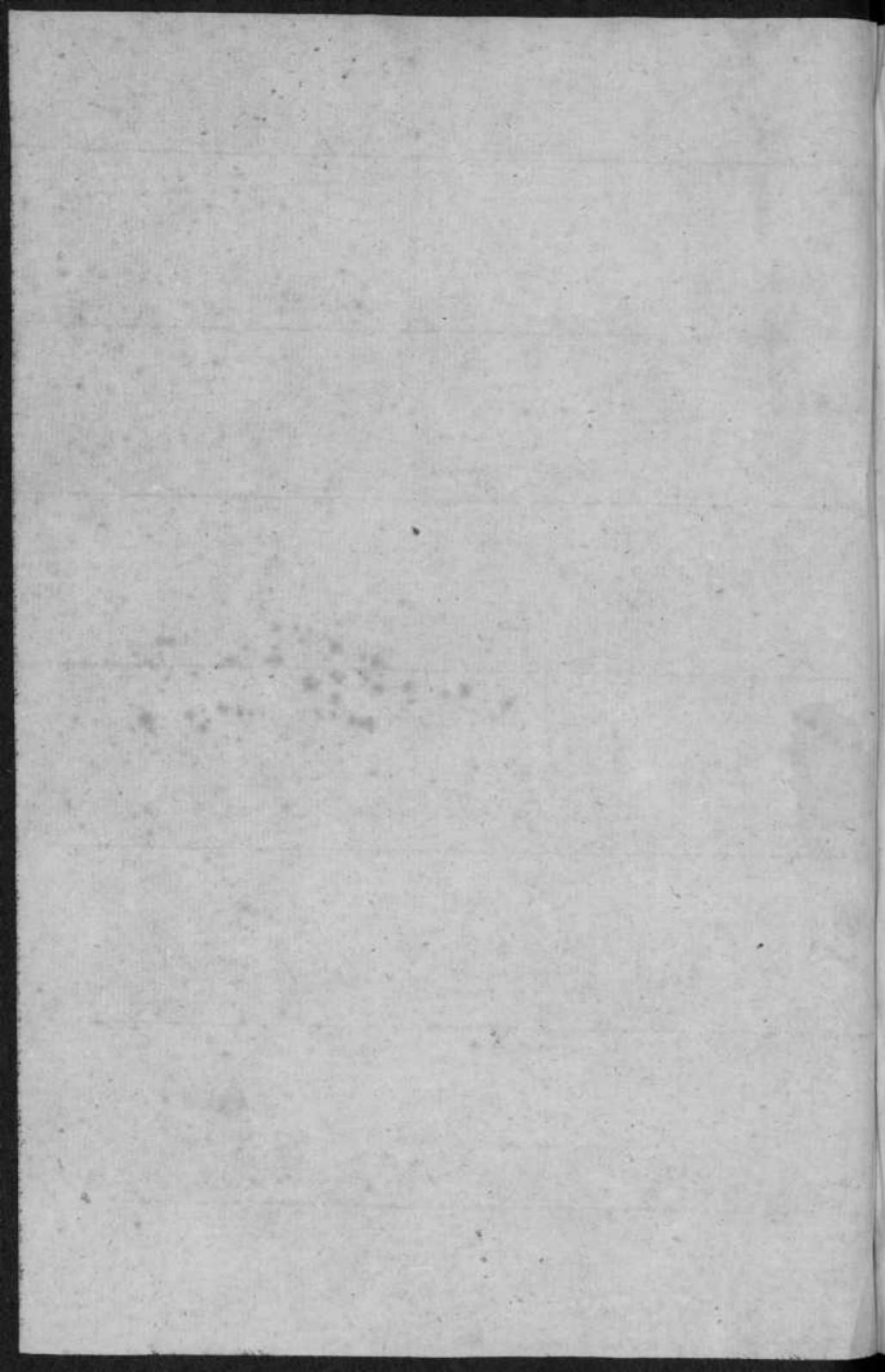


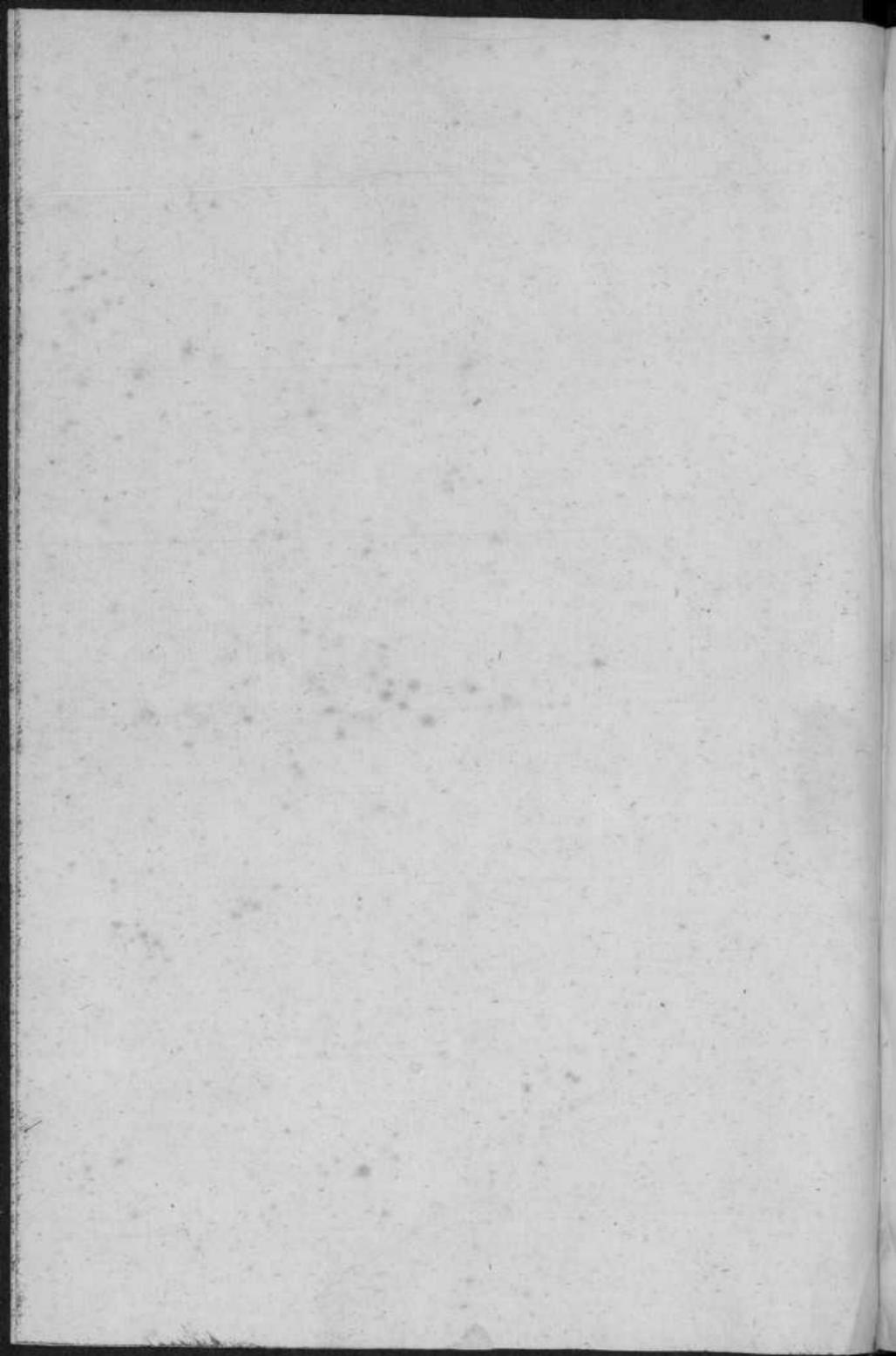
17156
~~18978~~

41
—
229



Tratado de las Ciencias Médicas.

TRATADO DE FISIOLÓGIA.



FISILOGIA.

Tesoro de las Ciencias Médicas.

TRATADO DE FISILOGIA.

Tratado de fisiología humana

Esta obra es propiedad de la
casa de D. Ignacio Boix, Editor
en Madrid.

TRATADO DE FISIOLÓGIA

TRATADO
DE
FISIOLOGIA,

POR J. MULLER,

**Profesor de anatomía y de fisiología en la universidad
de Berlín, etc.**

Traducido de la cuarta edición alemana, y anotada

POR A. J. L. JOURDAN.

Y del francés al castellano

por los Redactores del **Tesoro de las Ciencias Médicas.**

TOMO SEGUNDO.



MADRID,

IMPRENTA Y LIBRERIA DE D. IGNACIO BOIX, EDITOR.

