionadas

por excitaciones repetidas y se suceden con rapidéz. Hablaremos en primer lugar de las contracciones simples. Cuando un músculo es excitado de este modo, no se contrae inmediatamente, sino algun tiempo despues. Este intérvalo se pone de manifiesto en los músculos lisos como los del intestino, sin necesidad de instrumento alguno; en los estriados, se necesitan aparatos especiales (myografion) para ello (Helmholtz). Dura cerca de 1/60 de segundo; realizada esta *excitacion* llamada *latente*, la contraccion llega á su máximum al cabo de 1/6 de segundo y pasa de un modo progresivo despues de un tiempo casi igual al estado de reposo (Helmholtz). En muchos músculos estriados, en el momento que principia su muerte, se observa algo semejante como sucede en el cricotyroideo de los grandes mamíferos. La excitacion mecánica, obrando con lentitud, determina sobre todo en los músculos de un muerto una contraccion local que desvia el sentido de la excitacion. Si se pasa el dorso de un cuchillo sobre un músculo estriado trasversalmente, se vé elevar en el sentido de la raya una cresta que desaparece muy despacio (contraccion idio-muscular M. Schiff). Las fibras lisas continúan su movimiento mucho tiempo despues de haber cesado la excitacion: esto es lo que se observa en la vegiga. La diferencia funcional entre las fibras estriadas y las lisas consiste en que las primeras se contraen mucho mas pronto y con mas energía bajo la influencia del excitante; cesando la contraccion, despues que este desaparece, con mayor rapidéz que en las fibras lisas.

Todos los movimientos que reclaman la celeridad emanan de los músculos estriados é inversamente. Los animales que se mueven con lentitud poseen músculos comparables á los lisos como se observa en los vermes y moluscos; los insectos los tienen estriados. En los últimos y en los vertebrados se egerce la voluntad, por regla general, sobre los músculos estriados trasversalmente.

Podria pues representarse la contraccion muscular del modo siguiente. Del punto en donde ha sido alterado el estado de reposo de las mas pequeñas partículas, lo que sucede de ordinario en el punto de entrada de los nérvios, las moléculas suben y bajan perpendicularmente á lo largo del eje longitudinal, y despues se extiende este movimiento ondulatorio hacia los dos lados del músculo con estraordinaria rapidéz.

**Contraccion múltiple.**—Esta supone una prolongada excitacion. Si aparece una contraccion cuando la anterior ha pasado ya su punto máximum, entonces se presenta una elevacion y depresion contínua á las que se llama *temblor ó convulsion*. Cuando, al contrario, se suceden las contracciones de modo que cuando la una se realiza la anterior no haya tenido tiempo para afectar su punto culminante, existe el *calambre rígido ó tetanos*, esto puede producirse en el estado normal bajo la influencia del excitante-voluntad.

El acortamiento mas considerable de un músculo puede oscilar entre los 3/4 y 5/6 de su longitud.

Un músculo puede acortarse contrayendo todos los discos de sus fibras de igual modo que en los

músculos circulares, ó bien cuando, fija una extremidad, la otra se aproxima á la primera, como sucede con los músculos del tronco.

**Determinacion de la fuerza contractil.**—Existen diversos medios para medir la fuerza contractil:

1.° Estando esta en razon directa de la corriente del músculo (Dubois), se puede calcular la primera, determinando la intensidad de la segunda.

2.° Si se secciona un músculo excitable todavía, y se coloca al lado de él una escala graduada, tomando las disposiciones convenientes, se puede leer el grado de acortamiento que sufre (Weber).

3.° Sugetando á un músculo una pluma de escribir que trace curvas durante la contraccion sobre una lámina que pase por delante de ella con un movimiento uniforme (Volkman).

4.° Suspendiendo un objeto pesado de una de las extremidades del músculo. La fuerza contractil nos la dá en este caso, el producto de la altura á la cual es elevado el objeto (altura de elevacion) por el peso de este y por el tiempo durante el cual permanece á la misma altura. Esta es proporcional á la longitud de las fibras musculares, y el peso lo es á su número, es decir, al diámetro del músculo.

**Modificaciones del músculo durante su contraccion.**—Mientras que un músculo se contrae se realizan en él los fenómenos siguientes:

1.° *Modificaciones químicas.* Su reaccion es ácida (Dubois); desprende ácido carbónico y consume mas oxígeno. Cuando se excita un músculo amputado, desprende una cantidad de ácido carbónico

infinitamente mas considerable que en el estado de reposo (Matteucci, Valentin). La sangre venosa que sale de un músculo activo es mas pobre en oxígeno y mas rica en el ácido mencionado (Ludwig y Sczelkow). Es digno de llamar la atencion que durante la rigidéz cadavérica dichas modificaciones químicas tienen lugar del propio modo, y como la indicada rigidéz procede esencialmente del líquido colocado entre las partículas del músculo, nos hallamos en el derecho de creer que tales modificaciones se realizan tambien en este sitio durante la contraccion.

2.° *Modificaciones eléctricas.* Cuando se tetaniza un músculo puesto en relacion con un multiplicador, la aguja imantada desviada en el intérvalo de reposo, retrocede hácia el polo negativo, y puede alcanzarle y aun penetrar en el otro cuadrante. Se llama á esto: *oscilacion negativa de la corriente.*

3.° *Modificaciones en la elasticidad.* Cuanto mas puede distenderse un músculo, mas débil es su elasticidad. Cuando aquel se halla en reposo se deja distender menos que estando contraido: de lo cual resulta que en este último caso disminuye la enunciada propiedad. Lo mismo se observa en la rigidéz cadavérica.

4.° *En la formacion de calor.* Por el método termo-eléctrico se ha demostrado que los músculos contraidos poseen una temperatura mas elevada que en el estado de reposo, tanto en el hombre como en los animales vivos (Beclard, Helmholtz, Heidenhain).

5.° *Ruido muscular.* Si estando cerrado el oido

se contraen fuertemente los músculos del maxilar, se oye un ruido ó un sonido llamado *ruido muscular*. Se puede percibir con facilidad en los animales, aplicando el estetoscopio sobre un músculo mientras que se provoca el tétanos galvanizando la médula. El número de vibraciones del sonido muscular en las contracciones voluntarias se eleva á 19 ½ por segundo (Helmholtz). De aquí se puede concluir que el tétanos no es una contraccion simple sino que se compone de muchas contracciones sucesivas.

**Velocidad conque se propaga la contraccion.** —Si se excita un músculo en el cuerpo vivo ó inmediatamente despues de la muerte, la contraccion se propaga con mucha rapidéz (cerca de 1 metro por segundo) del punto excitado al resto del órgano. Cuando se amortigua la excitabilidad, disminuye la corriente, circunscribiéndose por último al punto inicial de partida.

Cuando despues de la muerte de un animal, sobre todo en los mamíferos, se pasea trasversalmente sobre un músculo un instrumento obtuso, se forma una inchazon en el trayecto de la raya. Este fenómeno se designa con el nombre citado mas arriba de *contraccion idio-muscular* (Schiff).

### § X.—EFECTOS DE LA CONTRACCION MUSCULAR.

**Cantidad de movimiento.**—La cantidad de movimiento que desarrolla un músculo al contraerse $q$ está en razon directa de la fuerza contractil $c$ é inversa de las resistencias R $q=\frac{c}{R.}$

**Altura de la elevacion.**—Cuando un músculo se acorta, las extremidades de insercion de sus fibras recorren cierto trecho desde el punto menos fijo al mas fijo, y el cual será tanto mayor cuanto mas largas sean aquellas.

**Magnitud de la fuerza muscular.**—Si se ata un objeto cualquiera á la extremidad fija de un músculo que se hace contraer, se apreciará la magnitud de la fuerza muscular por el peso del objeto elevado. Depende de circunstancias diferentes:

1.ª Del *número* y de la *longitud* de las *fibras* activas.

2.ª De la *energia del excitante.* Se puede demostrar esto experimentalmente, pero la voluntad lo pone en evidencia de la manera mas precisa. Si la voluntad alcanza momentáneamente el grado mas intenso bajo la impresion de un sentimiento, podrá comunicar á los músculos un aumento de fuerza considerable.

3.ª De la *propiedad de los músculos* con relacion á los individuos; un caballo puede arrastrar durante algunos momentos 2/3 de su peso, el escarabajo 14 veces el peso de su cuerpo (Plateau).

4.ª De las resistencias.—Estas son debidas en primer lugar á las fuerzas que tienden á colocar los objetos en el estado de reposo, y despues á las influencias que se oponen á la contraccion y por consiguiente que distienden los músculos. A las primeras pertenecen la *fatiga* y *la elasticidad*, y á las segundas, *los pesos* que el músculo ha de levantar.

1.° *Fatiga.* Cuando se excita repetidas veces un

músculo amputado, van disminuyendo sus contracciones, hasta que por último cesan por completo. Si en seguida se dejan trascurrir algunos instantes de descanso, recobra su irritabilidad y se hace de nuevo excitable (Valentin). Asimismo cuando un músculo ha sido distendido por la suspension de un peso lo suficiente para que la contraccion obtenida al excitarle de nuevo no baste para elevar el mencionado peso, con frecuencia recobra algun tiempo despues su contractilidad primitiva. Se llama *fatiga* á la pérdida pasagera de la elasticidad, y *restablecimiento* á la vuelta de esta. En el cuerpo sano, la fatiga se halla además caracterizada por una sensacion bien conocida. La potencia electro-motora disminuye en un músculo fatigado; la causa de la fatiga no está aun bien determinada. Se conocen varias materias que fatigan á los músculos, cuando se ponen en contacto con ellos; tales son: el ácido láctico y el fosfato ácido de potasa, cuyo efecto está neutralizado por la legivacion en los líquidos indiferentes, como en una solucion de sal marina de 0,7 á 1 por 100; el mismo efecto del primer ácido se combate por los álcalis. La accion muscular determina la aparicion de estas sustancias, que pueden ser absorbidas por la sangre alcalina y los linfáticos (J. Ranke).

Además, por el hecho de la accion muscular y despues de haberse realizado, crece la necesidad de oxígeno (de Pettenkofer y Voit. V. S. I § 13), el cual se almacena en el cuerpo; ahora bien, aumentando dicha sustancia la excitabilidad del músculo, hace posible de este modo su restablecimiento

(Humbold). En fin, los músculos que trabajan, suministran mas agua que los que se hallan en reposo en la relacion de 1094,8 : 344,4 (de Pettenkofer y Voit.) Como este género de influencias no es tal vez muy importante para un músculo amputado, debemos creer que aun existen otras distintas. Puede pues presumirse, que á consecuencia de la excitacion se desarrollan en los músculos dos especies de potencias contrarias, en virtud de las cuales se verifica una atraccion (tal vez de partícnlas sólidas de los músculos) y una repulsion (probablemente de sus partículas líquidas), y de esta suerte se produce un choque, lo cual tiene tambien lugar en muchas acciones nerviosas.

2.° *Elasticidad.* —La fuerza elástica de los cuerpos trata de volver sus partículas al estado de equilibrio, cuando ha sido alterado por ciertas influencias, ya haya tenido lugar una prolongacion ó un acortamiento, una condensacion ó un adelgazamiento. Se disminuye ó aniquila la elasticidad, cuando la desviacion ha pasado de ciertos límites (límite de la elasticidad); es perfecta, cuando se restablecen todas las dimensiones que anteriormente existian. Se puede medir la elasticidad de un músculo en el estado de reposo y de contraccion de la manera siguiente: se le distiende suspendiendo un peso á una de sus estremidades, se mide la prolongacion y despues de haber quitado el peso se aprecia el acortamiento. Los músculos son muy elásticos y extensibles durante la vida é inmediatamente despues de la muerte, puesto que recobran la extension y longitud que antes po-

seian. Cuando se dobla un miembro, se prolongan los extensores (por egemplo en la flexion del antebrazo, el triceps se alarga 5 centímetros en los adultos) para volver enseguida á su primitiva longitud.

La elasticidad crece con la extension, los músculos son pues considerablemente distendidos por pequeños pesos, en tanto que aquella disminuye proporcionalmente al aumento de cargas. Con un peso de un gramo puede prolongarse un músculo 6 milímetros, y con uno de 5 gramos solo llega á 10 su longitud (Weber).

Cuando un músculo se contrae, la elasticidad se esfuerza en volverle á distender, si al mismo tiempo que extendido se halla cargado de peso, obra menos la elasticidad que si se contrajera no existiendo esto último. Cuando se corta por su parte media un músculo de un animal muerto, las dos extremidades se retiran de un modo considerable en virtud de la enunciada propiedad; lo cual prueba que los músculos no se hallan en un estado de equilibrio perfecto, sino que sufren cierta distension.

3.° *Pesos que levantan ó arrastran los músculos.* Los pesos son por un lado las partes de nuestro mismo cuerpo y por otro los objetos que están en relacion con este. La resistencia es proporcionada al peso del fardo; la fatiga llega tanto mas fácilmente cuanto mayor y mas largo tiempo ha sido arrastrada la carga. El peso preciso que puede levantar un músculo expresa el límite de fuerza que puede ser desarrollada por la excitacion mas enérgica. A esta fuerza se llama *fuerza muscular ab-*

*soluta.* Ha sido evaluada en 692 á 1800 gramos (Valentin) por centímetro cuadrado del músculo de la rana (Weber), y para un centímetro cuadrado del gastrocnemio del hombre de 6,000 á 8,000 gramos (Hencke y Knorz).

### § XI.—AUXILIARES DE LA CONTRACCION MUSCULAR.

Si los músculos estuviesen flojos y plegados en el estado de reposo, la fuerza necesaria para determinar su contraccion, deberia ser mayor que si, como sucede normalmente estando extendidos, no tuviera que hacer desaparecer ningun repliegue. Muchos movimientos solo pueden egecutarse cuando los músculos han sido préviamente distendidos; por egemplo, si es necesario que se extienda el pié sobre la pierna por la accion de los gastrocnemios, se realizará imperfectamente este movimiento, si la pierna está en flexion sobre el muslo, porque en este caso se pliegan estos músculos: para la extension fácil del pié se requiere que estén distendidos (Hüler).

*Egercicio.*—La intensidad de la fuerza contractil crece proporcionalmente á las resistencias; aumenta tambien con las fatigas repetidas y el peso que han de soportar los músculos. El *egercicio* puede hacerles capaces de egecutar trabajos mas y mas grandes.

**Los tres factores de la contractilidad.**—La capacidad de egecucion depende del estado de los factores indispensables de la contractilidad (Véase Sec. V. § 5). Un buen trabajo muscular exige: 1.°

*una recta volicion* (excitante); 2.° *aire bueno*, y 3.° una *rica alimentacion*, y las fibras compactas.

### § XII.—ESTACION VERTICAL.

**Condiciones para la estacion vertical.**—Dos condiciones se requieren:

1.° Es necesario que el cuerpo, muy sugeto á doblarse á causa de sus numerosas articulaciones, permanezca mas ó menos estable.

2.° El centro de gravedad del cuerpo que se halla cerca de la segunda vértebra sacra, debe pasar por el plano situado entre los pies. Cuanto mas estensa sea esta superficie, tanto mas segura es la estacion; los pies descansan por tres puntos distintos: la tuberosidad del calcáneo, el hueso sesamoideo del dedo grueso y la tuberosidad del quinto metatarsiano. Existen diversos medios, mecánicos unos, y otros constituidos por los movimientos musculares, los cuales contribuyen á mantener sobre esta base una extremidad articular sólidamente unida á las partes subyacentes (articulacion tibio-tarsiana y pié). Los músculos podrian por sí solos mantener el equilibrio por completo, sintiendo la perturbacion que le altera y combatiéndola al instante por movimientos convenientes gracias á los cuales la línea de gravedad, es decir, la vertical que se imagina tirada por el centro de este nombre corta al trapecio formado por los pies. Si un hombre por egemplo conoce que va á caer á la izquierda, extiende el brazo á la derecha. En una palabra, todos los mienbros esta-

rian constantemente balanceados y equilibrados por la accion de sus músculos. Un esfuerzo importante está ligado á este fenómeno, determinado en parte por la atencion, pero en especial por los movimientos unilaterales. Pero las disposiciones mecánicas favorecen de un modo considerable la accion muscular. El centro de gravedad de la porcion superior del cuerpo se encuentra sobre el plano horizontal que pasa por la décima vértebra dorsal (Weber hermanos, Horner).

La línea de gravedad cae por detrás de las que reunen las articulaciones ilíacas. La porcion superior del cuerpo que descansa sobre los fémures no puede caer hacia atrás, porque un robusto ligamento, *el ligamento ileo-femoral* (1), que se extiende desde la espina ilíaca antero-inferior á la facia del muslo, tira la pelvis hacia delante; este ligamento es ayudado por la contraccion del músculo recto femoral (2) que se inserta en el mismo sitio. Para que sea cómoda la estacion vertical, es necesario que los pies estén dirigidos hacia fuera. Esto se realiza por un movimiento de rotacion de los músculos del muslo que se insertan en la foseta trocantérea (3). Tambien se contrae el gluteo mayor que se inserta en la hoja externa de la facia lata. En virtud de estos débiles movimientos musculares se distienden la facia y el ligamento re-

(1) Tensor de la facia lata.
(2) Recto anterior del muslo, que forma parte del triceps ó cuadriceps femoral (V. Cruveilhier).
(3) Pequeños músculos pelvi-trocantéreos (Winslow) —cavidad digital.

dondo, evitando la caida ya hacia la izquierda ya á la derecha. La extension de la rodilla es debida en parte á la facia lata, pero su agente esencial es el músculo cuadriceps femoral. En esta extension el músculo gastrocnemio comprime mecánicamente los anchos condilos del femur contra las superficies articulares de la tibia. En fin, está favorecida la extension é impedida la caida por los ligamentos cruzados, laterales y poplíteos. Cuando la rodilla se extiende, la tibia se dirige al rededor del peroné sobre el menisco articular interno, y el maléolo de este lado es comprimido por consiguiente contra la polea del talon (1) que estando así cogido entre los dos maléolos previenen la caida hacia delante. Los músculos que tiran la planta del pié hacia la tibia (2) contribuyen al mismo tiempo á asegurar esta posicion sólida, esta fijeza.

### § XIII.—MARCHA.

En la marcha, es necesario que el tronco sea llevado hacia delante con el menor gasto posible de la fuerza muscular. Mientras que se dá un paso, hay un momento en que una de las piernas, la que nosotros llamaremos *pasiva* (P), no descansa en el suelo y flota en el aire, hallándose en flexion la rodilla. No es arrastrada por el cuerpo, sinó rete-

(1) Astragalo.
(2) Los extensores del pié sobre la pierna (*Gemelos soleo, etc*).

nida en la cavidad cotiloides por la presion del aire admosférico, en la cual se halla perfectamente encajada la cabeza del femur. No sale esta de dicho punto, aun cuando se corten todos los músculos que mueven el muslo en el cadáver, pero se escapa desde el momento que se ha practicado un agugero que haga comunicar la excavacion con dicha cavidad. Si con una bomba neumática se aspira por este agugero el aire de la cavidad artícular, la cabeza del femur se aplica de nuevo en su correspondiente sitio, es decir, que la presion admosférica la arroja y la mantiene en su posicion respectiva. Esta pierna (P) oscila como un péndulo de atrás adelante sin tocar el suelo, y solo lo alcanza cuando la otra que llamaremos *activa* (A), ha terminado los movimientos que debe operar. Mientras que P oscila en el aire, la pierna A sostiene todo el peso del cuerpo sobre el pié; desde luego descansa en el suelo por toda su planta, y despues con los dedos y metatarsianos. Durante el primero de estos dos actos cuya sucesion es rápida, el centro de gravedad cae por completo del lado de la pierna A que se halla perpendicularmente por debajo de él, inclinándose el cuerpo del propio lado. En el segundo acto se levanta el talon (mm. gastrocnemios, soleo) y el pié se apoya en el suelo por los dedos, lo cual rompe el equilibrio en favor de la parte superior del cuerpo que es llevada hacia delante y al lado de la pierna P que de este modo se vé obligada á bajar al suelo, tomando en él un punto de apoyo. Entonces todo el peso del cuerpo gravita sobre la última pierna,

es decir, que desempeña el mismo papel que la A acaba de ejecutar. En la marcha, especialmente en la rápida, el tronco se inclina hacia delante para formar un contrapeso á la resistencia del aire; por la misma razon se balancean los brazos haciéndolos oscilar en sentido inverso á los miembros inferiores (Weber hermanos).

## § XIV.—VOZ Y PALABRA.

**Hendidura vocal (Glotis).**—En el conducto laríngeo se extiende de delante atrás una hendidura triangular (hendidura vocal) limitada por las dos cuerdas vocales (ligamentos tiro-aritenoideos posteriores), notables por su gran elasticidad. Si por medio de aparatos especiales, se ponen tensas dichas cuerdas en una laringe recien extirpada de un cadáver, y se aproximan de modo que dicha hendidura esté casi cerrada: si al mismo tiempo es rechazada contra las cuerdas una corriente de aire ya con un fuelle, ya con la boca, entran visiblemente en vibracion y determinan los sonidos.—Por medio del laringoscopio (Garcia, Turck, Czermak), se pueden hacer las siguientes observaciones: las cuerdas vocales se extienden cuando el cartílago tiroides al cual se insertan por su extremidad anterior, es dirigido hacia bajo por la accion de los músculos crico-tiroideos sobre el cartílago cricoides; se aproximan una á otra por la rotacion hacia dentro de los cartílagos aritenoideos debida á los músculos crico-aritenoideos laterales y hacia atrás

por la contraccion de los músculos aritenoideos cuyo efecto es estrechar la abertura vocal.

Nos podemos convencer perfectamente de la accion de los músculos laríngeos, experimentando en las laringes de los animales superiores acabados de matar. La corriente de aire llega normalmente durante la expiracion, desde los pulmones (fuelle) á las cuerdas con una presion mayor que la de la expiracion habitual. Las excursiones de las vibraciones se hacen poco á poco, porque el canal laríngeo ofrece una excavacion (ventrículos de Morgagni).

Pudiendo producirse las vibraciones periódicamente, se obtienen con ellas sonidos como con esos instrumentos músicos llamados de boca ancha, á cuyo género pertenece la laringe.

**Sonido.**—Todo sonido puede ser considerado como el resultado de una série de tonos diferentes. El oido posée la propiedad de percibir con el tono principal que suministra el mas débil número de vibraciones de los cuerpos sonoros y que es por consiguiente el mas bajo; al mismo tiempo distingue los tonos altos, es decir, que el oido puede descomponer el sonido en notas aisladas entre las cuales las mas altas tienen un número de vibraciones doble, triple, etc. del tono fundamental.

**Propiedades del sonido: intensidad, tono, timbre.**—En todo sonido y por consiguiente en los que emite la laringe, se distinguen tres cosas: la *intensidad, el tono y el timbre.* Estas propiedades se modifican en parte por la insuflacion, en otros términos, por la presion expiratoria, en parte por

el cambio de estado que sufren las cuerdas elásticas, es decir, por los músculos laríngeos; y en fin, por la embocadura del tubo aéreo, las cavidades faríngeas bucales y nasales y la *resonancia*.

La *intensidad* depende de la amplitud de las vibraciones, la cual está en relacion con la fuerza de la expiracion y por consiguiente de la constriccion de los músculos abdominales.

El *tono* depende del número de vibraciones que se ejecutan en un tiempo dado. Cuanto mas alto es el tono, mayor número de vibraciones da un cuerpo sonoro en la unidad de tiempo, esto es, en un segundo. La altura se halla en razon de la tension, brevedad y estrechez de las cuerdas vocales y de la intensidad del soplo que aumenta á la primera (1). La presion lateral en la traquea es mas considerable para los tonos elevados que para los bajos en la relacion de 200 : 160 mil. de una columna de agua (Cagniard-Latour). Los niños y las mugeres pueden producir sonidos mas elevados que los adultos y los hombres, porque sus cuerdas vocales son mas cortas. La laringe sube en los tonos altos como sucede tambien en las expiraciones fuertes.

La nota mas baja de la voz humana tiene cerca

(1) Los músculos laríngeos pueden dividirse en dos grupos que se auxilian mútuamente. Unos sirven esencialmente á la *respiracion forzada*: en la inspiracion los músculos crico-aritenoideos posteriores son dilatadores de la glotis; en la expiracion los aritenoideos son constrictores. Los otros sirven en especial para la *formacion de los sonidos*; tension de las cuerdas vocales: músculos crico-tiroideos; acortamiento: mm. tiro-aritenoideos; aproximacion: mm. crico-aritenoideos laterales.

de 80 vibraciones por segundo, la mas alta 1000 próximamente. La extension completa de la voz, considerando la laringe del hombre y de la muger, comprende cuatro octavas de E á e. Las buenas voces de tenor abrazan de 2 á 2 ½ octavas, las grandes cantatrices recorren cerca de 3 octavas y aun 3 ½.

Como *timbres* diferentes de la laringe humana se pueden considerar la voz de falsete y la de vientre. No se conoce aun de un modo preciso como se producen estas dos voces. La individualidad del timbre en la palabra de los diferentes hombres, procede sobre todo de la resonancia.

**Vocales.**—Las vocales son sonidos que se producen en la laringe, pero cuyas notas parciales son modificadas por las varias formas que toma la boca y por la resonancia. En efecto, la cavidad bucal forma un canal igualmente ancho, ó ensancha su segmento anterior estrechando el posterior. Lo primero se realiza para A, O y U; lo segundo para Œ, E; la cavidad enunciada forma su máximum de abertura en A y el mínimum en U. Además, en todas las vocales se cierran los orificios nasales por la elevacion del velo del paladar, sin que se produzcan sonidos gangosos.

**Cuchicheo, hablar en alta voz.**—El aire puede atravesar la cavidad bucal sin que se produzca sonido alguno en la laringe, como sucede en la expiracion normal. A este fenómeno se llama *cuchicheo*. En las diversas posiciones de la cavidad bucal al expresar las vocales, es medido el aire para producir sonidos diferentes. Estos pueden

apreciarse por medio de diapasones de alturas variadas (Willis, Donders, Helmholtz). Cuanto mejor se oye el sonido del diapason, mejor responde esta nota al sonido propio del aire que vibra en la cavidad bucal (Helmholtz.).

**Consonantes.**—Las consonantes resultan del choque del aire expirado el cual entra en vibracion en el trayecto que recorre, porque es lanzado por sitios muy estrechos. Un simple ruido de expiracion reforzado por la boca, produce la *h*, y por la nariz la *m* y la *n*. En la mayor parte de las consonantes, es obstruido por completo el paso del aire, quitando el obstáculo de repente, como se observa en las siguientes:

Los labios en la *b* y *p*,
La lengua en la *d* y *t*,
El paladar en la *g* y *k*.

Una simple estrechez da lugar:

En los labios á la *f* y *w*,
En la lengua á la *s* y *l*,
En el paladar á la *ch* y *r*. (1)

(1) La *Tsc-ha* consonante alemana se pr nuncia, como es sabido, de una manera particular.

# SECCION SEXTA

## FISIOLOGÍA DE LOS NÉRVIOS.

## CAPITULO PRIMERO.

### PROPIEDADES GENERALES DEL SISTEMA NERVIOSO.

#### § I.—FUNCIONES EN GENERAL.

**Funciones en general.**—Pertenecen al sistema nervioso:

1.° Como fenómenos propios, la sensibilidad y la sensacion (1).

2.° Manifestacion de las fuerzas glandulares, musculares y psíquicas.

3.° Las fuerzas anteriores (2) reaccionan á su vez sobre la sensibilidad y la sensacion por intermedio del sistema nervioso.

---

(1) La sensacion se toma aquí en la acepcion limitada de las impresiones particulares que experimenta el sensorio por intermedio de los órganos de los sentidos especiales, y la sensibilidad en la de sensibilidad general.

4.° Finalmente, todas las fuerzas (sensibilidad, sensacion, fuerza motora y fuerza psíquica) que acabamos de indicar, se ponen relacion unas con otras por intermedio del mencionado sistema.

## § II.—CONSIDERACIONES ANATÓMICAS.

**Elementos histológicos del sistema nervioso.** —El sistema nervioso contiene dos elementos anatómicos esenciales: las *células* (células ganglionares) y las *fibras nerviosas*. Se encuentra además al lado de las primeras una gran cantidad de *sustancia*, que sirve de *punto de apoyo* (1) (tegido conjuntivo) mezclada con células linfáticas, y en fin, abundantes vasos sanguíneos y linfáticos.




Fig. 36.—Cèlulas ganglionares provistas de numerosas prolongaciones. Muchas fibras sin médula y una con médula.

(1) Estroma.

**Fibras nerviosas.**—Las fibras nerviosas están todas unidas á las células ganglionares (V. fig. 36), pudiéndose considerar como sus prolongaciones.

En una fibra nerviosa se distingue:

1.° Una extremidad en comunicacion inmediata con la célula ganglionar y otra que se halla en relacion con los diferentes órganos. La última se halla provista habitualmente y tal vez siempre de un abultamiento como los *corpúsculos de Pacini* (V. fig. 37) en la palma de la mano y en la planta del pié, los *corpúsculos del tacto* (Wagner y Meissner) en la cara palmar de los dedos (V. fig. 38) y en la lengua, las *masas* (Krause) y *placas terminales* en la extremidad de los nervios musculares. (V. fig. 39). Las extremidades periféricas de las otras fibras penetran directamente en las células epiteliales de la mucosa de la nariz (M. Schultze), de las glándulas salivales (Pflüger), de la piel del glande (Tomsa), etc.



Fig. 37. — Corpúsculos de Pacini tomados sobre el mesocolon de un gato. Aumento de 300 diámetros.

2.° Un delgado filamento, *cilindro eje*, que se extiende entre las células ganglionares y la extremidad periférica del nervio (V. fig. 40).

Antes de terminarse las fibras nerviosas se divi

den con frecuencia en su extremidad periférica en muchos ramos; de suerte que una sola fibra del centro y por consiguiente un mismo cilindro eje puede representar muchos puntos de un órgano situados unos cerca de otros.

3.° *Cubierta*, formada probablemente de sus-

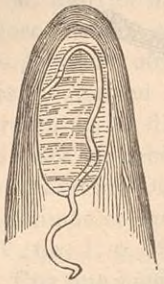


Fig. 38.—Corpúsculos del tacto.

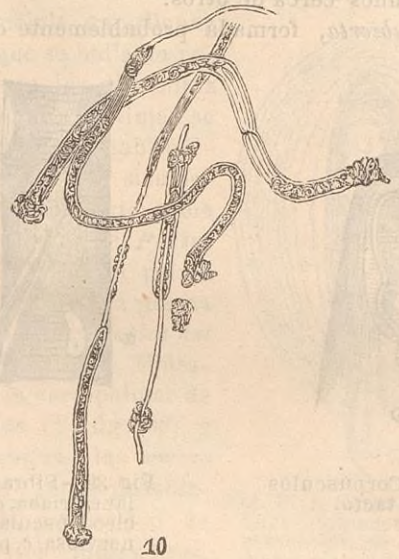



Fig. 39.—Fibra muscular estriada; *a*, su núcleo muscular; *b* fibra nerviosa; *c*, placa terminal.

tancia elástica. No existe siempre, en general falta en las dos extremidades del nervio lo mismo que en muchas fibras nerviosas del cerebro, de la médula espinal, en el nervio óptico y en el olfactorio.

4.° *Una masa semi-líquida, oleaginosa*, situada entre la cubierta y el cilindro eje. Falta tambien en muchos nervios ó al menos no es coagulable;

como se observa en las fibras del gran simpático, en las que no ofrecen médula (ganglionares) (Véase fig. 33 y 46). Se la encuentra no obstante en la mayor parte de los nervios bajo la forma de un



10

Fig. 40.—Fibras nerviosas del nervio isquiático de un conejo. La vaina medular ha abandonado completamente al cilindro eje en ciertos puntos; la médula grumosa se escapa de la extremidad superior de las fibras.

líquido oleaginoso y trasparente, que se coagula con rapidez despues de la muerte: la *médula de los nervios*. En tales casos toman estos órganos una apariencia grumosa, varicosa y se oculta el cilindro eje. Para reconocerlo con perfeccion es nece-

sario hacer uso de cuerpos muy ocsidantes que disuelvan la médula, dejando íntegro el cilindro eje por espacio de largo tiempo. Para este objeto figuran en primera línea la disolucion de ácido nítrico juntamente con el clorato de potasa (Budge), las soluciones dilatadas de ácido crómico (Kölliker), el colodion (Pflüger), el cloroformo y por último el éter y el alcohol (1).

M. Ranvier ha descubierto que los tubos nerviosos no son rectilíneos sino que á un milímetro de distancia ofrecen estrangulaciones anulares que los dividen en segmentos inter-anulares. No las presentan las fibras de Remak ó sin myelina, pero sí todos los tubos con médula cualquiera que sea su diámetro. Dichas estrangulaciones están menos próximas en los tubos anchos que en los delgados (V. fig. 1, p. 132, t. IV *Archivos*).

Con una buena lente de inmersion y un aumento de 600 á 800 diámetros, se puede reconocer que las estrangulaciones estan formadas por un anillo ó una especie de rodete contenido en el espesor de la membrana de Schwann, y el cual se halla al parecer constituido por un disco á través del cual pasa el cilindro eje.

Cada segmento de tubo nervioso comprendido entre dos estrangulaciones posée un solo núcleo situado á igual distancia de aquellas. Los núcleos

(1) *Trabajos de M. L. Ranvier sobre la histología y fisiología de los nervios* (*Archivos de fisiología normal y patológica publicados por M. Brown-Sequard, Charcod y Vulpian*. T. IV. 1871 y 1872).

poseen una forma lenticular, se confunden por su superficie interna con la membrana de Schwann y se alojan por dicha superficie en la myelina como en un nido (Fig. 3, p. 137, t. IV *Anales*).

Se hallan rodeados de una capa de naturaleza albuminoide que no se colora con la osmina. Esta capa de protoplasma se continúa por debajo de la membrana de Schwann, formando así una especie de cubierta interna que la separa de la myelina. De estos hechos resulta, dice Ranvier, que el segmento inter-anular de los tubos nerviosos representa una célula, comparable á la adiposa tal como la he comprendido en una comunicacion reciente (1). La membrana de Schwann corresponde á la de la última célula, el núcleo y el protoplasma del segmento inter-anular son semejantes á los contenidos en la membrana de la espresada célula, y en fin, la myelina es análoga á la grasa.

Es evidente que en esta comparacion hago caso omiso del cilindro eje, cuya significacion morfológica no puede apreciarse bien en el estado actual de nuestros conocimientos, y las hipótesis que yo podria hacer sobre este punto serian menos fundadas que las anteriores.

Las preparaciones con el ácido ósmico han permitido demostrar que la vaina de myelina de los tubos nerviosos está completamente interrumpida por el anillo de la estrangulacion (V. fig. 3, artículo citado).

---

(1) *Lecciones del tegido conjuntivo en el edema*, 1871.

Frommon y Grandry habian ya visto que, bajo la influencia del nitrato de plata, el cilindro eje presentaba alternativamente estrias negras y morenas (Fig. 6, t. IV de *Los Anales*, art. citado).

Ranvier, con las mismas preparaciones, ha descubierto además que los cilindros-ejes ofrecen condensaciones circunscritas que tienen la forma de dos troncos de cono unidos por su base, y las cuales se encuentran casi siempre al nivel de las estrangulaciones de la membrana de Schwann. Este autor cree que completan la oclusion entre cada segmento, y que son los discos mencionados anteriormente.

**Sitio de las fibras nerviosas y de las células ganglionares.**—En el cerebro y en la médula, la *sustancia blanca* solo contiene fibras nerviosas, al paso que en la *gris* si bien existen las últimas, predominan las células ganglionares con el tegido conjuntivo y las células linfáticas. En la periferia, las primeras células se presentan en muchos sitios ya acumuladas bajo la forma de tumores (ganglios periféricos) visibles á la simple vista, ó solo mas ó menos perceptibles al microscopio en el trayecto de las ramificaciones nerviosas; tal por egemplo se

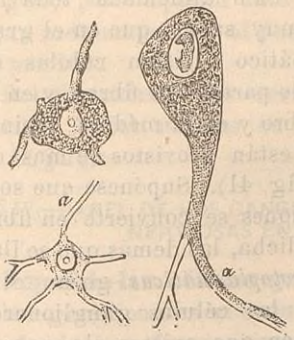


Fig. 41.—Células ganglionares del cerebro.

observa en las raices posteriores de la médula espinal (ganglios espinales), en la mayor parte de los nervios cranianos, en el trayecto del gran simpático, en los plexos ganglionares y en el seno de casi todos los órganos no sometidos á la voluntad.