CALLE DE CARRETAS, NUMERO 27.

—
1846.

FISIOLOGIA

TRATADO DE FISIOLOGIA

DE LOS ANIMALES Y DEL HOMBRE

DE DON JUAN VILLALBA



IMPRESION DE LA BIBLIOTECA

LIBRERIA

DE DON JUAN VILLALBA

1800

TRATADO
DE
FISIOLOGIA.



LIBRO SEGUNDO.

De los cambios químicos que sobrevienen en los líquidos orgánicos y los tejidos organizados, bajo la influencia de la vida.

SECCION PRIMERA.

DE LA RESPIRACION.

CAPITULO PRIMERO.

DE LA RESPIRACION EN GENERAL.

El oxígeno es la parte esencialmente respirable del aire atmosférico, que en 100 partes contiene 21 de este gas y 79 de ázoe. La proporción de ácido carbónico es muy pequeña en el aire, 10000 volúmenes no contienen mas que 4,15 de este gas, según Saussure; en el campo, el maximum era de 5,74 y el minimum de 3,15: en Génova la proporción era mayor de 0,31 en 10000 partes de aire (1). Hay además impurezas esclusivas de las localidades, por ejemplo las que provienen de una materia orgánica, á la que la accion de la luz hace trasformar en rojo, y que se

(1) *Ann. de chim.*, t. XLIV, p. 1.

encuentra tambien en el agua llovediza (1). La cantidad de oxígeno disminuye en el aire donde respiran hombres ó animales, y este gas es sustituido por una cantidad casi igual de ácido carbónico. El gas oxígeno en el que se hace respirar á los animales experimenta el mismo cambio. Sin sostener que la respiracion sea una combustion no se puede sin embargo desconocer la analogía que existe entre los dos cambios que hacen experimentar estos dos actos al aire: tanto en uno como en el otro, el ázoe juega un papel indiferente y parece no hacer mas que templar la intensidad de los fenómenos por su presencia.

Cuando se estudian los gases respecto de la respiracion y los órganos respiradores, se debe tener presente que los hay que no son á propósito para ejercer esta funcion, sin ser por esto numerosos. El ázoe y el hidrógeno parecen ser indiferentes á la respiracion: si no entretienen la vida es únicamente á causa de la falta de oxígeno, de suerte que cuando contienen la cantidad requerida de este último gas para la respiracion, no ejercen accion dañosa alguna en la economía. Otros gases no son indiferentes, y envenenan, á causa de su afinidad con las sustancias animales.

Es preciso no olvidar tampoco que ciertos gases pueden ser introducidos en los órganos respiratorios á pesar de sus propiedades venenosas, mientras que otros no podrian penetrar en cierta cantidad, porque determinan un estreñimiento espasmódico, y que en particular causan la oclusion de la glotis.

I. Gases que entretienen la funcion química de la respiracion.

1.^o El aire atmosférico, que produce este efecto de un modo duradero y sin perjudicar la vida.

2.^o El gas oxígeno y el protóxido de ázoe ú óxido nítrico, que sostiene la vida por algun tiempo, pero no de un modo duradero.

Se ha sostenido que la sangre de los animales que respiran el gas oxígeno se pone encarnada hasta en las venas, y que concluia por ejercer una influencia destructora. Allen y Pepys no han visto sobrevenir ningun accidente en el hombre, y no han observado en un pichon mas que agita-

(1) GMELIN, *Chémie*, t. I, p. 442.

cion, que se disipó poco despues del experimento. Los cabiais (1) que Lavoisier y Seguin dejaron por espacio de veinticuatro horas en el gas oxígeno no experimentaron tampoco malestar. Allen y Pepys han encontrado que la respiracion en este gas produce mas ácido carbónico que la del aire: sin embargo lo contrario sucedió en el pichon citado anteriormente. Los tísicos estan peor cuando respiran el gas oxígeno. Con respecto al gas óxido nitroso sostiene la vida algunos instantes, pero no tarda en determinar embriaguez y estupor, exaltacion, alucinamiento de los sentidos, confusion en las facultades intelectuales, y al fin síncope (2). Una parte del gas se disuelve en la sangre, á quien pone de color purpúreo: el semblante y los labios toman el color de los de un muerto. Se desprende de los pulmones el gas ázoe y un poco de ácido carbónico (3).

(1) Animal parecido al conejo de Indias. (*El T. E.*)

(2) H. DAVY. *Researches on nitrous oxyde*. Londres, 1800.

(3) P. Zimmermann acaba de publicar (*De respiratione nitrogenii oxydulati commentatio* (Marbourg, 1844) una serie de experimentos acerca de la respirabilidad del gas óxido nitroso ó protóxido de ázoe. Un conejo sumergido por espacio de veinte minutos en este gas, ha presentado los fenómenos siguientes: ansiedad, parálisis aparente de los músculos, y particularmente de los de los miembros inferiores, respiracion frecuente, palpitations de corazon precipitadas é irregulares, ligeras convulsiones, asfixia. Puesto al aire libre no tardó en salir del estado de estupor. Tres dias despues, el mismo animal, habiendo permanecido tres horas y veinte minutos en el gas, volvió igualmente á la vida, despues de haber ofrecido casi los mismos sintomas. Un conejo de seis semanas murió, despues de haber permanecido dos horas y cuarenta y cinco minutos en el gas. Otro de la misma edad sucumbió al cabo de dos horas y media, sin haber experimentado la menor convulsion. Otro de un año murió al cabo de dos horas y cuarto. De tres pichones, el uno volvió á la vida al cabo de dos horas de permanencia en el gas, el otro sufrió una hora y cuarenta y cinco minutos; el tercero, muy jóven, murió al cabo de hora y media. Zimmermann ha hecho este experimento en sí mismo, valiéndose de un tubo para respirar el gas, cerrando exactamente las narices á fin de impedir la introduccion del aire atmosférico. Al instante percibió un gusto azucarado, y al mismo tiempo sintió un calor dulce y sensacion de plenitud en los pulmones. La respiracion se hizo mas profunda y mas frecuente, el

II. Gases que son irrespirables pero que no entretienen el trabajo químico de la respiracion.

1.^o Gases que no tienen positivamente una influencia deletérea, y que no matan sino por la falta del gas propio á sostener la vida. Estos son el ázoe y el hidrógeno. Segun los esperimentos de Lavoisier y Seguin, los conejos de Indias no esperimentan ninguna incomodidad en una mezcla de partes iguales de oxígeno y de hidrógeno. Consumen tanto oxígeno como en una mezcla igual de oxígeno y ázoe y no absorben el hidrógeno. Segun Allen y Pepys la respiracion en el gas hidrógeno va acompañada de exhalacion del gas ázoe de la sangre. Segun dicen estos dos autores y Wetterstadt (1), el gas hidrógeno sumerge á los animales en un estado de sopor. Algunas ranas han vivido tres ó cuatro horas, rara vez mas: sin embargo hubo una que vivió doce horas; concluyeron igualmente por ser acometidas de estupor y olvidaron respirar, lográndose tan solo que hiciesen algunas inspiraciones meneándolas en el vaso en que se hallaban.

2.^o Gases deletéreos; los gases hidrógeno carbonado,

pulso rápido é irregular. Los ojos brillaron y el órgano del oido sumamente sensible. Pronto una sensacion de hormigueo recorrió todos sus miembros, sobre todo los inferiores. En fin, todos estos síntomas, que se esperimentan despues de ocho ó diez inspiraciones, van acompañados de un movimiento de hilaridad y de continua risa. Para sentir este singular fenómeno no basta una inspiracion sola. Zimmermann asegura haber sentido despues del esperimento aversion marcada hácia los alimentos. La cantidad de ácido carbónico era mas considerable que en el estado normal. Un conejo que respira aire atmosférico, no da por hora mas que 0,800 grados de este ácido. El término medio en cuatro esperimentos acerca del gas óxido nitroso por el mismo tiempo, ha sido de 1,300 grados. Zimmermann concluye de esto que el gas óxido nitroso, en el que el oxígeno está muy condensado, puesto que contiene medio volúmen por cada uno de ázoe, mientras que este gas no forma mas que la quinta parte en la mezcla del aire atmosférico, suministra mucho mas oxígeno á la respiracion. Es de sentir que el autor no haya tenido en cuenta las cantidades de ázoe, y no haya hecho al mismo tiempo esperimentos comparativos acerca del oxígeno puro.

(1) BERZELIUS, *Tratado de química*, t. VII, p. 106.

fosforado, sulfurado y arseniado, el óxido de carbono, y el cianógeno. El aire atmosférico mata segun Thénard un pájaro cuando contiene $\frac{1}{4500}$ de hidrógeno sulfurado; un perro cuando contiene $\frac{1}{800}$; un caballo cuando contiene $\frac{1}{250}$.

El ácido carbónico pertenece tambien á esta clase; porque no causa tos aun cuando se respire en grande cantidad; narcotiza y ocasiona la asfixia sin ningun síntoma de sofocacion. El aire atmosférico, cuando tiene mas del 10 por 100, no tarda en causar la muerte. Todos estos gases deletéreos matan los animales en cuya sangre se inyecte una pequeña cantidad.

III. Gases que no pueden ni aun ser inspirados en grande cantidad, porque determinan una oclusion espásmódica de la glotis, y que en pequeña cantidad provocan la tos.

Todos los gases ácidos (á escepcion del ácido carbónico), el cloro, el gas óxido nítrico, el fluo-bórico, el fluo-silícico y el amoníaco entran en esta clasificacion (1). El agua causa como los cuerpos sólidos una oclusion de la glotis que puede determinar la sofocacion; pero irrita poco cuando llega al mismo pulmon, donde se puede inyectar grande cantidad por una abertura hecha á la tráquea; mata en el primer caso, por la oclusion de la glotis, pues una abertura hecha en la tráquea es imposible que dañe.

Entre los animales que viven en el agua, los unos suben á respirar el aire atmosférico á la superficie del líquido, como los reptiles y los mamíferos acuáticos; los demás respiran el agua misma ó mejor dicho el aire que contiene en disolucion, como sucede á los peces por medio de sus agallas. El agua de los lagos, de los rios y del mar contiene aire atmosférico, ó mas bien una mezcla de gas oxígeno y de gas ázoe, que estan disueltos en cantidad determinada, y que absorbe la atmósfera. Humboldt y Provençal han sacado del agua del Sena por ebullicion 0,0264 á 0,0287 partes de su volúmen de aire. Este aire tenia 0,306 á 0,314 de oxígeno y 0,06 á 0,11 de ácido carbónico. Es preciso no creer

(1) BERZELIUS, *Tratado de química*, t. VII, p. 109.—GME-LIN, *Chémie*, t. IV, p. 1527.

que el agua experimenta un cambio cualquiera á causa de la respiracion: el aire que ella contiene cambia solamente; el oxígeno es absorbido y el ácido carbónico se desprende. Los peces que se sumergen en el agua impregnada de oxígeno y de hidrógeno no respiran mas que el primero de estos gases, y el otro permanece sin cambio alguno. Estos animales mueren rápidamente en el agua hervida, porque está privada de oxígeno; mueren en el espacio de cuatro horas, continuando los movimientos respiratorios. Priestley ha visto peces vivir de diez á quince minutos en el agua privada de aire, pero impregnada de gas óxido nítrico; sucumbian en medio de espasmos, cuando se añadía la menor cantidad de aire atmosférico.

El trabajo químico de la respiracion no depende de movimientos respiratorios: estos no sirven mas que para la ventilacion, esto es para renovar incesantemente, en el aparato donde se efectua la operacion química, aire ó agua, al cual la accion continua de la sangre imprime cambios continuos. Los pulmones presentan por su superficie interna una inmensa superficie al contacto de la sangre y del aire, y este contacto es continuo, porque los pulmones no se vacian jamás completamente de aire durante la espiracion: la disminucion, y ensanche del tórax, á los cuales se adaptan perfectamente estos órganos, que estan aplicados contra las paredes de la cavidad torácica, hacen que una parte de los productos sea espelida de tiempo en tiempo fuera del receptáculo, y que se introduzcan nuevos materiales para la formacion de otros productos. Los peces tragan el agua por la boca, y espelen despues una parte por los intervalos de sus agallas, abriendo y cerrando alternativamente sus opérculos ó tapas.

Segun H. Davy, el pulmon contiene todavía, despues de una espiracion tan profunda como pueda hacerse, 35 pulgadas cúbicas de aire, y 108 despues de una espiracion ordinaria; 10 á 13 pulgadas cúbicas son la cantidad que se espira comunmente cada vez. Herbst (1) ha observado que los adultos de grande estatura, respirando con calma, inspiraban y espiraban 20, á 25 pulgadas cúbicas de aire, los de pequeña estatura 16 á 18. La necesidad de respirar varía mu-

(1) MECKEL'S *Archiv.*, 1828.

cho segun los animales; es mas viva en los vertebrados y entre ellos los que tienen sangre caliente. Los animales de sangre caliente mueren en un minuto colocados en el recipiente de la máquina neumática; los pájaros en 30, á 40 segundos; los reptiles, al contrario, viven bastante tiempo en el vacío y en los gases irrespirables. Una tortuga sumergida bajo el aceite no murió hasta las veinticuatro ó treinta y seis horas, en los experimentos de Carradori (1); las ranas en el aceite murieron en menos de una hora; en el agua aireada sobrevivieron largo tiempo (por medio de la respiracion que se efectua por la piel). Segun Edwards, los sapos metidos en un cesto y sumergidos en el Sena, vivieron algunos dias; y murieron al cabo de algunas horas en el agua hervida, segun este mismo fisiólogo y Spallanzani. En mis experimentos con ranas, á las que habia quitado los pulmones, despues de haber hecho la ligadura, vivieron cerca de treinta horas, probablemente por medio de la respiracion por la piel: una de ellas que yo habia puesto en el gas hidrógeno puro, daba todavía signos de vida al cabo de doce horas; respiraba de tiempo en tiempo, y veintidos horas despues del experimento, no estaba todavía mas que en un estado de muerte aparente.

Segun los experimentos de Humboldt y Provençal, los peces dorados vivieron una hora y cuarenta minutos en el agua hervida; pocos momentos bastaron á causar la muerte de estos animales puestos en una disolucion acuosa de ácido carbónico y en el gas ácido carbónico, mientras que no murieron sino al cabo de cinco horas en el gas ázoe y en el hidrógeno, donde sus opérculos se cerraron.

Los insectos mueren al punto cuando se les sumerge en aceite (Carradori) y aun con solo untarles los estigmas con este líquido (Treviranus) (2). Pero Biot ha visto los *Blaps* y á los *Tenebrio* (3) vivir ocho dias bajo una campana donde el

(1) *Ann. de chim.*, t. V, p. 94.

(1) No era necesario citar autoridades en apoyo de un hecho conocido de todos los que se ocupan de entomología. El mejor medio de matar los piojos de los niños por ejemplo, es el untar los cabellos con aceite; los piojos mueren al momento, y si se untan mucho, los huevos ó liendres no se desarrollan.

(N. del T. F.)

(3) Insectos.

aire estaba rarefacto y no tenia mas que una tension de 1 á 2 milímetros. Schröder van der Kolk ha asegurado que las larvas de los tábanos viven mucho tiempo en los gases irrespirables. Las larvas de algunos insectos viven en materias vegetales y animales putrefactas, y parece tienen poca necesidad del gas oxígeno libre, aunque no se conoce ningun insecto que carezca de un sistema de tráqueas ó estigmas, y que por consiguiente no contengan aire en su cuerpo. Berzelius ha visto larvas vivir en manantiales que contenian óxido férreo y un poco de gas sulfhídrico. Las sanguijuelas viven mucho tiempo sin mudarles el agua. Segun Tiedemann, los *holoturias* mueren en un dia en el agua del mar sin renovársela. Parece que los entozoarios, durante su permanencia en los cuerpos vivos, no tienen necesidad de respirar, y, en general, esta funcion no parece ser esencialmente necesaria á la vida de los animales inferiores (1).

CAPITULO II.

Del aparato respiratorio.