Las fibras nerviosas primitivas que constituyen los nervios no comunican unas con otras en su trayecto, es decir, que el canal nervioso no se divide y su contenido no puede pasar á otro próximo; solo existe division en las extremidades periféricas. Es probable que para cada fibra haya una célula ganglionar, pero esta cuestion no está bien dilucidada todavia. Es muy sabido que en el gran simpático existen células de donde parten dos fibras, y en el cerebro y en la médula espinal casi todos los ganglios están provistos de mas de una prolongacion (V. fig. 41). Supónese que solo una de las prolongaciones se convierte en fibra nerviosa propiamente dicha, las demás que se llaman *prolongaciones protoplasmáticas* gozan otro papel, á saber, reunen las células ganglionares entre sí. Parece tambien que existen algunas de estas sin prolongaciones (apolares) (V. fig. 42).



Fig. 42.-Cèlulas ganglionares del ganglio de Gaserio de un conejo; parecen apolares y se hallan provistas de una vaina.

### § III.—PRINCIPIOS QUÍMICOS DE LA SUSTANCIA NERVIOSA.

Se puede extraer del cerebro y de la médula es-

pinal un cuerpo cristalizable llamado *protagon*, caracterizado por la proporcion de fósforo que contiene. Si se trata por la barita se desdobla en un cuerpo fosforado y en otro que no lo es: el primero es el *fosfato de glicerina* y el segundo la *neurina*, en el resíduo abundan especialmente los ácidos grasos. El cerebro posée además entre los principios orgánicos albúmina (albuminato de potasa), colesterina, inosita, ácido láctico, una pequeña cantidad de creatina, xantina, hypoxantina y leucina; en las cenizas se encuentran los fosfatos de potasa (55 por 100), sosa, magnesia, cal hierro, el ácido fosfórico libre (9,15 por 100), cloruro de sódio, sulfato de potasa y el ácido silícico (Breed). La sustancia blanca es mas rica en albúmina que la gris; pero aquella solo contiene 70 por 100 de agua próximamente, al paso que esta solo posée 80 por 100.

Relativamente á las corrientes galvánicas que existen en los nervios en reposo, V. mas arriba S. V. § 18.

### § IV.—PAPEL DE LOS GANGLIOS Y DE LAS FIBRAS NERVIOSAS EN GENERAL.

**Papel de las células ganglionares**.—Las células ganglionares se encuentran en todas partes en donde una fuerza nerviosa se desarrolla ó se trasforma en otra; deben existir por consiguiente allí en donde un sentimiento se convierte en fuerza excitadora del movimiento, ó un instinto (fuerza psíquica) influye sobre los nervios. Aunque no se haya determinado todavía la situacion especial

de los gánglios para cada funcion del sistema nervioso, es necesario creer sin embargo, no perdiendo de vista lo que ha enseñado la experiencia, que para cada una de ellas existen sus respectivos gánglios, mientras que la actividad de los nervios parece depender solo de las células ganglionares con las cuales está en conexion, de suerte que aquellos se pueden sustituir unos á otros (V. S. VI, c. II, § 6).

Con todo no debe concluirse de lo que acabamos de decir que se conocen perfectamente las funciones de las células glanglionares; su papel se halla muy lejos de ser demostrado por todo el mundo. Que algunas puedan ser consideradas como una *matriz* y que influyen sobre la nutricion, se desprende de que se engrasan las raices nerviosas posteriores cuando han perdido sus relaciones con los gánglios espinales (Waller) y de que las anteriores sufren los mismos efectos, cuando están separadas de la médula espinal.

**Fuerzas propias de las fibras nerviosas.**— Aunque las células ganglionares sean los órganos en las cuales se engendran y de donde parten las fuerzas nerviosas, los nérvios poséen tambien acciones particulares. Un nervio que penetra en un músculo, puede determinar movimientos en él si es excitado cuando se interrumpen las comunicaciones con su orígen. Pero en este mismo experimento queda fuera de toda duda el papel de las células ganglionares, porque inmediatamente despues que el nervio se separa de ellas, su accion isminuye, y lo que es mas notable, sus elementos

morfológicos se trasforman, es decir, que se metamorfosean en grasa (degeneracion adiposa).

**Nervios centrípetos y centrífugos.**—Cuando se excita un nervio por un impulso cualquiera (excitante), aparecen en sus pequeñas partículas movimientos moleculares, cuya naturaleza no ha sido bien demostrada hasta el presente, y los cuales se propagan en todos sentidos, es decir, lo mismo en la direccion de las células ganglionares que hacia la periferia. Sus efectos se manifiestan ya en este último punto, ya en el centro; en el primer caso reciben el nombre de *nervios centrífugos*, en el segundo se llaman *nervios centrípetos*. A aquellos pertenecen los que determinan los movimientos musculares, y á estos los de la sensibilidad, porque semejante fenómeno solo se demuestra exteriormente, cuando los nervios de la segunda categoría estan en relacion con ciertas células ganglionares (V. S. VI, c. II, § 6).

**Centros nerviosos.**—Cada nervio tiene su centro en las células ganglionares de que depende, y los centros de los movimientos compuestos, es decir, sus células respectivas se hallan habitualmente muy próximas unas á otras. No lejos del sitio de la médula espinal ó de la médula oblongada de donde emergen los nervios, se encuentran sus correspondientes centros. Así por egemplo, los nervios que constituyen el plexo braquial tienen su centro en el segmento de médula espinal que se extiende desde la primera vértebra dorsal á la cuarta cervical y algunas veces un poco mas arriba. Pero estos centros se hallan relacionados con

otros puntos del sistema nervioso central, y así se explica como pueden excitarse los movimientos de ciertas partes, no solo en los sitios donde se encuentran las células ganglionares de sus respectivos nervios sinó en otros distintos. Se puede determinar la contraccion de los músculos de los miembros inferiores, ya excitando la médula lumbar ó la médula oblongada, aunque las mas delicadas y minuciosas observaciones de anatomía nos enseñen que las fibras nerviosas de los citados músculos, se terminan no lejos de su punto de emergencia de la médula lumbar en las células ganglionares de su cordon anterior.

Es necesario por consiguiente distinguir los *centros primitivos* y los *centros secundarios*.

**Trayecto de las fibras nerviosas.**—Con frecuencia es difícil distinguir el trayecto que recorren los nervios desde el punto en donde abandonan la médula espinal hasta el sitio en donde se terminan en la periferia, porque todos no se dirigen de arriba á bajo, muchos siguen una direccion inversa.

El gran simpático nos ofrece un egemplo intereresante: en varios animales el simpático cervical se encuentra íntimamente unido al nervio vago, y ambos parecen formar uno solo. A pesar de esto, la mayor parte de las fibras del simpático se dirigen hácia arriba y todas las centrífugas del vago hácia bajo. Dos procedimientos diferentes existen para distinguir el trayecto de un nervio.

1.° *La excitacion.*—Segun que una parte muscular—en la cual penetra un nervio cualquiera—

se halle por encima ó por debajo del nérvio excitado é indique esta disposicion al contraerse, se puede precisar la direccion del nervio.

2.° *La seccion del nervio.*—Cuando se secciona este, el extremo que permanece en relacion con la médula espinal, es decir, la extremidad central permanece integra, mientras que la otra sufre la degeneracion adiposa (Waller). Si se divide en el cuello el nervio vago-simpático, y se deja vivir al animal cerca de catorce dias, las fibras primitivas del vago situadas detrás de la cabeza no se alteran, al paso que las del simpático han degenerado en grasa: en el otro estremo se observa el efecto contrario (Waller y Budge).

**Relaciones de la estática de los centros nerviosos.**—Las diversas fuerzas nerviosas pueden limitarse á anular mútuamente su accion, y el reposo que se establece en un nervio vivo procede de una falta de excitacion que tal vez sea una prueba de este equilibrio estático.

Cuando un cuerpo estraño se aproxima al ojo y este no se cierra sino que permanece tranquilo, se establece el equilibrio entre la fuerza refleja y la de la voluntad. Pues mientras que por un lado existen en el sistema nervioso *órganos suspensivos*, hay por otro lado diferentes fuerzas nerviosas que pueden ausiliarse de un modo recíproco y tomar una parte en sus mútuas afecciones.

Tales son:

1.° *Las simpatías ó irradiaciones* que se manifiestan sobre todo en los estados patológicos. Por esta razon el nervio del mismo nombre sufre en una

mitad del cuerpo, cuando una causa dolorosa obra sobre la homóloga.

2.° *Movimientos simultáneos.*—Los músculos de un globo ocular siguen los movimientos del otro hácia arriba, abajo y adentro. Los movimientos simultáneos estan, en la mayor parte de los casos y tal vez en todos, ligados á la extremidad que deben poseer los movimientos primarios y no deben ser considerados como tales nunca, al menos muy raras veces, los que fatalmente se producen en la economía por un efecto mecánico puro. Así un ojo se eleva al mismo tiempo que el otro, porque la imágen que debe pintarse sobre la retina es simple y se halla con mas pureza que si en el propio momento se dirigiese uno de ellos hácia bajo lo cual es imposible. La voluntad y la idea dirigen los movimientos simultáneos ya consciente ya inconscientemente.

3.° *Memoria.*—Las impresiones permanecen grabadas largo tiempo en los aparatos centrípetos, y provocan y engendran las mismas manifestaciones que tuvieron lugar en otra época.

4.° *Movimientos reflejos.*—Véase mas adelante.

Cuando obran dos fuerzas desiguales sobre el mismo punto donde se hallan aplicadas, no aparece el efecto de la mas débil, pero aumenta su tension, y cuando ya no existe la mas intensa se produce una reaccion. Se tiene por egemplo lo que se llama *anaelectrotono*, los colores complementarios y los colores por contraste, el antagonismo. Véase mas adelante.

Un carácter importante de los nervios es que se

fatigan y pueden reponerse. La fatiga sigue muchas veces á una excitacion persistente, pero en algunos casos es determinada con facilidad por el $CO^2$ y el ácido paraláctico (Véase mas arriba, S. V, § 10).

### § V.—ESPECIES DE NERVIOS.

**Division de los nervios.**—Se distinguen:

1.° **Nervios centrípetos** que reciben la excitacion en la periferia, pero cuya accion se realiza en los gánglios, por consiguiente en el centro y

*a con participacion* de la sensibilidad y de la sensacion, en otros términos, con percepcion *sensible y sensual* (1).

*b sin participacion* de las actividades arriba indicadas que se llaman *excito-motoras*.

No se puede decir por esto, lo que tambien es improbable, que la última especie de nervios contenga por necesidad fibras diferentes por su orígen, sino que en la primera intervienen fuerzas particulares que faltan en la segunda.

2.° **Nervios centrífugos.**—Reciben la excitacion en las células ganglionares ó en un punto de su trayecto hácia la periferia, y se dividen en:

*a Motores* destinados á los músculos.

*b* Nervios de las glándulas destinados al epitelium de estos órganos.

(1) *Sensual*, es decir suministrada por los órganos de los sentidos especiales (vista, oido, olfato), toda manifestacion sensible que no sea las del tacto ó de la sensibilidad general.

*c* Simpáticos destinados principalmente á los músculos de los vasos como tambien á algunas otras fibras musculares, por egemplo, el dilatador de la pupila.

*d* *Ganglionares*, es decir, los que emanan de los gánglios periféricos; se encuentran bajo el imperio de otros nervios. Existen en los grandes vertebrados, entre las fibras nerviosas ganglionares, las llamadas de Remak distinguidas por la multitud de núcleos de que se hallan recubiertas (Véase fig. 43).

*c* *Nervios de suspension* cuya excitacion suspende ó disminuye momentáneamente un movimiento contínuo en la vida normal como el del corazon.

3.° **Nervios centrales**, es decir, los que se reunen entre las diferentes células ganglionares.

Las diversas especies de fibras nerviosas primitivas no se hallan reunidas de modo que un mismo nervio posea una sola especie de ellas, sino que en la mayor parte se encuentran asociadas las primeras, así por egemplo, en el vago se encuentran á la vez las centrífugas, centrípetas y suspensivas.

**Ley de Bell y de Magendie.**—Ch. Bell y Magendie han descubierto que era diferente la accion de las raices anteriores y posteriores de la médula espinal. Se reasumen bajo el nombre de ley de Bell los fenómenos siguientes:

**Raices posteriores.**— *a* Si se secciona una raiz posterior de la médula espinal de manera que una parte permanezca unida todavía, el animal egecutará durante la seccion diversos movimientos que

darán á conocer claramente los dolores que experimenta.

*b* Si se excita la extremidad periférica de la raiz cortada no se observa ningun efecto.

*c* Si se excita la extremidad central que ofrece conexiones con la médula, reaparecerán los fenómenos de dolor.

*d* Todas las partes, en las cuales se distribuyen las fibras procedentes de la raiz posterior seccionada, permanecen insensibles por completo.

**Raices anteriores.**—*e* Si se secciona una raiz anterior, se producen durante la operacion contracciones exactamente limitadas á las partes en las cuales se distribuye el nervio seccionado.

*f* Si se excita la extremidad central, no se observa efecto alguno.

*g* Si se excita la extremidad periférica se determinan contracciones como en *e*.

*h* Todos los músculos en los cuales se distribuyen las fibras de las raices anteriores cortadas, permanecen en completa parálisis cuando el animal trata de mover el resto del cuerpo.

*i* Despues de la seccion de las raices posteriores, persiste el movimiento; así como continúa íntegra la sensibilidad en las partes interesadas despues de divididas las anteriores. Por egemplo, cuando se seccionan á una rana los 7.° 8.° y 9.° pares queda del todo insensible una extremidad posterior aunque puede sin embargo moverse, pero los movimientos no se armonizan perfectamente con los del miembro sano á consecuencia de la falta de equilibrio. Si por el contrario se cortan las raices

anteriores de dichos nervios, la rana arrastra la pierna sin poder moverla lo mas mínimo; pero toda excitacion dirigida sobre la piel del miembro provoca el dolor.

**Trayecto de los nervios mixtos.**—*k* En la mayor parte de los nervios del cuerpo, las fibras motoras y sensibles se hallan juntas y paralelas: de donde resulta que su seccion determina el efecto sensible en la extremidad central y el efecto motor en la periférica.

**Nervios cranianos.**—*l* La division de los nérvios cranianos en raices anteriores y posteriores solo es posible para el trigémino. La porcion mas voluminosa del nervio es su parte sensible y la mas delgada su parte motora. En los demás nervios no existe semejante separacion; más aun, hay algunos que no egercen mas que una sola funcion mientras que otros á su salida del cerebro poseen ambas especies de fibras.

**Nervios sensoriales.**—*m* Los tres nervios cranianos: olfactorio, óptico y auditivo, que se hallan destinados á las sensaciones del olfato, de la vision y del oido, son completamente insensibles á las excitaciones mecánicas, químicas y eléctricas. Excitando el extremo periférico despues de la seccion, no se observa movimiento alguno; se los distingue pues como una especie particular de nervios, llamados *nervios sensoriales*.

*n* Entre los nervios cranianos, son puramente motores los siguientes: nervio óculo-motor (1),

(1) Nervio motor ocular comun.

trodeador (1), abductor (2), probablemente tambien el facial y el accesorio de Willis (3). El vago es

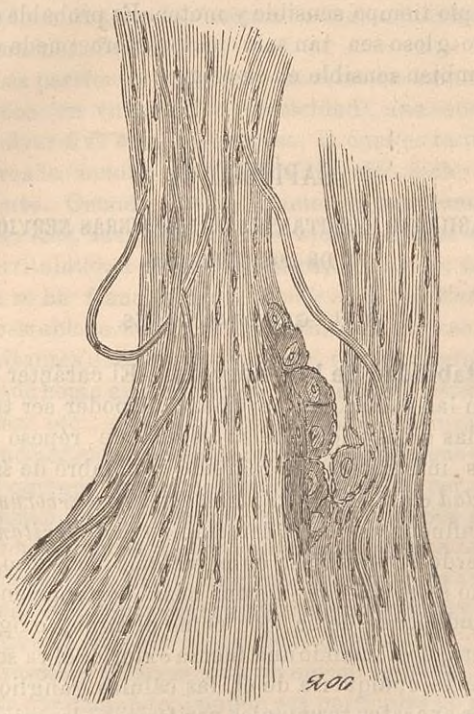


Fig. 43.—Fibras de Remak tomadas sobre el plexo celiaco y que se reconocen por su núcleo; hay además glóbulos ganglionares y fibras nerviosas delgadas.

mixto en su orígen; segun esto, no está aun del

(1) Nervio oblícuo mayor ó patético.
(2) Nervio motor ocular externo.
(3) Nervio espinal.

todo clara la funcion del gloso-faríngeo. El nervio sensorial de las sensaciones del gusto (1) es tal vez al propio tiempo sensible y motor. Es probable que el hipo-gloso sea tan solo motor, poro puede que sea tambien sensible en su orígen.

## CAPÍTULO II.

### IRRITABILIDAD É IRRITANTES DE LAS FIBRAS NERVIOSAS Y DE LOS GÁNGLIOS.

#### § VI.—GENERALIDADES.

**Irritabilidad de los nervios.**—El carácter que poséen las partículas nerviosas, de poder ser trastornadas ó desviadas de su estado de reposo por ciertas influencias, ha recibido el nombre de *irritabilidad ó excitabilidad, irritabilitas nervorum*; y á las influencias que la determinan el de *irritantes*. Se pierde el equilibrio en el sistema nervioso, ya cuando se le sustrae alguna cosa perteneciente á las condiciones de su vida como el agua, oxígeno etcétera, ó ya cuando una fuerza exterior obra sobre una parte cualquiera de él, las células ganglionares, los aparatos terminales periféricos ó los mismos nervios, poniendo en movimiento las partículas nerviosas. Si aquel se propaga hasta los músculos ó las glándulas, entonces se contraen los primeros y segregan las células de las segundas; si se ex-

(1) Nervio lingual unido á la cuerda del tímpano, rama del facial.

tiende sobre los nervios sensitivos de la periferia hasta ciertas células ganglionares, aparecen los sentimientos, los fenómenos de la sensibilidad ó los llamados reflejos.

Las partículas nerviosas puestas en movimiento poséen (en virtud de su elasticidad), una tendencia á volver á su estado de reposo, la cual es tanto mas marcada cuanto mas intenso ha sido dicho movimiento. Cuando las excitaciones son demasiado enérgicas, las partículas nerviosas pueden perder su irritabilidad temporal ó definitivamente; despues que se ha franqueado el *límite de la excitabilidad* se restablece de un modo natural el reposo. Hay excitantes que conducen muy rápidamente á este estado como cierto número de venenos, las sales de potasa etc., y otros que verifican semejante fenómeno por una especie de interferencia, como sucede por egemplo con el estímulo producido por el polo positivo de una cadena galvánica. Cuando se secciona un nervio motor y por consiguiente se le separa de su gánglio central, aumenta su irritabilidad, pero inmediatamente despues baja y se extingue en seguida de un modo gradual.

Nosotros diremos que un nervio se halla *paralizado* por completo, cuando sus partículas no pueden ser puestas en movimiento por excitacion alguna; podria no ser excitable por un estímulo y sin embargo serlo por otro. Cuando han sido franqueados los límites de la elasticidad sobre un punto cualquiera del nervio motor, continúa obrando el estímulo colocado entre el músculo y el punto en cuestion, mientras que no egerce accion alguna

sobre la otra parte que se ha hecho insensible á los excitantes.

**Poder conductor doble.**—Las partículas nerviosas se mueven en dos sentidos. En efecto:

1.° Cuando se han seccionado por un mismo sitio el nervio hipo-gloso y el lingual y se establece una sutura entre la extremidad periférica del primero y la central del segundo ó inversamente; excitando el nervio compuesto de este modo, se puede originar el dolor en el hipo-gloso y el movimiento en el lingual (Vulpian y Philippaux).

2.° Cuando se excita un nervio disecado, se determina lo que se llama la oscilacion negativa de la corriente (V. mas adelante). Este fenómeno se produce lo mismo con los nervios centrípetos (sensitivos) que con los centrífugos (motores), aunque en aquellos la propagacion de la actividad nerviosa tenga distinta direccion que en estos, puesto que en los primeros va hácia la médula oblongada y en los segundos hácia los músculos. Si la movilidad de las partículas nerviosas no se manifestase mas que en un sentido, seria imposible este resultado.

3.° La contraccion paradógica (V. mas adelante).

Se atribuye á los nervios una especificidad ó una energía específica, porque la experiencia ha enseñado que obrando influencias desiguales sobre dos nervios, pueden engendrar efectos diferentes; y que los fenómenos que aparecen en un solo y mismo nervio, á pesar de la diferencia de los excitantes, permanecen sin embargo en una forma

parecida. Los nervios de la sensibilidad parecen específicos, porque todo estímulo ya sea mecánico, químico, eléctrico etc., provoca siempre la sensibilidad y nada mas, mientras que el mismo excitante en el nervio motor determinará los movimientos. Las mismas vibraciones del eter produce en el ojo la sensacion de la luz, y la del calor en la piel; la retina siente el agente lumínico ya sea realmente impresionada, ó bien sufra una presion, ó sea electrizada ó irritada por extasis sanguíneos ó por una accion cerebral etc.

Se engañaria, sin embargo, quien sin mas copia de datos tratase de suponer que la energía específica tiene su sitio único ó principal en las fibras nerviosas. Con todo, en vista de la diversidad que ofrecen en su aspecto las fibras con ó sin médula, las varicosas y de Remak, nos hallamos en el derecho de creer que poséen un papel diferente, pero faltan observaciones exactas, y parece que existan entre ellas múltiples variedades. Las fibras con médula que existen en gran número en el cuerpo y que constituyen esencialmente los nervios de la sensibilidad y del movimiento (las últimas están destinadas á los músculos estriados), se diferencian mucho unas de otras bajo el punto de vista de sus funciones, pero no bajo el de su estructura anatómica. Se ha observado en efecto, que despues de poner en contacto los extremos de los nervios motores ó sensitivos, se puede provocar un movimiento excitando los segundos ó un sentimiento excitando el extremo motor. Esto prueba que en los troncos nerviosos, al menos en los que acabamos de

citar, el movimiento molecular que toma origen poco importa donde se propaga de un punto á otro, de una capa á otra siguiendo la longitud, como las vibraciones sonoras se extienden en todos sentidos, esto prueba que los nervios no son mas que órganos conductores y que las propiedades á las cuales deben su energía específica deben proceder esencialmente de los órganos terminales de la periferia ó de los centros.

Los órganos terminales periféricos de los nervios sensitivos son extraordinariamente mas sensibles á las impresiones que los mismos nervios. Las ondulaciones del eter obran sobre la capa de los conos y de los bastoncitos que debe ser considerada como el aparato terminal periférico del nervio óptico; pero no tienen accion sobre este mismo órgano. La luz solar, la mas intensa que puede dirigirse sobre el último nervio no determina contraccion alguna de la pupila; una presion mecánica ejercida sobre él ó su excitacion eléctrica provoca una sensacion luminosa. Cuando se excita el nervio isquiático de la rana con el ácido acético, se necesita que sea diez veces mas concentrado que si se irrita un pedazo de piel, en la cual se distribuyan los órganos terminales del mismo nervio.

Aunque en rigor no pueda demostrarse que la calidad de la sensacion depende de los órganos terminales periféricos ó centrales, parece sin embargo que los últimos tienen la principal influencia, puesto que las sensaciones de la luz, del sonido, etcétera, y del dolor mismo, pueden sin excitacion exterior proceder de los órganos centrales.

## § VII.—LOS DIVERSOS EXCITANTES.

**Estímulos ganglionares.**—Es necesario dividir los excitantes en dos grupos: 1.° Los que obran sobre las fibras nerviosas. 2.° Sobre las cédulas ganglionares. Estas no pueden ser afectadas del exterior, su situacion es demasiado profunda. Su excitacion es determinada:

1.° Por las sustancias introducidas en la sangre.

2.° Por intermedio de los nervios sensoriales y por las impresiones psíquicas.

3.° Por la trasmision de células en células ganglionares.

4.° Por la irritacion de los nervios centrípetos.

**Irritantes de los nervios.**—Los irritantes de los nervios son *mecánicos*, *químicos*, *térmicos y eléctricos*; hay aun otros que obran sobre los nervios de los sentidos, como las ondas del eter y del sonido.

**Irritantes químicos.**—Entre los *irritantes químicos*, los ácidos afectan mas los nervios sensitivos que los motores, los álcalis al contrario; el ácido carbónico se halla especialmente en el primer caso. Casi todas las sales, los ácidos biliares, la bilis, el alcohol, la urea, la creosota etc., excitan lo mismo los nervios que los músculos. Existen sin embargo algunas sustancias que excitan mucho los músculos y poco los nervios, como el amoníaco (Kühne) y el licor de clorato de antimonio (Budge).

**Irritantes térmicos.**—La elevacion y el descenso de temperatura provocan igualmente las con

tracciones de los nervios motores. Las fibras musculares de la piel se contraen en muchos hombres, cuando se hallan sometidos á una temperatura algunos grados bajo cero, formando lo que se llama *piel de gallina*. Un frio intenso aumenta primero y despues suprime la irritabilidad. Con una elevacion de temperatura de 35° á 50° se eleva la excitabilidad, mas allá de este límite decrece con rapidez; de 70° á 75° desaparece bruscamente. (Rosenthal).

**Opio.**—Ciertos agentes, puestos en contacto con los nervios, aumentan su excitabilidad y en seguida la suspenden con mucha prontitud. El opio ocupa aquí el primer lugar; pero este agente no es solo un estímulo de los nervios, es tambien de los gánglios. Si se inyecta tintura de opio en las venas de un animal, se observa primero una agitacion en todo su cuerpo, despues se adormece y por último reacciona poco ó nada á las impresiones dolorosas. Inyectada la misma sustancia en el corazon de una rana, le coloca en un estado de reposo persistente.

**Curare.**—El curare paraliza desde la periferia al centro los nervios motores estriados á excepcion del corazon; los sensitivos permanecen intactos mucho mas largo tiempo. Los que se distribuyen en los músculos lisos no son mas afectados que los cardíacos. En las ranas envenenadas con el curare se puede observar veinticuatro horas despues la circulacion de la sangre.

**Estrignina.**—La *estrignina* excita los gánglios motores de la médula oblongada y de la espinal y

obra sobre estas partes como si estuviesen galvanizadas.

Para los demás venenos, consúltense los tratados especiales de toxicología y de los antídotos.

### § VIII.—FENÓMENOS DE LOS NERVIOS EXCITADOS.

**Nervio activo. Oscilacion negativa de la corriente.**—Cuando las partículas nerviosas entran en movimiento á consecuencia de una excitacion, disminuye la corriente eléctrica que circula constantemente durante la vida en el estado de reposo. Si en efecto se desvia la corriente nerviosa por dos puntos de un nervio recien aislado, y mejor por su corte longitudinal y trasversal, y si al mismo tiempo se excita en otro sitio distinto por medio de un irritante cualquiera como la corriente de induccion, los agentes químicos etc., no se moverá la aguja del multiplicador ó se dirigirá hácia los otros cuadrantes para volver inmediatamente á su respectivo sitio (Dubois-Reymond). Esta oscilacion negativa de la corriente dura 0,002 de segundo (Bernstein).

**Reaccion.**—El nervio activo tiene una reaccion ácida (Funke), mientras que la ofrece alcalina cuando se halla en reposo (Helmholtz).

### § IX.—RAPIDEZ DE LA TRASMISION EN LOS NERVIOS.

**Rapidez de la accion nerviosa.**—Se ha observado que ciertos órganos musculosos no se contraen en el mismo instante en que son excitados

los nervios que penetran en ellos, sino que al contrario trascurre cierto tiempo entre la excitacion y el momento que principia á contraerse. La causa reside igualmente en los músculos y en los nervios: en general, para que se contraiga un órgano despues de la excitacion de sus nervios respectivos, se necesita un intérvalo de tiempo mucho mayor para los compuestos de fibras musculares lisas como el intestino, útero y vegiga, que para los formados de fibras estriadas. Además, podemos presumir con razon, que la contraccion es mas lenta en producirse cuando se irrita el nervio simpático que despues de la excitacion de los cerebro espinales. Por egemplo, el iris en los mamíferos se halla constituido por fibras musculares lisas, ahora bien, la contraccion del esfincter de la pupila se manifestará con mayor rapidez despues que se irrite el nervio motor ocular comun, que la del dilatador de la pupila despues de la irritacion del simpático.

En los músculos estriados, no se puede en general distinguir á simple vista el intérvalo que trascurre entre la irritacion y el movimiento. Con ayuda de ingeniosos aparatos con los cuales se llega á apreciar una fraccion de segundo, se ha demostrado experimentalmente sin embargo, que la excitacion necesita cierto tiempo para propagarse á través del nervio.

Si en el mismo instante que tiene lugar la excitacion de un nervio, y por lo mismo en que se establece la corriente, se produce una desviacion de la aguja imantada, y si en el momento que principia la contraccion se abre de nuevo la cadena gal-

vánica, se pueden apreciar los grados de la desviacion de la aguja imantada en el tiempo que media entre la excitacion y la contraccion del músculo. Se han practicado tambien trabajos de este género con ausilio del *myografion*; con este proceder se ha averiguado que la excitacion nerviosa se trasmite en razon de 24,6 á 38,4 metros por segundo (Helmholtz), lo cual es verdad para los nervios disecados de una rana. Se cree que en los nervios humanos la excitacion se propaga con una rapidez de 61,5 metros por segundo (Helmholtz); segun otros observadores (Schelske, Hirsch y de Jaager), solo es de 30 metros próximamente.

### § X.—MODIFICACIONES DE LA EXCITABILIDAD POR LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

Cuando una corriente eléctrica atraviesa un nervio motor, no se produce en general contraccion alguna mas que en el mismo instante que principia á circular y en el momento que cesa. La contraccion falta de ordinario en el intérvalo, en el cual no aparece mas que en los animales muy irritables, ó con las corrientes muy intensas. La irrupcion y la interrupcion brusca de una corriente, ó mas bien el cambio de densidad del excitante egerce una influencia capital sobre su accion. Por esta razon cuando dicho cambio se verifica con mucha rapidez, como puede suceder con un aparato de induccion ó con la electricidad por frotamiento, las corrientes débiles pueden tener una accion considerable. Con todo, esto no se realiza

sino cuando la excitabilidad no ha decaido sensiblemente; en semejante caso la rápida oscilacion de la corriente produce efectos asombrosos fulgurantes. Hé aquí por qué se observa en muchas parálisis que la corriente inducida que determina efectos enérgicos sobre los hombres sanos, no engendra contraccion muscular alguna, mientras que la origina una corriente constante.

**Contraccion de cerradura y de abertura.**—Se distingue una contraccion de cerradura, una pausa y otra de abertura (C. P. A). Algunas veces persiste la contraccion despues de una excitacion larga aunque se abra la cadena: á esta contraccion se llama *tétanos de abertura* de Ritter.

Mientras que para los nervios motores se intercala una pausa entre C y A, en los sensitivos irritados se manifiesta el dolor todo el tiempo que dura la excitacion, el cual es mas intenso al principio y al fin de la misma. La accion de la corriente eléctrica es débil ó nula cuando recorre trasversalmente un nervio.

**Corriente constante.**—Para las excitaciones eléctricas se emplea la corriente constante ó la inducida. Se usan generalmente tres especies de baterías, tales son:

1.° La pila de Becquerel ó la de Daniell construida con *zinc y cobre*; el cilindro de zinc se sumerge en un vaso de arcilla lleno de ácido sulfúrico dilatado (1 : 12) y la placa de cobre en una solucion concentrada de óxido de este metal.

2.° La pila de Grove, zinc y platino; la placa de platino se sumerge en un vaso de arcilla que

contiene ácido azótico concentrado, y el zinc se halla en contacto con el ácido sulfúrico dilatado.

3.° La pila de BUNSEN, zinc y carbon; con los mismos líquidos que en la de GROVE.

**Direccion de la corriente.**—Conviene indicar las siguientes circunstancias relativas á la direccion de la corriente. En cada elemento la corríent e va del metal positivo (el zinc) al negativo (cobre, platino ó carbon) atravesando los líquidos; en el reóforo que cierra la corriente va al contrario del cobre al zinc. La lámina emergente de cobre forma pues el polo positivo y la de zinc el negativo. Las




Fig. 44.

láminas polares por lo comun de hilo de alambre se llaman *eléctrodos*; el eléctrodo positivo recibe el nombre de *anodo* y el negativo el de *katodo*. Si se aplican los dos eléctrodos de una batería sobre un nervio que de este modo se encuentra intercalado en el eje de cerradura de la corriente, y si esta circula á través del nervio desde los pies á la cabeza, se llama la corriente *ascendente*, y descendente cuando el sentido es inverso. En la fig. 44 la corriente indicada por *a b* es descendente (*a* está mas cerca del extremo vertebral del nervio esquiático que *b*), y ascendente la *d c*.

**Corriente de polarizacion.**—Cuando una corriente atraviesa el agua ó las disoluciones salinas, las descompone: el hidrógeno se dirige al polo negativo y el oxígeno al positivo; en las últimas la base se dirige al polo negativo y el ácido al positivo. De este modo se engendra en todo líquido una corriente propia llamada *corriente de polarizacion* opuesta á la *corriente original* y por consiguiente la debilita. En las pilas mencionadas, por egemplo en la de Daniell, el oxígeno se dirige al zinc y al óxido; el hidrógeno se depositaria como gas sobre la placa de cobre, y disminuiria así la potencia electro-motora, si este metal no estuviese sumergido en una solucion de vitriolo del mismo cuerpo. El sulfato de cobre es descompuesto: el oxígeno se dirige á la placa positiva y el metal se deposita sobre la negativa, que conserva continuamente todo su brillo; de este modo permanece *constante* la corriente. Se conocen metales y líquidos en los cuales la polarizacion se halla restringida al mínimum: entre aquellos se cuenta en primera línea el zinc amalgamado, y entre estos una solucion de sulfato de óxido de zinc.

**Corriente inducida.**—En ciertas circunstancias nace la corriente inducida, cuando obra á distancia la electricidad engendrada por la corriente primaria; este resultado se obtiene en especial por medio de un rollo de hilo metálico. Cuando se halla cerrada la última, se establece en la bobina de induccion otra en sentido inverso cuya fuerza disminuye. Desde que se cierra la cadena, la corriente solo obra de una manera muy débil sobre los ner-

vios sensitivos y motores; en el mismo instante en que se abre, se produce en la mencionada bobina una corriente que ofrece la misma direccion que la primaria y el efecto de esta se halla por lo tanto aumentado. Regla general: no hay contraccion, no hay dolor ni aun hormigueo, sino cuando permanece abierta la corriente de induccion, y se necesita que aquella sea intensa para provocar dichos fenómenos en el momento en que se cierra la cadena. La corriente inducida posée tambien la propiedad de permitir que la electricidad llegue á una elevadísima tension exactamente lo mismo que en la electricidad por frotamiento, y de poder extenderse con facilidad á las partes próximas. Para el uso de la electricidad por induccion se requiere el mas escrupuloso y exacto aislamiento.

**Contraccion de induccion unipolar.**—A la gran tension de la electricidad se debe referir el efecto producido con un solo hilo, desde que existe una corriente de cierta importancia. Es digno de notar que en este caso el dolor es mayor sobre la piel seca que sobre la húmeda, y cuando las extremidades de los eléctrodos son agudas que cuando son obtusas; á estos fenómenos se les llama: *fenómenos unipolares de induccion.* En fin, en tercer lugar pueden emplearse como excitantes las corrientes eléctricas que existen en los músculos y en los mismos nervios.

### § XI.—LEY DE LAS CONTRACCIONES.

Existe una diferencia segun que la corriente

atraviese el nervio subiendo ó descendiendo; á la *norma* segun la cual tiene lugar aquella se llama: *Ley de las contracciones*. Los fenómenos mas importantes son los siguientes:

1.° Cuando los nervios son frescos ó permanecen aun en los animales vivos, con una corriente débil solo tienen lugar contracciones de cerradura lo mismo en el sentido ascendente que en el descendente (Valentin).

2.° Cuando un nervio es excitado largo tiempo y pierde así su actividad vital, ó cuando se ha separado del cuerpo para morir poco á poco, siendo débil la excitacion, despues del primer estadío viene el segundo que se reconoce por una contraccion de abertura y de cerradura en los dos sentidos de la corriente; por fin, en el tercer estadío, no hay en las corrientes descendentes mas que contracciones de cerradura y con las ascendentes contracciones de abertura; despues desaparece toda reaccion (Ritter).

3.° Suele suceder que en diversos puntos del trayecto de un mismo nervio se produzcan simultáneamente dos estadíos diversos con una misma excitacion. Esto depende de que las varias partes del nervio no sucumben todas al mismo tiempo. En efecto, la porcion del nervio isquiático situada mas cerca de la columna vertebral muere mas pronto que la que sigue, y esta á su vez antes que la que está en relacion con la pierna. Puede suceder tambien que la porcion superior del nervio se halle en el tercer estadío, la media en el segundo y la inferior en el primero. En tal caso, si

se aplicara la corriente descendente, se hallaría en el tercio superior una contraccion de cerradura, en la segunda C (1) y A (2), en la tercera C, y con una corriente ascendente C, CA (3) y A.

Relativamente á ciertas correlaciones que aquí se presentan consúltese el § 14. *Sitios de eleccion.*

4.° Los efectos que se observan sucesivamente sobre un nervio á consecuencia del decrecimiento de la actividad vital, empleando corrientes débiles, se los puede provocar tambien sobre un nervio fresco, haciendo obrar otras de intensidad variada. Hé aquí lo que la experiencia enseña sobre esto: con una corriente débil, empleando un solo elemento de Daniell, se obtienen los fenómenos propios del primer estadío, C; con 2 á 6 ó 7 elementos de Daniell se llega á los del segundo y con 6 á 10 elementos de Grove los del tercero (Pflüger). Si aun se emplea una corriente mas intensa, por egemplo 16 á 20 elementos de Grove se ven nacer C y A en los dos sentidos (Budge).

5.° Aunque no se hayan distinguido mas que tres estadíos, estos no están rigurosamente marcados, existiendo entre ellos transiciones, de modo que antes que A desaparezca, disminuye gradualmente; por cuya razon se distinguen con frecuencia mayor número. Pero los errores son numerosos y la ley de las contracciones no puede aplicarse á las raices de los nervios.

---

(1) Contraccion de cerradura. (2) A contraccion de abertura. (3) Contraccion de abertura y cerradura.

## § XII.—ELECTROTONO.

Mientras que una parte de nervio es atravesada por una corriente eléctrica constante, su excitabilidad se halla modificada en los puntos inmediatos, y esta modificacion determinada por semejante corriente (llamada tambien polarizante), ha recibido el nombre de *electrotono* (Dubois-Reymond, Ekhard, Pflüger).

Por regla general, disminuye la excitabilidad de la parte del nervio que se halla en la inmediacion del polo positivo (anodo), y aumenta la de la porcion que corresponde al negativo (katodo), siempre que recorra al nervio una corriente constante. A la disminucion de electricidad provocada de este modo en el polo positivo, se llama *anelectrotono*, y al aumento en el polo negativo *katelectrotono* (Pflüger).

Para enseñarnos á conocer estos fenómenos es necesario, además de la corriente constante que recorre un nervio, dirigir sobre este al mismo tiempo un segundo irritante (cualquiera que sea su naturaleza, eléctrica ó química).

Este, la sal comun por egemplo, se coloca en el polo positivo, disminuyendo las contracciones provocadas si la corriente está cerrada, y aumentando cuando se abra. Al contrario, cuando la excitacion sea dirigida hácia el polo negativo, aumentarán las contracciones provocadas, y el efecto será mas pronunciado cuanto mas cerca de la corriente constante se aplique (Pflüger).

Aunque en general sean exactas las anteriores indicaciones, sin embargo, una observacion mas profunda enseña que la contraccion puede aumentar constantemente, cuando el polo positivo está situado cerca del irritante.

Esto es lo que sucede cuando se aplica el último sobre el nervio isquiático entre la columna vertebral y la cadena constante, y la corriente circula en esta última en direccion descendente. El aumento de la contraccion no dura mucho tiempo; bien pronto va disminuyendo progresivamente (Budge); la excitabilidad crece entre los eléctrodos de una corriente polarizante (espacio intra-polar) en la inmediacion del polo negativo (Pflüger).

### § XIII.—EXCITACION CON AUSILIO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA NERVIOSA Y DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA MUSCULAR.

**Contraccion sin metal.**— Cuando la seccion longitudinal (1) y la trasversal del nervio isquiático tocan al mismo tiempo los músculos del muslo en los cuales se distribuye, de modo que un punto del músculo esté en contacto con la seccion longitudinal y otro con la trasversal, dicho órgano se contrae en las ranas excitables. Basta tambien con semejantes preparaciones aplicar simplemente la seccion trasversal de un nervio sobre una porcion muscular, ó aun solo sobre otro punto del mismo

(1) El autor designa con el nombre de *seccion longitudinal* á la superficie de un nervio ó de un músculo; ya lo hemos visto mas arriba.

para determinar contracciones en los animales sensibles.

*Contraccion secundaria.*—Si se hacen dos preparaciones de ranas (1) y se coloca el nervio de una de ellas *a* sobre los músculos femorales de la otra *b* y se galvaniza despues el de la segunda, se manifiestan las contracciones en las ranas sensibles, observándose tambien en la pierna *a* que no ha sido excitada directamente. Esto se realiza en especial cuando el nervio se halla en contacto con los músculos por una seccion longitudinal y por otra trasversal. Mientras que el nervio de *b* es excitado, baja en *b* la corriente muscular, y como esta oscilacion en la densidad de la electricidad está ligada á una excitacion (V. § 8) los músculos de la preparacion *a* se contraerán necesariamente (Dubois-Reymond).

**Contraccion paradoja.**—Por regla general, la excitacion de un nervio motor determina solo la contraccion de los músculos en los cuales se distribuyen sus ramas, pero no de aquellos en los cuales penetran otros nervios no excitados; algunas veces se presenta el último fenómeno. El nervio ciático se divide (2) en tibial (t) y peroneo (p) (V. fig. 45): ahora bien, algunas veces se observa que la excitacion del primero hace contraer los

(1) Se entiende por preparacion de la rana, la diseccion que consiste en poner al descubierto los músculos de un muslo desprendido del tronco y en cortar la extremidad superior conservando el nervio ciático.

(2) La division del ciático en tibial y peroneo corresponde á nuestra division en ciático popliteo interno y externo.

músculos (B) que reciben los ramos del segundo y recíprocamente, á cuyo fenómeno se llama *contraccion paradoja*. La explicacion estriba en el mismo principio que en la contraccion secundaria, y prueba al propio tiempo el doble poder conductor de los nervios (V. § 6).

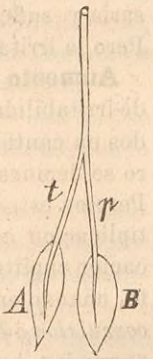


Fig. 45.

Cuando se excita con una corriente constante un nervio disecado, teniendo presente que la direccion de aquella sea la misma que la de la corriente nerviosa, se encontrará aumentada esta; lo cual se llama la *fase positiva del estado electrotónico*. Para demostrarlo, se colocan las dos almohadillas en la extremidad del nervio ciático disecado, teniendo cuidado que una de aquellas esté en contacto de la seccion trasversal de este nervio y la otra con un punto de su seccion longitudinal, poniéndose despues una cadena constante en relacion con una parte del resto de este nervio. En tal caso la corriente va de la seccion trasversal á longitudinal. Si á pesar de esto, la corriente constante que atraviesa otra porcion de la seccion longitudinal se halla dirigida en el mismo sentido, será mas fuerte la contraccion en la cerradura de la cadena. Bajo el nombre de *fase negativa del estado electrotónico*, se comprende el decrecimiento de la corriente nerviosa original que se produce, cuando circula una corriente constante en una direccion inversa á través de una parte de la seccion longitudinal del nervio.

## § XIV.—MODIFICACION DE LA EXCITABILIDAD.

En la vida normal, existe un grado medio de excitabilidad, de la cual depende cierta proporcion de sentimientos, sensaciones y movimientos, necesaria y suficiente para la conservacion de la vida. Pero la irritabilidad puede aumentar ó disminuir.

**Aumento de la irritabilidad.**—En el aumento de irritabilidad no hay solo fenómenos multiplicados en cantidad sinó tambien en calidad; lo primero se demuestra mejor sobre los nervios motores. Pero en estos como en los sensitivos, dicha multiplicacion coincide por lo comun con su modificacion cualitativa. Está multiplicado un movimiento, cuando en la unidad de tiempo se verifica una *convulsion ó tétanos*, en virtud del excitante que no engendra habitualmente movimiento alguno en los músculos ó si lo verifica es aquel muy débil. Se puede determinar esto fijando á un músculo por medios apropiados una pluma, ante la cual se hace pasar una banda de papel. El número y magnitud de las curvas que el músculo describe, permite deducir la especie de movimientos. Entre los ejemplos del aumento de excitabilidad en los nervios centrípetos, se colocan el dolor, los zumbidos de oidos, los fosfenos, etc.

El *tétanos* es un estado de la vida normal, cuando es provocado por el influjo de la voluntad y puede ser suprimido del propio modo. Es un fenómeno patológico cuando reconoce por causa otro excitante.

La *exageracion de la irritabilidad de los nervios* se presenta antes que comience á disminuir su capacidad vital. Se observa en los *nervios motores*, cuando un estímulo, que por experiencia no causa contraccion alguna ó es esta muy débil, produce efectos mucho mas enérgicos; y en los *sensitivos*, cuando una excitacion, en otra parte indiferente, determina el dolor ó bien que una luz moderada es sensible al ojo, un pequeño ruido al oido, etc.

La disminucion de la actividad nerviosa que se anuncia por una elevacion de la irritabilidad, puede proceder de causas diversas:

1.° *De una excitacion demasiado fuerte ó demasiado persistente.*—El movimiento molecular determina en los nervios el sentimiento, las sensaciones, la contraccion muscular etc., y el gasto de la fuerza nerviosa. Todo nervio excitado durante cierto tiempo se fatiga y produce finalmente los mismos fenómenos que si estuviese dividido. Por egemplo, la mitad del diafragma cesa de contraerse en el acto respiratorio despues de una excitacion muy prolongada del nervio frénico; si se persiste irritando el simpático cervical, se halla una contraccion de la pupila al dia siguiente, exactamente lo mismo que si estuviese seccionado el nervio. Cuando principian á excitarse los nervios motores, es mas intensa la contraccion muscular que despues mientras continúa dicho trabajo, durante el cual, vá siempre disminuyendo. En todo caso, trascurre cierto tiempo antes que el nervio pueda volver á su estado normal una vez realizada la excitacion; pero si se ha dejado pasar un intér-

valo suficiente para que el nervio pueda recobrar su irritabilidad perdida, y despues se reitera la excitacion por segunda, por tercera vez, etc., con intérvalos necesarios para su restablecimiento se puede exaltar aquella considerablemente. Cuando la exaltacion es producida por excitantes demasiado enérgicos, se llama á esto *sobre-excitacion del nervio*.

2.° *Falta de nutricion.*—Las causas mas frecuentes del dolor y de la exageracion de la irritabilidad son: 1.° la nutricion insuficiente; 2.° la pérdida de líquidos, tales como la sangre, moco, saliva y esperma; y 3.° las emociones morales deprimentes. Estas causas impiden la nutricion del sistema nervioso.

3.° *Ciertas sustancias* son particularmente propias para debilitar la irritabilidad, despues de haberla exaltado durante un corto espacio de tiempo. Cuanta mayor sea la cantidad que se emplée de estas sustancias, tanto mas pronto se llega á la parálisis desapareciendo el primer estadío. Las principales son el ópio, la cafeina, el mercurio y las sales de potasa.

Si por una parte los irritantes gastan la fuerza nerviosa y por consecuencia debilitan su actividad, aumentan aquella por otro lado; en tanto que permanezcan en equilibrio la disminucion y el aumento, produce una accion saludable el egercicio. Una falta de excitacion debe entorpecer la irritabilidad, porque el aflujo de sangre en cada órgano y en el sistema nervioso, está en relacion directa con su actividad.

De lo que antecede se deduce que la excitabilidad puede hallarse disminuida por dos causas diametralmente opuestas:

1.° Por irritantes demasiado intensos y prolongados y consecuentemente por una exageracion artificial de la irritabilidad.

2.° Por la falta de excitantes y por lo tanto de egercicio. Se sigue pues que la disminucion de excitabilidad puede ser combatida por la privacion y aplicacion de excitantes segun los diversos casos.

**Puntos notables.**—Se ha observado que un solo y mismo nervio posée ciertos sitios dotados de mayor excitabilidad que otros, sin que hasta el presente se haya descubierto la causa positiva de tan singular fenómeno. En muchos casos, serian los nervios mas sensibles en el punto de emergencia de los canales óseos que en el resto de su trayecto (Walleix). Si se aisla el nervio ciático de una rana, teniendo cuidado de que solo permanezca al descubierto en la pierna y pié disecado (preparacion galvánica), se halla desde luego que en el sitio por donde sale el ramo femoral es mucho mas irritable que los otros puntos del mismo, y que es necesario por lo tanto una corriente bastante mas débil para engendrar contracciones en el primer punto que en los otros (Budge). Además, en una de estas preparaciones galvánicas, cuando es muy fresca, la porcion de nervio que está mas alejada del músculo es mas excitable que la extremidad opuesta próxima al mismo órgano; pero mas tarde cambia el fenómeno por completo (Budge). Esto

permite explicar como un nervio es mas irritable en el punto en donde se ha practicado una seccion trasversal que en los demás, y como muere tambien mas pronto. Mientras que al principio es mayor la irritabilidad cerca del extremo superior, y declina en la direccion del músculo, en el momento de la invasion de la muerte sucede lo contrario.

### § XV.—MUERTE DE LOS NERVIOS.

Despues de la invasion de la muerte general, los nervios motores son excitables todavia durante cierto tiempo. Mueren poco á poco en el órden siguiente: los nervios cranianos antes que los espinales, los de las extremidades superiores antes que los de las inferiores, los nervios espinales propios antes que los del simpático, y en fin, la porcion de los nervios que está mas inmediata á su orígen antes que las que se hallan mas cerca de los músculos. A este órden se llama *Ley de Ritter-Valli.*

El nervio muere en el momento que es separado de su orígen central; su excitabilidad subsiste aun cierto tiempo despues, pero para extinguirse poco á poco. Los músculos y los huesos cuyos nervios han sido seccionados se ponen exangües y se atrofían, porque los últimos órganos no pueden llenar sus funciones.

Los nervios pueden morir por fin á consecuencia de una excitacion demasiado violenta. Cuando se galvaniza un nervio motor excitable todavía sobre un miembro amputado, las corrientes mas débiles que enseguida se aplican no tienen efecto.

# CAPITULO III.

## FENÓMENOS CENTRÍPETOS.

### § XVI.—GENERALIDADES.

**Sensibilidad y sensacion.**—La sensibilidad y la sensacion son los fenómenos centrípetos mas notables. Se puede distinguir con el pensamiento lo que es *subgetivo* en ellos, de los movimientos (por egemplo, los lloros, gritos, etc.,) que les son inherentes y que constituyen la *parte objetiva*. Hay en realidad dos especies de fenómenos centrípetos: á los unos les llamaremos de excitacion refleja y á los otros de excitacion nutritiva. La primera solo puede reconocerse por los movimientos á que dá orígen, y ocupará por lo tanto su verdadero lugar para ser tratado con mayores detalles en el capítulo de los movimientos reflejos, puesto que aquí solo estudiamos la sensibilidad propiamente dicha.

Bajo el nombre de sensibilidad se entiende la facultad que posée el sujeto de distinguir las impresiones de su propio cuerpo. Así por egemplo, en la *sensibilidad-dolor* no es expresada la relacion que existe entre la causa dolorosa y el sugeto que siente; no se tiene en consideracion ni el objeto ni la imágen. Por la sensacion, aprendemos á distinguir el objeto que no pertenece á nuestro cuerpo; tal es lo que sucede en todas las sensacio-

nes suministradas por los sentidos, como en la vista etc.

La sensibilidad y las sensaciones provocan las afecciones psíquicas: percepciones, ideas é instintos, por medio de las cuales reciben su verdadero colorido las manifestaciones originales del sistema nervioso. Hay órganos que sirven para establecer las relaciones entre los fenómenos nerviosos y el alma, tales son los emisferios del cerebro. De la misma manera que las sensibilidades, las sensaciones despiertan las percepciones y los instintos; los últimos pueden determinar á su vez la aparicion de las primeras.

El estudio de las sensaciones de los sentidos será objeto de una seccion aparte; aquí solo nos ocuparemos de las sensibilidades. Los principios generales son aplicables á ambas especies de sensibilidad.

**Cualidades de la sensibilidad.**—Nosotros distinguiremos en la sensibilidad muchos caracteres:

1.° *Su intensidad*, que depende de la fuerza del excitante, y del grado de irritabilidad del órgano y del individuo.

2.° *Su propio colorido* que varía segun la diversidad de la excitacion y el sitio de su orígen. Así es como hablamos por egemplo del dolor pungitivo, del dislacerante, del lancinante, etc.; llamamos *fatiga* al dolor de los músculos; *laxitud*, al de las articulaciones; *vértigo*, á cierta especie de mal estar en los nervios de la piel y en los ópticos etc.

3.° *La localizacion*. Nosotros atribuimos á cada sentimiento un punto determinado de nuestro

cuerpo. No se adquiere verdadera certeza de un sentimiento, sino cuando ha sido afectado un punto cualquiera del organismo.

4.° *La percepcion y el juicio* se asocian en grado variable á nuestros sentimientos. Por medio de las ideas medimos su intensidad, los juzgamos, los comparamos etc.

**Nociones suministradas por la sensibilidad.**—Las nociones que la sensibilidad suministra, ya con ausilio del juicio, ya directamente, solo se dejan deducir con mucha imperfeccion despues de nuestros conocimientos actuales en fisiología. Hé aquí las que parecen mas probables:

1.° La integridad de los mismos nervios y la de sus órganos terminales inclusive.

2.° El peso del cuerpo entero y de algunas de sus partes.

3.° La movilidad de los órganos é indirectamente su elasticidad.

4.° Su cohesion.

**Caracteres del sentimiento.**—En todo sentimiento se puede distinguir un punto indiferente que solo la atencion es capaz de descubrir. Desde que han pasado ciertas excitaciones, aparece al momento un sentimiento distinto, y entonces es cuando se llega á la nocion del estado de reposo anterior; por el dolor se tiene conciencia del bien estar; por el vértigo, del sentimiento del equilibrio; y por la fatiga, de la energía muscular. Como el sentimiento de disgusto, el del placer pasa por un punto indiferente para llegar de un modo progresivo á una expresion completa.

**Centros de la sensibilidad.**—Todo sentimiento debe tener dos centros: por una parte en el punto en donde se terminan los nervios sensitivos en sus células ganglionares respectivas, y por otra, en el punto de excitacion. El centro de los nervios sensitivos del tronco se halla en primer lugar en la sustancia gris de los cordones posteriores, y en segundo término en la médula oblongada. Toda parte del cuerpo que no se halle en comunicacion por sus nervios con el último órgano, es insensible, así como tambien aquella cuyos nervios no ofrecen conexion alguna con la sustancia gris de los cordones posteriores. Los centros para el hambre y la sed se encuentran probablemente juntos en la médula oblongada; el centro principal del sentimiento del equilibrio se sitúa en el cerebelo, pero no se sabe con certeza hasta el presente donde se debe buscar el de la sensibilidad muscular.

### § XVII.—ESPECIES DE SENSIBILIDAD.

Los sentimientos se producen, por una parte cuando se ha comprometido esencialmente la integridad de los nervios, y por otra cuando las extremidades periféricas de estos han sido irritadas por su compresion. Aquí nos ocuparemos en especial de las sensibilidades siguientes:

1.° *Sentimiento muscular.*—Cuando los músculos se contraen, se siente por los nervios sensitivos que en ellos se distribuyen, dos cosas distintas, á saber: la direccion y la rapidez del movimiento. Todos los músculos están provistos de filetes sen-

sitivos, y existen muy pocos que, independientemente de los nervios motores, no reciban ramas de los primeros. Así por egemplo, el músculo occipital y los auriculares reciben sus filetes motores del nervio facial, y los sensitivos del gran nervio auricular (1), los ramos de la porcion sensible del trigémino van á los músculos del ojo; las del lingual se anastomosan con el motor de la lengua, el nervio ipo-gloso; y las ramas del plexo cervical se unen al accesorio de Willis (2) que anima al músculo cucular, etc. Con mucha frecuencia los nervios motores reciben los filetes sensitivos desde su salida de la médula espinal, puesto que ellos se dirigen desde las raices posteriores á las anteriores.

El sentido muscular viene muy á menudo en ausilio del juicio; nosotros evaluamos por egemplo la magnitud de un peso al levantarlo, y tenemos conciencia de la rapidez conque deben sucederse las contracciones para mantener el músculo en un tétanos constante. La resistencia que ofrece el peso debe ser vencida por una contraccion persistente; nosotros conocemos por el movimiento de los músculos del ojo hácia arriba, hácia abajo etc., que los objetos se hallan por encima ó por debajo del órgano de la vision. La dislaceracion de un músculo vá acompañada de un vivo dolor, y á una contraccion prolongada sigue la fatiga.

2.° *El sentimiento del hambre* es ocasionado por

(1) Este nervio forma parte del plexo cervical.
(2) Nervio espinal, undécimo par de la clasificacion de Sæmmering.

la falta de principios sólidos en la sangre, y se localiza en el estómago. Existe una falsa sensacion del hambre que es engañosamente reflejada por los nervios de este órgano. En efecto, como la enunciada sensacion despierta el instinto de comer, un sentimiento aparente de hambre puede tambien nacer por el hecho de aumentar los instintos que tiene su sitio en el cerebro, y los cuales se hallan en relacion con los nervios estomacales.

3.° *La sed*, causada por la falta de principios líquidos, se halla localizada en la region faríngea. Cuando se elimina una gran cantidad de agua por la piel, por los riñones, etc., ó pasa de la sangre á los tegidos una exagerada proporcion de líquido, lo cual suele suceder despues de una difusion aumentada (uso de alimentos salados) ó á consecuencia de un acúmulo de corpúsculos sanguíneos en los capilares, y por lo mismo de un aumento de presion (con frecuencia en los estados de debilidad), entonces aparece la sed.

Pero como el hambre, esta sensacion puede ser tambien falsa y proceder de los nervios faríngeos ó del cerebro.

4.° *Sentimiento del equilibrio. Vértigo.* En el estado normal, el hombre aun sin verdadera conciencia, posée el sentimiento de que su centro de gravedad cae por dentro de la base de sustentacion, ó bien que se desvía de esta. Dicho sentimiento hace que en la marcha ó en la estacion vertical se egecuten los movimientos convenientes para impedir la caida del cuerpo.

Cuando se ha trastornado la integridad del sen-

timiento del equilibrio, se produce un sentimiento morboso parecido al dolor en los nervios sensitivos, el *vértigo*. Puede, á egemplo del hambre y de la sed, proceder de la periferia y, como es mas frecuente, de los nervios de la piel y del nervio óptico ó tambien del cerebro.

5.° *Sentimiento de la falta de excitacion.* Los nervios no solamente sienten cuando han sido irritados por un cuerpo estraño, y desviados por consiguiente de su estado de reposo, sino tambien cuando crece en tension; entonces aparece en ellos una necesidad de excitacion. Tal es lo que sucede por egemplo con los nervios ópticos en la oscuridad, con los músculos en el reposo absoluto, con la médula oblongada en la falta de oxígeno, etc.

6.° *Sensibilidad-dolor.* Traduciéndose esta en los animales por movimientos concomitantes conocidos, se ha llegado á saber de un modo experimental las partes del sistema nervioso, que determinan el dolor, ó mas bien aquellas cuya excitacion vá seguida de movimientos de esta especie. Debemos mencionar aquí los puntos donde penetran los nervios en la mitad posterior de la médula espinal (Deen), pero no la sustancia gris de los cordones posteriores, ni la blanca situada entre los nervios en la cual se introducen estos. La médula oblongada se conduce en general de la misma manera. Si el puente (1) ó los pedúnculos cerebrales hasta su dispersion en las capas ópticas se hallan excitados, aparecen movimientos que manifiestan el

(1) *Puente de Varolio* ó protuberancia anular.

dolor, el cual debe ser considerado tal vez como un efecto reflejo (V. C. X.) Faltan al contrario aquellos, cuando se excitan los hemisferios del cerebro y del cerebelo, y cuando esto se practica superficialmente sobre los cuerpos estriados y las capas ópticas; por lo que respecta á los tubérculos cuadrigéminos, nada hay demostrado todavía. Es notable que las células ganglionares no posean una sensibilidad propia, y que al contrario, los nervios que se hallan en conexion con ellas no sientan sino en tanto que persista la comunicacion. Toda lesion en la integridad de los filetes sensitivos determina el dolor, y este puede tener su orígen lo mismo en el centro que en la periferia. Pero es necesario creer en todas circunstancias que el sitio efectivo existe en el centro, y que el sentimiento es trasportado á la periferia. Se llama á esto, *fenómenos excéntricos*; cuando por egemplo el nervio ulnar (1) sufre una compresion debajo del codo, se experimenta el dolor en la punta de los dedos, porque el sentimiento ha sido trasportado desde el centro al punto que habitualmente es su punto de partida. La excitacion de la médula vá seguida con frecuencia de dolor en la periferia.

Gracias á la sensibilidad, vamos conociendo poco á poco la estension y la forma de las diversas partes de nuestro cuerpo; aquí goza un papel principal el sentimiento de los movimientos. Por medio de estos se ponen en contacto los órganos vecinos

(1) *De ulnar* olecranon, codo; *es nuestro nervio cubital.*

y apreciando su magnitud, aprendemos á juzgar las distancias que los separan, y se forma poco á poco en el sensorio la imágen del cuerpo entero.

**Sensibilidad en los amputados.**—En los amputados, la excitacion del muñon se siente exactamente de la misma manera que si existiese todavía la parte que le falta. Un amputado del muslo cree poseer todavía su pié y experimenta el dolor en los dedos; cae con frecuencia en los primeros dias que siguen á la operacion, porque no tiene en cuenta la perdida de su estremidad inferior.

**Sensibilidad en una nariz plástica.**—Despues de la rinoplástia, cuando el operado se irrita la nariz plástica, cree sentir el dolor no en este punto, sino en aquel de donde ha sido tomada la piel para componer el nuevo órgano.

**Sensibilidad en los dedos entrecruzados.**—Si se entrecruza el dedo medio con el índice, de suerte que la cara interna del primero toque la externa del segundo, y se hace rodar una bola de villar en los puntos de contacto, se siente la misma impresion directa que harian dos bolas distintas, porque en este caso las dos mitades de dicho cuerpo producen dos imágenes sensitivas; y hallándose las caras convexas dirigidas en sentido opuesto, nos representamos las enunciadas bolas en un todo diferentes.

**Entorpecimiento de los miembros, anestesia dolorosa.**—El dolor causado por las impresiones exteriores como una incision ó una puntura, puede perderse en una parte del organismo, aunque esta continúe siendo dolorosa; esto se vé en el adorme-

cimiento de los dedos á consecuencia de la compresion del nervio ulnar. Aquellos órganos experimentan una sensacion muy desagradable, y con todo se les puede pinchar y pellizcar sin que sientan el mas pequeño dolor. El poder conductor se halla suspendido por la compresion del último nervio, pero al mismo tiempo se ha operado en él una modificacion hasta su emergencia de la médula espinal, de donde resulta el dolor que se produce: este es referido á la periferia, á cuyo fenómeno, cuando es provocado por las enfermedades se le llama *anestesia dolorosa*, *anæsthesia dolorosa*.

**Sensibilidad supletoria.** (E. Letievant). Waller, Vulpian y Philipeaux han demostrado que para que un nervio se regenere se necesita que trascurran 3, 4, 6, y mas meses segun la edad de los animales; existen en la ciencia ciertos hechos que parecen demostrar una restauracion menos lenta. Habiendo reunido el profesor Laugier, en un enfermo, las extremidades del nervio mediano seccionado en un accidente, encontró al dia inmediato de la sutura que la sensibilidad y la motilidad habian aparecido en todas las partes animadas por este nervio. Paget ha publicado dos observaciones en las cuales los estremos de los nervios cubital y mediano abandonados en el seno de una herida por rasgadura, se hallaban aun separados, soldándose y reconstituyéndose en el espacio de 13 dias. Victor von Bruns habia observado ciertos casos mas curiosos todavia, en los cuales se habia recobrado la sensibilidad al cabo de algunas horas, aunque no estuviese hecha la reunion de los nervios

divididos. Sorprendidos por estos hechos estraños cuya esplicacion es imposible, negaron unos su autenticidad (Verneuil, Vulpian), y otros admiraron una regeneracion nerviosa mas rápida que la enseñada por Vulpian y Philipeaux puesto que algunas veces llegaba á ser inmediata. La tésis de Magnien (1866), dice M. Letievant, viene á dar mayor energía á dichas opiniones; á los hechos que él encontró en el hombre, añade los resultados de sus 25 observaciones practicadas sobre los caballos, habiendo notado dos veces una regeneracion nerviosa muy rápida.

A M. Letievant, cirujano en gefe del Hotel-Dieu de Lyon, pertenece la gloria de descifrarnos el enigma, y de darnos una explicacion satisfactoria sobre la súbita recuperacion de la sensibilidad y de la motilidad despues de la seccion de los nervios. «Esta motilidad y sensibilidad, dice, no son el resultado de la regeneracion de dichos órganos: la primera es el producto de las contracciones diversamente combinadas de los músculos próximos al nervio dividido; la segunda resulta: primero de la presencia, en la zona paralizada, de fibras nerviosas que se hallan allí constantemente y proceden de anastómosis mas ó menos conocidas; segundo, de la percepcion de ciertas impresiones dependientes de las papilas nerviosas próximas á la region paralizada y que pertenecen á los nervios sanos.»

M. E. Letievant funda su doctrina de la *institucion de las fibras sensitivo-motoras* en 5 hechos personales de seccion del mediano y en 25 toma-

dos á otros autores; en 3 observaciones propias de la seccion del cubital y en 7 recojidas de otros; en dos secciones del radial, en 2 simultáneas del radial y del cubital y en otras 2 encontradas en los autores; en 2 observaciones personales de seccion del gran nervio ciático, y en 7 indicadas en los libros: en una observacion personal de seccion del facial y en dos agenas; finalmente, en un hecho personal que versa sobre una seccion de los nervios supra-orbitario, bucal y dentario inferior y en 23 secciones de diversas ramas del trigémino encontradas en los autores.

Segun Mr. Letievant la regeneracion de los nervios no es completa en el hombre, sino al cabo de 12 á 15 meses. Con frecuencia no se realiza dicha regeneracion y el período de *motilidad* y de *sensibilidad supletoria* se prolonga de un modo indefinido y se convierte en un estado permanente.

(V. tratado de las secciones nerviosas por E. Letievant 1873, Bayliere.)

### § XVIII.—FENÓMENOS PSÍQUICOS.

El principio de los sentimientos y de las sensaciones se emplea para servir como de material á otra série de fenómenos completamente distintos, á saber: los fenómenos psíquicos. Pero el alma no puede apoderarse directamente de estos materiales, solo puede efectuarlo por intermedio de ciertos órganos, es decir, de ciertos complexos ganglionares, desconocidos bajo el punto de vista de su estructura especial. La fisiología

no considera los fenómenos psíquicos como funciones del cerebro, así como la secrecion como funcion de una glándula, sino que los estudia como el resultado de *fuerzas independientes*, y trata de encontrar los órganos en el cuerpo, cuya presencia es necesario concebir como condicion necesaria para que estas fuerzas tengan el poder de manifestarse. El análisis de estas últimas, sus combinaciones y sobre todo las leyes segun las cuales se hallan colocadas y se desarrollan, pertenecen al dominio de la psicología. Es probable que existan distritos nerviosos determinados, que correspondan á todas las fuerzas psíquicas elementales.

Entre los caracteres del alma que particularmente incumben á los estudios fisiológicos, indicaremos: el deseo ó los instintos, la idea y la eleccion. Los instintos se refieren á lo futuro, las ideas á alguna cosa pasada y la eleccion del alma, al presente. Si entre dos movimientos que pueden ser ejecutados se inclina el alma á uno de ellos ó se representa alguna cosa nueva, necesita siempre de la memoria. No existe una idea simple; propiamente hablando no es otra cosa que una sensacion reproducida por la última facultad. El instinto, al contrario, puede manifestarse sin el concurso de la memoria.

# CAPÍTULO IV.

## FENÓMENOS CENTRÍFUGOS.

### § XIX.—GENERALIDADES.

Se llaman *centrífugas* á las actividades del sistema nervioso cuyos efectos consisten en determinar la contraccion de los músculos y la secrecion de las glándulas. Principian en los centros nerviosos y las células ganglionares, para extenderse desde este punto á los órganos mencionados.

Son muy diferentes las condiciones en las cuales se egercen dichas actividades. Las mas sencillas son aquellas en las cuales un complexus ganglionar solo necesita un campo matricial que le suministre el alimento y el oxígeno para determinar durante toda la vida movimientos en los músculos, en los cuales se distribuyen los nervios que emanan del citado plexo. A estos movimientos se les llama *automáticos*. Se hallan caracterizados en que persisten sin que tengan necesidad de un impulso particular los nervios que los rigen. No se quiere decir con esto que no puedan ser influenciados por otros nervios distintos; esto último sucede de un modo manifiesto.

Los otros fenómenos centrífugos se distinguen en que jamás se producen sin que haya precedido un impulso cualquiera; por oposicion á los primeros se les puede llamar movimientos *incitados*. Estos

son provocados, es verdad, por los complexus ganglionares que pertenecen á un grupo de músculos, pero los últimos á su vez deben ser excitados por otros aparatos nerviosos, pues de lo contrario permanecen en reposo.

Los nervios excitadores solo pueden influir de dos maneras distintas:

1.° Los nervios sensitivos ó los de los sentidos, afectados por las impresiones exteriores, trasmiten su excitacion á las células ganglionares; de estas últimas pasa en seguida á los nervios motores, naciendo por fin el movimiento muscular. A este fenómeno se le puede llamar movimiento incitado de primer órden, á cuya categoría pertenecen los movimientos reflejos mas sencillos.

2.° Las células ganglionares centrífugas son afectadas no solo por las centrípetas que le son mas próximas, sino por las ganglionares que están mas lejanas y que pertenecen á otros distritos nerviosos. Si en una rana son extirpados todos los centros nerviosos hasta la quinta vértebra, todos los intestinos, las extremidades anteriores, y en general, si se tiene cuidado de que la pierna y el pié desprovistas de piel en un lado A no conserve relaciones con la médula espinal sino por el intermedio del nervio sciático, y que en el otro B solo comunique con la citada médula por el indicado nervio, la excitacion del sciático B determinará una contraccion en los músculos de A.

Aquí es necesario que se trasmita la accion desde la pertieria de los filetes nerviosos B á las células ganglionares de la médula y de estas á los filetes

motores de A. Pero si el tronco de una rana, despues de la excitacion de la piel de un muslo, hiciese movimientos para sustraerse á dicho estímulo, entonces la trasmision no será tan sencilla. Para este movimiento combinado é intencional se necesitarian otros complexus ganglionares, determinando en este caso un movimiento incitado de segundo órden; esto es lo que mas especialmente se observa en los voluntarios. Segun cierto número de observaciones, podemos concluir que los centros se hallan en mútua oposicion en los movimientos automáticos y en los incitados.

Cuando desaparecen las funciones del cerebro y de la médula espinal, despues de la muerte, se nota que los movimientos automáticos de los intestinos, de la vegiga y del corazon, no solo persisten sino que aumentan en intensidad. Las excitaciones de los nervios que emergen de la médula espinal y de la oblongada, limitan con frecuencia los movimientos automáticos, lo cual sucede en los nervios-vagos y esplágnicos. De la misma manera podríamos enunciar aquí la influencia de las afecciones morales sobre los movimientos del corazon y de los intestinos.

### § XX.—MOVIMIENTOS AUTOMÁTICOS.

Se dividen en tres categorías: *Movimientos automáticos*, en el sentido estricto de la palabra, *movimientos tónicos y movimientos antagonistas*.

**Movimientos automáticos en el sentido estricto de la palabra.**—Se distinguen en que:

1.° Persisten despues de la destruccion del cerebro y de la médula espinal.

2.° Todos los órganos en donde se presentan ofrecen células ganglionares (habitualmente microscópicas), en las cuales se debe buscar el punto de partida de la excitacion.

3.° Son intermitentes y no contínuos; existen pausas entre las diversas fracciones del movimiento.