Muchos animales que pertenecen á las clases inferiores parece que respiran solamente por la piel. El órgano respiratorio aparece ó se encuentra cuando la porcion de piel destinada á producir el cambio químico del aire ó agua airea-

(1) Los principales trabajos acerca de la respiracion son GOODWYN, *On the connexion of life with respiration*. Londres, 1785.—LAVOISIER y SEGUIN, *Ann. de chim.*, t. XXXI, página 318.—MENZIE, *Tentamen physiol. de respiratione*. Edimbourg, 1790.—CRELL'S *Annalen*, 1794, t. II, p. 23.—PFAFF, en GEHER, *Journal der Chemie*, t. V, p. 103.—HUMBOLDT y PROVENZAL, dans les *Mémoires d'Arcueil*, t. II.—EDWARDS, *Ann. de chim.*, t. XXII, p. 35, y *De l'influence des agents physiques sur la vie*. Paris, 1824.—DESPRETZ, *Ann. de chim.*, tomo XXVI, p. 337.—SPALLANZANNI, *Mém. sur la respiration*. Genève, 1803.—HAUSMANN, *De respir. animal. exsang.* Hanovre, 1803.—SORG, *De resp. insect. et verm.* Rudolstadt, 1805.—NITZSCH, *De resp. animalium*. Wittemberg, 1808.—NASSE, en MECKEL'S *Archiv.*, t. II, p. 195, 435.—TREVIRANUS, *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. VI, p. 1.

da se concentra en un pequeño espacio estrecho, donde despliega una superficie ancha que tiene por objeto multiplicar los puntos de contacto. Esta estension de la superficie que descompone el aire se hace unas veces al interior, en los pulmones, cavidades en forma de saco, ó ramosas; otras veces al exterior, en las branquias, reunion de puas de peine, de ramitos, de pestañas, escrescencias plumosas, en una palabra, ofrece formas tan variadas que la naturaleza parece haber querido resolver el problema poniendo en práctica todos los medios imaginables de aumentar la superficie por medio de salidas exteriores. La 3.^a especie de aparato respiratorio comprende aquel en el que los puntos de contacto entre las partes animales y el aire se hallan multiplicados por medio de un sistema de tubos aéreos diseminados en todos los órganos, cuyas ramificaciones llegan hasta las partes mas diminutas: este es el sistema traqueal de los insectos y de las arcnides traqueanas. Los pulmones no respiran ordinariamente mas que aire; sin embargo hay escepciones, porque por ejemplo el órgano respiratorio de las holoturias representa un árbol hueco que respira el agua por su superficie interna, y que de tiempo en tiempo arroja este líquido de su interior. Las branquias respiran el agua comunmente, pero algunas veces el aire también, como las de los crustáceos terrestres, *las cloportas*. Los pulmones y las branquias aunque absolutamente diferentes en sus formas estremas, se parecen á menudo, en términos que es difícil decidir si está uno viendo un pulmon ó una agalla. No solamente las branquias de los pescados cyclostomes, las lijas y las rayas, estan situadas en las paredes de los sacos ramosos, y la agalla de la accidia es un saco ramoso, mas todavía el órgano respiratorio de las arcnides pulmonares presenta á la vez los caracteres de los pulmones y de las branquias, y acaso Treviranus y yo tenemos igualmente razon y no la tenemos en llamarle él branquia y yo pulmon; se compone de pequeños sacos divididos en separaciones hechas por una multitud de tabiques, y respira el aire.

El sistema traqueal de los insectos respira casi siempre el aire por estigmatas; sin embargo algunos que viven en el agua respiran el aire que esta contiene en disolucion por medio de un aparato en forma de branquias, por el que principia un sistema traqueal, de modo que estas branquias traqueanas hacen pasar al estado aeriforme el aire disuel-

to en el agua, que se esparce despues en el resto del sistema traqueal.

Los infusorios parece no tienen otros órganos respiratorios mas que las pestañas, solamente visibles con grande aumento, cuyo cuerpo está cubierto de ellas en parte ó en su totalidad.

En los pólipos, la superficie entera del cuerpo parece sirve á la respiracion. Hay algunos entre ellos, como son los alcyonelos, cuyos pincales parecen ser al mismo tiempo branquias.

En los equinodermos, el órgano respiratorio forma como en las holoturias, un pequeño árbol, que concluye en células, recibe el agua por el tronco y respira por la superficie interna. Tiedemann señala por órganos respiratorios á los asteries, pequeños tubos blandos, situados sobre la piel del animal, y en los cuales puede penetrar el agua. En la clase de anélidos los órganos de la respiracion son una especie de agallas en forma de peines, formando ramos como en los arenícolas, ú otros órganos análogos situados en las patas de los nereidos, unas veces vesículas ocultas bajo la piel y que cada una comunica al exterior por una abertura, como en las lombrices, las naidas y los hirudinados.

Entre los moluscos, los unos respiran el agua por branquias, otros el aire por medio de pulmones. Los cefalopodos, una parte de gasteropodos y los acéfalos se hallan en el primer caso, y una parte de los gasteropodos, por ejemplo los helicinios y los caracoles en el segundo. Las agallas representan pliegues ú hojuelas paralelas unas á otras; ó parten de un pedículo comun como en los topos; ó son ramificadas, como en los doris, donde rodean el ano. En los conchíferos se encuentran de cada lado dos láminas de paredes dobles que recorren todo lo largo del animal, y entre las hojuelas de las cuales pueden llegar á desarrollarse los huevos (1). En los ascidios, las branquias forman un vestibulo en forma de saco del tubo intestinal, cuya membrana interna presenta desigualdades en forma de enrejado. Entre los gasteropodos de respiracion aérea, los unos viven en el agua, á la superficie de la cual llegan para respirar el aire, como los planorbos y los limneos; los otros viven en la

(1) V. BAER, en MECKEL'S *Archiv.*, 1830.

tierra, como son los limacinos ó caracoles y los helicinós; el órgano respiratorio es un pulmon sacciforme, cuya abertura, destinada á dar paso al aire, se abre y se cierra de una manera rítmica.

En la mayor parte de crustáceos, sirven las agallas para respirar en el agua: entonces son, unas veces láminas reunidas á manera de barbas de plama, como en los branquiuros, otras veces hojuelas simples como en los cloportos acuáticos. Las branquias aéreas de los cloportos terrestres representan también láminas simples y huecas. En algunos crustáceos, por ejemplo los anfípodos, las branquias se parecen más á vejiguillas. En esta clase las branquias están unidas con las patas ó situadas por bajo del vientre.

Las arácnides se dividen en pulmonares y traqueanas. Los órganos respiratorios de las arácnides pulmonares están situados por bajo del vientre: unas veces se encuentra un solo par, como sucede en la mayor parte de arañas, otras veces dos pares, como en los mygales, ó cuatro, como en los escorpiones. Estos órganos (1) son unos pequeños sacos, en el interior de los cuales conduce un estigma y cuyas paredes presentan un gran número de pequeños tabiques ó laminillas paralelas. Los intervalos comprendidos entre las laminillas sobresalen del borde inferior de la branquia cuando se insufla esta; por consiguiente el borde posterior está también dividido esteriormente. Las arañas que viven en el agua, como la *aranæ aquatica*, llevan consigo entre el vello del abdomen aire que ellas respiran. Sin embargo las hydracuas y las pycnogonides parece no respiran el aire. En cuanto á las arácnides traqueanas, como son, la *solpuga*, *chelifer*, *phalanginum*, y las ascárides, su estructura se parece á la de los insectos, por hallarse su cuerpo lleno de tráqueas en las cuales el aire entra y de donde sale por estigmas. Dugés ha observado también las arañas (*disdera segestria*) que tienen á la vez pulmones y tráqueas; los dos posteriores de sus estigmas pertenecen á las tráqueas.

Todos los insectos tienen un sistema traqueal; la mayor parte de ellos respiran el aire que entra en su cuer-

(1) Yo he dado la historia detallada en MECKEL'S *Archiv.* 1828; y en *Isis*, 1828, p. 707.

po por cierto número de estigmas, generalmente colocados sobre los lados de los anillos del abdómen. El aire que se introduce por estas aberturas llega unas veces á los pequeños sacos, de donde parten las ramificaciones de las tráqueas, otras á troncos cuyas ramificaciones recorren todo el animal, y llegan hasta sus mas pequeñas partes. En algunos insectos, particularmente los orthopteros, se perciben verdaderos movimientos respiratorios, que consisten en alternativas de ampliacion y depresion del abdómen. Los coleopteros parece que se llenan de aire antes de decidirse por echar á volar, de modo que sus alas, que tienen tambien tráqueas, se desplegan.

Algunos insectos viven en el agua, y sin embargo respiran el aire en la superficie de este líquido, como las larvas de ciertos dipteros, los hemipteros acuáticos y ciertos coleopteros. Los dyticos llegan á la superficie del agua, y recogen aire en sus estigmas que tienen cerca del ano. Los hydrofilos llevan consigo burbujas de aire hasta el fondo del agua entre el vello de su cuerpo. En estos dos géneros de coleopteros, las larvas tienen sus estigmas en la estrechidad de la cola. Las larvas de los mosquitos ordinarios tienen un tubo respiratorio en el último anillo del abdómen, y sus ninfas tienen dos que sobresalen del pecho. En otros géneros vecinos, las larvas respiran en agua por medio de agallas; pero las de los chironomus tienen dos tubos respiratorios en el anillo de la cola. En los *stratiomys*, el último anillo del abdómen se termina por un tubo respiratorio; el tubo respiratorio de las larvas de los *eristales*, que viven en los comunes, es muy digno de notarse; el último anillo del abdómen se prolonga en un tubo membranoso, que contiene un segundo tubo córneo, que como el tubo respiratorio de los *culex* y de los *stratiomys*, está provisto de una corona de sedas, para permitir al animal poderse suspender en la superficie del agua. La larva dirige hasta la superficie del líquido este tubo, y en caso de necesidad saca la pieza interior, y puede así alargarse mucho para tomar el aire sin dejar su posicion (1). Algunos hemipteros acuáticos (*nepa ranatra*) tienen igualmente tubos respiratorios.