En muchos de ellos se puede demostrar un tipo regular que falta en los demás.

Se les observa:

1.° En el *corazon*. Los gánglios que los producen se hallan situados especialmente en el tabique y en el repliegue trasversal. Seccionando en las ranas el foco principal de estos gánglios, se consigue reducir al silencio el movimiento del corazon. Si se practica en el corazon de una rana una incision bilateral sobre los límites que separan las aurículas de los ventrículos, teniendo cuidado de dejar íntegra la porcion media entre las dos incisiones, dicho órgano continúa latiendo como antes. Si por el contrario se dejan intactas las partes laterales y se incinde la media, el corazon suspende su movimiento (Budge, de Wittich).

2.° En el *estómago é intestinos*, los gánglios que les pertenecen se hallan situados entre la capa muscular (plexus myentericus, Auerbach) y en la capa mucosa. Aunque el movimiento estomacal pueda ser producido por la excitacion del nervio vago (Virchow), no cesa sin embargo cuando en un animal vivo han sido seccionados todos los nervios

del estómago y permanece con vida; en este caso los alimentos son conducidos todavía del citado órgano á los intestinos (Budge), los cuales se mueven tambien como el corazon algun tiempo despues de haber sido extirpados.

3.° *La vegiga.*—Se observan en ella pequeñísimas contracciones aunque se seccionen todos los nervios que le animan. Lo mismo se verifica:

4.° *En el iris.*

5.° *Los corazones linfáticos.*

6.° *Los ureteres.*

7.° *Las arterias.* En el oido de los conejos se observa una replecion y una deplecion regular y alternativa de los citados órganos (Schiff).

8.° *El flujo de la saliva* llamado paralítico (C. Bernard).

9.° *El flujo de la bilis* despues de la destruccion de todos los nervios (Pflüger).

**Movimientos tónicos.**—Se llama tono á una débil contraccion muscular colocada bajo la dependencia de los nervios, la cual persiste durante toda la vida. Se suponia ya hace tiempo que todos los músculos del cuerpo se hallaban en semejante estado mientras permanecia intacta la médula espinal. Una prueba de ello es que despues de su destruccion ya no se contrae el músculo esfincter externo del ano y que se relajan los del tronco. Yo he demostrado ya hace tiempo que aquel no se halla constantemente contraido del todo en el estado normal. La firmeza del músculo proviene en efecto de la replecion sanguínea.

En la actualidad solo se reconoce el tono en los

vasos y probablemente en la vegiga; cuando se dividen los nervios de los primeros se dilatan al momento (C. Bernard). La segunda no puede guardar tan gran cantidad de líquido despues como antes de la seccion de sus nervios (Heidenhain, Gianuzzi).

Pero estos dos hechos no demuestran el tono; si durante el sístole del corazon se dilatan los vasos, es porque sus nervios se hallan excitados, y una vez cesado el sístole le sucede una estrechez en las condiciones normales, como se observa en las gruesas arterias, sobre todo en virtud de la elasticidad. Despues de la parálisis de los nervios, permanecen dilatadas las pequeñas arterias que contienen poca cantidad de tegido elástico. Lo mismo sucede en la vegiga: ambos hechos pertenecen á los movimientos reflejos (V. § 21).

*Los movimientos tónicos probablemente no existen en manera alguna.*

**Movimientos antagonistas.**—Los movimientos antagonistas son los que se manifiestan sin excitacion aparente, despues que un movimiento egecutado en sentido opuesto en un punto cualquiera ha cesado ya momentánea, ya definitivamente. Así la pupila se contrae cuando los nervios que presiden á su dilatacion se hallan paralizados. Se nota con frecuencia que si la extension tetánica ha sido provocada por la extension de ciertos nervios, terminada aquella aparece una flexion enérgica. Sin embargo, no se ha demostrado todavía si tiene lugar una nueva excitacion en todos los movimientos llamados antagonistas; en todo caso no

está exenta de dudas la teoría del antagonismo.

En los movimientos automáticos, los músculos parecen hallarse interesados directamente sin que lo esten los nervios. Por la excitacion del músculo cardíaco, se obtiene un movimiento mas frecuente que si dicho acto se practicára sobre un nervio cualquiera. Es necesario, sin embargo, tener presente que si se dividen las aurículas de una rana, no se presentan movimientos independientes mas que en los pedazos que contienen nervios (Budge). Tambien en la uretra parece tener lugar un movimiento muscular independiente (Engelman).

## § XXI.—MOVIMIENTOS INCITADOS EN GENERAL.—MOVIMIENTOS POR EXCITACION.

Los movimientos incitados se dividen en dos grupos, á saber: 1.° Los que son provocados por excitaciones dirigidas por los nervios motores mismos; se les llama *movimientos por excitacion*. 2.° Los que nacen indirectamente por el intermedio de los sentimientos, de las sensaciones y de las ideas.

A la primera categoría pertenecerian, por egemplo, las contracciones de los músculos de la cara, determinadas por una exitacion morbosa cualquiera del nervio facial; deben colocarse tambien aquí el aumento de los latidos cardíacos á consecuencia de una elevacion de la presion de la sangre en el corazon, y una disminucion del movimiento intestinal, cuando los gases dilatan considerablemente este conducto, así como las contracciones de un miembro cuyos músculos se hallan fuerte-

mente distendidos por las excitaciones de sus nervios, etc.

### § XXII.—MOVIMIENTOS REFLEJOS.

**Definicion.**—Se llaman movimientos reflejos á los que se producen á consecuencia de una excitacion de los nervios centrípetos en los músculos y en los epitelios de las glándulas (descubrimiento de Hall y Müller).

**Condiciones para que se realicen.**—Se necesita:

1.° Un estímulo.
2.° Nervios centrípetos.
3.° Un órgano nervioso central.
4.° Nervios centrífugos.
5.° Músculos ó glándulas.

El estímulo puede ser aplicado:

1.° *Sobre los órganos terminales periféricos de los nervios.* Los tegumentos externos y las mucosas son los que se excitan de este modo, pero la excitacion con movimiento reflejo puede tambien proceder del corazon, del testículo, del hígado etc.

2.° *Sobre el trayecto de los nervios.* Aquí se observa que la excitacion no es el resultado de movimientos reflejos tan extensos ni tan regulares para el objeto.

3.° *Sobre un centro.* Las influencias del cerebro, tal como nacen de las ideas en las afecciones morales, pueden fácilmente determinar los movimientos reflejos, como el temblor, el miedo y los vómitos en las impresiones oculares. Es probable que en estos casos sean excitadas por irritantes inter-

nos las extremidades centrales de los nervios sensibles.

Un órgano nervioso central es absolutamente necesario para la trasmision de los movimientos moleculares entre los nervios centrípetos y los centrífugos. Cuando las dos raices de los nervios que pertenecen á un miembro se hallan separadas de la médula espinal, ó cuando esta ha sido destruida, no provoca movimientos ninguna especie de excitacion dirijida sobre la piel del miembro (por consiguiente sobre los nérvios-centrípetos). Para saber si un movimiento reflejo puede tambien emanar de los gánglios periféricos, hay necesidad de trabajos ulteriores. Cl. Bernard lo cree cierto con respecto al gánglio sub-maxilar. (V. pag. 179.)

**Apreciacion de los movimientos reflejos.**— Para medir los movimientos reflejos se emplea el ácido sulfúrico dilatado, determinando el tiempo que trascurre entre el contacto de este cuerpo con la piel y la aparicion del movimiento reflejo (Setschnow). La produccion de este, presupone siempre que una excitacion de los cordones posteriores ha sido trasmitida á los anteriores. Las raices posteriores penetran inmediatamente en los cordones del propio lado, y estos son los representantes de los fenómenos centrípetos en la médula espinal; el movimiento reflejo no puede tener lugar sino en tanto que se excitan aquellos. Parece que la excitacion de las diversas partes de los cordones anteriores, y por lo tanto de las raices correspondientes, puede ser causada por cada punto de los cordones y raices posteriores. Si en una rana se divide la mitad

superior de la porcion anterior de la médula espinal (1), habiendo estirpado préviamente todas las partes del cerebro y la médula oblongada, pueden producirse los movimientos en las extremidades inferiores á consecuencia de la seccion.

Si por otra parte se secciona toda la mitad posterior de la médula de un conejo á la altura de la duodécima vértebra dorsal, y al nivel de la cuarta toda la mitad anterior, se ven aparecer las reacciones en las partes anteriores como en la cabeza por ejemplo, á consecuencia de las impresiones producidas sobre puntos del cuerpo situados por detrás de la seccion posterior (H. Sanders). Nos hallamos, pues, en el caso de creer que la excitacion se trasmite desde los cordones posteriores á los anteriores de la médula, por intermedio de una estensísima red de filetes anastomóticos, y que todos los puntos de ella pueden determinar el movimiento reflejo.

No es necesario que la médula entera esté en comunicacion con el encéfalo, ni cualquiera de sus partes con los centros nerviosos situados por encima. Existen diferentes grados de este movimiento; el mas sencillo se produce en el fragmento de la médula espinal, al cual han quedado unidas simplemente una sola ó dos raices anteriores y posteriores de un lado y las extremidades correspondientes.

(1) En los cuadrúpedos, la porcion anterior de la médula espinal corresponde á la porcion superior de este órgano en el hombre, y la mitad superior á la posterior.

Aquí no encontramos mas que una simple trasmision. Pero cuando permanece intacta una parte mas considerable de la médula, por ejemplo, si solo se ha extirpado la oblongada, se vé aparecer todavía un fenómeno importante que estriba sobre un principio cuyo dominio se extiende á todo el cuerpo vivo sin excepcion, el principio de la conservacion de la defensa contra el ataque, el cual aún no se ha demostrado científicamente.

**Combinacion de los movimientos reflejos.**— Los movimientos reflejos pueden combinarse para un fin dado, y lo están en general en los animales recien decapitados. Cierto tiempo despues desaparece, sin embargo, la combinacion de los movimientos, pero cuando tiene lugar lentamente la interrupcion de la médula espinal con la oblongada y el cerebro, como sucede por lo comun en el hombre á consecuencia de las lesiones traumáticas ó patológicas de la médula, entonces falta casi siempre dicha combinacion. Si á una rana, cuya cabeza ha sido separada del tronco, se le pellizca el dedo grueso con unas pequeñas pinzas, retira su pata hasta debajo del vientre; si se la toca con el amoníaco cáustico ó con el ácido acético, retira tambien la pierna, pero al mismo tiempo ejerce movimientos con las otras extremidades, los cuales parece que induzcan á creer que el animal trata de evitar el líquido; porque se vuelve del lado de la excitacion de tal modo, que se sirve de su tronco como de un abanico. Del propio modo; si se excitan las aurículas del corazon, el estómago ó el intestino delgado, se producen movimientos defensivos en las extre-

midades, siempre que la médula permanezca intacta todavía (Pikford).

**Ejemplos de movimientos reflejos.**—Las contracciones de la pupila á consecuencia de las escitaciones del nervio óptico ó de la retina por la luz, son tambien ejemplos de movimientos reflejos, que solo se producen mientras permanecen intactos los tubérculos cuadrigéminos. Son asi mismo ejemplos de los citados movimientos, los de la tos por la irritacion de la mucosa y de las cuerdas vocales, la oclusion de los párpados por la irritacion de la conjuntiva, la contraccion de los músculos del pié por el cosquilleo de la planta del mismo, el temblor despues de las quemaduras, etc.

**Influencia del cerebro.**—Inmediatamente despues de la ablacion del cerebro, los movimientos reflejos son mas débiles; no ejerciendo su accion moderadora los tubérculos cuadrigéminos y la médula oblongada sobre dichos movimientos, no tardan estos en aumentar. En los paralíticos, los movimientos reflejos se manifiestan con mas facilidad despues de débiles excitaciones dirigidas sobre el lado paralizado, que despues de la excitacion del lado sano. En las lesiones medulares del hombre se observa que una irritacion de la piel de las extremidades inferiores, determinada por un pellizco ó una picadura, no es del todo apreciada por los enfermos, pero va sin embargo seguida de una flexion ó de una extension de la extremidad.

**Estricnina.**—Los narcóticos aumentan los movimientos reflejos, y la estricnina merece especial mencion bajo este punto de vista. Dicho cuerpo

obra directamente sobre la médula oblongada, y provoca contracciones tetánicas como si esta estuviera electrizada. Las citadas contracciones se producen cuando se estirpa el corazon de las ranas y la estricnina se pone en contacto con la médula espinal. Si se seccionan todos los nervios de un miembro conservando sus vasos, y se introduce debajo de la piel una gota de una disolucion de estricnina, algunos minutos despues aparece el tétanos en todo el cuerpo á escepcion del miembro paralizado. Cuando se liga el corazon y se coloca la estricnina sobre un nervio ú otra parte cualquiera del cuerpo á escepcion de la médula espinal y de la oblongada, jamás se observa el envenenamiento. Si se dividen las raices posteriores, los efectos del veneno se presentarán mas tarde y con menos intensidad. Si se incinde á través la médula espinal y la enunciada sustancia se deposita en la boca ó debajo de la piel, se vé acometida de calambres la mitad anterior del cuerpo primero, y despues la mitad posterior, aunque se pueda suponer que la estricnina afecte con mas facilidad á las células ganglionares de la médula oblongada que á las del resto de la médula.

**Nervios excitomotores y reflectomotores.**— Los nervios centrípetos, en tanto que dan lugar á movimientos reflejos, han recibido el nombre de *nervios excitomotores*; y los motores que excitan en este acto la contraccion de los músculos, el de *nervios reflectomotores*.

§ XXIII.—MOVIMIENTOS VOLUNTARIOS.

**Condiciones para la produccion de movimientos voluntarios.**—Para que se realicen los movimientos voluntarios, independientemente de los órganos que ejecutan el movimiento (músculos, huesos y articulaciones), se necesita un conjunto de acciones psíquicas y nerviosas, de las cuales tienen su sitio las últimas en diferentes partes del sistema nervioso. Si falta una de estas acciones sufre mas ó menos el movimiento voluntario; para que la voluntad se traduzca por un movimiento, son necesarios:

1.° Un deseo ó un instinto que solicite el movimiento.

2.° La idea de la posibilidad del movimiento.

El principal sitio corpóreo de los fenómenos que acabamos de señalar, debe buscarse en los hemisferios del cerebro.

3.° La memoria. No es posible producir todos los movimientos necesarios para expresar una palabra, sino se reproduce la impresion que ha sido hecha anteriormente por el sentido del oido; la memoria, pues, consiste en la reproduccion de las impresiones suministradas por los sentidos. No se sabe todavía de cierto en qué punto de los órganos centrales radica el centro material de dicha facultad; segun recientes esperimentos (Bouillaud y Broca), se ha demostrado que en ciertas enfermedades del tercio posterior de la circunvolucion frontal del lóbulo izquierdo del cerebro, se produce con mucha frecuencia lo que se llama *la afasia*, es decir, la afeccion en la cual el enfermo con plena conciencia

de sí mismo, no puede expresar ni escribir *las palabras propias*, aunque tenga la idea de ellas. Es simplemente incapaz de recordar en un momento dado las palabras que otras veces le eran familiares y usuales.

4.° Para la ejecucion del movimiento voluntario se necesita por una parte el *sentimiento del equilibrio*, que como hemos visto parece tener su sitio en el cerebelo, y por otra los movimientos indispensables para mantener dicho estado. Segun diversas observaciones, es probable que la perturbacion de este último sea apreciada en el mismo lado en donde aquella exista, y que al contrario se realicen los movimientos necesarios para neutralizarla en el opuesto; de aquí resulta la necesidad de un entrecruzamiento de las fibras, la cual consiste en realidad en pasar de un lado á otro en los cuerpos estriados, en las capas ópticas y en los tubérculos cuadrigéminos. En el momento en que se hallen comprimidos estos órganos en un lado cualquiera, se presentará una parálisis en el opuesto; la voluntad, representada por los hemisferios del cerebro, no puede obrar en seguida sobre las partes anteriormente indicadas.

Las lesiones de ciertos puntos del cerebro dan lugar á los movimientos llamados *movimientos de fuerza*. Si un lado del cerebelo, por ejemplo el derecho, está afectado de suerte que la lesion permanezca limitada á los *pedunculi cerebelli ad medullam oblongatam* (1), el animal se inclina mas ó menos

(1) Pedúnculos cerebelosos inferiores.

del lado de la lesion, probablemente porque su centro de gravedad se dirige hacia este punto. Al mismo tiempo ejerce movimientos para conservar el equilibrio sobre todo con el cuello y cabeza del lado opuesto; de donde se sigue que no se halla suprimida la facultad de hacer movimientos, sino al contrario parece aumentado el instinto de producirlos. Un animal ejecuta con frecuencia movimientos de rotacion hacia el lado herido, los cuales tienen lugar porque esforzándose en ir hacia adelante se inclina hacia la parte afecta en donde se halla colocado el centro de gravedad. Cuando el punto inmediato del *pedunculus cerebelli ad pontem* (1) es seccionado en un lado, el animal cae y aumentando el instinto de hacer movimientos rueda siempre del lado afecto. Cuando se divide el cerebelo en el punto donde se hallan situados los *pedunculi cerebelli ad corpora cuadrigemina* (*et ad pedumculum*) (2) se penetra entonces en el dominio del entrecruzamiento de los filetes motores, y se manifiestan los mismos fenómenos que si el cuerpo extriado ó el tálamo de un lado estuviesen profundamente afectados (3). Despues se producen los movimientos de rotacion hacia el lado opuesto del cuerpo.

La ejecucion de un movimiento voluntario se llena, pues, aproximadamente de la manera siguiente:

(1) Pedúnculo cerebeloso medio formado por el puente de Varolio ó pretuberancia anular.
(2) Pedúnculos cerebelosos superiores que van á reunirse con los cerebrales (V. Cruveilhier.
(3) Capa óptica.

1.° El impulso físico de la voluntad que ha de producir un movimiento determinado, obra sobre las células ganglionares de los hemisferios cerebrales de este modo: si debe ejecutarse un movimiento en el lado derecho es excitado el hemisferio izquierdo y vice-versa; no se ha demostrado todavía de una manera exacta que en los hemisferios exista un sitio determinado para cada movimiento, como es probable que suceda; no se puede reemplazar el estímulo de la voluntad por otro distinto, el eléctrico por ejemplo. Es imposible, en efecto, engendrar un movimiento del cuerpo por una excitacion cualquiera de los hemisferios del cerebro; al contrario, toda lesion de un hemisferio tiende abolir la influencia de la voluntad sobre él.

2.° Los filetes motores son, por intermedio del cuerpo estriado y del tálamo, excitados del propio lado por su hemisferio respectivo; esta excitacion se extiende hasta los nervios que deben manifestar el movimiento deseado y que pertenecen á la parte opuesta del cuerpo.

Al mismo tiempo nace en los músculos del mismo lado el *sentimiento del equilibrio alterado*, y por lo mismo los movimientos que lo deben restablecer son producidos en el opuesto.

### § XXIV.—MOVIMIENTOS VOLUNTARIOS QUE NO SON DETERMINADOS POR INFLUENCIAS PSIQUICAS.

Mientras que los movimientos voluntarios lo mismo que los instintos necesitan de las ideas, existen movimientos sobre los cuales influyen las

últimas, pero por medio de los instintos, y otros en los cuales se observa el efecto contrario. Los ejemplos del primer género los tenemos en el bostezo y en la secrecion salival ante la idea de la comida, etc.; y los del segundo, en los movimientos instintivos de los animales recien nacidos que buscan la mama, etc.

Los movimientos que se producen á consecuencia de las afecciones morales, pertenecen tambien en ciertos casos á la primera clase.

### § XXV.—FENÓMENOS DE SUSPENSION.

Para que un movimiento sea suspendido por otro se necesita que el estímulo que los provoca tenga una intensidad desigual en cada uno de ellos, ó que los movimientos ofrezcan una direccion opuesta. La voluntad suspende los movimientos reflejos, sucediendo lo mismo con ciertas partes del cerebro, á saber: las capas ópticas y los tubérculos cuadrigéminos, que son considerados como los órganos esenciales de suspension de dichos movimientos (Setschnow). Es un hecho que despues de las lesiones de los cuerpos estriados y de las capas ópticas, los animales se hacen extraordinariamente excitables; si se extirpan los primeros órganos, la mas débil irritacion de la piel basta entonces para que el animal eche á correr súbitamente hacia adelante. Además, parece aumentado de un modo considerable el instinto de hacer movimientos, tanto en las lesiones del cerebelo como en las de las capas ópticas y de los cuerpos estriados. Cuando se des-

truye la médula espinal se establece al momento un movimiento peristáltico intenso; cuando se dividen todos los nervios cerebro espinales de la glándula sublingual, fluye en abundancia la saliva llamada paralítica; despues de la excitacion del nervio vago permanece inmóvil el corazon y despues de la del esplagnico se hacen mas lentos los movimientos del intestino; se cree que la actividad de estos nervios consiste en detener un movimiento existente, por cuya razon se les ha llamado *nervios de suspension.*

## CAPÍTULO V.

### FUNCIONES DE LOS ÓRGANOS NERVIOSOS EN PARTICULAR.

#### § XXVI.—HEMISFERIOS CEREBRALES.

**Funciones de los hemisferios del cerebro.** —1.° No contienen fibras sensitivas ni motoras; ninguna excitacion dirigida sobre ellos provoca el dolor, las convulsiones ni el tétanos muscular.

2.° Son excitados:

*a* Por las impresiones sexuales que se trasforman en fenómenos psíquicos de percepcion.

*b* Por las ideas que se trasforman en sensacion.

*c* Por la voluntad.

3.° Excitan á su vez los ganglios cerebrales (cuerpos estriados y capas ópticas) y el cerebelo.

4.° Tienen una accion suspensiva sobre la produccion de los movimientos reflejos, que se ma-

nifiestan mas fácilmente que nunca á consecuencia de la interrupcion, teniendo por causa ya un aturdimiento, el sueño ó de las parálisis procedentes del interior del cerebro, á consecuencia de la interrupcion, repetimos, de las conexiones que existen entre el cerebro y la médula espinal.

**Estado de los animales despues de la ablacion del cerebro.**—Los animales á los cuales se han extirpado los hemisferios cerebrales, no ejercen espontáneamente movimiento alguno, permanecen en el mismo sitio donde se les coloca; no comen aún cuando se introduzca el alimento en su boca; parece que se hallan dormidos. Pero desde el momento que van á obrar sobre ellos las influencias exteriores, podrán optar por los movimientos que le son mas propios, ejecutándose tambien como en un animal sano. (Descubrimiento de Flourens).

Reaccionan igualmente contra las impresiones luminosas y vibratorias; ellos se vuelven en efecto de tarde en tarde hacia la luz y tiemblan cuando hiere sus oidos un sonido violento (Longet). Si se arroja al aire un pájaro privado de cerebro, volará muy bien, pero sin embargo, se halla poco atento, choca contra los objetos que encuentra y cae. Sus sensaciones no se trasforman en percepciones y les falta el juicio. Si se comprime el cerebro de un conejo en un solo lado y de arriba abajo, la respiracion se hace al momento mas lenta, y despues se suspenderá por completo momentáneamente (Budge).

§ XXVII.—CUERPOS ESTRIADOS Y TÁLAMOS ÓPTICOS.

**Funciones de los cuerpos estriados y de los tálamos ópticos.**—1.° Solamente son sensibles en su parte central.

2.° Son excitados:

*a* Por los hemisferios cerebrales.

*b* Por la extremidad periférica de los nervios del olfato de la vista y del tacto. Con todo, esta proposicion no se halla completamente demostrada todavía; es considerada solo como probable.

3.° Incitan las fibras motoras.

4.° Poséen una accion suspensiva sobre los movimientos reflejos mas considerable que la de los hemisferios cerebrales.

**Consecuencias de las lesiones de los cuerpos estriados y de los tálamos ópticos.**—La presion ejercida sobre los cuerpos estriados ó los tálamos ópticos de un solo lado, determina en el hombre el siguiente efecto: la voluntad no se halla en el estado de obrar sobre las fibras motoras de las partes de los cuerpos situados en el lado opuesto. Una hemorragia en el cuerpo estriado derecho paraliza la mitad izquierda del cuerpo, y los movimientos reflejos se producen con mayor facilidad en el lado paralizado. En los mamíferos (conejos), la lesion de los cuerpos estriados ó de los tálamos ópticos, determina invariablemente la debilidad en el lado opuesto. Los animales pueden andar siempre, es verdad, pero se inclinan en todos los casos describiendo un círculo hacia el lado sano (mas débil, ó mejor, mas pesado en apariencia): resulta de esto

un *movimiento de rotacion*; la sensibilidad se halla aumentada en este mismo lado. En las ranas es muy visible esta torsion lateral; sumergidas en el agua se inclinan hacia el lado sano.

### § XXVIII.—TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS.

Solo son conocidas aunque imperfectamente las funciones de los tubérculos cuadrigéminos anteriores; no se halla bien demostrado que sean sensibles. Probablemente no lo son mas que en su cara inferior; obran sobre los movimientos del iris. Su ablacion completa suspende la accion refleja entre el nervio óptico y el motor ocular comun del lado opuesto. Una simple lesion aumenta con frecuencia la sensibilidad á la excitacion luminosa.

Ultimamente se ha puesto en duda la influencia de los tubérculos cuadrigéminos sobre el iris.

### § XXIX.—CEREBELO.

**Ablacion del cerebelo en los pájaros y en los mamíferos.**—Si se extirpa el cerebelo á los pájaros, se observa que estos se hacen con frecuencia incapaces de permanecer en la estacion vertical, de volar, de estender las alas y de inclinarse hacia atrás con frecuencia; caen tan pronto de un lado como del otro y marchan hacia atrás. En los mamíferos estos movimientos no son tan marcados á causa de la gran pérdida de sangre y de la postracion que acompañan á la operacion, pero tambien en ellos esta les priva de ejecutar movimientos

combinados y coordinados (Flourens); á consecuencia de las lesiones del cerebelo se producen en los mamíferos, los pájaros y en las ranas, movimientos giratorios hacia el lado herido en los cuales toman parte tambien los ojos. La cara superior del cerebelo se halla desprovista de sensibilidad; esta solo se encuentra en la inmediacion de sus pedúnculos superiores.

Se puede considerar el cerebelo como el órgano central de la equilibracion de los movimientos, y se puede admitir como probable que tenga relaciones reflejas con los gruesos gánglios cerebrales (cuerpos estriados y tálamos ópticos).

### § XXX.—PEDÚNCULOS CEREBRALES Y MÉDULA OBLONGADA.

**Pedúnculos cerebrales.**—Los pedúnculos cerebrales se continúan con los tálamos ópticos y los cuerpos estriados. Solo en su trayecto se puede determinar los fenómenos de sentimiento ó de movimiento por medio de la excitacion. Los pedúnculos cerebrales constituyen una gran vía por medio de la cual llega hasta los nervios motores de la periferia el influjo procedente de las células ganglionares.

Es positivo que la excitacion de los pedúnculos cerebrales determina contracciones en la vegiga y en los vasos sanguíneos (Budge).

**Médula oblongada.**—La médula oblongada es:

1.° El centro nervioso de dos importantes funciones del cuerpo, que tienen relaciones íntimas entre sí: la respiracion y la sensibilidad al dolor.

2.° El foco en donde nacen todos los nervios cranianos, á escepcion del olfactorio y del nervio óptico.

Se distinguen tres partes en la médula oblongada (Deiters): *una lateral* de la cual proceden los nervios, accesorio (1), vago (2), gloso-faríngeo, facial y la pequeña porcion del trigémeno; una *porcion posterior* para la raiz gruesa de este mismo; y en fin, *una anterior* para los nervios hipogloso, abductor, (3), trocleador (4) y motor ocular comun. Los nervios accesorio y facial así como el abductor reciben fibras de la médula cervical, sobre todo el primero.

La excitacion de la médula oblongada determina los mismos fenómenos que se producen á consecuencia de la de los nervios en particular; así entre otros la suspension de los movimientos del corazon (E. H. Weber, Budge), la estrechez de la pupila en los conejos, etc.

3.° En la médula oblongada existen evidentemente las fibras de comunicacion entre la médula espinal y el encéfalo. Bajo el nombre de cuerpos restiformes ó de pedúnculos cerebelosos inferiores, *crura cerebelli ad medullam oblongatam*, se vé un poco por debajo del límite inferior del bulbo bifurcarse los manojos de fibras que principalmente pertenecen á los cordones posteriores, que contienen al parecer las fibras sensitivas destinadas á mantener el equilibrio de los movimientos (V. § 23).

(1) Espinal.
(2) Pneumogástrico.
(3) Motor ocular externo.
(4) Patético.

Además, todas las otras conexiones entre la médula y los gruesos gánglios cerebrales tienen su sitio en el bulbo.

Aunque se halle demostrado que la excitacion de la médula oblongada pueda provocar movimientos en las extremidades y el tronco, sin embargo, no se sigue de aquí que las fibras que han sido excitadas en la médula oblongada, estén en conexion inmediata con las motoras y que ellas representan simplemente las prolongaciones. Una delicada anatomía de la médula espinal demuestra al contrario que las raices motoras se terminan en las células ganglionares de los cordones anteriores (Stilling). Algunos fisiólogos sostienen tambien que las fibras que, en la médula oblongada, determinan los movimientos en el tronco y las extremidades no trasmiten mas que una impulsion motora. Si pues los cordones posteriores de la parte superior de la médula espinal son extirpados en un animal, la excitacion de los cordones anteriores no deberá provocar movimiento alguno en los músculos del tronco, cuyos nervios motores no serian directamente interesados; este hecho ha sido puesto en duda con razon. Pero las impulsiones motoras que proceden de arriba, no solo afectan á los nervios destinados á los músculos del tronco y de las extremidades, si que tambien al nervio gran simpático; no proceden al parecer de la médula oblongada sino de la extremidad posterior de los pedúnculos cerebrales (V. § 32).

## § XXXI.—MÉDULA ESPINAL.

*Las fibras* que caminan en la médula espinal sirven esencialmente para la trasmision de las fuerzas que se engendran, ya en la médula misma, ya en los órganos situados por encima de ella. *La sustancia gris* de la médula recibe las fibras que han de llenar el papel de conductoras. Es probable que la mayor parte de los nervios terminan al nivel de su punto de entrada y de emergencia, uniéndose á las células ganglionares. Estas sirven como de medio para que se puedan desempeñar las diversas funciones de los nervios, enviándoles fibras en muchos sentidos. Pueden reasumirse las funciones de la médula bajo los puntos siguientes:

1.° *Las fibras nerviosas sensitivas* caminan en la médula hasta la sustancia gris de los cordones posteriores. La sensibilidad existe en todo su trayecto: por consiguiente se la encuentra en los cordones blancos posteriores y laterales (véase mas adelante).

2.° Desde la sustancia gris de los cordones anteriores de las fibras nerviosas motoras, se vuelven á su punto de emergencia; dichos cordones se hallan encargados de la trasmision de los movimientos.

3.° Los cordones grises posteriores comunican el sentimiento á las raices del mismo lado, sin que ellos sean capaces de sentir por sí mismos.

4.° Los cordones grises anteriores comunican á las raices del mismo lado la propiedad de conservar su textura propia (separadas de ellos, las fibras

motoras sufren la degeneracion grasienta), y por consiguiente de hallarse en estado de hacer contraer á los músculos.

5.° La sustancia gris posterior recibe las fibras del órgano central del sentimiento, es decir, de la médula oblongada y forma por consiguiente el puente principal é importante entre el órgano que engendra el sentimiento y las mismas fibras sensitivas.

6.° La sustancia gris anterior, recibe las fibras que caminan á través del órgano de la voluntad hasta la médula espinal: su ablacion debe necesariamente determinar la abolicion de los movimientos voluntarios.

7.° La mayor parte de las fibras sensitivas del lado derecho se dirigen hacia el izquierdo, despues de su entrada en la médula y recíprocamente. El lado izquierdo sensible del cuerpo se halla, pues, representado por el derecho de la médula oblongada; si una mitad de la espinal está seccionada no solo no estará abolida la sensibilidad del cuerpo de este lado, sino que aun parecerá mas aumentada. Por otra parte, la sensibilidad se hallará considerablemente disminuida en el lado en que se conserva intacta la médula espinal. Los movimientos reflejos son provocados tambien con mas facilidad en el lado herido que en el otro.

8.° Este fenómeno se manifiesta cuando se seccionan simplemente los cordones posteriores, aun limitándose á la sustancia blanca (Schiff, Brown-Sequard).

9.° La mitad posterior de la médula espinal es

la única que goza de sensibilidad: la anterior no la posée. Puede someterse la última á la accion de todos los agentes excitantes que se quiera, sin determinar fenómenos notables de dolor. Es verdad que se ha demostrado el sentimiento en los cordones anteriores, pero tan solo ha sido en un grado muy débil: tiene su origen en los fascículos de fibras de los cordones posteriores; además, las fibras retrógradas que vienen de las raices de este lado, acompañan á las anteriores y les comunican estos vestigios de sentimiento.

10. Hay una comunicacion entre la sustancia gris posterior y la anterior, la cual se acusa por los movimientos reflejos (véase párrafo 22). Tambien existen relaciones entre todos los elementos de la sustancia gris.

11. Todos los plexos nerviosos destinados al tronco y á las extremidades, tienen su centro en la médula espinal, en la sustancia gris propiamente hablando.

12. Los nervios de las vísceras, no considerando mas que los ramos nerviosos no suministrados por el vago, tienen tambien centros inferiores particulares en la médula espinal: tales son el centro vesico—espinal y el centro cilio—espinal (V. el capítulo siguiente).

13. Algunas observaciones sobre las ranas (Pflüger), parecen demostrar que la facultad de escoger el movimiento conveniente entre dos movimientos posibles en los animales, puede igualmente proceder de la médula espinal.

## § XXXII.—NERVIO GRAN SIMPÁTICO.

El cordon limítrofe ó el tronco del gran simpático ,es el nervio que se halla situado en cada lado del cuerpo sobre la cara anterior de las apófisis trasversas, y presenta tres abultamientos cervicales, doce torácicos, cuatro lumbares, cuatro sacros y uno coxígeo. Por todos estos abultamientos ganglionares, el cordon limítrofe comunica con los nervios raquideos (ramos comunicantes) por una parte, y por otra con los nervios que acompañan á los vasos como las arterias, y que forman los numerosos plexos que se ven tomar una gran extension sobre todo en la cavidad pelviana.

Existen además en el trayecto del cordon limítrofe, pequeños gánglios microscópicos implantados en su superficie y en su espesor, y de los cuales parten nervios especiales llamados nervios ganglionares. Se hallan tambien en los plexos, gruesos gánglios perceptibles á la simple vista y una gran cantidad de otros mas pequeños. Lo que parece, pues, un simple nervio estudiado de esta manera, es un conjunto de fibras que emanan de las células ganglionares y de otros filamentos que caminan con ellas; las últimas, á las cuales llamaremos *simpáticas*, se pueden dividir en dos especies bajo el punto de vista de sus funciones: unas sensibles y por consiguiente centrípetas, y las otras motoras. Las primeras se presentan de muy diversa manera segun las varias regiones del nervio simpático: se las encuentra en gran cantidad en el

nervio esplácnico, que es extraordinariamente impresionable. Se observan tambien en el simpático fibras excito-motoras (V. mas adelante). Las fibras simpáticas no solo se encuentran en el cordon limítrofe, sino tambien en los plexos: lo contrario sucede en las fibras ganglionares. Es posible que las llamadas cerebro-espinales, cuyas conexiones con el gran simpático no han podido ser demostradas, contienen igualmente fibras de este nombre; es muy probable la opinion de Volkman y Bidder, segun la cual todas las fibras delgadas son simpáticas.

En cuanto á las funciones del nervio simpático, es decir, de las fibras simpáticas, están encerradas en las dos proposiciones siguientes:

1.° *El nervio simpático es un nervio* MEDULAR (Descubrimiento de Budge).

2.° *El nervio simpático es un nervio* VASO-MOTOR.

Entre los músculos sobre los cuales obra, se conoce el dilatador de la pupila (Petit y Biffi), algunos orbitarios y los del intestino delgado. Su influencia sobre las glándulas salivales ha sido expuesta en la pág. 171 y siguientes.

**Influencia de la excitacion directa del simpático sobre los músculos de los vasos.**—Se puede reconocer la influencia del nervio simpático sobre los movimientos de los vasos, ya por la excitacion de las fibras motoras que contiene, ya por la de sus fibras centrípetas, es decir, por via directa ó indirecta. Se puede igualmente apreciar por la seccion del nervio; la excitacion nos demuestra una doble influencia: va en efecto seguida de una

contraccion ó de una dilatacion de los vasos, cuyo fenómeno no se ha esplicado todavia. Algunos lo consideran como un fenómeno de suspension: al expresarse de esta manera, no nos dicen gran cosa; otros creen que el nervio simpático contiene fibras motoras de las cuales unas tienen por objeto disminuir el calibre de los vasos, mientras que otras los acortarian ensanchándolos al mismo tiempo; por último, algunos autores lo consideran como un fenómeno de parálisis. Nosotros nos contentaremos con dejar indicado este hecho.

Independientemente del cambio de diámetro de los vasos, ó mejor, aparte de la mayor ó menor deplecion sanguínea de los pequeños vasos, es necesario observar tambien los experimentos sobre la funcion presente, la temperatura de la parte en donde se ha excitado ó seccionado el nervio simpático. El aflujo de sangre aumentará el calor y recíprocamente. En tercer lugar debe notarse la presion de dicho líquido y por último el calor de la sangre venosa.

**Nervio simpático cervical.**—Si se galvaniza este nervio en el cuello, las arterias del oido del mismo lado se contraen, palidecen y se ocultan completamente (Cl. Bernard). La temperatura baja 0'4° centígrados próximamente (Waller), de una vena abierta fluye una sangre poco abundante y negra (Cl. Bernard), la presion sanguínea se eleva en la carótida (de Bezold y Ræver) y disminuye la rapidez de la corriente (Dogiel).

Si se divide el nervio en cuestion, los vasos del oido se dilatan, la temperatura sube con frecuencia

de 2 á 6° próximamente y es mas clara la sangre de la vena yugular, que la de las venas de la glándula sub-maxilar.

**Nervio esplácnico.**— Este nervio ofrece una influencia importantísima sobre la presion sanguínea general, la cual sube cuando es excitado y baja cuando se secciona.

**Nervios erectores.**—La excitacion del nervio hipogástrico determina una turgescencia del bulbo de la uretra y del glande en el perro; del cuerpo cavernoso seccionado sale con fuerza un chorro de sangre. Los dos nervios que producen este efecto emergen del plexo sacro, y cuando se les excita determinan igualmente la ereccion; han recibido el nombre de *nervios erectores* (descubrimiento de Eckhard).

**Movimientos reflejos producidos por el nervio simpático.**—Hasta aquí solo hemos hablado de la excitacion directa de los nervios simpáticos; debemos hablar ahora de los nervios centrípetos cuya excitacion determina por via refleja los movimientos de los músculos de los vasos: á estos nervios pertenecen el auricular, el dorsal del pié y el depresor.

La excitacion del primero provoca al momento una contraccion seguida de una dilatacion de los vasos del oido en los conejos (Snellen y Loven). La excitacion del nervio dorsal del pié obra del propio modo sobre la arteria safena (1) (Loven consi-

(1) Pequeña arteria que acompaña á la vena safena.

dera la dilatacion como un proceso activo y no como la consecuencia de una laxitud). Las consecuencias de la excitacion del *nervio depresor* son escesivamente notables (Descubrimiento de Cyon y Ludwig). Este nervio está situado en el cuello al lado del simpático: es una rama del nervio vago ó del laringeo superior. Si es electrizado, la presion sanguínea baja considerablemente en todo el cuerpo.

**El nervio simpático es un nervio medular.**— La demostracion de que el nervio simpático es un nervio medular, la he suministrado yo de la manera siguiente. Si se excita en un mamífero ó en una rana el segmento de la médula inmediato al punto de emergencia de los nervios del plexo broquial, y si este experimento se practica en un solo lado, se dilata la pupila correspondiente, y se contrae, si dicho segmento se divide. Si se excita en los dos lados, se dilatan ambas pupilas; si préviamente ha sido ligado el nervio simpático cervical de un solo lado, se dilata entonces la del lado opuesto. Si se cortan en una rana las raices posteriores del tercero y cuarto pares, se contrae la pupila pasageramente; si se dividen las raices anteriores de estos nervios se hace persistente la contraccion. Schiff, Goltz, Ludwig y Thiry han demostrado que es necesario buscar en la médula oblongada el orígen principal de todos los nervios vasculares. Segun mis propias observaciones, el primer orígen de la inervacion del simpático es el *pedúnculo cerebral*.

## § XXXIII.—FUNCIONES DE LOS NERVIOS CRANIANOS.

**Nervio olfactorio.**—El *nervio olfactorio* es insensible á los excitantes esteriores, ya sean mecánicos, físicos, químicos etc.; no determina, como sabemos, ni movimientos directos por la excitacion de su estremidad periférica, ni reflejos cuando es excitada su extremidad central (¿habrán tal vez movimientos en los músculos contrictores de la nariz?). Cuando dicho nervio ha sido dividido, herido por alguna compresion ó violencia, ó falta completamente, el olfato parece que tambien se halla abolido. Los olores fuertes pueden determinar la sensacion de dolor, pero no se sabe si este fenómeno proviene del olfatorio ó por la via refleja del trigémino. El primero puede ser excitado por las ideas, es decir, por el cerebro.

**Nervio óptico.**—El *nervio óptico* contiene fibras sensitivas y excito-motoras, pero ninguna puramente motora. Su seccion ó sus compresiones van seguidas de la abolicion de la vista; sus propiedades sensitivas son mayores que las del nervio alfatorio, en el sentido de que todas las irritaciones provocan por vía refleja las contracciones del esfincter de la pupila. Cuando ha sido dividido, se ven aparecer los mismos efectos por la excitacion de la estremidad central; pero al contrario, ninguna excitacion dirigida sobre el nervio óptico determina dolor, aun cuando una luz intensa le impresione directamente. Pero si la membrana retiniana se halla expuesta á una viva luz, se presenta dicho fenó-

meno. Irritantes: la luz, excitaciones mecánicas, eléctricas y las ideas.

**Nervio oculo-motor.**—El *nervio motor ocular comun*, probablemente no tiene en su orígen fibras sensibles sino tan solo motoras; su sensibilidad procede de las fibras anastomóticas que recibe del nervio trigémino. Por su ramo superior preside á los movimientos de los músculos elevadores del párpado superior y recto superior, por su ramo inferior á los del recto inferior y del oblícuo inferior, y por las raices cortas del gánglio ciliar que emanan de la rama del músculo oblícuo inferior, á los del esfincter de la pupila; dicho nervio es constrictor de esta. La seccion del motor ocular comun determina la suspension de los movimientos en los músculos mencionados; el ojo por via de antagonismo (nervio abductor) se dirige hacia afuera, la pupila se dilata (nervio simpático cervical) y el ojo se acomoda entonces para la vista de objetos lejanos.

**Nervio trocleador.**—Solo se conocen las funciones del *nervio trocleador*, en cuanto él anima al músculo oblícuo superior.

**Nervio trigémino.**—Es necesario distinguir *la gruesa y la pequeña porcion* del trigémino. De la primera emanan la primera (1) y segunda (2) rama, y la parte sensible de la tercera (3) presenta un aumento de volúmen que constituye el gánglio de

(1) Ramo oftálmico de Willis.
(2) Ramo maxilar superior.
(3) Ramo maxilar inferior.

Gasserio, y su funcion es esencialmente centrípeta (acerca de la influencia del nervio trigémino sobre el iris V. § 34).

De la pequeña porcion emana el ramo llamado crotaphitico-buccinador, que se divide en nervio pterigoideo interno, nervios temporales, pterigoideo esterno, buccinador y masetero. Estos ramos animan á los músculos del mismo nombre; además, el nervio pterigoideo interno excita al músculo extensor del velo del paladar. En fin, de esta misma porcion nacen algunas fibras que penetran en el músculo interno del martillo y en el tensor del citado velo, despues de haber atravesado el gánglio otico. Esta última porcion es la *parte motora*; aunque la primera sea esencialmente sensible, muchos ramúsculos emanan sin embargo para distribuirse en los músculos, como son el nervio miloyoideo, ramo del maxilar (1), el cual anima al músculo miloyoideo y al vientre anterior del digástrico. La irritacion de la primera rama del trigémino, determina una contraccion de la pupila en los conejos, y á lo que parece tambien en el hombre.

El nervio trigémino es uno de los mas sensibles de nuestra economía.

**Primera rama.**—De esta depende: la sensibilidad de la frente, en parte la de la nariz (por los ramos etmoidales), la del párpado superior y del iris.

---

(1) Dentario inferior.

**Segunda rama.**—De esta nace la sensibilidad de la mitad inferior del ojo, de todos los dientes del maxilar superior, de las encías, del paladar, del velo de este y de la nariz.

**Tercera rama.**—Esta determina la sensibilidad de los dientes del maxilar inferior, de las encías correspondientes, de la piel del menton, de la piel del oido, de la lengua, del oido medio y del interno.

**Movimientos reflejos por el trigémino.**—Por intermedio de este nervio se producen un gran número de movimientos reflejos, por ejemplo entre la cornea y el orbicular de los párpados (facial), entre la mucosa nasal y los movimientos respiratorios, entre la bucal y salival. La irritacion del estremo central del nervio lingual activa la secrecion de la glándula sub-maxilar, y la del nervio auriculo-temporal aumenta la de la parótida. La cuerda del timpano, que procede del facial, parece presidir á la secrecion de la sub-maxilar. Los ramos que este nervio deja en la glándula parótida al atravesarla, dán lugar á su secrecion.

**Anastómosis con el nervio facial.**—Este nervio recibe especialmente del trigémino sus ramos sensitivos, por los grandes y pequeños nervios petrosos superficiales y por casi todas las ramas del trigémino que se distribuyen en la cara.

Despues de la seccion de dicho nervio en la bóveda craniana, la córnea se pone opaca, se ulcéra y poco á poco se destruye el globo entero del ojo; á esto sigue la ulceracion de la cavidad bucal. Los ramos lingual y pterigo-palatinos que se distribu-

yen en el velo del paladar (1) presiden á la sensibilidad gustativa.

**Nervio abductor.**—No se conoce de él mas que su accion motora sobre el músculo recto externo.

**Nervio facial.**—Este al parecer es puramente motor bajo el punto de vista de que sale de la médula oblongada. Sus raices se extienden hasta la inmediacion de la médula espinal al nivel de la cuarta vértebra cervical. Influye sobre los movimientos del velo del paladar, puesto que las fibras motoras, viniendo del facial, penetran por el gran nervio superficial del vidiano (2), y de allí por el gánglio esfeno palatino y de los nervios palatinos.

**Cuerda del tímpano.**—Esta influye sobre la secrecion salival de la glándula submaxilar y probablemente sobre las papilas de la lengua (Gusto). El facial preside á los movimientos del músculo estapedio (3), del estilo yoideo, del vientro posterior del dygastrico, de todos los de la cara á escepcion de los masticadores, y además, del superciliar, frontal occipital y músculos externos del oido.

**Parálisis del nervio facial.**—La seccion ó la parálisis de un solo nervio facial, determina en el hombre la torsion de la mitad opuesta de la cara; en los animales se producen desviaciones laterales

(1) Lingual, ramo sensible del maxilar inferior. Los pterigo-palatinos son las ramas que bajo el nombre de palatinas emanan del gánglio de Meckel con la denominacion de palatinas y de esfeno palatinas.

(2) Se compone segun Cruveilhier, de un ramo del simpático, el cual emana del facial.

(3) Músculo del estribo.

de esta y movimientos de rotacion. La seccion de la médula cervical paraliza el movimiento de los pelos de la barba.

**Nervio auditivo.**—La situacion oculta y profunda de este nervio le hace poco apto para los esperimentos; no posée al parecer ni sensibilidad por las impresiones ni propiedad alguna motora: es tan solo un nervio de sensacion del sentido del oido.

**Nervio gloso-faringeo.**—El nervio gloso-faringeo debe ser sensitivo en un grado muy débil. Posée fibras motoras para los músculos gloso-patatinos, estilo faríngeos y constrictores medios de la faringe: pero con todo la deglucion no se halla obstruida despues de su seccion. Es el nervio mas esencial del gusto; la excitacion provoca tambien una secrecion de la glándula salival.

**Nervio vago.**—El *nervio vago* posée en su orígen fibras sensitivas y motoras. Las primeras provocan fenómenos reflejos manifiestos. Su accion sobre el corazon es completamente particular.

1.° *Propiedades motoras.* Cuando se aisla y excita el nervio vago en un animal, inmediatamente despues de la muerte, en el punto de donde emerge de la médula oblongada, ó en un animal vivo en el cuello y en el estómago, se presentan los movimientos siguientes:

*a* en el velo del paladar,
*b* en la faringe,
*c* en el exofago,
*d* en el estómago,
*e* en los intestinos.

Los animales jóvenes son particularmente abonados para estos esperimentos; no se efectúa siempre el movimiento estomacal, y con mas frecuencia falta el de los intestinos. Pero se observa que las cuerdas vocales se cierran siempre despues de la excitacion del nervio vago en el cuello, y que que se producen movimientos en los músculos de la laringe. El ramo externo del nervio laríngeo superior es el motor del músculo crico-tiroydeo, y el laríngeo inferior, el de todos los otros músculos de la laringe. Como el nervio vago despues de su salida del agujero yugular (1) se anastomosa con el ramo interno del accesorio de Willis, debemos creer que este último dirige los movimientos de la laringe. La excitacion de la raiz del nervio vago no obra sobre los movimientos enunciados.

2.° *Efectos sensitivos.* Entre los ramos del nervio vago, el laríngeo superior es el mas sensible de todos. La sensibilidad del tronco de dicho nervio es ya muy intensa ó ya muy débil, segun los diferentes animales y sugetos.

3.° *Fenómenos reflejos.* Si, seccionado el nervio vago, se excita su extremidad central, se pueden producir fenómenos reflejos en los animales que tienen una aptitud particular para vomitar y toser, como los perros y los gatos.

*El vómito* es un movimiento combinado del diafragma y de los músculos abdominales (V. p. 230), la tos es un movimiento de expiracion (V. p. 88).

La respiracion cesa momentáneamente despues

(1) Agujero rasgado posterior.

de una excitacion fuerte (V. § 35). Las excitaciones del nervio laringeo superior hacen mas lentas las inspiraciones y conduce la respiracion al reposo absoluto (Rosenthal). La irritacion del nervio depresor, ramo del laríngeo superior, disminuye la presion de la sangre en todas las arterias (Cyon y Ludwig).

4.° *Fenómenos de suspension.* La excitacion del nervio vago determina la lentitud en los movimientos del corazon, los cuales se suspenden cuando aquella es demasiado violenta. Cuando es prolongada disminuye la sensibilidad en el punto afecto y el corazon comienza de nuevo á latir; al abolirse en este órgano los movimientos, permanece en diastole. Cuando aparecen nuevamente sus contracciones, lo hacen de ordinario con mas frecuencia (Freres, Weber y Budge).

La parálisis del corazon determinada por la irritacion del nervio vago no depende de este solo, sino tambien del ramo interno del gloso-faríngeo que se anastomosa con él.

5.° Despues de la *seccion* de los dos vagos, se hacen mas raros los movimientos respiratorios, mas laboriosos, y los latidos cardíacos mas frecuentes. La muerte es su constante consecuencia.

**Nervio accesorio de Willis.**—El nervio accesorio de Willis es probable que sea solamente motor; su ramo interno está destinado á los músculos de la laringe y al corazon, y su ramo externo al externo-cleido-mastoideo y al músculo cucular.

**Nervio hipogloso.**—No hay seguridad de que el nervio hipogloso sea sensible en su orígen; lo es

en su trayecto, efecto que probablemente procede de sus anastómosis con otros nervios. Sus propiedades (motoras prescindiendo del ramo descendente), se extienden á todos los músculos de la lengua y á los tyro y genio-yoideos. La seccion de este nervio en ambos lados, impide la masticacion, muriendo los animales porque no pueden nutrirse.

## CAPITULO VI.

### INERVACION DE ALGUNOS ORGANOS EN PARTICULAR.

#### § XXXIV.—INERVACION DEL IRIS.

**Nervio oculo-motor y simpático cervical.**— Los movimientos del iris pueden determinar una contraccion ó una dilatacion de la circunferencia de la pupila; la primera es producida por el músculo anular, *sfincter pupillæ*, y la segunda por el dilatador de la misma; el esfincter es inervado por el nervio ocular comun, es decir, por la raiz corta del *ganglio ciliar*, y el dilatador por el nervio simpático cervical ó por la raiz media del enunciado gánglio. Los dos músculos pueden ponerse en movimiento por el tronco de dichos nervios.

**Tubérculos cuadrigéminos anteriores. Centro cilio-espinal superior y cilio-espinal inferior.** —El centro del motor ocular comun, por lo que se refiere al esfincter, se halla en los tubérculos cuadrigéminos anteriores, lo cual ha sido puesto en duda recientemente; el centro para el nervio simpático cervical se encuentra en la porcion cervical

de la médula espinal, al nivel de la sexta y séptima vertebra de este nombre, y de la primera y segunda dorsales (centro cilio-espinal inferior), y en la médula oblongada (centro cilio-espinal superior) (Budge).

La excitacion del motor ocular comun es producida por via refleja por la del nervio óptico. La pupila se contrae mas ó menos segun la intensidad de la luz.

La excitabilidad del nervio simpático cervical aumenta cuando disminuye la del motor ocular comun; de donde se sigue que en la penumbra, así como en la parálisis del citado nervio, la pupila ofrece un diámetro mayor que de ordinario.

Recíprocamente, se contrae despues de la seccion del nervio simpático.

Este nervio es excitado por via refleja, al parecer, por fibras sensitivas de la mucosa intestinal.

Las irritaciones del nervio trigémino determinan en muchos animales, como en el conejo y probablemente en el hombre, una contraccion persistente de la pupila.

La sensibilidad del iris depende del nervio trigémino (nervio naso-ciliar, raiz larga del gánglio ciliar).

## § XXXV.—MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS.

Consisten estos en los de inspiracion y de expiracion. La excitacion de la primera, procede del sentimiento de la falta de oxígeno en la médula oblongada (V. pág. 104 y siguientes); la excitacion

de la segunda, en tanto que es activa, es determinada probablemente por la influencia del ácido carbónico sobre las extremidades terminales del nervio vago en dicha médula. La destruccion de esta suprime de un modo súbito la respiracion, y la seccion del nervio vago de un modo progresivo.

Cuando el oxígeno existe en exceso, los movimientos respiratorios son suspendidos momentáneamente por su centro; de donde procede la *apnea* en la insuflacion prolongada de aire en los pulmones (Rosenthal), ó á consecuencia de una compresion ejercida en los animales sobre el cerebro (Budge) por una hemorragia en la inmediacion de la médula oblongada (Schiff). El mismo efecto produce la excitacion de la extremidad central del nervio vago seccionado; el silencio, la suspension de la respiracion ocasionada de esta manera debe consistir, segun algunos (Traube y Rosenthal), en una contraccion exagerada del diafragma; segun otros (Aubert), las excitaciones débiles dan por resultado una suspension de la respiracion y la aparicion de la inspiracion.

La última opinion es exacta, con todo, su explicacion no es aun definitiva. Yo considero al nervio vago como un nervio que contiene fibras centrípetas que provocan por via refleja los movimientos activos de la expiracion. Esto se deduce de que á consecuencia de la excitacion de la extremidad central del nervio vago seccionado, se contraen las ventanas de la nariz, así como las cuerdas vocales, y de que en los hombres aparece tambien la tos con mucha frecuencia despues de la seccion de

este nervio, y que en general se desempeñan los movimientos de la expiracion. Nada hay de estraño en que una débil excitacion de dicho nervio aumente la expiracion, cuando todo impulso expiratorio debe desde luego determinar la inspiracion.

## § XXXVI.—INERVACION DEL CORAZON.

El movimiento automático del corazon procede de los gánglios cardíacos, que tienen su asiento en el *septum*. Estos gánglios se paralizan, y se suspenden los latidos cardíacos por algunas sustancias que se ponen directamente en contacto con la cara interna del corazon, como sucede por ejemplo con el opio y la extricnina. La presencia del oxígeno es una condicion necesaria para la conservacion de su actividad vital. La contraccion del corazon es determinada por la insuflacion de aire fresco en los pulmones con ausilio de un fuelle. Se pueden, pues, conservar los latidos del corazon en los animales cuya médula oblongada ha sido cortada y que han sido envenenados con el curare y por consiguiente no respiran. Una respiracion acelerada á la cual se halla ligada una entrada mayor de oxígeno, tiene por consecuencia, como se sabe, producir los latidos cardíacos mas frecuentes. El aumento en las contracciones del corazon se explica por la mayor cantidad de $CO^2$ formada en todo movimiento mas intenso de los músculos y por consiguiente del O que se necesita. Este aumento tiene lugar cuando la circulacion se halla acelerada en los vasos por la contraccion de las fibras muscu-

lares, y por lo tanto mayor cantidad de sangre es conducida al corazon. Con todo esto, no tiene lugar mas que cuando simultáneamente no han aumentado las resistencias; si existe por ejemplo una excitacion del nervio vago, debe faltar el aumento del pulso.

Cuando baja la actividad respiratoria, disminuyen igualmente los latidos cardíacos. Esto se explica, segun Traube, porque aumentando el $CO^2$ son excitados los nervios vagos. Si durante esta disminucion de las contracciones cardíacas, se dividen los nervios, vuelven á aumentar de nuevo estas (Landois).

La sensibilidad del corazon proviene de las ramas cardíacas del nervio vago, cuya irritacion puede provocar el dolor y los movimientos reflejos (calambres).

Para la inervacion de los vasos V. mas arriba § 32.

## § XXXVII.—INERVACION DEL ESTÓMAGO Y DE LOS INTESTINOS.

No se puede juzgar exactamente de la influencia de los nervios sobre estos órganos, sino cuando se parte del hecho siguiente: ellos no presentan mas que débiles movimientos en el estado normal, los cuales aumentan y se hacen impetuosos cuando existe una gran debilidad, en el momento de la muerte, en la oclusion de la aorta abdominal, en los trastornos de la circulacion y de la respiracion, y por consiguiente tambien con mucha frecuencia

en virtud de una excitacion del nervio vago en el cuello. El estómago y los intestinos extirpados ofrecen igualmente estos enérgicos movimientos.

Es, pues, probable que el impulso motor, cuando no parte de los músculos, se halle en los gánglios de estos órganos. Si esto es exacto, es necesario que la influencia de una fuerza debilite dicha actividad ganglionar, lo que á mi juicio es determinado por una acumulacion suficiente de sangre, la cual depende de los nervios vasculares. De donde se sigue que una excitacion de los nervios esplágnicos en el vivo puede detener el movimiento intestinal existente; con todo, hasta el presente debe considerarse esta opinion como una hipótesis que necesita, para justificarse, de muchas y nuevas observaciones.

La excitacion del vago en el cuello provoca movimientos en el estómago y en los intestinos, no solo porque el nervio excitado altera la respiracion sino que tambien porque ambos órganos contienen fibras motoras. Se observa en los movimientos de estos órganos cuando se excita el nervio lateral de la extremidad inferior del exófago.

La sensibilidad del estómago depende principalmente del nervio vago y la del intestino delgado del nervio esplágnico.

### § XXXVIII.—INERVACION DE LA VEGIGA.

La vegiga se mueve ya por via refleja, ya por las ideas y la voluntad. Las fibras centrípetas tienen su sitio principal en los plexos hipogástricos. Los

nervios motores de la vegiga pueden además ser excitados por otros nervios centrípetos.

**Centro vesico-espinal inferior. Centro vesico espinal superior.**—En la parte inferior de la médula lumbar, se halla el centro designado por mí con el nombre de *génito-espinal ó vesico-espinal* inferior.

Cuando esta parte de la médula es irritada, se producen movimientos en los sitios que acabamos de indicar. Cuando se dividen los nervios de un solo lado únicamente se mueven el canal deferente y el ureter del propio lado. La irritabilidad dura mucho mas tiempo que la del centro superior que vamos á describir. Este tiene su extremidad superior en los pedúnculos cerebrales por medio de los cuales se une con la médula lumbar á traves de la espinal. Si, pues, se llega á excitar el mismo pedúnculo ó la médula oblongada, se presenta una contraccion en la vegiga. Si se corta en seguida la médula espinal en la parte superior del pecho, no se obtiene vestigio alguno de movimiento si la parte dividida se halla por encima de la excitacion, pero aparece al momento si se encuentra por debajo (Budge).

## § XXXIX.—INERVACION DE LAS CÉLULAS.

Comprendemos aquí la inervacion de la glándula sub-maxilar (V. S. II. § 3), que corresponde perfectamente á los órganos musculosos. Además de esta influencia nerviosa estudiada con exactitud, existen otros fenómenos que atestiguan que los nervios

influyen sobre las células, pero con todo aun no se sabe la marcha de los nervios que las excitan.

Si se hiere la parte inmediata del cuarto ventrículo, la orina se hace azucarada. A la operacion se llama *puntura* (descubrimiento de Bernard). Tambien se ha visto aparecer la diabetes despues de la seccion del nervio esplágnico (De Græfe).

Las afecciones morales modifican las secreciones de la leche, de la saliva etc.

# SECCION SÉPTIMA

## SENSACIOMES SUMINISTRADAS POR LOS SENTIDOS.

(ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS.)

## CAPÍTULO I.

### SENTIDO DE LA VISTA.

#### § I.—CONDICIONES DE UNA VISTA DISTINTA.

1.° Imágen limpia proyectada sobre la retina.
2.° Sensacion de la modificacion ocasionada por dicha imágen sobre la retina.
3.° Movimientos del globo ocular.
4.° Percepcion y juicio de la cosa vista.

#### § II.—PROYECCION DE LA IMÁGEN.

De cada punto luminoso parten en todos sentidos un gran número de rayos. Los que caen sobre la córnea, forman la base de un cono luminoso cuyo vértice es el punto que hemos anunciado. Pero se necesita para la vista distinta, que cada superficie de un objeto no aparezca sobre la retina mas que

como un punto (punto-imágen) (1). Existen muchos puntos que corresponden á un mismo objeto, de donde resulta un círculo llamado *círculo de difusion*, y por consecuencia se destruye la claridad de la imágen.

La línea imaginaria tirada entre el punto objeto y el punto imágen (entre los puntos de convergencia llamados conjugados) (2) se denomina línea directriz ó rayo director, tambien rayo medio (3).

La imágen es invertida y mas pequeña sobre la retina: exactamente lo mismo que sucede en una cámara oscura. Lo que en el objeto se halla hácia arriba y á la derecha, en la imágen se encuentra hácia bajo y á la izquierda. Nos podemos convencer de esta disposicion, separando la esclerótica y la coroides á un ojo fresco de un animal y colocando un objeto delante de él á una distancia conveniente. Entonces se observará una imágen muy clara; esto se percibe de la manera mas exacta sobre la retina de un animal vivo, con ayuda del oftalmoscopio inventado por Helmholtz.

La inversion de la imágen procede de que los rayos directores que pertenecen al lado derecho del objeto, se cruzan para formar el lado izquierdo de la imágen con los que del lado izquierdo se dirigen hacia el derecho etc, cuyo entrecruzamiento tiene lugar en el interior del ojo. El punto en donde se verifica el entrecruzamiento se llama *punto de*

(1) Punto focal.
(2) Focos conjugados.
(3) Esto es lo que llamamos eje, ya principal, ya secundario.

*cruzamiento ó punto nodal* (1) (Fig. 46 k). Se encuentra 1/3 á 2/3 de *mm* próximamente delante de la cara posterior del cristalino. De este entrecruzamiento de los rayos directores (2) resulta un ángulo que se llama el *ángulo visual*. La magnitud de la imágen sobre la retina depende de la de este, como se observa en la figura 46. Toda magnitud visible es determinada, pues, por el ángulo visual.

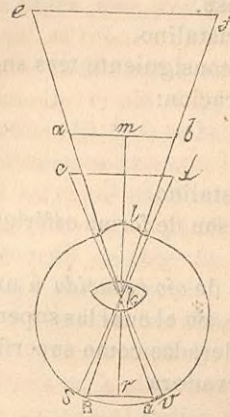



Fig. 46.—K, ángulo óptico *f*, *ea*, *c*, *d*, rayos directores.

Es posible la convergencia de los rayos periféricos con el rayo central ó principal, porque los rayos luminosos pasando de un medio á otro son desviados (refractados) de su direccion rectilínea, y se aproximan á la normal pasando de un medio menos denso á otro mas denso, tal es lo que se observa en el ojo. El ángulo de refraccion es mas pequeño que el de incidencia; la refraccion mas fuerte se halla sobre la córnea. Con todo, los rayos luminosos solo se reunirian detrás de la membrana de la retina (unos 10 milímetros próximamente), si el poder refringente del cristalino no fuese mayor que el de la córnea.

**Medios refringentes.**—Cuando tiene lugar la

(1) Centro óptico.
(2) Ejes ópticos secundarios.

refraccion en la córnea, se producen tambien otras á través del humor acuoso, de la pared anterior (1) de la cápsula cristalina, de las diferentes capas del mismo cristalino, de la pared posterior de la cápsula citada, y en fin, del cuerpo vítreo. Pero aunque existen muchos medios refringentes en el ojo, el poder de algunos de ellos difiere tan poco que es permitido sin error notable reducirlos á tres:

1.° Córnea con humor acuoso.

2.° Cápsula cristalina y cristalino.

3.° Cuerpo vítreo; y por consiguiente tres superficies refringentes de separacion:

1.° Córnea.

2.° Pared anterior.

3.° Pared posterior del cristalino.

Las superficies refringentes son de forma esférica y ofrecen un eje comun.

Se designa con el nombre de *ojo reducido* á un squema simplificado (Listing), en el cual las superficies refringentes son consideradas como superficies esféricas. El rayo de curvadura

De la cara anterior de la córnea es de unos 9 milímetros.
— — del cristalino — 10 —
— posterior — — 6 —

La distancia de la córnea á la cara anterior del cristalino es de unos 4 milímetros; la de esta á la cara posterior es de 4 milímetros; la de esta á la retina es de unos 13 milímetros. Relacion de la refrangibilidad (índice de refraccion):

(1) Cristaloide anterior.

Del aire al agua destilada.=1:1,335
— al humor acuoso..=1:1,336
— al cristalino. . .=1:1,418
— al cuerpo vítreo..=1:1,338

**Foco.**—El punto en donde se reunen los rayos refractados al rayo central, cuando vienen de una distancia infinita y se halla en el eje refringente, se llama *foco*, y el plano perpendicular al eje en el cual se reunen dichos rayos, *plano focal*. La vista solo es distinta cuando el punto focal y por consiguiente el plano del mismo nombre caen sobre la retina. El foco se halla en el ojo reducido á 14,647 milímetros detrás de la cara posterior del cristalino. Si los rayos partieran de este foco, atravesarian el ojo como rayos paralelos y vendrian á converger á 12$^{mm}$,83 delante de la córnea, *al punto focal anterior* (Listing).

Es importante determinar el sitio del punto imágen que corresponde á un punto objeto; en otros términos, la situacion del rayo director. Desde que se conoce el índice de refraccion de cada uno de los medios refringentes del ojo, los rayos de las tres superficies de separacion, la posicion de su centro sobre el eje óptico y la del rayo que atraviesa la córnea, se puede calcular la posicion de ciertos lugares en el ojo (los puntos cardinales), cuyo conocimiento facilita la resolucion del problema que vamos abordar al momento. Estos puntos cardinales son en el ojo reducido:

1.° El punto capital á 2$^{mm}$,34 detrás de la cara anterior de la córnea.

2.° El punto nodal á 0mm,476 delante de la cara posterior del cristalino.

3.° El punto focal sobre la retina.

Este último es el sitio á donde los rayos emanan de un punto objeto convergente con el rayo central; este atraviesa el punto nodal sin sufrir desviacion alguna. El *punto capital* es el punto vertical en el eje de una superficie esférica refringente. En la figura 47, HH representa el plano capital,

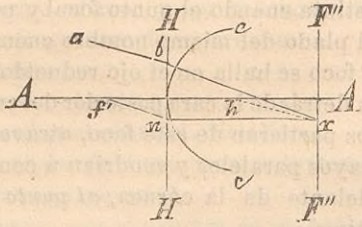



Fig. 47.

es decir, el plano que pasa por el punto capital y que cae perpendicularmente sobre el eje AA. *ab* es el rayo incidente y *f'* el punto focal anterior; si se tira una línea recta *f'n* paralela á *ab*, y despues *nr* paralela al eje hasta el segundo plano focal F''F''', *br* será el rayo refractado. Para encontrar el punto focal (Fig. 48) se tira la línea recta *an* del punto objeto al plano capital HH. Esta línea pasa por el punto focal anterior *f'* y corta en *n* al plano capital; desde *n* se traza *nr* paralela al eje AA y al sitio en donde una recta tirada de *a* por el punto nodal *k* hacia á *r*, corta la línea *nr*, y por consiguiente la imágen buscada se halla en *r*.

Cuando la convergencia de los rayos laterales tiene lugar delante ó detrás de la retina, se produ-

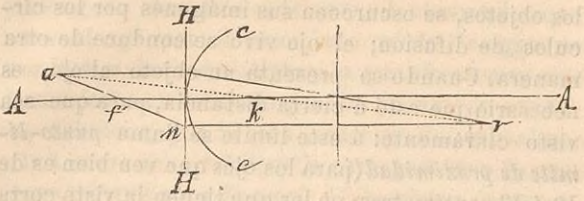



Fig. 48.

ce en ella un cono de rayos, *círculo de difusion*. Estos círculos reconocen tres causas principales:

1.° Los rayos que emergen de los objetos lejanos se reunen mas cerca que los que proceden de objetos próximos.

2.° Los rayos mas cercanos al borde del cristalino convergen antes que los que caen sobre el eje ó en su inmediacion.

3.° En la luz blanca se hallan contenidos los rayos refrangibles entre los cuales unos convergen antes que otros; á los últimos pertenecen los rayos color violeta y á los primeros los rojos (V. § 5).

Los inconvenientes que nacen de los tres obstáculos que acabamos de señalar se obvian por:

1.° La acomodacion.

2.° Los movimientos del iris.

3.° El acromatismo.

## § III.—ACOMODACION.

Sobre la retina de un ojo separado de la órbita, las imágenes de los objetos no aparecen claras y

distintas mas que á una distancia bien determinada. Cuando se aproximan ó se alejan demasiado los objetos, se oscurecen sus imágenes por los círculos de difusion; el ojo vivo se conduce de otra manera. Cuando se presenta un objeto al ojo, es necesario que esté á cierta distancia, para que sea visto claramente: á este límite se llama *punto-límite de proximidad* (para los ojos que ven bien es de 10 á 13 centímetros; en los que tienen la vista corta de unos 8 centímetros). Cuanto mas se aleja el objeto, mas pequeña se hace la imágen, que por fin llega á ser imperceptible: á este punto se llama *punto-límite de alejamiento*. El intérvalo entre el punto-límite de proximidad y el de alejamiento, se denomina la extension de la vista distinta. En las personas de corta vista (míopes) el punto focal se halla delante de la retina y en las de vista cansada (presbitas é hipermétropes) detrás; en unos y en otros es notablemente menor la extension de la vista. En la vista distinta, pueden percibirse los objetos con claridad ya esten próximos ó lejanos, con ausilio de ciertos movimientos internos de los ojos bajo el influjo de la voluntad.

**Aumento de la convexidad de la cara anterior del cristalino.**—Puede aumentar la convexidad anterior del cristalino, y los rayos que vienen de la periferia, siendo por lo mismo mas divergentes, suelen ofrecer mayor desviacion y reunirse mas pronto, de suerte que no se forma círculo de difusion sobre la retina (Cramer, Helmholtz).

Por medio de los siguientes experimentos se reconoce que se halla abombado el cristalino en la

vision de cerca. Colocada una luz en una cámara oscura, al lado y delante del eje óptico prolongado de atrás adelante, el observador que mira al ojo por el otro lado vé la imágen de *tres llamas*: la mas distinta y la que ofrece mayores dimensiones es reflejada por la córnea; la segunda, nebulosa, por la cara anterior del cristalino; y la tercera invertida por la cara posterior de este órgano (Purkinje y Sanson). En la vision de cerca, la segunda imágen que es recta se aproxima á la córnea, lo que permite deducir un aumento en la convexidad del cristalino, cuyo fenómeno se realiza por la contraccion del músculo tensor de la coroides (ligamento ciliar) (1) que se halla compuesto de fibras circulares y radiadas. En dicha vision la pupila se contrae al propio tiempo que convergen los ejes ópticos.