(1) BURMEISTER, *Entomologic*, t. I, p. 178.

Ciertos insectos, cuyas larvas viven en el agua, respiran inmediatamente este líquido, aunque tengan un sistema traqueal en el interior de su cuerpo. En aquellos, las tráqueas principian, no por estigmas, sino por branquias. Estas últimas tienen por función separar el aire del agua que lo tiene en disolución, y transmitirle después á las tráqueas en estado de fluido aeriforme. Las agallas son unas veces filamentos capilares, cuyo interior contiene los principios de las tráqueas: estos filamentos están unas veces reunidos en forma de radios y otras ramificados.

Se encuentran las agallas de este género en las larvas y ninfas de varios mosquitos. Las de un cierto número de nevropteros son laminosas. Las larvas de los gyrius respiran por branquias filiformes á los lados de los anillos. En las larvas de los neopteros es donde se encuentran más á menudo las branquias. En los efemeros, son láminas en forma de natatorios, situadas en los lados del cuerpo y en el interior de las cuales principian las ramas de las tráqueas. Las agallas de las larvas del *libellule* están situadas en el último anillo del cuerpo, y en el agrion forman tres grandes láminas frangeadas. Las branquias peniciladas de las larvas del *libellule* están situadas en el recto; las extremidades en forma de pincel de los troncos traqueales perforan la membrana de este intestino en el interior del cual sobresalen. Las larvas de los phryganes y los semblis tienen prolongaciones filiformes ó laminosas en los lados del abdomen. En el orden de los dípteros, las larvas de los chironomus respiran el aire por tubos, mientras que las ninfas respiran el aire disuelto en el agua por manojos de branquias que tienen en el tórax. La larva del anopheles respira por branquias en la extremidad de la cola, y su ninfa por tubos. Entre los lepidopteros, la oruga del *botis stratiotalis* vive en el agua.

Cuando las larvas y las ninfas que respiran por medio de branquias pasan al estado perfecto; pierden las branquias, y respiran el aire por estigmas (1).

(1) Burmeister ha dado en su excelente *Entomología* una exposición detallada de los órganos respiratorios de los insectos. Se debe á Suow HEUSINGER'S *Zeitschrift*, t. II, de las figuras de las agallas de los insectos acuáticos.

Las branquias de los peces estan situadas detrás de la cabeza: el agua recibida en la boca pasa de la cámara posterior á la cavidad de las agallas y vuelve á salir por las aberturas exteriores de las mismas.

Las hojuelas agálicas de los pescados huesosos forman en cada arco de la agalla, una doble fila de laminillas lanceoladas, que descansan sobre este hueso como los dientes de un peine. Cada uno da otras hojuelas trasversales mas pequeñas. Las arterias de las agallas llegan hasta las estremidades inferiores de los arcos, se alojan en el surco de la concavidad, y los recorren hasta su estremidad superior, disminuyendo poco á poco de calibre; las venas caminan en sentido inverso, de suerte que se reunen al sistema arterial bajo la columna vertebral. En su trayecto las arterias de las agallas dan tantos ramos como hojuelas agálicas hay: estos ramos conducen la sangre á los vasos trasversos de las pequeñas láminas; allí penetra en las redcillas capilares, de donde la vuelven á conducir las venas que nacen del mismo modo al lado opuesto de las hojuelas agálicas (1).

El *heterobranchus* tiene branquias accesorias arborescentes en sus últimos arcos agálicos. Los *anabas*, *trichopus*, *ophicepalus*, *colisa*, *osphronemus* &c., que pueden vivir mucho tiempo en la tierra tienen agallas accesorias labirintiformes y dispuestas casi como el hueso etmoides (2). Varios peces poseen tambien especies de sacos de aire, parecidos á pulmones que salen de las agallas: tales son el *silurus fossilis* y el *sinbranchus-cupia* (3). El *lepidosiren*, que Natterer ha descrito como reptil, pero Owen dice ser un pescado, tiene verdaderos pulmones, que parten de una glotis, independientemente de sus agallas (4). En los esturgeones, se encuentra una media agalla con opérculo; los *squales* y las rayas tienen igualmente una en la cintura situada delante del arco de la agalla. En los pescados huesosos y en el esturgeon, los

(1) HYRTL, en *Medic. Jahrbuecher des oesterr. Staates*, tomo XV, p. 1838.

(2) CUVIER. *Hist. nat. de los peces*, tab. 205, 206.

(3) TAYLOR, *Edinb. Journ. of science*, 1831.

(4) OWEN, en *Trans of the Linn. soc.*, t. XVIII. — BISCHOFF, *Lepidosiren paradoxa*. Leipzig, 1840.

arcos de las branquias estan libres en el lado esterno, y cubiertos solamente por el opérculo movable ó por la membrana que cubre las agallas (branchiostege) de modo que no queda mas que una simple abertura como en la anguila. En las rayas y squales, al contrario, de cada arco branquial, entre las hojuelas branquiales de los lados anterior y posterior, sale una prolongacion membranosa, que se estiende hasta la piel y que en estos animales cubre enteramente las agallas con cerca de cinco aberturas: de aquí resultan, entre la faringe y la piel, tabiques completos, en los cuales estan alojados los arcos de las agallas. De estos arcos agálicos parten las láminas, bajo la forma de pequeños pliegues paralelos de la membrana mucosa que tapiza estos sacos.

En los cyclostomos hay tambien sacos branquiales provistos de aberturas exteriores, visto que las agallas se reunen dos á dos para producir un saco. Los arcos branquiales faltan, y son sustituidos por simples tabiques membranosos, que tapizan por atrás los dos lados. Pliegues muy notables de esta membrana mucosa forman las hojuelas agálicas. Se cuentan seis sacos agálicos, y otras tantas aberturas en el ammocœtes, y siete en los petromyzon. En el ammocœtes, los agujeros internos de los sacos se abren en la faringe, como las aberturas agálicas de los pescados huesosos. En los petromyzon, al contrario, los siete agujeros internos se abren en un bronquio situado delante del esófago, terminado en recodo, comunicando anteriormente con la boca (1).

Los reptiles desnudos respiran el agua por medio de agallas en los primeros tiempos de su existencia: mas tarde, las larvas adquieren pulmones, tambien para respirar el aire, y cuando experimentan su metamorfosis pierden enteramente las agallas. Mas los *proteides* conservan estos órganos toda su vida.

Los renacuajos tienen primero franjas branquiales exteriores y mas tarde branquiales internas, fijadas á los arcos propios, en lo interior de una cavidad agálica, que la piel

(1) V. en la anatomia del esqueleto de las agallas, RATHKE, *Untersuchungen ueber den Kiemenapparat und das Zungenbein*. Riga, 1832. Consulte tambien FLOURENS, *Essperimentos sobre el mecanismo de la respiracion de los peces*, en las *Memorias de anatomia y fisiol. comparadas*. Paris, 1844, p. 75.

cubre no dejando sino una simple abertura. Las larvas de salamandra y las proteides tienen muchas hendiduras branquiales, pero sus branquias peniciladas son exteriores. Según Rusconi, las arterias branquiales del proteo son las ramas del tronco arterial: las venas se reúnen al sistema arterial del cuerpo; pero las arterias branquiales se anastomosan también con las raíces de este sistema. Lo mismo sucede en las larvas de los tritones, de modo que los vasos agálicos son por decirlo así ramas de los arcos aórticos, á los cuales se reduce la circulación después de perder las agallas. Las arterias y las venas de los renacuajos marchan en sentido inverso, pero se anastomosan juntas también (1).

Los pulmones de los reptiles son, propiamente hablando, simples sacos que tienen al interior elevaciones celuliformes, que aumentan la superficie. Los de la mayor parte de reptiles desnudos, no tienen más que una tráquea, membranosa las más veces y muy corta; en los batracianos la laringe conduce casi inmediatamente á los bronquios membranosos. El primer animal en el que se ven aparecer las piezas cartilaginosas de los bronquios, es el *dactyletra*; forman placas ramificadas de un modo enteramente irregular y casi perforadas, sin tener semejanza alguna con los anillos de la traquearteria. Los *pipa* que se acercan más á estos reptiles, tienen anillos cartilaginosos en sus bronquios. La traquearteria de las cecilias los presenta ya regulares. En los reptiles que tienen conchas, la superficie respiratoria se aumenta por la multiplicación de las superficies en lo interior.