A este movimiento se llama la *adaptacion* ó *acomodacion* por la proximidad; se halla ligada á una sensacion distinta del esfuerzo, y le sucede con frecuencia una sensacion luminosa subgetiva: el *fosfeno de acomodacion*. El ojo está esencialmente formado de tal suerte que los rayos que proceden de una distancia infinita se reunen sobre la retina. Tiene necesidad sin embargo de esforzarse para ver en lontananza, y de una acomodacion para esta clase de vista ó de una *acomodacion negativa*, cuyas condiciones no son conocidas todavía.

(1) Se llama músculo ciliar ó músculo de Brücke. Se emplea este término, por una especie de anticipacion, por que la naturaleza de dicho órgano no está perfectamente definida por todos los fisiólogos.

El *esperimento de Scheiner* es un egemplo de acomodacion. Si en una hoja de carton se practican dos aberturas, cuya distancia entre sí sea menor que el gran diámetro de la pupila, y si á través de ellas se miran dos agujas colocadas una detrás de otra, parece simple aquella en la cual se fija el ojo y para la que está acomodado; la otra parece doble porque forma dos círculos de difusion.

Como ejemplos de las consecuencias de una acomodacion imperfecta, hay algunos fenómenos que merecen ser mencionados.

1.° *Aberraciones monocromáticas*. Se entienden por estas palabras los círculos de difusion que no se encuentran simétricamente al rededor del mismo eje. Si se mira el cielo límpido por una estrecha abertura practicada en un papel ennegrecido, se percibe un círculo claro rodeado de dentellones ó de círculos.

2.° *Astigmatismo*. Si se colocan delante de los ojos dos líneas que se crucen en ángulo recto, se nota que para ver distintamente la línea horizontal, es necesario conducir la hoja mucho mas cerca del ojo que para la línea vertical. Esto proviene de una asimetría del ojo (Fick, Donders).

3.° *Fenómenos entópticos*. Se llama así á las percepciones que reconocen por causa las sombras de los pequeños cuerpos opacos que se encuentran en los medios refringentes del ojo, y que son proyectadas sobre la retina; se producen cuando algunas partes de esta estan recubiertas por la sombra de un modo ó de otro. Dichas percepciones producen la misma impresion que si procediesen

de objetos exteriores. Todos los ojos poséen en el cuerpo vítreo estos corpúsculos opacos, los cuales se mueven de un punto á otro con el mismo globo ocular; no son observados en tanto que el ojo permanece sano, y la atencion no se dirija hacia este punto, pero en caso contrario dan lugar á los fenómenos molestos llamados *moscas volantes*.

Fácilmente se ven fenómenos entópticos, cuando bajo una brillante iluminacion se mira con un microscópio sin que exista en él objeto alguno, ó mejor cuando se examina con los ojos muy aproximados por la abertura estrecha de un carton negro la imágen de una llama proyectada sobre una lente convergente. Entonces se nota el borde pupilar del iris, el curso de los líquidos que se encuentran en la córnea, los sectores del cristalino etc. La percepcion de los vasos de la membrana retiniana pertenece tambien á los fenómenos entópticos. Se observa esta red vascular, si despues de haber alumbrado la esclerótica de un modo intenso, se vuelve enseguida el ojo hácia un campo visual oscuro (Purkinje).

4.° *Irradiacion* (V. mas adelante § 13).

### § IV.—MOVIMIENTOS DEL IRIS.

**Papel del iris.**—El iris tiene por objeto desviar los rayos periféricos, y cuando la luz es suficientemente intensa, no dejar pasar por la pupila contraida mas que los rayos axilares, é impedir todo lo posible los círculos de difusion. Cuando la luz disminuye, se dilata la pupila para permitir el paso

de un gran número de rayos. Para los nervios del iris (V. Sec. VI § 34).

**Aberracion de esfericidad.**—Siendo mas fuertemente refractados sobre una lente de superficie esférica los rayos periféricos que los axilares, convergen aquellos mas pronto y forman sobre la retina los círculos de difusion: *aberracion de esfericidad.* Para obtener una imágen clara, el iris representa pues un diafragma ó mejor, á causa de su movilidad, muchos diafragmas. La pupila, aparte de una afeccion nerviosa directa, puede ser dilatada por la *atropina* y contraida por el *haba de calabar*, la nicotina etc. Las dos especies de agentes obran probablemente sobre los dos músculos diferentes del iris ó sobre las raicillas terminaciones de sus nervios.

### § V.—ACROMATISMO.

La luz blanca es descompuesta por la refraccion en los mismos rayos colorados que la componen. Supongamos la retina en *cd* (fig. 49): los rayos *v* violetas, que son los mas refrangibles, forman pequeños círculos de difusion, los medianos se hallan constituidos por los rayos amarillos *j* y los mayores por los rojos *r*. Si el ojo se halla acomodado de manera que el punto imágen caiga en *v*, los otros rayos *j* y *r* próximos al punto de convergencia se reunirán, y por consiguiente se determinará la impresion de la luz blanca. Los rayos que no han llegado todavia al punto de convergencia, se ocultan al mismo tiempo sobre los bordes, y predomina la impresion del blanco.

Cuando el ojo está bien acomodado, se ve la luz blanca sin franjas coloradas; estas solo aparecen

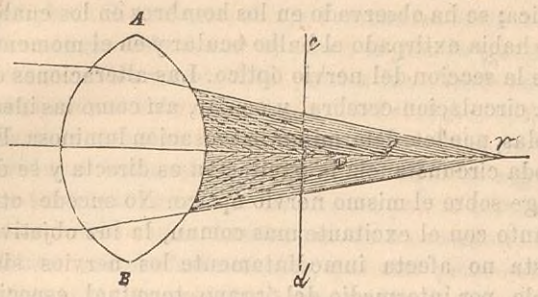



Fig. 49.

con una acomodacion insuficiente. Se las distingue fácilmente cerrando á medias las pupilas. La causa del acromatismo del ojo no es aun del todo conocida.

### § VI.—SENSIBILIDAD DE LA RETINA.

**Fijacion de los objetos. Foseta central.**—El poder sensitivo de la retina reside en las células ganglionares centrales del nervio óptico, las cuales probablemente se encuentran en las capas ópticas y en los cuerpos geniculados. Sabido es que la mayor parte de las fibras del nervio óptico se entrecruzan de tal modo que la capa óptica derecha representa la retina izquierda y vice-versa; llamamos sensacion de la luz al efecto de la fuerza engendrada en las células ganglionares que nos ocupan. Aquella constituye la energía propia del nervio óptico y puede ser provocada por causas variadas.

Se produce cuando se halla comprimido el globo ocular y cuando le atraviesa una corriente eléctrica; se ha observado en los hombres en los cuales se habia extirpado el bulbo ocular y en el momento de la seccion del nervio óptico. Las alteraciones de la circulacion cerebral y ocular, así como las ideas solas, pueden determinar la sensacion luminosa. En toda circunstancia la excitacion es directa y se dirige sobre el mismo nervio óptico. No sucede otro tanto con el excitante mas comun, la luz objetiva; esta no afecta inmediatamente los nervios sino solo por intermedio del órgano terminal especial que existe en la retina, y que se halla formado principalmente por los bastoncitos y los conos. Los últimos constituyen casi por completo la mancha amarilla, en donde faltan las fibras nerviosas y en cuyo punto es mas distinta la vision. Cuanto mas se aleja la imágen, mas confusa se percibe; por cuya razon se distingue una vista directa y otra indirecta. Para ello es necesario que fijemos el objeto á través del ojo, es decir, que movamos el bulbo de suerte que las líneas directrices encuentren la foseta central.

**Mancha ciega. Esperiencia de Mariotte.**—En el sitio por donde el nervio óptico penetra en la retina, y cuyo centro se halla alejado de tres y medio á cuatro milímetros próximamente del de la mancha amarilla, existe una ceguera completa. Cuando á una distancia determinada se mira con el ojo derecho, estando cerrado el izquierdo, tres puntos distintos situados uno al lado de otro, de suerte que el punto medio sea el único fijo, se vé al

mismo tiempo el punto situado á la izquierda mientras que el de la derecha se ha borrado por completo. Si se cierra el ojo derecho no se vé con las mismas relaciones el punto izquierdo (proposicion de Mariotte). Los puntos invisibles caen precisamente sobre el coliculus (1) del nervio óptico (llamado mancha ciega), que no contiene fibras nerviosas, bastoncitos ni conos. De aquí se sigue que las fibras nerviosas no ofrecen por sí mismas sensacion de ondas luminosas. Se ha demostrado además con el oftalmoscopio, que una persona no experimenta sensacion alguna por la luz de una llama cuya imágen cae sobre el ojo cuando aquella encuentra el coliculus, al paso que cualquiera otro punto de la retina le dá esta sensacion (Donders).

**Mancha amarilla.**—En la mancha amarilla, el punto en donde la vista es mas distinta, las fibras nerviosas faltan por completo, no encontrándose mas que conos, células ganglionares y capas granulosas.

**Sensacion de los colores.**—La retina recibe de las ondas luminosas dos especies de impresiones, á saber: primero la de su intensidad (amplitud); y segundo la de su diferencia de estension que indican los componentes de la luz solar blanca. Si por una abertura estrecha, se hace penetrar la luz blanca en un espacio oscuro, y se mira á través de un prisma la abertura indicada, se distinguen entonces dos cosas, á saber: una imágen colorada, el *espectro solar*, que contiene los colores del arco

(1) Papila.

iris *rojo*, *naranjado*, *amarillo*, *verde*, *azul*, *indigo y violeta*; y los colores que se destacan del borde refringente. Los rayos violados son los mas refrangibles y los rojos son los que menos se refractan. Las oscilaciones de los últimos son, en un espacio de tiempo dado, mas numerosas que las de los primeros (481 billones contra 764 por segundo). Se puede, pues, decir que la retina posée la sensacion del rojo, cuando se halla impresionada por las vibraciones que se suceden con lentitud; las sensaciones del naranjado etc., hasta el violeta, se desarrollan á medida que se hace mas corta la duracion de las vibraciones y la longitud de las ondas. En los dos puntos estremos del espectro en donde no se conoce color alguno, hay sin embargo rayos que no afectan la retina. En los límites de los rayos encarnados se hallan los *rayos calóricos* que obran sobre el termómetro; en el límite de los violados se encuentran los *rayos químicos* que atacan las sales de plata, sulfato de quinina, la tintura de Guayaco etc. Los últimos con una intensidad de luz ordinaria no excitan la retina ni el termómetro. Con una luz muy intensa, ayudada de sustancias que disminuyan la refrangibilidad, el sulfato de quinina por ejemplo, y si las otras partes del espectro están borradas, los rayos refrangibles que se hallan mas allá del violado, los *ultra-violados*, se hacen al contrario visibles, siéndolo tambien con una coloracion azul cenicienta (Helmholtz).

Con ayuda de diversos procederes que no podemos describir aquí detalladamente, se pueden reunir los diferentes colores del espectro, y por

este medio hacer obrar al mismo tiempo sobre idénticos puntos de la retina á los diferentes colores simples. El mismo resultado se obtiene haciendo rodar rápidamente un trompo, sobre el cual se hayan pintado discos de diversos colores. De este modo no se obtendrá la sensacion de cada color en particular, sino la de los colores complejos: para el púrpura por ejemplo, se cubren los dos colores que se hallan en las extremidades del espectro, rojo y violado. El blanco resulta de la mezcla de los diferentes pares de colores espectrales, como el amarillo y azul indigo, el naranjado y el azul ciánico. Se llaman *complementarios* á los colores que juntamente producen el blanco. El mejor medio para obtener este color aunque con un círculo rojo al rededor, sobre el trompo colorado, es combinando el verde, el violado y el rojo, en relaciones determinadas. Si se quieren embadurnar tres segmentos de igual extension de un disco con los colores designados, hé aquí las proporciones convenientes: 0g,1 fuchina, 40cc agua y 10 gotas de ácido acético; 25 gotas de estas se mezclan con 10 de agua; 0g,1 de rojo de alinina y 15 de alcohol; se mezclan 5 gotas con otras 5 de alcohol y 2cc de agua; 2 gramos de verde de Schweinfürt, 10cc agua y 43 gotas de una disolucion gomosa.

Si se colocan al mismo tiempo ante los ojos dos líquidos colorados, vertiendo por egemplo una solucion de cobre amoniacal en una vasija y una disolucion de ácido pícrico en otra, y se tienen oblícuamente situados los vasos el uno delante del otro se observa el color compuesto: el verde. Cuan-

do se examina el líquido azul al través de un prisma, se vé aparecer un espectro al cual falta el rojo, el naranjado y el amarillo: no queda mas que el verde, el azul y un poco del violado, que no han sido absorbidos pero que han sido reflejados y se han hecho visibles por esta razon. Si se observa el líquido amarillo al través de un prisma, no se encontrarán el rojo, el azul y el violeta; en el espectro solo se percibe el naranjado, el amarillo y el verde. Los dos líquidos colorados absorben pues todos los colores espectrales á escepcion del verde que es reflejado y por consiguiente es el único que se percibe; en virtud de esto mismo, el violeta procede del rojo y del azul, el naranjado del rojo y del amarillo. Estas reglas sufren numerosas modificaciones segun los colores.

Para esplicar un gran número de fenómenos que llaman la atencion en la cuestion presente, por ejemplo, los colores complementarios, se ha emitido (Th. Young, Helmholtz) la hipótesis de que eran de diferente naturaleza los elementos de la retina relativamente á su sensibilidad á las oscilaciones del éter luminoso, y que entre ellas habia unas que eran afectadas por oscilaciones ondulares muy intensas y otras por oscilaciones muy pequeñas; de la misma manera que existen diferentes colores objetivos hay colores retinianos correspondientes, ya conos, ya fibras. Los elementos especiales serian pues afectados por un solo color y no por otros distintos. Las fibras nerviosas de diferente especie corresponderian en la retina á los tres colores fundamentales que son el rojo, el azul y el amarillo; ó

como se pretende segun recientes experimentos el rojo, el verde y el violado. Cuando las fibras correspondientes se hallan fatigadas por una excitacion constante producida por un color cualquiera, se manifiestan aisladamente las excitaciones de las fibras todavía no afectadas. Hay personas que no distinguen el color rojo y en su lugar ven el negro; en estos individuos se supone que existe una conformacion imperfecta de los elementos de la retina, los cuales se hallan afectados por las vibraciones etéreas mas lentas. El rojo no es mas fácilmente apreciado en las partes periféricas de la retina aun cuando se miren objetos muy pequeños (Aubert).

Para la apreciacion de la intensidad de las sensaciones de la retina, véase mas adelante.

### § VII.—CAUSAS DE EXCITACION DE LA RETINA.

Las hondas luminosas constituyen el principal agente de excitacion. Para cuyo efecto se necesita:

*a* Cierto grado de iluminacion.

*b* La atencion.

*c* Una imágen distinta sin círculos de difusion.

*d* Cierta dimension del objeto y por consiguiente de la magnitud del ángulo visual.

Se pueden ver aun sin embargo de una manera distinta objetos de dimensiones extraordinariamente pequeñas, por ejemplo, líneas de $0^{mm},003$ de anchas (Vollkmann), si la imágen cae sobre la foseta central.

Dos líneas paralelas cuyas imágenes se hallan

distantes 0''',00119 á 0''',00148, son percibidas sin embargo y producen sobre la retina impresiones aisladas (F. H. Weber, Vollkmann).

e Cierto espacio de tiempo extremadamente pequeño, puesto que es posible recibir la impresion visual de una chispa eléctrica.

Además de la luz pueden afectar la retina y provocar sensaciones de este género las influencias mecánicas, como la presion, el choque y la electricidad.

Por lo que se refiere al estímulo eléctrico por una corriente constante, se ha observado que si los electrodos se aplican sobre la frente y la nuca, hácia delante el electrodo positivo y hácia atrás el negativo, es iluminado todo el campo visual á escepcion del sitio correspondiente al colículo óptico. Cambiando la direccion de la corriente, este punto se hace claro y el resto del campo visual oscuro. Estos fenómenos pueden ser referidos á los efectos de la corriente positiva y negativa en el electrotono (Helmholtz). V. S. VII, § 12.

Una presion ejercida sobre una parte del ojo, por ejemplo el borde externo, provoca una sensacion luminosa en el lado opuesto del campo visual, y en el ejemplo anterior en el lado interno. Lo cual proviene de que las impresiones ordinarias que recibe la retina son imágenes de los objetos exteriores invertidos, y que el alma se los representa en la posicion derecha. Por esta razon las impresiones estraordinarias, como las *figuras-presion*, son tambien invertidas por las ideas.

§ VIII.—EFECTOS CONSECUTIVOS Á LA EXCITACION.

**Imágenes consecutivas positivas.**— Cuando es excitada la retina y ha cesado la excitacion, la impresion persiste aun cierto tiempo despues que los ojos se han cerrado ó que se hayan separado del objeto visual; se llama este fenómeno *imágenes consecutivas positivas*. Cuando se mira un cuadrado de vidrio y se cierran enseguida los ojos, continúa percibiéndose algun tiempo despues; de la misma manera aparece como un círculo luminoso un punto al que se le dá un movimiento de rotacion.

**Imágenes consecutivas negativas.**—Cuando cesan las imágenes consecutivas positivas aparecen las negativas: los objetos claros se presentan oscuros, y los colorados, con colores complementarios, los rojos parecen verdes etc. Si despues de haber mirado una superficie roja se vuelve la vista á una blanca, la retina verá todos los rayos colorados contenidos en los blancos, á excepcion de los rojos por los cuales se ha embotado su sensibilidad, pero todos los otros provocarán el verde ó el azul verduzco; de la misma manera se desarrolla la sensacion del negro, como imágen consecutiva negativa del blanco. Con todo, antes que se manifieste esta impresion se presentan otros colores por separado, por lo comun en el órden siguiente: blanco, azul, violeta, rojo y negro.

**Contraste de los colores.**—Cuando se ha mirado largo tiempo un objeto colorado, sus bordes y las partes próximas parecen presentar colores com-

plementarios; á este fenómeno se llama contraste de los colores.

### § IX.—MOVIMIENTO DEL BULBO OCULAR.

Aunque el bulbo esté móvil y por consiguiente susceptible de deslizamiento, este no tiene lugar en la vida normal. El movimiento esencial del bulbo consiste en una rotacion alrededor del punto fijo denominado *punto* de *rotacion*, situado un poco por detrás del medio del eje óptico, unos $13^{mm},5$ detrás del vértice de la córnea y $10^{mm}$ por delante de la cara posterior de la esclerótica (Donders). El eje ocular, es decir, la línea tirada desde el medio de la cara anterior á la posterior de la esclerótica, tiene una longitud de 23 á $25^{mm}$, cuyo eje no coincide con la línea visual tirada desde el medio de la foseta central, porque esta última se halla situada hácia bajo y afuera de la primera (Helmholtz).

El círculo mayor que corta un plano vertical que pasa por el punto de rotacion, la parte media de la córnea y el centro de la retina, ha recibido el nombre de meridiano vertical, y su eje el de eje de la altura. El meridiano horizontal pasa por el punto de rotacion y por la línea que divide el bulbo en una mitad anterior y otra posterior, su eje es el eje trasversal que atraviesa el ojo dirigiéndose de izquierda á derecha.

El ecuador corta al globo ocular formando un círculo mayor perpendicular á los meridianos: su eje es el eje óptico.

Si se imagina un corte dirigido por los tres planos, hé aquí lo que se obtendria: el ojo es dividido por el corte sagital que pasa por el meridiano vertical en una mitad izquierda y otra derecha; por el corte frontal que pasa por el meridiano horizontal en una mitad anterior y otra posterior, y por un corte trasversal que pasa por el ecuador en una mitad superior y otra inferior. Nosotros representaremos ahora la cabeza y los ojos en una posicion perfectamente determinada, que se considera como el estado de reposo y que por esta razon se le designa con el nombre de *situacion primitiva.*

En este estado las líneas visuales de los dos ojos, que bajo este punto de vista se las llama tambien *líneas de mirada,* son dirigidas de atrás adelante hácia el horizonte hallándose la cabeza en actitud vertical. El plano visual es el conducido por las dos líneas visuales. Saliendo de esta situacion primitiva que acabamos de describir, el ojo puede volverse en todas direcciones, pero la experiencia ha enseñado que todas estas rotaciones solo se operan alrededor de los ejes que se hallan en el plano del ecuador (ley de Listing). Cuando el ojo abandonando su posicion primitiva se dirige alrededor de su eje vertical, se vuelve ya hácia adentro ya hácia afuera; si se dirige alrededor de un eje trasversal se vuelve hácia arriba ó hácia abajo, es decir, que sube ó baja.

Las rotaciones del ojo alrededor de la línea visual, se llaman rotaciones en rueda del ojo, porque el iris se mueve como una rueda.

Si se imagina una línea recta tirada desde el

punto de orígen de un músculo hasta el de su insercion, y se conduce un plano por esta línea y el punto de rotacion, se le llamará plano del músculo. Una línea que en este plano caiga perpendicularmente sobre el punto de rotacion, toma el nombre de eje de rotacion del músculo. Se puede con bastante certeza admitir para los músculos del ojo tres planos musculares y tres planos de rotacion. El recto interno y recto externo mueven el ojo al rededor del eje vertical: el primero tira la córnea hácia adentro y el último hácia afuera. El recto superior, moviéndose al rededor del eje horizontal de rotacion, tira la córnea hácia adentro y arriba y el recto inferior hácia adentro y abajo. Los planos musculares de los músculos oblícuos se hallan situados alrededor del eje de profundidad. El músculo oblícuo superior vuelve la cara posterior y superior de la esclerótica hácia adentro y adelante y por consecuencia la córnea y la pupila hácia abajo y afuera. El oblícuo inferior las dirige hácia arriba y afuera. Con todo, los planos musculares no coinciden en modo alguno con los ejes ópticos, á lo mas el músculo interno y el externo se corresponden con el eje vertical. Así, pues, los músculos superior é inferior no mueven solamente el bulbo hácia arriba y abajo, sino que á ello concurren muchos músculos.

Hé aquí los ángulos que forma el eje de rotacion:

| *del músculo:* | *con el eje visual—* | *con el eje vertical—* | *con el eje trasversal.* |
|---|---|---|---|
| Recto superior. . | 111°21' | 108°22' | 151°10' |
| Recto inferior. . | 65°37' | 114°28' | 37°49' |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Recto externo. . | 96°15' | 9°15' | 95°27' |
| Recto interno. . | 85°1' | 175°15' | 94°28' |
| Oblicuo superior. | 150°16' | 90°0' | 60°16' |
| Oblicuo inferior. . | 29°14' | 90°0' | 119°44' |

Durante el sueño, los ojos se hallan dirigidos hácia dentro y arriba ó hácia dentro y abajo.

**Círculo visual.**—Se llama *círculo visual* al espacio en el cual pueden ser vistos los objetos. El mas sencillo y pequeño es aquel en el cual pueden distinguirse los objetos con el ojo inmóvil, y el mas extenso el que es descrito por los movimientos de los ojos, lo mismo en el sentido vertical que en el horizontal.

## § X.—INVERSION DE LOS OBJETOS.

**Proyeccion de los objetos al punto en donde se cortan las líneas directrices.**—Nosotros referimos los objetos cuyas imágenes se pintan sobre la retina al espacio y á una distancia determinada. Es un fenómeno comun á las sensaciones que la impresion recibida ó mas bien el cámbio experimentado por ella (la imágen de la impresion) sea rechazada y referida á otro sitio (V. S. 6 § 16). En lo que respecta á las impresiones visuales, un gran número de experimentos practicados desde la mas tierna edad nos inducen á admitir la existencia de un espacio fuera de nosotros y de un objeto en este espacio. El sentido del tacto ayuda en especial á dichas observaciones; en la vision con los dos ojos referimos los objetos al sitio en donde se cortan

las líneas directrices que se suponen trazadas desde un punto del objeto á los dos ojos.

**Distancia.**—En la apreciacion de las distancias llamamos en nuestro ausilio la magnitud conocida de las cosas, y los objetos interpuestos entre el ojo y lo que se ha de ver. Cuando disminuye el ángulo óptico con el alejamiento, nos parecen mas pequeños los objetos lejanos.

**Enderezamiento de las imágenes invertidas de la retina.**—Aunque las imágenes se pintan en la retina invertidas con relacion á los objetos, las colocamos sin embargo inmediatamente en una posicion directa, en virtud de la experiencia adquirida por el sentido del tacto ó por la sensacion muscular (V. S. 6 § 16).

## § XI.—VISION SIMPLE CON LOS DOS OJOS.

**Vision simple en el centro de la retina.**—Todas las imágenes que, procedentes de un mismo objeto, se reflejan al propio tiempo sobre el centro de la retina y por consiguiente se perciben de la manera mas distinta, aparecen simples; aquellas que caen sobre otras partes de la retina se presentan dobles en ciertas condiciones.

Cuando se mira con ambos ojos dos objetos perfectamente semejantes, dos obleas por ejemplo, de dimension y color parecidos, si se las observa á la vez de suerte que cada ojo no fije mas que un solo objeto, lo cual se consigue perfectamente con ayuda del estereóscopo, las imágenes de las dos

obleas se funden en una sola que se cree ver en el centro del campo visual.

**Horobtero.**—En la vision indirecta no aparecen dobles todos los puntos, porque los que caen sobre partes idénticas ú armónicas de la retina se perciben simples. Si se representa cada retina como una esfera, en la cual de la misma manera que sobre un globo se marcan círculos meridianos y paralelos, los puntos idénticos son los que se encuentran en los mismos grados; los puntos objetos cuyas imágenes encontrarán á los puntos idénticos se percibirán simples y los otros dobles.

Se llaman *líneas horobtéricas* á las que, en una posicion determinada del ojo, unen en el espacio los puntos que se perciben simples con los dos ojos, y por consiguiente los que caen sobre los puntos idénticos de la retina.

Se admite un horobtero trasversal y otro vertical. El primero es una línea circular sobre la cual caen todos los puntos que se ven simples con el punto fijo cuando se les observa en el *plano visual*, (es decir, el plano paralelo al horizontal conducido por el eje óptico). El segundo es el perpendicular al plano visual.

En la figura 50, *e* y *f* aparecen dobles cuando se fija el punto *d* permaneciendo la figura horizontal ante los ojos, y los cuales caen sobre puntos que no son idénticos.

Para obtener con mas facilidad las imágenes dobles es necesario tomar un papel rígido, sobre el cual, como en la figura 50 no se marquen mas que tres puntos *f*, *d*, y *e*, sin líneas, un poco alejados

siempre unos de otros; es necesario en seguida mantenerlo horizontalmente á la altura de la *apertura pyriformis* (1) y fijar *f*: entonces se ven *d* y *e* dobles.

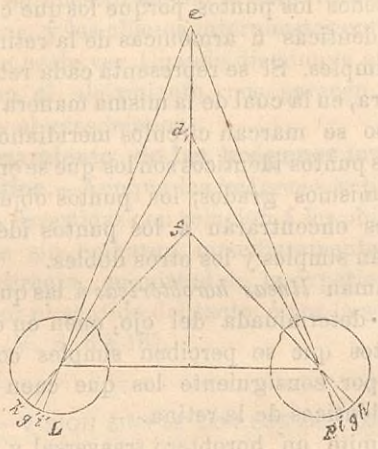



Fig. 50.

Las imágenes dobles *d* y *e* están mas alejadas unas de otras que las de *d*; y cuando en vez de tres puntos se hacen cuatro ó cinco, los puntos dobles mas alejados del ojo forman las imágenes dobles que son las menos distantes entre sí, y las mas lejanas las que les separan mayores intérvalos. Si se cierra entonces súbitamente el ojo derecho, parece desaparecer el punto del mismo lado; si se cierra el izquierdo no se observa el punto correspondiente.

La vision simple con los dos ojos es probablemente un acto psíquico, en el cual deduce el alma la

(1) Orificio anterior de la nariz.

existencia de un objeto de la impresion igual que recibe al mismo tiempo en ambos ojos.

La vision de las imágenes dobles se presenta raras veces, especialmente porque los objetos fijados no aparecen dobles y la fijacion acompaña siempre á la vision. Pero cuando al lado del objeto fijado aparecen las imágenes dobles, el sensorio las reune. Así tambien, en el hábito de la vida, la fijacion de un punto determinado solo es de corta duracion, menos de lo que necesitan las personas inespertas para percibir las imágenes dobles de los objetos no fijados y que no se hallen sobre puntos idénticos.

### § XII.—VISION DE LOS CUERPOS.

Las imágenes de la retina solo indican las dimensiones en altura y en anchura pero no en profundidad; la última se deduce por medio del raciocinio. Esta dimension la obtenemos en parte por la apreciacion de la distancia: tanto mas profunda es cuanto mas alejado se halla el objeto; y en parte por los movimientos que el bulbo ha ejecutado para reconocerla. En fin, los dos ojos contribuyen esencialmente: con el derecho se vé un objeto de distinto modo que con el izquierdo, en el primer caso se percibe completamente el lado derecho mientras que el izquierdo solo se percibe en parte; en el segundo se observa el fenómeno inverso. Si, pues, se levanta el plano derecho é izquierdo de un mismo cuerpo y se mira cada imágen al mismo tiempo con un solo ojo, el alma se representa la imágen de un cuerpo como sucede en el *estereóscopo*.

## § XIII.—IRRADIACION.

Los objetos claros parecen generalmente mayores que los objetos oscuros de las mismas dimensiones. Un círculo negro sobre un fondo blanco parece considerablemente mas pequeño que un círculo blanco sobre un fondo negro; á esto se llama *irradiacion*. Este fenómeno se presenta tanto menos cuando mas exactamente acomodado se encuentra el ojo; con todo, no falta absolutamente en la vision perfecta, y depende esencialmente de una impresion ejercida sobre el alma y la cual se hace preponderante. En ciertas circunstancias un objeto oscuro puede parecer mas claro que otro claro, esto se designa *irradiacion negativa*.

## § XIV.—APRECIACION DE LA MAGNITUD.

La apreciacion de la magnitud de un objeto depende ante todo del número de los elementos que perciben en la retina; cuanto mayor es el espacio que ocupa la imágen en la membrana retiniana mas grande es su ángulo visual, y por lo tanto son mas vastas las dimensiones del objeto observado; pero al mismo tiempo ejerce una gran influencia sobre la apreciacion de las magnitudes el poder acomodador del ojo. Cuando acomodamos este órgano para la vision de cerca, poseemos los objetos mas pequeños que cuando lo efectuamos para la vision lejana.

### § XV.—LÁGRIMAS. GLÁNDULAS DE MEIBOMIO.

La córnea se halla constante humedecida por las lágrimas, circunstancia esencial para su trasparencia. El movimiento de los ojos las conduce hácia el ángulo interno, y desde aquí se dirigen al saco lagrimal provisto de un músculo. La presion atmosférica exterior, aumentada durante la inspiracion, contribuye á la progresion de las lágrimas. La secrecion adiposa de las glándulas de Meibomio impide que se derramen por encima de los párpados.

## CAPÍTULO II.

### SENTIDO DEL OIDO.

En ciertas condiciones los extremecimientos de los cuerpos elásticos provocan en el oido una sensacion que se llama *sensacion sonora*. Ningun órgano ni nervio alguno del cuerpo humano puede ser excitado de esta manera.

### § XVI.—SONIDO.

**Sonido. Ruido.**—Los extremecimientos son, ó regulares sucediéndose periódicamente á intérvalos iguales, en cuyo caso se llaman vibraciones, ó irregulares y no periódicos; los primeros determinan el sonido, los segundos el ruido. En todo caso deben repetirse con cierta rapidez; cuando se pro-

ducen menos de 16 movimientos por segundo, no es afectado el oido.

Por regla general, el oido recibe las vibraciones producidas en las cuerdas, en las placas metálicas, ó en cualquier otro cuerpo, por intermedio del aire en las cuales se propaga. Las partículas de aire mas inmediatas á los cuerpos vibrantes, forman movimientos ondulatorios sin que se alejen de ellos; el movimiento ondulatorio de esta capa de aire se comunica á la siguiente con menos intensidad, despues á una tercera, á una cuarta y así sucesivamente, hasta que debilitándose las ondas sonoras acaban por desaparecer. Si el oido se halla en medio de dichas capas de aire siendo aun las ondas bastante intensas, percibe el sonido.

En este se distingue su intensidad, el tono y el timbre. La primera depende de la magnitud de los movimientos ondulatorios; el segundo del número de vibraciones que tienen lugar en la unidad de tiempo como en un segundo; y el tercero procede de la forma diferente de las vibraciones, y por su intermedio distingue el oido los diversos instrumentos de música, por ejemplo, una nota igualmente alta y fuerte dada por un violon ó por una flauta.

El número mas débil de vibraciones que puede afectar el oido en un segundo, se eleva á 16 próximamente y el mas elevado á 38,000, pero en música solo se utilizan los sonidos de 40 á 4,000 vibraciones.

## § XVII.—CONDICIONES NECESARIAS PARA EL EJERCICIO DEL OIDO.

1.° Las vibraciones sonoras deben ser conducidas hasta el líquido del laberinto que baña los órganos auditivos internos: este efecto se obtiene por el oido externo y el medio; los huesos de la cabeza pueden ejercer igualmente el papel de conductores de los sonidos.

2.° *El agua del laberinto*, impresionada por las vibraciones, afecta las espansiones de los nervios auditivos por intermedio de ciertos órganos propios para ellos (pestañas auditivas del vestíbulo, órganos de Corti del caracol), de la misma manera que las vibraciones del éter no afectan directamente la retina sino por medio de los bastoncitos y los conos.

3.° La conduccion está favorecida por los movimientos que tienen lugar en el oido externo y en el medio.

4.° Percepciones, ideas y juicios.

## § XVIII.—PROPAGACION DEL SONIDO.

Las ondas sonoras son recogidas por la concha del oido y el conducto auditivo externo, espacio muy pequeño en donde son reflejadas y se refuerzan por consiguiente. En la caja del tímpano las ondas sonoras se propagan en parte por los cuerpos sólidos, los huesecillos del oido, y en parte por el aire.

El tímpano goza el papel:

1.° De trasmitir las vibraciones del aire á los

huesecillos del oido. Las vibraciones sonoras en efecto se propagan difícilmente del aire á los cuerpos sólidos, y con facilidad cuando se halla interpuesta una membrana elástica. Es necesario considerar los huesecillos del oido á causa de su pequeñez, así como el líquido incomprensible del laberinto encerrado en una cavidad estrecha, como cuerpos sólidos en los cuales las vibraciones sonoras no forman ondas de condensacion y dilatacion. Todas estas partes se hallan comprendidas en la misma fase vibratoria (E. Weber). El martillo y el yunque están unidos por una disposicion especial, de tal suerte que si el primero se mueve hácia adentro, el segundo esté fijo por una especie de gancho y vá á comprimir al mismo tiempo la pequeña cabeza del estribo. Pero si el martillo se mueve hácia afuera, la cabeza puede separarse un poco del yunque á causa de la laxitud de la cápsula articular. El último hueso permanece unido al estribo (Helmholtz).

2.° *Mantener el equilibrio* del aire de la cavidad timpánica con el aire exterior. Este llega por la trompa de Eustaquio á la caja del tímpano y si se acumula y condensa puede ceder el último; cuando se enrarece el aire en la inspiracion, se dirige hácia dentro el diafragma timpánico por la presion del aire exterior.

3.° El músculo tensor del tímpano (1) extiende el diafragma al contraerse. En efecto, el mango del martillo hallándose comprendido entre la mem-

(1) Músculo interno del martillo.

brana del tímpano, cuando es solicitado por el músculo indicado, y la larga apofisis del yunque con el cual permanece unido, extiende dicha membrana. Pero el sonido no se oye tan pronto en las membranas que están tensas como en las relajadas. El tímpano sirve, pues, para debilitar los sonidos muy intensos al distenderse; los movimientos del extensor del tímpano dependen del nervio trigémino (gánglio ótico).

Segun las leyes de la acústica, el tímpano que solo ofrece un pequeño diámetro no deberia vibrar sino con los sonidos altos y no con los bajos, sin embargo, esto no es un hecho experimental.

La tension de la membrana del agujero oval aumenta por el pié del estribo y el músculo estapedio (1). Cuando el estribo penetra profundamente en la ventana oval resulta una presion sobre el líquido del laberinto. Como aquel no es compresible, el agujero redondo es rechazado y forma prominencia al exterior, de donde se explica la necesidad de esta abertura (E. Weber).

## § XIX.—SENSIBILIDAD AUDITIVA.

Las fibras de los nervios auditivos se distribuyen ya en los sáculos y ampollas del vestíbulo (2) ya en la lámina espiral del caracol; como se sabe, no se distribuyen nervios en los canales semicirculares. Los nervios del vestíbulo como los del caracol, po-

(1) De stapeda, stapes, stapio (stat pes), estribo.
(2) Utrículos.

séen aparatos terminales particulares cuya disposicion se debe estudiar en los tratados de *histología*. Mientras que en el ojo se reducen á una sola las diferentes impresiones de color que afectan el mismo punto de la retina (color mixto), el oido distingue en cada sonido los tonos parciales que le corresponden; descompone por consiguiente el sistema de ondas combinadas en oscilaciones pendulares simples (Helmholtz), fenómeno que se hace derivar de las propiedades del órgano de Corti situado en el caracol.

## CAPITULO III.

### SENTIDO DEL OLFATO.

#### § XX.—CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE SE REALICE LA SENSACION.

1.° Las materias odoríferas deben ser conducidas por el aire á la region olfatoria de la nariz.
2.° Debe ser sentida la impresion que se produce.
3.° Son necesarios ciertos movimientos.
4.° Actividades físicas.

#### § XXI.—MUCOSA OLFATORIA.

Solo la porcion superior del tabique y la pared lateral que corresponde á los dos cornetes superiores están destinados á la olfacion. En esta region no se encuentra epitelium vibratil, sino un epitelium simple formado de células gruesas semejantes á las epiteliales cilíndricas, cuyas prolongaciones

se extienden hasta la superficie mucosa; entre estas células se encuentran las llamadas olfatorias que emiten prolongaciones filiformes. Los nervios de esta region se distribuyen en los finísimos filetes varicosos que se anastomosan con las células olfatorias (M. Schultze.)

El resto de la mucosa posée epitelium vibratil lo mismo en la cavidad nasal que en las cavidades anexas (V. pág. 608).

### § XXII.—MATERIAS ODORÍFERAS.

Son extraordinariamente divisibles hasta tal punto que puede percibirse el olor de $\frac{1}{2000000}$ de milígramo de estracto alcohólico de mosco.

Las materias odoríferas no se trasmiten al órgano olfatorio mas que por el aire.

Las cavidades accesorias sirven probablemente para mezclar el fluido atmosférico con las indicadas materias.

## CAPITULO IV.

### SENTIDO DEL GUSTO.

### § XXIII.—CONDICIONES NECESARIAS.

1.° El contacto material del objeto que se ha de gustar.

2.° Sensacion de los nervios del gusto.

3.° Atencion y juicio.

Para distinguir perfectamente los sabores, se requieren tambien los movimientos de la lengua.

## § XXIV.—MATERIAS SÁPIDAS.

Se admiten cuatro especies de gusto: *amargo*, *dulce*, *salado y ácido*.

Las materias sápidas deben ser disueltas para poderse apreciar su gusto. Por esta razon se necesita la accion de la saliva y del moco sobre las materias sólidas (V. pág. 537).

## § XXV.—SENSIBILIDAD GUSTATIVA.

La raiz de la lengua y del velo del paladar poséen la sensibilidad gustativa mas delicada (J. Müller); la punta de la lengua goza tambien del gusto (Schirmer). Los nervios que presiden á esta sensacion son:

El nervio *gloso-faríngeo* para la raiz de la lengua.

Los ramos *pterigo-palatinos* del trigémino para el velo del paladar.

El nervio *lingual* para la punta de la lengua.

Las papilas son los órganos gustativos esenciales; segun recientes trabajos, los nervios que penetran en ella, parecen hallarse provistos de órganos terminales periféricos propios (Loven, Engelmann, Schwalbe).

Probablemente la cuerda del tímpano, y por consiguiente el nervio facial, cuyos filetes llegan á la lengua con el lingual, obra sobre el movimiento de las papilas. En un acto de gustacion delicada, parecen elevarse las papilas (V. pág. 612).

# CAPITULO V.

## SENTIDO DEL TACTO.

### § XXVI.

Por el sentido del tacto poseemos la facultad:

1.° De ser afectados por las vibraciones del éter, que se siente bajo la forma de calor. Se llama tambien á este fenómeno: *sentido de la temperatura.*

2.° De percibir la magnitud de la presion que ejerce un cuerpo extraño sobre la superficie tactil, por ejemplo, su peso ó la densidad de sus partículas materiales. A esta propieded se llama *sentido de la presion.* El *sentido muscular* obra de consuno con el sentido del tacto por los músculos subyacentes á la superficie tactil, exactamente lo mismo que si los músculos del ojo obrasen simultáneamente con el sentido de la vista.

Por la combinacion de estas dos actividades adquirimos una idea de la magnitud y de la forma de los objetos.

### § XXVII.—SENTIDO DE LA TEMPERATURA.

Por su intermedio se aprecia la diferencia entre dos sustancias de desigual temperatura oscilando entre + 10° y + 47° C. Con gran atencion se llega á distinguir una diferencia de 1/5 á 1/6° C. Es necesario tener aquí en cuenta la temperatura de

la superficie tactil y la de los órganos tactiles mismos, la cual habitualmente se eleva 18°, 4' C., sobre el tegumento externo. La sensibilidad tactil mas delicada pertenece á la punta de la lengua, despues á los párpados y megillas; el tronco es menos sensible, las partes aproximadas á la línea media mas que las lejanas; la mucosa del canal digestivo es muy poco sensible, y la del estómago lo es solo en un débil grado. Los cuerpos que conducen fácilmente el calor, parecen dotados de una temperatura mas elevada. La replecion sanguínea de la piel la hace más sensible á la temperatura, lo contrario de lo que sucede con la deplecion (Véase pág. 459).

### § XXVIII.—SENTIDO DE LA PRESION.

Es igual en casi todos los puntos del cuerpo, pero parece particularmente aumentado en algunos, como sucede en la frente. Por el sentido de la presion se aprecia la diferencia de dos pesos desiguales sin el ausilio del sentido muscular, cuando por ejemplo, se apoya la mano sobre alguna cosa, ó con él como cuando se levanta un peso. Los cuerpos frios parecen mas pesados que los calientes del mismo peso.

### § XXIX.—SENTIDO DEL LUGAR.

A toda percepcion del sentido del tacto se halla ligado un esfuerzo del alma para trasportar á un sitio determinado la causa de dicha percepcion.

Cuanto mas débil es la presion ejercida sobre la superficie tactil, mas laboriosa es la percepcion y mas difícil tambien su localizacion.

La presion es para el sentido del tacto lo que la luz para el ojo. Con un contacto ligero es difícil determinar los límites de un obgeto; del propio modo, cuando deben localizarse dos puntos al mismo tiempo, las imágenes tactiles se recubren en cierto modo y se fusionan, como si la percepcion se hubiese producido en un solo punto. La facultad de distinguir dos puntos inmediatos de una superficie tactil, que han sido afectados al mismo tiempo, sin marcada presion, *siendo solo dos puntos*, ha recibido el nombre de *sentido de lugar*. Para practicar el experimento, se tocan simultáneamente con dos puntas obtusas de compás dos puntos distintos de la piel ó de una misma mucosa, y segun que la separacion de ellos haya necesidad de ser mayor ó menor hasta que sean distinguidos como dos distintos, se apreciará mas ó menos la delicadeza del sentido de lugar. Es necesario tener en cuenta:

1.° La superficie sensible.

2.° La atencion y el ejercicio.

3.° La integridad de los centros.

Se ha observado que los puntos del compás solo necesitan estar separados *media línea* para ser distinguidos como dos distintos en la punta de la lengua ó en la pulpa de los dedos, mientras que en la megilla es necesaria una separacion de 4 ½ á 6 líneas y en medio del dorso de 24 líneas para determinar semejante distincion. Es probable que

las papilas que existen lo mismo en la lengua que en la punta de los dedos, de la misma manera que los corpúsculos del tacto que en ellas se encuentran (V. fig. 51), son los órganos por medio de los cuales se hace posible una distincion delicada, del mismo modo que sucede con la mancha amarilla de la retina respecto de la vista. Los troncos nerviosos por sí mismos no son capaces de determinar sensacion alguna tactil.

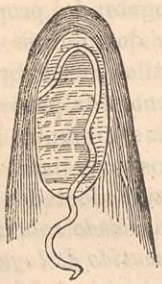


Fig. 51.—Corpúsculo del tacto.

2.ª Por la atencion y el ejercicio puede disminuir la separacion de las puntas del compás, así como puede sobrevenir la fatiga por un ejercicio demasiado prolongado.

3.ª Aunque la facultad de la sensacion depende de la estructura y de la constitucion de los órganos, los centros del sistema nervioso se hallan tambien esencialmente interesados. De donde resulta una disminucion del sentido del tacto en los estados paralíticos.

## § XXX.—LEY PSICO-QUÍMICA.

No se pueden medir las sensaciones tactiles, así como tampoco ninguna otra sensacion, sino cuando nos encontramos en estado de comparar una sensacion igual en calidad pero no en cantidad. Para determinar la temperatura con el sentido del

tacto, hay necesidad de dos cuerpos desigualmente calientes, por cuya razon no se puede apreciar la intensidad de la luz y del sonido sino por la comparacion de dos orígenes de la primera y del segundo, cuya determinacion descansan en un acto psíquico. Despues que una sensacion ha producido una percepcion, el alma las reune y las compara. Su diferencia depende de las diversas excitaciones nerviosas, en otros términos, de los movimientos moleculares determinados por dos influencias.

Nosotros tenemos, pues, dos influencias ó dos excitantes y dos sensaciones ó ideas. Se pregunta, sin embargo, si existe alguna relacion entre las dos séries, entre las dos proposiciones. Si, por egemplo, se aprecia una sensacion que nosotros llamaremos *a'*, tan fuerte como la *a*, el excitante *b'* será una vez tan intensa como la *b*. La experiencia ha enseñado que hay realmente una relacion dentro de ciertos límites. Este punto ha sido estudiado satisfactoriamente por Weber, llamado despues *ley spsico-química* por Fechner. Puede enunciarse de la manera siguiente: *La intensidad de la sensacion es directamente proporcional al aumento del excitante, é inversamente á la magnitud total del mismo.* Si, pues, un excitante cualquiera, un peso colocado sobre la mano, una fuerza luminosa etc., es estimada en 10 y otra en 30; llamando *a* á la sensacion producida por 10 y *a'* á la producida por 30, evaluaremos *a'* tres veces mas grande que *a*. La relacion permanece tambien 1 : 3 cuando en vez de los excitantes dados, son 20 y 60. Si podemos evaluar la longitud de dos líneas

que difieren entre sí 1/10 de milímetro, que estas líneas tengan 15 milímetros la una y 15,1 la otra, ó que ellas sean de 30 milímetros, y 30,1 la otra, nosotros siempre apreciaremos una diferencia de 0,1 (V. pág. 456).

# SECCION OCTAVA

## GENERACION Y DESARROLLO.

## CAPÍTULO I.

### DE LA GENERACION. (1)

#### § I.—PRELIMINARES.

**Fecundacion.**—Para la generacion se necesita que los filamentos seminales penetren hasta el óvulo. A este acto se llama *fecundacion*. Bajo la influencia de esta el embrion se desarrolla en el óvulo.

---

(1) Toda sustancia organizada que se nutre y se desarrolla determina en su inmediacion la *génesis*, molécula á molécula, de una materia análoga ó semejante á ella, y aun puede reproducirse directamente cuando es figurada. Este acto ha recibido el nombre de *génesis* ó de *nacimiento*, cuando es considerado en sí mismo, y el de *generacion y produccion*, si se estudia á la vez su resultado y la manera como se realiza; en fin, toma el nombre de *reproduccion*, cuando la sustancia de un elemento anatómico figurado, ó algun organismo complexo se prolonga ó se divide directamente en un cuerpo nuevo semejante al que le sirve de orígen, y con el cual posée una relacion genealógica directa de las mas evidentes (Robin).

## § II.—SEMEN.

**Composicion del esperma.**—El esperma del hombre, *semen virile*, es un líquido blanco, espeso, de un olor particular; la sustancia fluida de que este proviene se llama *aura seminalis*. El esperma contiene próximamente 90 por 100 de agua y 10 por 100 de sustancias sólidas, entre las cuales se halla una materia estractiva, la espermatina, y sales, especialmente fosfatos de cal. Al microscopio se distinguen un gran número de filamentos seminales en el líquido espermático. El filamento seminal, espermatozoario (1/50''') consiste en una pequeña cabeza prolongada de 1/500''' de longitud y en un filamento que se termina en punta aguda.

En el estado fresco se mueven formando ciertas ondulaciones, no observándose nada de voluntario en estos movimientos, los cuales se conservan mejor en los líquidos moderadamente alcalinos mientras que se suspenden en las soluciones ácidas, en las disoluciones muy dilatadas de azúcar, albúmina ó de glicerina y aun en el agua pura. Los movimientos de los filamentos seminales se han encontrado 12 y 24 horas despues de la muerte, y en las hembras vivas de los mamíferos se las ha observado en el útero y en las trompas una semana despues de la fecundacion. Cuando han cesado se los puede reanimar por un corto espacio de tiempo con los cáusticos alcalinos; los suspenden una temperatura muy baja ó elevada, el alcohol, éter, cloroformo y los ácidos.

Cuando se ha desecado el esperma, se pueden reconocer los filamentos espermáticos un mes despues diluyéndolo convenientemente; conviene observar que en una gota existe un gran número de filamentos seminales y que á ellos debe atribuirse el peso del líquido. Si no se encuentran las cabezas no es posible reconocer la presencia de dichos filamentos. Los espermatozoarios nacen de las células seminales; los núcleos de estas se multiplican y en su desarrollo ulterior cada núcleo se provee de un filamento, de suerte que existen tantos filamentos seminales como núcleos contiene la célula, los cuales quedan libres al abrirse esta.

Semejante desarrollo tiene lugar en el testículo. Este consiste esencialmente en un grupo de canalículos llamados seminales; 1 á 3 de ellos componen el lóbulo empermático y estos á su vez constituyen casi toda la masa del órgano. Los espermatozoarios no se encuentran aun formados en el orígen de un conducto seminífero; solo se los observa distintamente en la extremidad de este al penetrar en el cuerpo de Higmoro. Se hallan libres en los epididimos y en los canales eferentes; su formacion comienza en la época de la pubertad y se continúa hasta una edad muy avanzada.

**Expulsion del esperma.**—Los conductos eferentes eyaculadores conducen el esperma á la uretra, la cual lo arroja al esterior por medio de sus contracciones. Los movimientos de los primeros conductos son producidos por las fibras musculares lisas que se contraen bajo la influencia de los nervios sacros inferiores, cuya excitacion se realiza

por via refleja, ya por medio de la médula espinal ó del cerebro. Se puede demostrar experimentalmente que la irritacion del nervio simpático lumbar, la de las raices sensibles de los nervios sacros, las de las raices motoras, tercero y cuarto nervios sacros, como tambien la de la médula entera y despues la oblongada, determinan los movimientos del canal eferente. Todas las causas que puedan aumentar la irritabilidad de los nervios contribuyen tambien á hacer mas fáciles los movimientos de dicho conducto.

**Causas de la expulsion del esperma.**—Las causas que determinan la expulsion del esperma desde el testículo hasta la uretra por la via del canal eferente, se pueden reducir á las siguientes:

1.° La irritacion de dicho canal cuando se halla distendido por una gran cantidad de esperma, y por consiguiente hay aumento de secrecion espermática.

2.° La irritacion por via refleja.

3.° La irritacion que procede del cerebro.

4.° La exageracion de la irritabilidad del sistema nervioso que reconoce diversas causas debilitantes.

La mucosa del canal eferente y del epididimo, así como tambien la de los conos vasculares (1), posée un epitelium vibratil, cuyo movimiento tiene lugar en la direccion de la uretra, siendo posible que favorezca la progresion del esperma.

En el mismo caso se encuentran los músculos

(1) Cabeza del epidimo.

destinados á la emision de la orina, á saber, el bulbo cavernoso y el uretral.

**Ereccion.**—En la cópula hay *ereccion*. Resulta esta de un éxtasis pasagero de la sangre en el miembro viril, y el cual puede proceder de un aflujo mayor de sangre en las arterias parmaneciendo igual la salida por las venas, ó de una simple suspension de la circulacion venosa. Es probable que existan simultáneamente las dos causas.

La extructura del pene favorece el éxtasis; los cuerpos cavernosos presentan en efecto un tegido sumamente laxo, en donde la sangre se estravasa con facilidad. Las trabéculas que parten de la pared interna de la túnica propia, forman una red cuyas mallas se extienden á través de los cuerpos cavernosos, circunscribiendo un gran número de espacios venosos; las paredes de las venas se confunden con las de las trabéculas, y en estas existen fibras musculares cuyas contracciones pueden comprimir los espacios venosos y retener la sangre en su interior. La vena profunda del pene, perforando el músculo trasverso del periné, y la contraccion de este músculo pueden contribuir al mismo tiempo á la estancacion. Además de esto, el flujo sanguíneo aumenta en gran manera á consecuencia de una irritacion nerviosa producida por los nervios erectores (Eckhard). El bulbo se entumece considerablemente y permanece en estado de ereccion mientras dura la excitacion, y si los cuerpos cavernosos son seccionados durante la irritacion, sale de ellos y de la uretra un abundante chorro de sangre (Eckhard); á pesar de esto no

sube la presion sanguínea en los vasos del pene (Loven), por cuya razon se consideran los nervios erectores como nervios de suspension destinados á dilatar las arterias.

Las arterias del cuerpo cavernoso ofrecen un trayecto flexuoso, se estrechan súbitamente en los puntos en donde cámbian de direccion, en los cuales presentan el mismo aspecto que si terminasen en fondos de saco: por esta razon se les llama *arterias helicinas*.

La ereccion es ordinariamente el resultado de un acto reflejo entre los nervios del pene y los erectores.

### § III.—HUEVO DE LA MUJER.

**Desarrollo del huevo en la mujer.**—En el ovario de la muger, como en los canalículos seminíferos, se forman células con núcleos y nucleolos, igualmente en los tubos (Valentin, Pflüger) que se separan mas tarde unos de otros. Se encuentra, pues, en un ovario desarrollado todo huevo rodeado de una membrana, aunque aquel órgano manifieste á la seccion cierto número de vesículas que se llaman *folliculi graafiani* vesículas de Graaf.

*Vesiculas de Graaf.* Se distingue en una vesícula de Graaf:

1.° La capa fibrosa externa, *theca*.

2.° La capa epitelial, *membrana granulosa*, situada en la cara interna de esta y la cual se trasforma habitualmente en una masa granulosa.

3.° La célula, *ovulum humanum*, con un núcleo,

*vesícula germinativa*, vesícula germinativa y un nucleolo, *mancha germinativa*, *macula germinativa*.

4.° El contenido de la célula ó *yema*, *vitellus*.

Además de estas partes la vesícula de Graaf contiene un líquido claro *liquor folliculi*.

**Ovulo.**—El óvulo se halla rodeado por una membrana amorfa, zona, *zona pellucida* ó *chorion*. Alrededor de esta se observa una masa granulosa mas espesa; *discus proligerus*, disco proligero.

Se ha encontrado en el huevo de muchos animales un orificio situado en la membrana envolvente micropylo, destinado á facilitar la entrada á los filamentos seminales en el acto de la fecundacion.

### § IV.—MENSTRUACION.

**Menstruacion, Celo.**—La fecundacion no puede tener lugar en la especie humana y en los animales sino en cierta época, en la cual el ovario expulsa uno ó varios huevos. En la especie humana se llama menstruacion; en la animal, celo.

**Fenómenos de la menstruacion.**—La menstruacion se halla caracterizada:

1.° Por la salida de un óvulo fuera de la vesícula de Graaf.

2.° Por una turgescencia en los órganos genitales internos, por la hiperemia, por la ruptura de pequeños vasos en el útero y un flujo de sangre por las partes genitales.

3.° Por los fenómenos concomitantes en todo el resto del cuerpo. El óvulo espulsado puede llegar á las trompas y al útero: el folículo de Graaf

de donde él ha salido es el sitio de una hemorragia y su contenido sufre la degeneracion grasienta. La vesícula así trasformada ha recibido el nombre de corpus luteum, cuerpo amarillo. Presenta una cicatriz, una pequeña depresion, en el punto de salida del óvulo, y á la seccion un núcleo rojo formado de sangre; poco á poco toma una coloracion amarilla ó morena, haciéndose siempre mas pequeño y por fin se reduce á la nada.

**Sangre menstrual.**—La sangre evacuada en la menstruacion no difiere de la normal por sus caractéres microscópicos ni químicos; solo ha perdido su cohabilidad, lo que depende al parecer de la naturaleza alcalina de la mucosa del útero y de vagina. Sin embargo, la sangre menstrual se coagula con mucha frecuencia. El primer dia es comunmente mas clara y se halla mezclada con una pequeña cantidad de moco; los mismos caractéres presenta cuando cesa el flujo sanguíneo. Su duracion es de tres á cuatro dias por término medio, raras veces es menor. Su emision vá acompañada con frecuencia de dolores en las regiones sacras y uterinas.

Entre los fenómenos generales es necesario indicar la irritabilidad nerviosa, la dilatacion de las venas, la inapetencia y el abatimiento.

La menstruacion se establece habitualmente en la muger, en los climas templados, á la edad de 16 años (1) y dura hasta los 50.

(1 Nosotros la hemos encontrado á los 13 años y medio, como término medio de 132 observaciones recogidas en el hospicio de Perron (cerca de Lion).

Vuelve en general á los 27 ó 28 dias, cesa durante el embarazo así como en la mayor parte de las enfermedades del ovario.

### § V.—FECUNDACION.

**Conduccion del esperma al útero y á las trompas.**—Durante el coito, la uretra, prolongada por la ereccion, introduce el esperma en la vagina; probablemente aquel llega al útero y despues á las trompas ya por los movimientos de los mismos filamentos seminales, ya tambien por los del útero. En los animales se observa que despues del coito se mueve todavía la extremidad de las trompas. Los movimientos vibratiles del epitelium de estas, no favorecen de ningun modo la progresion del esperma, puesto que se hallan dirigidas hácia el útero.

**Penetracion del esperma en el huevo.**—Por medio de experimentos practicados en los animales se ha demostrado que los filamentos espermáticos que se mueven alrededor del huevo, se aproximan en gran manera entre sí y que habitualmente uno solo de estos filamentos con su cabeza penetra en el interior del mismo (Keber). Este fenómeno es un hecho notable en la fecundacion y á partir desde dicho momento principia el desarrollo del embrion. La fecundacion puede tener lugar en el ovario, en las trompas ó en el útero, lo cual depende del sitio en donde se encuentra el esperma y el huevo.

## § VI.—EMBARAZO.

**Duracion del embarazo.**—El embarazo, *graviditas*, es el estado que resulta de la fecundacion y que persiste hasta el parto. En la mayor parte de los casos dura 40 semanas: 26,68 por 100 de nacimientos han tenido lugar en esta época; 22,06 por 100 se han observado al cabo de 41 semanas; 15,45 por 100 al cabo de 39 semanas; 12,94 por 100 al cabo de 42 semanas; 9,51 por 100 al cabo de 38 semanas (1).

**Modificaciones producidas durante el embarazo.**—Durante el embarazo se ven aparecer en el cuerpo de la muger modificaciones que inducen ha admitir un cámbio de materiales mas considerable, especialmente en el útero.

En la cara interna de los huesos del cráneo se forman con frecuencia hosteofitos (tumores hoseos); es menor el peso de la sangre, la cual tiene tendencia á formar un coágulo en su superficie y aumenta el número de los glóbulos blancos.

**Modificacion del útero durante el embarazo.**—El útero aumenta considerablemente de volúmen hasta el noveno mes del embarazo. Este fenómeno reconoce por causa:

1.° La dilatacion de los vasos.

2.° La neoformacion del tegido celular.

---

(1) El cálculo basado en las observaciones indicadas precedentemente nos ha dado una duracion media del embarazo que es de 276 dias ó sean 41 semanas próximamente.

3.° Multiplicacion y neoformacion de las fibras musculares.

4.° El engrasamiento de la mucosa.

No se ha demostrado hasta el presente de un modo completo si en el útero se forman nuevas fibras nerviosas.

**Membranas caducas.**—El útero no gravido posée una mucosa que se halla provista de numerosas glándulas en fondos de saco, *glandulæ utricales*. La capa fundamental de la mucosa consiste en tegido conjuntivo y elástico; la capa superficial se halla compuesta de un epitelium vibratil hasta el cuello; desde este punto hasta el orificio uterino el epitelium es pavimentoso.

Al principio del embarazo la mucosa aumenta considerablemente en masa y hé aquí como: las glándulas utricales se ensanchan mucho y el tegido celular que se halla interpuesto, se multiplica muy rápidamente. La superficie mucosa presenta en gran número los orificios de las glándulas uterinas que le dán el aspecto de una criba; todo el tegido se halla recorrido por vasos sanguíneos.

La mayor parte de la mucosa se separa poco á poco de la capa muscular subyacente, y despues del parto se forma una nueva mucosa. Por esta razon se llama á la mucosa del útero *caduca* ó *caduca verdadera, ó caduca de Hunter, decidua, decidua vera ó decidua Hunteri*. El orificio uterino se halla obstruido por un tapon de moco; pero cuando el embrion ha llegado al útero forma la caduca en cada lado de él un repliegue en la cavidad de dicho órgano. Los dos bordes del repliegue que se cor-

responden se unen por una membrana intermedia, la cual ha recibido el *nombre* de *membrana caduca refleja*, *membrana decidua reflexa*. La cavidad del útero se halla tambien dividida en dos partes, una anterior y otra posterior; el tabique se halla formado por la caduca refleja. En la parte posterior se halla el embrion, esto es, cuando encuentra los orificios de las trompas.

Cuando se examine, pues, el cadáver de una muger muerta el 4.° mes próximamente del embarazo, se tendrá que seccionar en el útero antes de llegar al embrion, primero, la pared anterior de la capa muscular de dicho órgano, despues la mucosa de la cara anterior, enseguida se encontrará un espacio en donde el embrion no puede percibirse todavía. Pero desde el momento que se divida la porcion refleja se caerá en la cavidad que luego llena por completo. Si se saca el embrion de este punto se llega á la caduca verdadera y por fin á la pared posterior de la capa muscular.

**Chorion, caduca, serotina, placenta.**—La cavidad en la cual se aloja el embrion, se halla enteramente revestida por una capa que envuelve á este, á saber, el *chorion;* en la pared posterior de dicha cavidad el último se halla estrechamente unido á la *caduca* y esta union constituye la placenta que se compone de ambas membranas. Se llama *caduca serotina*, *decidua serotina*, á la porcion de la caduca que entra en la composicion de la placenta.

## § VII.—PLACENTA.

**Vellosidades del chorion.**—La membrana del huevo que se llama chorion, despues de la fecundacion, en el momento en que el embrion comienza á desarrollarse, se cubre en su superficie de prolongaciones filiformes llamadas vellosidades. Estas se extienden en forma de ramos y se hallan especialmente desarrollados en un punto de la enunciada membrana, por cuya razon ha recibido el nombre de *chorion velloso*, mientras que en los demás se halla mas ó menos desprovisto de los citados filamentos; esta parte del chorion ha recibido el nombre de *chorion liso*, chorion læve. En el interior del huevo se desarrollan tambien, así como en el embrion; los vasos que perforan el chorion se ramifican sobre las vellosidades y forman arcos vasculares que de nuevo vuelven al embrion.

Pero semejante desarrollo de los vasos solo tiene lugar en el chorion velloso, el cual se forma en la porcion de la caduca llamada caduca serotina. En dicho punto las glándulas utricales crecen con una energía particular; y siendo extraordinariamente grande la cantidad de los vasos sanguíneos, el tegido conjuntivo constituye una base redondeada en forma de torta que aloja las glándulas y los vasos.

Los vasos de la placenta uterina proceden de la arteria del mismo nombre, cuyas ramas sin formar capilares se trasforman en venas en la misma placenta. Las túnicas de aquellas son sumamente del-

gadas, y propiamente hablando no constituyen las paredes vasculares; estas se hallan formadas por el tegido conjuntivo que las rodea. Los arcos vasculares que proceden de la madre y del embrion se hallan en mútuo contacto, y sin embargo la mezcla de la sangre solo tiene lugar por difusion á través de las paredes vasculares.

## CAPÍTULO II.

### DESARROLLO DEL EMBRION Á EXPENSAS DEL HUEVO.

Las leyes segun las cuales se realiza la construccion del cuerpo embrionario, se hallan aun envueltas por el misterio de una manera casi completa. Solo se sabe con certeza que el primer rudimento de todos los órganos se presenta bajo la forma de una célula, en la cual encuentran su punto de partida las diversas partes de los mismos (descubrimiento de Schwann). En cuanto á la formacion del cuerpo, solo pueden darse algunas indicaciones generales é incompletas.

1.° Las observaciones enseñan hasta el presente que hay una *tendencia particular á la division en tres partes:* segun la anchura, el germen se divide en tres cavidades; segun el espesor en tres hojas, y segun la longitud en cuerpo anterior, ombligo y cuerpo posterior; en casi todos los órganos internos se pueden observar tres capas.

2.° La mucosa del conducto intestinal y el tegumento externo, tienen una propension decidida á

formar repliegues y á proliferar. La mucosa salival presenta elevaciones papiliformes para la formacion de los dientes, la mucosa lingual ofrece las papilas, la intestinal las vellosidades etc. Hallándose las papilas en uno de los lados, en el opuesto se producen hundimientos bajo la forma de glándulas muy diversas. Las prolongaciones de las tegumentos externos determinan las formaciones epiteliales (pelos, uñas, cristalino etc.).

3.° En las diferentes partes del cuerpo existen formaciones primordiales que desaparecen para ser sustituidas por otras permanentes que toman parte en su desarrollo: tales son los cartílagos donde nacen los huesos, el cuerpo de Wolf y la línea primitiva que mas adelante mencionaremos. § 15 segun Dursy.

## § VIII.—COMO SE FORMA EL EMBRION Á EXPENSAS DEL HUEVO.

De las dos partes que constituyen el huevo, á saber: la *membrana de cubierta* (zona ó chorion) y el *contenido* (vitellus), la primera sirve para establecer la union con el utero, mientras que la última suministra la materia necesaria para la formacion del embrion.

La yema del huevo no se trasforma por completo en embrion, el resto dá origen á *la vesícula germinativa ó umbilical.* Despues de las últimas observaciones practicadas sobre los animales, no se puede reconocer en ellos ni vesícula germinativa ni mancha germinativa poco tiempo des-

pues de la fecundacion. En efecto, las granulaciones del amarillo del huevo se reunen en dos glóbulos las cuales se dividen y subdividen indefinidamente; á esta marcha divisionaria se llama el *proceso por segmentacion.*

Si la segmentacion es bastante fina para que dé lugar á numerosos glóbulos, nacen de estos las delicadas células con núcleo y nucléolo, las cuales se comprimen entre sí y forman una membrana que se parece á una vesícula; encierra en su seno la yema fluidificada y confina exteriormente con el chorion. A esta vesícula se llama *vesícula germinativa,* de la cual se desprende una parte denominada mancha embrionaria. En esta se desarrollan las diversas partes del cuerpo embrionario y algunos de los órganos que le rodean. Al medio de union entre el embrion y el resto de la vésicula germinativa se ha denominado *canal vitello-intestinal* ó *canal omphalo-mesentérico,* y el resto de la expresada vesícula se llama *vesícula umbilical.*

La última ofrece poca importancia en el embrion de los mamíferos y en el hombre, y vá disminuyendo de volúmen hasta el extremo de que en los últimos meses del embarazo es difícil y muchas veces imposible el encontrarla. En los pájaros, al contrario, la vesícula umbilical que se llama *saco de la yema,* persiste distintamente durante toda la vida embrionaria y contiene la yema que sirve para la nutricion del jóven pájaro.

El conducto omphalo-mesentérico no está lleno sino hueco, y en los primeros tiempos del estado embrionario se halla en relacion con el intestino

desde el momento que este se encuentra formado sin que exista solucion de continuidad. Por este canal que forma el pedículo de la vesícula umbilical, se puede hacer pasar un hilo de seda desde la última al intestino. Por el canal y la vesícula se distribuyen al principio los vasos, vasos *omphalo-mesentéricos*, que no deben confundirse con los umbilicales. Los primeros desaparecen con la disminucion de la vesícula en la séptima semana.

### § IX.—DE LAS PARTES QUE CONTIENEN AL EMBRION.

**Amnios alantoides.**—Mientras que el chorion envuelve al embrion, al canal intestinal y á la vesícula umbilical, se forman á expensas del embrion mismo dos membranas, á saber: el amnios y la alantoides. Ambas se hallan situadas en la cara interna del chorion, pero con la diferencia de que la primera se separa con facilidad durante todo el período del desarrollo, en tanto que la segunda se halla íntimamente unida al chorion en el hombre.

### § X.—ENVOLTURAS DEL EMBRION.

**Area pellucida, vasculosa, vitelina.**—A la simple vista se distinguen en la mancha germinativa tres espacios de los cuales el mas interno, *area pellucida*, ofrece al principio el diámetro mas pequeño, parece transparente y presenta en su eje el primer rudimento del embrion. El area pellucida se halla rodeada de una segunda envoltura oval, el *area vasculosa*; fórmanse vasos en ella y su límite

se halla marcado por un vaso marginal, *vena terminalis*: mas allá del area vasculosa la mancha embrionaria se pierde sin delimitacion precisa.

### § XII.—MEMBRANAS DEL EMBRION.

**Las tres hojas del embrion.**—Cuando se macera en espíritu de vino ó ácido crómico un embrion, y mejor si es de un pájaro, se distinguen, el primer dia de la incumbacion, cuando se ha practicado un corte bastante fino para que se pueda examinar en un microscopio, tres capas diferentes ú hojas denominadas antiguamente *hoja animal* (superior), *hoja vascular* (media), y *hoja vegetal* (inferior).

De la hoja superior nacen los centros nerviosos y los centros epidermoidales; de la media los huesos, músculos, vasos y órganos sexuales; y de la inferior el epitelium intestinal y las glándulas del intestino.

### § XII.—CIRCULACION DE LA SANGRE (1) EN LA VESÍCULA UMBILICAL Y ALANTOIDES.

**Vesícula umbilical y su circulacion.**—En el em-

(1) El primer humor que se manifiesta es el plasma sanguíneo, pero su aparicion no solo es posterior á la individualizacion del vitelus en células del blastodermo por segmentacion gradual; tambien es posterior á la génesis de las células y de la vaina del notocordio, de los elementos embrioplásticos que forman las láminas ventrales y dorsales, á la aparicion de los cartílagos de los primeros cuerpos vertebrales, á la de los myelocitos del eje nervioso central y al orígen de las primeras

brion se distingue una doble circulacion sanguínea llamada á la primera *circulacion de la vesícula umbilical* y á la segunda *circulacion de la alantoides ó circulacion umbilical*. La primera se realiza en los vasos onfalo-mesentéricos y la segunda en los umbilicales. La primera solo dura en el hombre y los animales un tiempo muy corto, y en la séptima semana ya principian á desaparecer los vasos. Tiene lugar entre el area vasculosa y el embrion.

**Alantoides.**—La circulacion mas importante se verifica por medio del alantoides. Cuando se ha formado, en efecto, el canal intestinal del embrion, se produce en la parte que corresponde al rectum ulterior una pequeña vesícula provista de un pedículo. La *vesícula* se llama *alantoides* y el *pedículo uraco*. Las dos aumentan en tanto que las dos cubiertas ventrales del embrion no se hallan cerradas todavía, se separan del vientre del mismo y se hallan situadas fuera de esta cavidad. La alantoides se vá soldando poco á poco hasta estarlo de un modo completo con el chorion. Por el uraco corren dos arterias, las umbilicales ó alantoideas, ramas de la arteria hipogástrica, y con él salen de la cavidad embrionaria á la parte del plano-

fibras del corazon. El segundo de los fluidos que se manifiestan en la economía es el líquido amniótico, pero pronto aparece el alantoides y mas tarde el humor acuoso, el vítreo, las serosidades, la orina, el moco intestinal, la materia sebácea, la bilis y á veces momentáneamente el calostro. Los líquidos salival y pancreático, el jugo gástrico, las lágrimas, el sudor, y mas tarde la ovarina; los humores que concurren á formar el esperma y la leche van sucesivamente apareciendo (Robin).

fondo ventral que permanece abierta, á saber, el ombligo. Las arterias se distribuyen en la alantoides, perforan el chorion y se ramifican en sus vellosidades, llegan á la placenta, se ponen en contacto de los vasos uterinos sin distribuirse en ellos, y volviendo á la manera de las venas, forman al reunirse *la vena umbilical* que, al lado del uraco y de las arterias umbilicales en el cordon de este nombre, se dirige hasta el ombligo y abandonando al uraco se introduce en el hígado del embrion.