Los pulmones de los pájaros no llenan, como los de los mamíferos, la mayor parte de la cavidad pectoral: ocupan la parte posterior de esta cavidad, que no está separada de la abdominal por el diafragma y se hallan casi adherentes á las costillas. En su superficie se notan aberturas por las

(1) V. sobre la estructura de los órganos respiratorios en las larvas de los reptiles y los proteides, CUVIER, *Ossements fossiles*, t. V, p. 2.—HUMBOLDT y BONPLAND, *Observ. zoológ.*—RUSCONI, *Descrizioni anatomica degli organi della circolazione delle larve delle salamandre.*—SIEBOLD, *Obs. de salamandris et tritonibus.* Berlin, 1828.—RUSCONI, CONFIGLIACHI, *Del proteo antiquino.* Pavie, 1819.—J. MÜLLER, en TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. IV, p. 2.

cuales pasa el aire desde su interior á grandes alvéolos situados alrededor del pericardio y entre los puntos del bajo vientre, de modo que se pueden soplar estos alvéolos introduciendo aire por la tráquea.

Sin embargo Kohlrausch (1) ha demostrado que el ave no puede hacerse mas ligera para el vuelo llenando sus células aéreas. Ellas comunican por medio de aberturas con lo interior de los huesos, de los cuales la mayor parte (con raras escepciones) estan llenos de aire, lo que hace que aquellos animales tengan el cuerpo menos pesado que si sus huesos estuviesen llenos de medula. Cuando un pájaro se precipita de una region donde el aire está muy rarefacto á otra donde está mas condensado, la tension del que está contenido en su cuerpo se pone pronto en equilibrio con el de la atmósfera. Los pulmones de las aves tienen todavía de notable que las ramificaciones de sus bronquios concluyen en tubos cortos, en recodo y situados los unos al lado de los otros, como tubos de pipa, cuyas paredes tienen una estructura celular. Estos tubos son mas notables en el embrión del pájaro ó ave, mas distantes y provistos de dilataciones terminales (2). Retzius hace notar todavía que los pequeños tubos comunican los unos con los otros en los pájaros (3).

Los pulmones del hombre y de los mamíferos se diferencian de los de las aves en que, como ha demostrado Retzius, las últimas ramificaciones de los bronquios conducen á células terminales, sin tener células parietales. Estas células no se comunican, sino solamente con el ramillo bronquial que les da el aire. Segun Reisseisen (4) cada célula del pulmon de un hombre tiene su arteria y su vena, separadas por redecillas capilares: estas son estremadamente apretadas, de suerte que sus intersticios son casi inferiores al diámetro de los capilares. Una

(1) *De avium saccorum arriorum utilitate*. Gœtingue, 1832.

(2) RETZIUS, en FROBERG'S *Notizen*, 749.

(3) V. sobre la estructura del pulmon de las aves un descubrimiento en las investigaciones de E. Weber, en *Bericht der 19 ten Versammlung der deutschen Naturforscher zu Brunaschweig*, 1841, p. 75.

(4) *De fabrica pulmonum*. Berlin, 1822.

célula pulmonar tiene un diámetro veinte veces mayor que el de uno de los capilares que serpean por sus paredes. La respiracion se efectua por el choque del aire y de la sangre, mientras que esta recorre los innumerables capilares de las células pulmonares, que por su reunion presentan una superficie inmensa con la cual puede entrar en contacto con el aire. El contacto se efectua al través de las delicadas paredes de los capilares, segun las leyes que han sido desenvueltas en el libro anterior (1).

CAPITULO III.

DE LA RESPIRACION DEL HOMBRE Y DE LOS ANIMALES.

I. *Respiracion en el aire.*

Los cambios que la respiracion hace experimentar al aire consisten en que este pierde una parte de su oxígeno, que es sustituido por el ácido carbónico y el vapor del agua.

H. Davy respiró durante cerca de un minuto (19 respiraciones) 161 pulgadas cúbicas de aire, que contenian 117 de gas ázoe, 42,4 de gas oxígeno y 1,6 de gas ácido carbónico. Al fin del esperimento, el aire contenia 111,6 pulgadas cúbicas de ázoe, 23,0 de oxígeno y 17,4 de ácido carbónico. Habia pues sido exhalado 15,8 pulgadas cúbicas de ácido carbónico en un minuto (2).

Allen y Pepys han estudiado la respiracion de un modo admirable (3). Las inspiraciones se hicieron en un gasómetro, y las espiraciones en otro. El décimo tercio esperimento presenta un interés particular; un gasómetro con agua servia de receptáculo al aire inspirado, y uno con mercurio recibia el aire espirado. Cuando este último se llenó

(1) *Cons.*, sobre la estructura del pulmon del hombre, BOURGERY, en el *Tratado de anatomía del hombre*. París, 1855, t. IV, p. 37 y pl.—ADDISON, en *FRORIEP'S Neue Notizen*, número 489.—BAZIN, en el *Instituto*, 1836, 150-161.—LEREBOLLETT, *Anat. comp. de l'appar. resp.* Strasbourg, 1838.

(2) DAVY, *Researches on nitrous oxyde*, p. 435.

(3) *Philos. Trans.*, 1808-1809.

once veces de aire espirado, el individuo continuó respirando la duodécima porcion hasta que el gasómetro de agua se llenó nuevamente de aire fresco. Todavía sucedió lo mismo otras dos veces. El experimento duró veinticuatro minutos y medio. El aire inspirado durante este espacio de tiempo fue de 9890 pulgadas cúbicas, y el aire espirado de 9872. 100 partes de este último dieron, analizadas, 8 partes de ácido carbónico, 13 de oxígeno y 79 de ázoe. El ácido carbónico producido durante los veinticuatro minutos y medio ascendia pues á 789,76 pulgadas cúbicas, ó 32 pulgadas cúbicas por minuto. En el experimento décimocuarto, 300 pulgadas cúbicas de aire atmosférico que habia sido respirado durante tres minutos, la cantidad de ácido carbónico no ascendió mas que á 9,5 por 100 partes de aire. El experimento, repetido un gran número de veces, dió por resultado que el aire inspirado sale en espiracion cargado de 0,08 á 0,085 por 100 de ácido carbónico, y que cuando se repite tan á menudo como es posible la inspiracion del mismo aire, la cantidad de ácido producido no pasa de 0,10 en 100 partes de la masa entera de aire. Mientras que en el décimotercio experimento, donde habia sido respirado el aire puro por espacio de veinticuatro minutos y medio, 789,76 pulgadas cúbicas de ácido carbónico habian sido espiradas (lo que hace 32 pulgadas cúbicas por minuto), en el décimocuarto, que duró tres minutos, 300 pulgadas cúbicas de aire no dieron mas que $3 \times 9,5 = 28,5$ pulgadas cúbicas de ácido carbónico, es decir, 9,5 por minuto.

En el décimotercio experimento, $\frac{9890}{24,5} = 403$ pulgadas cúbicas de aire atmosférico habian pasado por los pulmones cada minuto; en el décimocuarto no habian pasado mas que $\frac{300}{3} = 100$; por consiguiente cuatro veces menos: la cantidad del ácido carbónico producido habia sido 3,3 veces menor en esta.

Allen y Pepys toman por término medio de sus observaciones el undécimo experimento, en el cual 302 pulgadas cúbicas inglesas (250 pulgadas francesas) de ácido carbónico fueron espiradas en once minutos; lo que hace 22,7 pulgadas cúbicas (francesas) por minuto. Han encontrado además, que el hombre que respira en el gas oxígeno pro-

duce mas ácido carbónico que el que respira en el aire atmosférico; la respiracion del gas oxígeno dió en el experimento décimosétimo 12,0 de ácido por 100 de este gas. Se desprendió al mismo tiempo una cantidad considerable de ázoe.

Cuando el mismo aire atmosférico habia sido inspirado y espirado varias veces, encontraban menor cantidad de ácido carbónico, que oxígeno se habia consumido; por ejemplo 86 de ázoe, 4 de oxígeno y 10 de ácido carbónico, mientras que se habian consumido 17 de oxígeno. Explican esta particularidad diciendo que la sangre se habia apropiado cierta cantidad de ácido carbónico.