La sangre fetal en la placenta, recibe de los vasos uterinos el oxígeno y el plasma sanguíneo por via de difusion (V. pág. 119). La sangre de la vena umbilical así impregnada circula al momento en el hígado y una gruesa rama de ella se anastomosa con la porta. El ramo terminal de la vena umbilical y el canal venoso de Arantius desembocan en la vena cava inferior. Esta, pues, conduce los elementos esenciales de la sangre materna á la aurícula derecha; allí la disposicion de la válvula de Eustaquio y del tubérculo de Lower hace que el contenido de la vena cava inferior no entre, como despues del nacimiento, desde la aurícula derecha en el ventrículo del mismo lado; pero por la abertura, *foramen ovale*, que no se cierra hasta despues del nacimiento y que se halla enfrente de la embocadura de la vena cava, el contenido de esta penetra en la aurícula izquierda, despues en el ventrículo del mismo lado, en la aorta y las primeras ramas que emanan de ellas, en las arterias coronarias carotidas y subclavias; y por consiguiente suministra la sangre al corazon, al

cerebro y á la médula espinal. Despues que han aparecido las ramas designadas, se establece una comunicacion en el cuerpo fetal entre la aorta decendente y la arteria pulmonar que recibe la sangre en su mayor parte de la vena cava superior. Por consiguiente, la sangre decendente que ha recibido el influjo materno se mezcla en la aorta con la sangre que pertenece puramente al niño; los órganos inferiores del cuerpo reciben por lo tanto poca sangre alimenticia. Despues del nacimiento se obliteran la vena umbilical, el canal venoso, el arterial y el agujero oval.

### § XIII.—AMNIOS.

**Amnios.**—Todo el embrion se halla envuelto por una membrana, el *amnios*, y entre esta y aquel se encuentra el *liquor amnii*, agua del amnios. Dicha membrana está formada por la que ha recibido el nombre de *córnea* y las placas laterales del embrion (V. § 15) que le rodean completamente. El amnios se observa en un huevo de pollo despues de 36 horas de incubacion próximamente. Al principio solo reviste la parte cefálica del embrion y se llama *capuchon cefálico*. Despues rodea la porcion caudal bajo el nombre de *capuchon caudal* y acaba por fin por envolver á todo el embrion, de tal manera que le deja libre en el ombligo; este último por consiguiente se halla situado entre los repliegues del amnios. En este mismo sitio se reune el tegumento superficial del embrion. El amnios mismo presenta un revestimiento epitelial y contiene fibras muscu-

lares lisas, de donde proceden los movimientos que se observan con frecuencia en los huevos incubados del pollo despues de irritaciones mecánicas. Entre el amnios y el embrion existe un líquido, *liquor amnii*, compuesto de 97 á 99 por 100 de agua que contiene: albúmina, materia estractiva, urea, alantoidina, cloruro de sodio, lactato de sosa, sulfato y fosfato de cal. Se ha encontrado tambien algunas veces azúcar de uva.

### § XIV.—CORDON UMBILICAL.

*Del cordon del embrion salen*:

1.° Los vasos: dos arterias umbilicales que rodean de derecha á izquierda á una sola vena umbilical.

2.° El uraco.

3.° Una masa de tegido conjuntivo llamado gelatina de Wharton.

4.° Los vasos linfáticos.

Todas estas partes constituyen el cordon umbilical, *funiculus umbilicalis*, que forma los medios de union entre la placenta y el embrion; en general ofrece una longitud de 20".

El uraco solo puede seguirse en los niños á una débil distancia en el cordon umbilical.

### § XV.—HOJAS DEL TEGUMENTO GERMINATIVO (BLASTODERMO).

En el tegumento fetal (blastodermo) se distinguen tres capas. Antiguamente se llamaban á la superior

*hoja animal ó serosa*, á la media *hoja vascular*, y á la inferior *hoja vejetativa ó mucosa*.

Despues de los últimos trabajos se llaman á la superior *sensorial*, á la media *germinativa*, y á la inferior hoja de las *glándulas intestinales*.

La primera modificacion que se percibe en el *blastodermo*, es el escudo circular del embrion que aparece en medio de la cavidad fetal y que presenta un espesamiento del tabique germinativo, y en cuyo punto se manifiesta en seguida una línea longitudinal llamada *línea primitiva ó plano del eje*. Ante todo se forma una série de cuerpos vertebrales, hallándose formados cada uno de ellos de dos mitades; entre ambas se encuentra hácia arriba y abajo un filamento denso, *cuerda dorsal*.

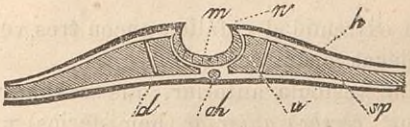



Fig. 52.—Corte trasversal practicado al nivel del tronco en un embrion de pollo, al fin del primer dia de incubacion segun Remak. *ch*. cuerda; *d*, hoja de las glándulas intestinales; *u*, vertebras primordiales; *sp*, placas laterales; *m*, cresta medular; *h*, hoja córnea.

En la *hoja sensorial* se distingue una *parte central* (placa medular) de la cual nacen la médula espinal, el cerebro, los órganos internos de la vista, del oido y del olfato; y una *porcion periférica*, la hoja córnea, de donde procede el epitelium.

En la hoja *motora-germinativa* se distingue:

*a* Una porcion central llamada *placa de las vér-*

*tebras primordiales*, y de donde emanan el cordon, las vértebras primordiales, los músculos y los nervios periféricos.

*b* Una porcion periférica, *las placas laterales*, de la cual se forman las cavidades de la economía y las placas fibrosas del intestino.

De la *hoja de las glándulas viscerales* nacen el epitelium intestinal y las glándulas accesorias del tubo digestivo (V. pág. 206).

Las placas medulares y las de las vértebras primordiales se reunen para formar un canal posterior; las placas laterales van á encontrarse una con otra delante del abdómen y por su soldadura constituyen un canal anterior.

### § XVI.—SISTEMA NERVIOSO.

En la extremidad cefálica nacen tres vesículas de las placas medulares:

1.° La vesícula anterior, que se subdivide en otras dos: *cerebro anterior* (hemisferios) y *cerebro intermedio* (capas ópticas).

2.° La vesícula media (tubérculos cuadrigéminos).

3.° La vesícula posterior que se subdivide en cerebro posterior (cerebelo) y cerebro inferior (médula oblongada).

Entre el cerebro posterior y el inferior, entre el medio y el intermedio existen algunas corvaduras.

El canal que se halla limitado por las placas medulares se va contrayendo poco á poco; lo que queda forma el canal de la médula espinal, el seno

romboidal, los ventrículos cerebrales y el acueducto de Sylvio. Las circunvoluciones cerebrales solo se distinguen al séptimo mes; al tercero aparecen los cuerpos callosos, el chiasma y el cuerpo estriado. El cerebro anterior acaba por recubrir al intermedio hacia el quinto mes, así como á los tubérculos cuadrigéminos y al cerebelo.

### § XVII.—OJOS.

El primer rudimento de los ojos se halla formado por dos eminencias situadas á los lados de la primera vesícula encefálica, á la cual se hallan suspendidas por un pedículo (nervio óptico).

La piel suministra un repliegue de donde procede el cristalino y su cápsula; la parte convexa anterior de la vesícula ocular primitiva se amolda á la parte posterior haciéndose concava. Entre las membranas concéntricas que nacen así y que rodean al cristalino, la anterior constituye la *retina*. Si la membrana posterior dá origen á la coroides ó á la capa de los conos y los bastoncitos, no se ha decidido todavia. El cuerpo vítreo, la esclerótica y la córnea, y segun algunos, la misma coroides, tendrian tambien su origen en la piel.

Desde la cuarta semana, la coroides contiene el pigmento que no falta sino en una pequeña extension en la parte inferior de su lado interno (fisura coroidal).

En el tercer mes se forman el iris y los párpados, los cuales permanecen aglutinados hasta el sexto.

Aplicada á toda la circunferencia del cristalino,

existe una membrana vascular (membrana capsulo-pupilar) cuya parte anterior, *membrana pupilar*, cierra la pupila hasta la época del nacimiento.

### § XVIII.—ÓRGANO DEL OIDO.

El órgano del oido aparece, así como el ojo, bajo la forma de una eminencia de una vesícula encefálica; pero el nervio auditivo se desarrolla libremente al principio, para ponerse en seguida en comunicacion con el cerebro inferior.

En la formacion de este órgano toman parte diversos elementos. La hoja córnea se remanga á la altura del segundo arco branquial (V. § 19) y forma la vesícula auditiva que constituye el diseño del laberinto. La hoja germinativa media forma la envoltura cartilaginosa y membranosa del laberinto; el oido medio y externo nacen del arco branquial. La primera hendidura branquial se trasforma en cavidad del tímpano, trompa de Eustaquio, y conducto auditivo externo. Los huesecillos del oido nacen del primero y del segundo arco branquial.

### § XIX.—ARCOS Y HENDIDURAS BRANQUIALES.

En el cuello del embrion existen cuatro hendiduras que segun algunos se forman de fuera á dentro, y segun otros proceden del fondo de la faringe, *hendiduras branquiales ó viscerales*. Entre ellas se condensa la materia de donde resultan los cuatro *arcos branquiales ó viscerales*. El primero se

encuentra entre el orificio bucal y la primera hendidura; el segundo, el tercero y el cuarto entre la primera y la cuarta hendidura. Sobre el primer arco branquial se halla una pequeña protuberancia, *la apófisis maxilar superior*.



Fig. 53.—Embrion humano de 3 á 4 semanas en el huevo. Se vé el corion velloso, la vesícula humbilical, etc.; las tres líneas que se perciben por debajo de la cabeza representan los arcos viscerales; el corazon aparece libre hácia delante y todo lo que se halla por debajo es el hígado.

Del primer arco branquial se forman el martillo, el yunque y la apófisis de Meckel; el maxilar inferior se deposita sobre el mismo arco. De la apófisis maxilar superior se forman: el maxilar superior, la lámina interna de la apófisis pterigoides y el hueso palatino.

Del segundo arco branquial nacen: el estribo, la apófisis estiloides, los ligamentos stilo-yoideos y las pequeñas hastas del hueso yoides.

Del tercer arco branquial se forman: los cuerpos y las grandes hastas del hueso yoides.

De las cuatro hendiduras solo persiste la primera, que dá origen al conducto auditivo externo y á la caja del tímpano.

## § XX.—SISTEMA HUESOSO.

La mayor parte de los huesos han sido en su principio cartilaginosos; solo han sido constituidos por tegido conjuntivo antes de osificarse los siguientes: la porcion escamosa, *squama*, del temporal, el parietal, el frontal, la parte superior de la porcion escamosa del occipital, la lámina externa de la apófisis pterigoides, todos los huesos de la cara, á excepcion del cornete inferior y la clavícula.

Entre todos los huesos, la clavícula es el primero que se osifica (de 7 á 8 semanas); solo despues del nacimiento se osifican las epífisis de los huesos canaliculados, los pequeños huesos del tarso, los del carpo, la base de la escápula, el acromion y la apófisis coronoides.

La metamórfosis de los cartílagos en huesos se realiza de la manera siguiente: la sustancia cartilaginosa se multiplica considerablemente por la division de sus células (V. pág. 422) entre las cuales se deposita la materia calcarea. Dicha sustancia se trasforma en seguida en una masa blanca (médula cartilaginosa) en la cual se escavan cavidades, sobre cuyas paredes se forman nuevas células (osteoblastos) que se convierten en células óseas propias (asteroides). Todas las partes restantes constituyen los canales medulares. Pero además de esta formacion ósea, el periostioso es tambien una matriz de nuevas células de idéntica naturaleza.

## § XXI.—CONDUCTO INTESTINAL.

Las partes esenciales del conducto intestinal original, se hallan formadas por la hoja de las glándulas intestinales ó por la hoja germinativa inferior y una parte de la media, llamada *de las placas fibrosas* del intestino.

El intestino al principio es una semi-gotiera cerrado hácia delante y atrás formando un canal que solo se halla abierto en el punto donde se continúa en la vesícula umbilical. El conducto de esta vesícula se abre directamente en el intestino.

En la extremidad anterior se forma, gracias á un repliegue de la hoja córnea, una excavacion que se abre hácia fuera y forma la cavidad bucal, hallándose situada al lado del arco branquial anterior.

Los gérmenes de los dientes se manifiestan sobre los maxilares inferior y superior del modo siguiente: las prolongaciones que emanan de la capa mas profunda del epitelium se introducen en la mucosa. De estas prolongaciones epiteliales nacen los órganos generadores del esmalte para cada diente; las papilas dentarias, que van al encuentro de estos órganos productores, se forman en virtud de una proliferacion de la misma mucosa. El marfil se deposita en la superficie misma de las papilas y el esmalte en la de los mencionados órganos generadores. Todos los dientes se encuentran recubiertos completamente hasta su origen por un *sáculo dentario*.

El conducto intestinal crece, por una parte ensanchándose en diversos sitios, por otra, formando muchas prolongaciones, y por último dando origen por la hoja de las glándulas intestinales á diferentes órganos, á saber: el hígado, los pulmones y el páncreas. Casi todo el tubo digestivo se halla fijo á la columna vertebral por medio del peritoneo, á excepcion de la faringe, del esófago y de la porcion de dicho conducto situado detrás del estómago, así como una gran parte del duodeno y la extremidad terminal del recto.

El estómago y el intestino grueso pertenecen á las dilataciones del conducto digestivo.

El intestino delgado crece segun la longitud y forma las flexuosidades.

Como el estómago cámbia de posicion fijándose á la columna vertebral, por lo que se llama el *mesogastrio*, dá lugar á la formacion del *grande epiploon y del agujero de Winslow;* volviéndose dicho órgano á la derecha, la superficie de este lado se hace posterior. La cubierta serosa del estómago se distiende tanto que se forma á la izquierda un saco, *saco epiploico* (1).

### § XXII.—ÓRGANOS GÉNITO-URINARIOS.

Los conductos excretores primero, y despues los cuerpos de los riñones primitivos ó cuerpos de *Wolf*, se forman muy pronto en la hoja córnea, al lado de las placas vertebrales primitivas, entre

(1) Tras-cavidad de los epiploones.

estas y las laterales. Se extienden desde el corazon hasta la extremidad del cuerpo, pero disminuyen hácia la octava semana, aunque mas tarde solo quedan los rudimentos. Consisten en canales transversos en los cuales como en los riñones se encuentran los glomérulos, y se segrega un líquido que contiene el ácido úrico. Sus conductos excretores, que están situados en su lado antero-externo, desembocan en la parte inicial del uraco, allí en donde este se presenta al lado del recto.

La porcion inicial del uraco se ensancha y constituye la vegiga. Así como los uréteres y riñones se desprenden de un desdoblamiento de esta (ó del recto, lo cual no está demostrado todavía), los pulmones se separan de la parte superior del tubo digestivo. El desarrollo de los riñones y de los uréteres quita toda la importancia á los cuerpos de Wolf.

Al lado interno de estos aparecen hacia la sexta semana próximamente las glándulas genitales, *testículos y ovarios*, y á continuacion los órganos excretores de los cuerpos de Wolf, los *canales llamados de Müller*.

En el sexo femenino, las trompas y el útero toman origen en los canales de Müller; en el sexo masculino lo verifica la vesícula prostática ó *utrículo*. Del resto de los cuerpos de Wolf se forman en el último sexo los conos vasculares ó cabeza del epididimo, y de los conductos excretores de dichos cuerpos, el cuerpo del epididimo y los canales deferentes: en el sexo femenino permanece en rudimento el *epiovario*. Hácia el fin del embarazo, los

testículos descienden al escroto por el conducto inguinal, *descensus testiculorum*. En la cavidad abdominal, cada testículo se halla envuelto por el peritoneo y provisto de un *mesorchium*; un repliegue que parte de la cara interna del escroto, el *gubernaculum Hunteri*, se extiende hasta la extremidad inferior del testículo. Cuando este desciende, no solo arrastra con él la porcion de peritoneo de donde nace la *túnica vaginal propia*, si que tambien la *fascia transversa* y un fascículo muscular del músculo oblícuo interno, el *cremaster*. Ambos concurren á formar la *túnica vaginal comun*.

Los órganos génito-urinarios externos son las prolongaciones de los tegumentos externos. En el sexo masculino, la uretra se suelda al pene y se reunen las dos mitades escrotales; en el femenino, la uretra permanece separada del clítoris, y los grandes lábios son análogos á las dos mitades del escroto.

### § XXIII.—PARTURICION Y CONSECUENCIAS DEL PARTO.

En la inmensa mayoría de los casos, el embarazo dura de 266 á 300 dias; la parturicion tiene lugar frecuentemente al fin de la cuadragésima semana. Es desconocida la causa de las contracciones uterinas de las cuales depende el parto. En los últimos meses, no aumenta la masa del útero, ni se dilata por lo tanto. Los dolores comienzan por el fondo, y la expulsion del feto es esencialmente determinada por la contraccion de la matriz, pero es auxiliada por la presion abdominal.

Despues del parto se presentan *tres secreciones*:

1.° El flujo uterino: *los loquios*, que duran de tres á cuatro semanas, al principio sanguinolentos y despues mucosos.

2.° La *secrecion cutánea* mas abundante.

3.° La secrecion de las glándulas mamarias ó de *la leche*.

Hé aquí en qué consiste la última:

El contenido de las células que tapizan los conductos galactóforos se trasforma en grasa, y despues aquellas se desprenden para eliminarse. Estas células grasientas se abren y los glóbulos de grasa quedan en libertad en el seno del líquido.

En los primeros dias que siguen al nacimiento, se encuentran aun las células no abiertas, y se llaman corpúsculos de colostro. (V. pág. 11.)

Los principios de la leche de mujer son, el cuarto dia despues del parto, tales como los hemos indicado en la página, 435, segun el análisis de Clemm.

FIN.

# ÍNDICE

## DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.


INTRODUCCION.. . . . . 1
Humores y tegidos.—Elementos anatómicos y principios inmediatos (Ch. Bobin). . . 11
Principios elementales del cuerpo humano. 28
Compuestos binarios-inorgánicos que se hallan en la economía. . . . . 28
Principios nutritivos. . . . . 31
Alimentos. . . . . 32
Cantidad cotidiana de alimentos, necesaria para la conservacion de la salud. . . . 35
Bebidas. . . . . 35


## PRIMERA SECCION.

### RESPIRACION.


§ 1. Objeto de la respiracion. . . . . 51
A.—Respiracion pulmonar. . . . . 56
§ 2. Inspiracion. . . . . 58
Accion de las costillas, del esternon y de la clavícula. . . . . 59

§ 3. Elasticidad de los pulmones. . . . 76
§ 4. Expiracion. . . . . 78
§ 5. De las vias recorridas por el aire en la respiracion. . . . . 80
§ 6. Ruidos que origina la respiracion. . . 86
§ 7. Accion de la respiracion sobre el corazon y del corazon sobre la respiracion. . . . . 88
§ 8. Prensa abdominal. . . . . 94
§ 9. Magnitud y frecuencia de la respiracion. . . . . 95
§ 10. Excitacion de los movimientos respiratorios. . . . . 103
§ 11. Respiracion de la sangre. . . . . 109
§ 12. C. Respiracion de los tegidos. . . . 120
§ 13. Aire de la inspiracion y de la expiracion. . . . . 122
§ 14 Determinacion del ácido carbónico, del O, del az y del agua contenidos en el aire expirado. . . . . 139
§ 15. Respiracion en los diferentes gases. 145

## SEGUNDA SECCION.

### DIGESTION.

§ 1. Objeto. . . . . 150

### CAPÍTULO PRIMERO.

**Digestion en la cavidad bucal.**

§ 2. Fluido bucal. . . . . 151

Papel mecánico de la saliva en la masticacion y en la deglucion. . . . 152
Papel químico de la saliva mixta ó bucal. . . . . 153
§ 3. Glándulas salivales y saliva bucal. . . 167
I. Saliva parotídea. . . . . 171
II. Saliva submaxilar.. . . . . 172
III. Saliva sublingual. . . . . 175
Papel de los nervios centrípetos, centros nerviosos y centrífugos.—De la circulacion y de los glóbulos epiteliales en la secrecion salival.. . . 175
§ 4. Moco, epitelium, y corpúsculos salivales del líquido bucal. . . . . 186

## CAPÍTULO II.

### Movimientos de masticacion y deglucion.

§ 5. Masticacion. . . . . 191
§ 6. Movimientos de la lengua. . . . . 196
§ 7. Movimientos de deglucion. . . . . 196
§ 8. Movimientos de la faringe y del esófago. 197

## CAPÍTULO III.

### Funciones del estómago.

§ 9. Quimo. . . . . 206
§ 10. Jugo y moco gástricos. . . . . 208
Acido del jugo gástrico.—Peptona. 212
§ 11. Gases del estómago y del intestino. 229
§ 12. Movimientos del estómago. . . . . 231

## CAPÍTULO IV.

### Funciones del hígado.

§ 13. Idea general. . . . . 237
§ 14. Bilis. . . . . 247
§ 15. Sustancia glicogenia. . . . . 253
§ 16. Grasa.. . . . . 264
§ 17. Factores de los productos hepáticos. 266

## CAPÍTULO V.

### Funciones de la glándula salival ventral.

§ 18. Estructura del páncreas y obtencion de la saliva abdominal. . . . . 268
§ 19. Propiedades y funciones de la saliva abdominal.. . . . . 269
§ 20. Principios químicos de la saliva abdominal. . . . . 271
§ 21. Secrecion. . . . . 272

## CAPÍTULO VI.

### Funciones del intestino delgado.

§ 22. Idea general. . . . . 275
§ 23. Jugo intestinal. . . . . 276
§ 24. Absorcion por las vellosidades y los capilares de la mucosa intestinal. . 278
§ 25. Movimientos del intestino delgado. . 283

## CAPÍTULO VIII.

### Funciones del intestino grueso.

§ 26. Excrementos. . . . . 286

§ 27. Defecacion. . . . . 287
§ 28. Apéndice á la digestion. . . . . 289

## TERCERA SECCION.

### LINFA Y SANGRE

### CAPITULO PRIMERO.

### Linfa.

§ 1. Generalidades. . . . . 294
§ 2. Quilo. . . . . 296
§ 3. Células linfáticas. . . . . 301
§ 4. Glándulas linfáticas y órganos similares.. . . . . 304
§ 5. Circulacion de la linfa. . . . . 313
§ 6. Funciones del bazo. . . . . 319

### CAPITULO II.

### Sangre.

§ 1. Propiedades generales, principios, composicion y peso específico de la sangre. 328
§ 2. Coagulacion de la sangre. . . . . 330
§ 3. Elementos morfológicos de la sangre. 336
§ 4. Composicion química de la sangre. . 346
§ 5. Cantidad de los mas importantes principios. . . . . 350
§ 6. Fibrina. . . . . 351
§ 7. Hemoglobina. . . . . 355
§ 8. Sangre arterial y sangre venosa. . . 362
§ 9. Color de la sangre. . . . . 363
§ 10. Cantidad de la sangre. . . . . 364

## CAPITULO III.

### Circulacion de la sangre.

§ 11. Descripcion de la circulacion. . . . 369
§ 12. Objeto de la circulacion. . . . . 370
§ 13. Condiciones para la conservacion de la circulacion. . . . . 370
§ 14. Del corazon y sus movimientos. . . 371
§ 15. Movimiento de la sangre en el interior de las arterias. . . . . 388
§ 16. Funciones de los capilares. . . . . 396
§ 17. Circulacion en las venas. . . . . 398

# CUARTA SECCION.

### NUTRICION.

## CAPITULO PRIMERO.

### Fenómenos generales.

§ 1. Objeto. . . . . 400
§ 2. A. Movimientos moleculares líquidos.. 401
I. Difusion. . . . . 402
II. Imbibicion é inchazon. . . . . 403
III. Filtracion. . . . . 404
IV. Osmosis.. . . . . 405
B. Procesos químicos. . . . . 407
§ 3. Metamórfosis de los albuminoides. . 408
§ 4. Metamórfosis de las sustancias no azoadas. . . . . 414
C. Fuerzas mecánicas y celulares. . 418
Fenómenos de las células. . . . . 419

§ 5. Crecimiento, multiplicacion de las células y sus consecuencias. . . . 419
Orígen de las células. Proliferacion y Blastemo. . . . . 422
§ 6. Afinidad y poder fermentador de las células.. . . . . 432
Movimientos celulares. . . . . 434
§ 7. Movimientos amiboides y granulares. 434
§ 8. Movimientos vibrátiles. . . . . 435

## CAPITULO II.

### Algunos fenómenos de nutricion en particular.

§ 9. Reabsorcion. . . . . 437
§ 10. Asimilacion.. . . . . 440
§ 11. Regeneracion. . . . . 440
§ 12. Retencion. . . . . 442
§ 13. Disposiciones variadas. . . . . 444
§ 14. Inanicion.. . . . . 444
§ 15. Cámbio de materiales. . . . . 447

## CAPITULO III.

### Electricidad.

§ 16. Medios de reconocer las corrientes eléctricas. . . . . 448
§ 17. Corriente muscular. . . . . 451
§ 18. Corriente nerviosa.. . . . . 453
§ 19. Corriente de la piel de las ranas. . . 454

## CAPITULO IV.

### Calor.

§ 20. Generalidades. . . . . 454

§ 21. Determinacion de la temperatura del cuerpo. . . . . 456
§ 22. Produccion del calor del cuerpo. . . 457
§ 23. Trasmision del calor. . . . . 458
§ 24. Pérdida y recuperacion del calor. . . 459
§ 25. Cantidad de calor. . . . . 460

## CAPITULO V.

### Secrecion.

§ 26. Generalidades. . . . . 461
§ 27. Secrecion urinaria. . . . . 466
§ 28. Partes constituyentes de la urea, expulsion de la orina. . . . . 470
§ 29. Secrecion de la piel. . . . . 478
§ 30. Secrecion del sudor. . . . . 479

## SECCION QUINTA.

### MOVIMIENTOS MUSCULARES.

§ 1. Consideraciones anatómicas. . . . 483
§ 2. Composicion química. . . . . 486
§ 3. Comparacion de los músculos y de la sangre. . . . . 487
§ 4. Rigidéz cadavérica (rigor mortis). . 487
§ 5. Funciones de los músculos. . . . . 489
§ 6. Excitacion muscular. Irritabilidad. . 489
§ 7. Estado de los músculos. . . . . 490
§ 8. Entrada de la sangre en los músculos. 491
§ 9. Fenómenos de la contraccion muscular. 492
§ 10. Efectos de la contraccion muscular. . 497
§ 11. Auxiliares de la contraccion muscular. . . . . 502

§ 12. Estacion vertical. . . . . 503
§ 13. Marcha. . . . . 505
§ 14. Voz y palabra. . . . . 507

## SECCION SEXTA.

### FISIOLOGIA DE LOS NERVIOS.

### CAPITULO PRIMERO.

**Propiedades generales del sistema nervioso.**

§ 1. Funciones en general. . . . . 512
§ 2. Consideraciones anatómicas. . . . . 513
§ 3. Principios químicos de la sustancia nerviosa. . . . . 520
§ 4. Papel de los gánglios y de las fibras nerviosas en general. . . . . 521
§ 5. Especies de nervios. . . . . 527

### CAPITULO II.

**Irritabilidad é irritantes de las fibras nerviosas y de los gánglios.**

§ 6. Generalidades. . . . . 532
§ 7. Los diversos excitantes. . . . . 537
§ 8. Fenómenos de los nervios excitados. . 539
§ 9. Rapidez de la trasmision en los nervios. 539
§ 10. Modificaciones de la excitabilidad por la corriente eléctrica. . . . . 541
§ 11. Ley de las contracciones. . . . . 545
§ 12. Electrotono. . . . . 548
§ 13. Excitacion con ausilio de la corriente

eléctrica nerviosa y de la corriente eléctrica muscular. . . . . 549
§ 14. Modificacion de la excitabilidad. . . 552
§ 15. Muerte de los nervios. . . . . 556

## CAPITULO III.

### Fenómenos centrípetos.

§ 16. Generalidades. . . . . 557
§ 17. Especies de sensibilidad.. . . . . 560
§ 18. Fenómenos psíquicos.. . . . . 568

## CAPITULO IV.

### Fenómenos centrífugos.

§ 19. Generalidades. . . . . 570
§ 20. Movimientos automáticos. . . . . 572
§ 21. Movimientos incitados en general.— Movimientos por excitacion. . . . 576
§ 22. Movimientos reflejos. . . . . 577
§ 23. Movimientos voluntarios. . . . . 583
§ 24. Movimientos voluntarios que no son determinados por influencias psíquicas. . . . . 586
§ 25. Fenómenos de suspension. . . . . 587

## CAPITULO V.

### Funciones de los órganos nerviosos en particular.

§ 26. Hemisferios cerebrales. . . . . 588
§ 27. Cuerpos estriados y tálamos ópticos. 590
§ 28. Tubérculos cuadrigéminos.. . . . 591

§ 29. Cerebelo. . . . . 591
§ 30. Pedúnculos cerebrales y médula oblongada. . . . . 592
§ 31. Médula espinal.. . . . . 595
§ 32. Nervio gran simpático. . . . . 598
§ 33. Funciones de los nervios cranianos. . 603

## CAPITULO VI.

### Inervacion de algunos órganos en particular.

§ 34. Inervacion del iris. . . . . 611
§ 35. Movimientos respiratorios. . . . . 612
§ 36. Inervacion del corazon. . . . . 614
§ 37. Inervacion del estómago y de los intestinos.. . . . . 615
§ 38. Inervacion de la vegiga.. . . . . 616
§ 39. Inervacion de las células. . . . . 617

# SECCION SÉPTIMA.

### SENSACIONES SUMINISTRADAS POR LOS SENTIDOS.

(ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS).

## CAPITULO PRIMERO.

### Sentido de la vista.

§ 1. Condiciones de una vista distinta. . . 619
§ 2. Proyeccion de la imágen. . . . . 619
§ 3. Acomodacion. . . . . 625
§ 4. Movimientos del iris. . . . . 629
§ 5. Acromatismo.. . . . . 630
§ 6. Sensibilidad de la retina. . . . . 631

§ 7. Causas de excitacion de la retina. . 637
§ 8. Efectos consecutivos á la excitacion. . 639
§ 9. Movimiento del bulbo ocular. . . . 640
§ 10. Inversion de los objetos. . . . . 643
§ 11. Vision simple con los dos ojos. . . 644
§ 12. Vision de los cuerpos. . . . . 647
§ 13. Irradiacion. . . . . 648
§ 14. Apreciacion de la magnitud. . . . 648
§ 15. Lágrimas. Glándulas de Meibomio. . 649

## CAPITULO II.

### Sentido del oido.

§ 16. Sonido. . . . . 649
§ 17. Condiciones necesarias para el ejercicio del oido. . . . . 651
§ 18. Propagacion del sonido. . . . . 651
§ 19. Sensibilidad auditiva. . . . . 653

## CAPITULO III.

### Sentido del olfato.

§ 20. Condiciones necesarias para que se realice la sensacion. . . . . 654
§ 21. Mucosa olfatoria. . . . . 654
§ 22. Materias odoríferas. . . . . 655

## CAPITULO IV.

### Sentido del gusto.

§ 23. Condiciones necesarias. . . . . 655
§ 24. Materias sápidas. . . . . 656
§ 25. Sensibilidad gustativa. . . . . 656

## CAPITULO V.

**Sentido del tacto.**

§ 26. . . . . 657
§ 27. Sentido de la temperatura. . . . 657
§ 28. Sentido de la presion. . . . . 658
§ 29. Sentido del lugar. . . . . 658
§ 30. Ley psico-química. . . . . 660

# SECCION OCTAVA.

**GENERACION Y DESARROLLO.**

## CAPITULO PRIMERO.

**De la generacion.**

§ 1. Preliminares. . . . . 663
§ 2. Semen. . . . . 664
§ 3. Huevo de la mujer. . . . . 668
§ 4. Menstruacion.. . . . . 669
§ 5. Fecundacion.. . . . . 671
§ 6. Embarazo.. . . . . 672
§ 7. Placenta. . . . . 675

## CAPITULO II.

**Desarrollo del embrion á expensas del huevo.**

§ 8. Cómo se forma el embrion á expensas del huevo. . . . . 677
§ 9. De las partes que contienen al embrion. 679
§ 10. Envolturas del embrion. . . . . 679

§ 11. Membranas del embrion. . . . . 680
§ 12. Circulacion de la sangre en la vesícula umbilical y alantoides. . . . 680
§ 13. Amnios. . . . . 683
§ 14. Cordon umbilical. . . . . 684
§ 15. Hojas del tegumento germinativo (Blastodermo). . . . . 684
§ 16. Sistema nervioso. . . . . 686
§ 17. Ojos. . . . . 687
§ 18. Organo del oido. . . . . 688
§ 19. Arcos y hendiduras branquiales. . . 688
§ 20. Sistema huesoso. . . . . 690
§ 21. Conducto intestinal. . . . . 691
§ 22. Organos genito-urinarios. . . . . 692
§ 23. Parturicion y consecuencias del parto. 694

# PUBLICACIONES

## DE LA LIBRERÍA DE PASCUAL AGUILAR.

CROUS.—*Programa-sumario de Patología Médica.* Valencia, 1877. Esta obra forma un tomo en 4.° de 548 páginas y su precio es el de 48 rs.

CAMPÁ.—*Cuadros sinóptico-descriptivos de obstetricia.* Valencia, 1875. Segunda edicion, aumentada, un volúmen de 70 páginas casi folio, con 30 cuadros. 12 reales Valencia, 14 fuera.

CAMPÁ.—*Calendario de la preñez é higiene de la mujer en cinta.* Obra dedicada á las jóvenes recien casadas. Un tomo en 8.° menor, de 218 páginas. Valencia, 1874. Su precio 6 rs.

SALCEDO Y GINESTAL.—*Discurso sobre la cremacion cadavérica*, leido en el acto de ejercicios de doctor en la facultad de medicina de la Universidad central, el dia 22 de Junio de 1876. Un tomo en 8.° mayor, de 64 páginas, y una lámina representando un aparato crematorio. Su precio 4 rs.

FOLLIN.—*Lecciones sobre la aplicacion del oftalmoscopio al diagnóstico de las enfermedades de los ojos*, dadas en la clínica quirúrgica de la Caridad, y traducidas al castellano por el Dr. don Nicolás Ferrer y Julve, catedrático de medicina. Valencia, 1875. Segunda edicion. Un tomo en 4.° de 144 páginas, con grabados intercalados en el texto. Su precio 16 rs.

VELPEAU Y B. J. BERAUD.—*Manual de anatomía quirúrgica general y topográfica*, traduccion de Don Gabriel Lopez Gimeno. Valencia, 1872. Dos tomos en 4.°, de 400 páginas cada uno. Su precio 30. rs.

FERRER Y JULVE.—*Nuevo compendio de cirujía menor.*—Segunda edicion aumentada. Valencia, 1874. Un tomo en 8.°, de 500 páginas, con grabados intercalados en el texto. Su precio 24 rs. Valencia y 26 fuera.

# NIELLY.

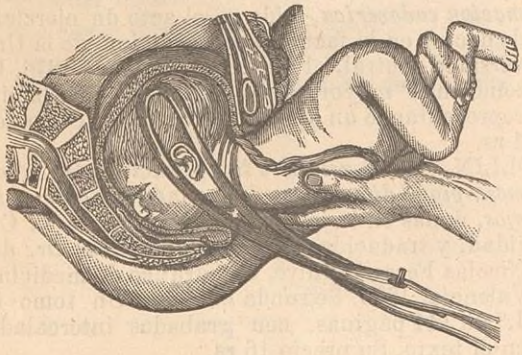
## COMPENDIO DE OBSTETRICIA

VERSION ESPAÑOLA DEL

**DR. D. JUAN AGUÍLAR Y LARA,**

Profesor clínico de la escuela de medicina de Valencia.

Obra importantísima, tanto para el alumno como para el práctico, porque ambos encuentran con-



densadas en un pequeño volúmen todas las materias de dicha asignatura, con arreglo á los últimos adelantos de la ciencia.—Valencia, 1877.

Esta obra forma un tomo de más de 200 páginas, de buen papel, esmerada impresion y multitud de escelentes grabados intercalados en el texto, que facilitan la comprension del mismo.