En sus experimentos con conejos de Indias, Allen y Pepys hallaron que durante la respiracion del aire atmosférico, un volúmen de gas oxígeno era reemplazado por otro de gas ácido carbónico. Mientras la respiracion del gas oxígeno puro, habia un poco mas consumo de este que ácido carbónico producido, y esta pérdida estaba compensada por una cantidad correspondiente de ázoe. Lo mismo sucedió con una mezcla de hidrógeno y oxígeno en proporciones semejantes á las del ázoe y el oxígeno en la atmósfera.

En un experimento hecho veinte años despues, con unos pichones, han encontrado que cuando el animal respira el gas oxígeno puro, absorbe mas que emplea para producir el ácido carbónico espirado. Dulong introdujo los animales en un aparato que permitia la entrada y la salida libre al aire, de modo que se podian determinar los cambios que este último experimentaba con respecto á su cantidad. Encontró tambien que todos los animales, herbívoros y carnívoros, mamíferos y pájaros, consumian mas cantidad de gas oxígeno que la que exhalaban de ácido carbónico en cambio. En los herbívoros la cantidad de oxígeno no sustituida por el ácido carbónico, ascendia, término medio, á un décimo de la del mismo gas sustituido, mientras que era de $\frac{1}{5}$ á $\frac{1}{2}$ en los carnívoros. Despretz ha obtenido el mismo resultado, es decir, una pérdida de oxígeno: en uno de los experimentos de que ya he hablado al tratar del calor animal, el gas ácido carbónico producido no era mas que los $\frac{2}{5}$ ó $\frac{3}{5}$ del gas oxígeno consumido.

Segun Davy, Pfaff, Berthollet, Allen y Pepys, el vo-

lúmen del aire atmosférico disminuye despues de una sola respiracion completa, iuspiracion y espiracion. Segun Allen y Pepys, esta disminucion, que ellos no encontraron mas que de $\frac{1}{123}$, consistiria en circunstancias accidentales.

Cuando se respira una cantidad de aire hasta que esta no puede ser soportada, la disminucion de volúmen es considerable; el término medio de las observaciones de Lavoisier, y Goodwyn, Davy, Allen, Pepys y Pfaff es de $\frac{1}{24}$ (1).

Gmelin ha reunido los resultados de diversas análisis de Davy, Berthollet, Allen, Pepys, Menzies y Prout. Si se toma el término medio de todos estos resultados se encuentra que 100 partes de aire que no habia sido respirado mas que una vez, contenian 5,82 de gas ácido carbónico. Se deja ver por los esperimentos de Prout (2) que el maximum del ácido carbónico espirado cae entre las once de la mañana y la una del dia, el minimum entre las ocho y media de la noche y las tres y media de la mañana (3).

(1) GMELIN, *Chémie*, t. IV, p. 1525.

(2) *Annal. of philosophy*, vol. II, p. 330; et vol. IV, página 331-334.

(3) En los esperimentos que ha emprendido para determinar si hay exhalacion de ázoe durante la respiracion de las aves granívoras (*Ann. de chim.*, 1844, t. XI, p. 433), ha reconocido Boussingault que habia una diferencia considerable entre las cantidades de ácido carbónico exhalado duraute el dia y durante la noche, diferencia que habia sido observada al estudiar la respiracion del hombre. Asi, los números que representan la cantidad de este ácido producida por hora del dia han sido 9 gr., 854, 1,133, 0,850, 0,865, 0,864, 0,773, 0,728, y durante la noche, 0,537, 0,651, 0,591, 0,478, de donde su término medio, 0,868 por el primer periodo, y 0,369 por el segundo, lo que es una cantidad algo menor que la que observó Lettelier, que encontró 0,852, sin distinguir de dia ni de noche (*loc. cit.* t. XI, p. 150). En cuanto á las discordancias entre los números que representan la produccion durante el dia, parecen anunciar una grande irregularidad en el fenómeno de la respiracion; mas Boussingault piensa que esto se esplica, en cierto modo, por la

Cuando la cantidad de este ácido se aumenta por una causa cualquiera, disminuye despues en la misma proporcion, y disminuye mas de lo que pertenece á un período dado. La cantidad de ácido carbónico producido, disminuye en el mismo sugeto bajo la influencia de pasiones deprimidas, de movimientos violentos, de bebidas espirituosas, del té, del alimento animal y del uso prolongado del mercurio. Aumenta por el contrario cuando el barómetro baja.

Si se calcula la cantidad de ácido carbónico que la respiracion produce en veinticuatro horas, se encuentra que es, segun Lavoisier y Seguin, de 14,930 pulgadas cúbicas, ú 8534 granos franceses; segun Davy de 31,680 pulgadas cúbicas, ó 17,811 granos ingleses; segun Allen y Pepys, de 39,600 pulgadas cúbicas, 18,612 granos ingleses; lo que equivale en carbono empleado para la formacion del ácido y por consiguiente eliminado de la sangre, á 2820 granos franceses segun Lavoisier, 4833 granos ingleses segun Davy, 5148 granos ingleses segun Allen y Pepys. Pero segun advierte Berzelius, estos resultados son evidentemente demasiado crecidos, porque como los alimentos sólidos contienen $\frac{2}{3}$ de su peso de agua, y que el otro $\frac{1}{3}$ contiene rara vez mas de la mitad de su peso de carbono, 6 $\frac{1}{2}$ libras de esos alimentos serian necesarios para reemplazar la cantidad de carbono que la respiracion condujese fuera en el espacio de veinticuatro horas, sin contar las demás excreciones.

Yo he hecho varios experimentos sobre la respiracion de las ranas. Despues de haber comprimido los pulmones y la laringe de estos animales, los metí en un cilindro graduado, situado en el baño de mercurio, y medí la cantidad de ácido carbónico producido segun la del gas que fue absorbido por la potasa cáustica.

1.^o Una rana que pesaba 440 granos formó, en seis horas, $\frac{2}{3}$ de pulgada cúbica de ácido carbónico en un cilindro de 10 pulgadas cúbicas de aire atmosférico.

diferencia de productos que existe en esta funcion durante la vigilia y durante el sueño; porque de dia, sobre todo en los animales condenados á la inercia en un aparato, sobreviene á menudo un estado parecido al sopor, al cual sucede algunas veces una extraordinaria agitacion.

(N. del T. F.)

2.^o Que otra, que pesaba 655 granos, produjo $1\frac{1}{2}$ pulgada cúbica en doce horas, en 8 pulgadas cúbicas de aire atmosférico, estando el barómetro á 27 pulgadas y $9\frac{1}{2}$ líneas y el termómetro á 10^o R.

3.^o Una rana muy grande, que pesaba 1260 granos, formó en el espacio de catorce horas 2 pulgadas cúbicas en $16\frac{5}{6}$ pulgadas cúbicas de aire atmosférico, estando el barómetro á 27,7 y el termómetro á 6^o R.

Lo que, reduciendo á 28 pulgadas la altura barométrica, á 15^o R. la del termómetro, y el tiempo de la respiracion á seis horas, da por el primer experimento, cuando el animal pesaba 440 granos, 0,66 pulgadas cúbicas de ácido carbónico, 0,63 por el segundo, que pesaba 655 granos y 0,88 por el tercero, que pesaba 1280 granos.

Yo he reducido estos datos nuevamente á 100 granos de el animal, y á 100 minutos de respiracion, y los he reunido á los que resultan de los experimentos hechos, en sapos y ranas, por Treviranus, que habia calculado segun una temperatura de 15^o R. y una altura barométrica de 28 pulgadas, reduciendo el animal é 100 granos y la respiracion á 100 minutos (1).

ESPECIE DE ANIMAL.	OBSERVADORES.	Pulgada cúbica de ácido carbónico, por 100 granos de animal y 100 minutos de respiracion.
Bufo cinereus A. . .	Treviranus.	0,002
Bufo cinereus B. . .	Treviranus.	0,003
Rana temporaria A.	Treviranus.	0,010
Rana temporaria B.	Treviranus.	0,014
Rana A.	Muller.	0,041
Rana B.	Muller.	0,027
Rana C.	Muller.	0,019
Término medio. . . .		0,039

Síguese, como término medio de siete observaciones, que 100 granos de sapo ó de rana forman en 100 minutos 0,04 de ácido carbónico por la respiracion. Segun

(1) *Zeitschriſt fuer Physiologie*, t. IV, p. 23.

Edwards (1), una rana produjo ácido carbónico, en veinticuatro horas, una vez, 5,24 centil. á 27° C. = 2,55 pulgadas cúbicas á 15° R.; otra vez 2,57 centil. á 18° C. = 1,30 pulgadas cúbicas á 15° R., lo que hace, en seis horas, 0,63 pulgadas cúbicas, 0,32 y 0,31.

Estos datos unidos á mis tres experimentos, dan por seis horas las cantidades siguientes de ácido carbónico: 0,66 pulgadas cúbicas, 0,63; 0,88; 0,63; 0,32 y 0,31, y término medio 0,56 pulgadas cúbicas.

Así una rana adulta produce en seis horas un poco mas de $\frac{1}{2}$ pulgada cúbica de ácido carbónico.

Treviranus ha reducido los resultados de un excelente trabajo acerca de la respiracion de los animales inferiores á condiciones semejantes, á saber: 15° R., 28 p. de altura barométrica, 100 granos de animal, y 100 minutos de respiracion, lo que da lugar á una comparacion del mayor interés. De aquí se sigue que los animales invertebrados, como son los insectos, moluscos y gusanos, no forman menos cantidad de ácido carbónico, proporcionalmente á su masa, que los reptiles. Treviranus ha reducido tambien á 100 granos de animal y 100 minutos de respiracion las observaciones hechas por otros, con mamíferos y pájaros, lo que ha producido el cuadro siguiente:

ANIMALES.	OBBERVADORES.	Gas ácido carbónico exhalado.	Gas oxígeno absorbido.
Conejo de Indias.	Berthollet. . . .	0,42 p. cúb.	0,67 p. cúb.
Conejo de Indias.	Allen y Pepys.	0,60.	0,74
Conejo de Indias.	Despretz	0,4/.	0,68
Conejo.	Berthollet. . . .	0,44.	0,60
Gato.	Despretz.	0,66.	0,98
Pichon.	Despretz.	0,99.	1,53
Pichon.	Allen y Pepys.	0,96.	1,14

Si se toma el término medio de estos números, se en-

(1) *Influencia de los agentes físicos*, París, 1824, página 648.

cuentra que 100 granos de mamífero producen, en 100 minutos, 0,52 de pulgada cúbica de gas ácido carbónico, y 100 granos de ázoe 0,97 de pulgada cúbica. Luego, como 100 granos de sapo ó de rana, forman 0,05 en el mismo espacio de tiempo, una parte en peso de un animal de sangre fria, de un reptil, produce en el mismo espacio de tiempo diez veces menos ácido carbónico que un peso igual de mamífero, y 19 veces menos que un peso igual de ave. Treviranus ha hallado las mas de las veces, en los insectos, una produccion de ácido carbónico tan considerable como la que se efectua en los mamíferos, aunque en ciertos casos se acerca á la de los reptiles. El atribuye el frio ó la temperatura baja de la sangre de aquellos animales, á pesar de la abundancia del ácido carbónico producido, á una exhalacion de gas ázoe que tiene igualmente lugar en ellos, y que hace pasar el calor al estado latente.

Parece fuera de duda, segun el mayor número de observadores, que se produce menor cantidad de ácido carbónico durante la respiracion y que esta consume el gas oxígeno. Allen y Pepys son los únicos que no lo han notado durante la respiracion del aire atmosférico. Sin embargo han admitido que el aire inspirado estaba puro de ácido carbónico, lo que ocasiona al momento una gran diferencia en los resultados. Segun los esperimentos de Treviranus con animales inferiores, la produccion del ácido carbónico depende de la temperatura del lugar en que se encuentran. Una abeja exhala cerca de tres veces tanto de este ácido á 22° que á 11 $\frac{1}{2}$. En general, los animales espiran al aire libre menos ácido carbónico que consumen de oxígeno. Los animales de sangre fria consumen ordinariamente, segun él, tres veces otro tanto de oxígeno como forman de ácido carbónico.

Pero los moluscos no se contentan con consumir la totalidad de oxígeno de una masa de aire; continuan todavía, despues de esta absorcion, exhalando ácido carbónico. En general, hubo ázoe exhalado en los esperimentos de Treviranus, y algunas veces aun fue mayor la proporcion de este gas que la del ácido carbónico.

Se ha observado en ocasiones que los animales superiores absorbian el ázoe en la atmósfera, y otras tambien que lo exhalan.

1.º H. Davy creia haber notado que el ázoe disminuia

en la atmósfera durante la respiracion. Esta disminucion ascendia segun él á $\frac{1}{17}$ del gas oxígeno absorbido, y á 2446 granos ingleses en veinticuatro horas. Pfaff ha observado tambien una disminucion del ázoe desde $\frac{1}{80}$ á $\frac{1}{107}$ del aire inspirado (1).

2.^o Otros, como Allen y Pepys no han notado ni aumento ni disminucion del ázoe durante la respiracion del aire atmosférico.

3.^o Varios observadores, como Berthollet, Nisten, Dulong y Despretz, han visto la cantidad del ázoe aumentar durante la respiracion del aire atmosférico. Este resultado es sobre todo muy notado en los esperimentos de Despretz, que ha hallado que la exhalacion del ázoe era un fenómeno ordinario, pero que era mas considerable en los herbívoros que en los carnívoros. Esta última particularidad es inesplicable, puesto que los herbívoros toman alimentos menos azoados que los de los carnívoros. Despretz ha reconocido que la exhalacion del ázoe hace que $\frac{1}{7}$

á $\frac{11}{7}$ del oxígeno que desaparece en la respiracion, no sea empleado para producir el ácido carbónico. Esta exhalacion del ázoe es fácil de demostrar en un aire que no lo contenga. Así Allen y Pepys la han visto en conejos de Indias que respiraban en el gas oxígeno ó en una mezcla de oxígeno é hidrógeno. Este ázoe no podia haber existido antes en los pulmones, porque su cantidad en los experimentos de Allen y Pepys era mayor que el volúmen del animal que respiraba. Parece pues resultar de dichos experimentos:

4.^o Que durante la respiracion del aire atmosférico puede suceder no solo que este último preste ázoe á la sangre, sino todavía que la sangre lo produzca, y que lo que impide notar esta última particularidad, ya sea que la exhalacion del ázoe sea compensada por la absorcion del aire, de modo que no se perciba sino cuando la respiracion

(1) GEHLEN'S *Journal der Chemie*, t, V, p. 103.—GMELIN, *Chemie*. t. IV, p. 1524.

se ejecuta en un aire exento de ázoe. Edwards esplica la diferencia de los resultados á los cuales han llegado los observadores, suponiendo que hay circunstancias en las cuales la exhalacion del ázoe es mas activa que su absorcion, y otras en las que sucede lo contrario (1). Collard de Martigni (2) ha hallado una proporcion muy considerable de ázoe en el aire espirado, y ha advertido tambien una exhalacion de este gas por la piel. El ázoe, así como todos los gases, es absorbido por las membranas animales húmedas y por la piel: este fisiólogo admite que hay simultáneamente absorcion y exhalacion en los pulmones, pero que la segunda es mayor que la primera. Berzelius desecha esta hipótesis de una exhalacion y una absorcion simultáneamente de ázoe, y le parece absurda (3).

II. *Respiracion en el agua.*

Lo que aumenta la oscuridad del problema de que acabamos de hablar es que, segun Humboldt y Provençal, los pescados absorben tambien en el agua una grande cantidad de ázoe. Estos dos esperimentadores hicieron respirar unos peces durante ocho horas y media en 4000 centímetros cúbicos de agua: 2582 partes de esta agua contenian, antes de la respiracion, 524 partes de aire, y despues de la respiracion 453. Miran la pérdida de 71 partes como el efecto de la respiracion, y calculan la cantidad de gas exhalado y absorbido segun la diferencia que existe entre lo que contenian las 524 partes antes de la respiracion las 453 despues. Las 524 partes dieron 155,9 de oxígeno, 347,1 de ázoe, y 21,0 de gas ácido carbónico; las 453 dieron 10,5 de oxígeno, 289,3 de ázoe, y 153 de ácido carbónico. Conforme á esto, habria habido, durante la respiracion, absorcion de 145,4 de oxígeno y de 57,6 de ázoe, y exhalacion de 132 de ácido carbónico. Treviranus piensa que las 71 partes de aire que faltaban despues de la respiracion habian ido al estómago con el agua que habia sido tragada. Sin embargo Humboldt y Provençal no han observado ninguna pérdida

(1) *Ann. de chim.*, t. XXII, p. 35.

(2) *Journal de physiol.*, Paris, 1430.

(3) *Jahrbericht*, 4, p. 217.

de hidrógeno cuando hacian respirar los peces en el agua privada de aire, que solo habian cargado de hidrógeno y oxígeno por medios artificiales. Además, se ve por los experimentos de estos dos físicos, que los peces tambien absorben mas oxígeno que exhalan de ácido carbónico. Este último gas asciende, á lo mas, á $\frac{4}{5}$ partes del oxígeno consumido, y aun á menudo no hace mas que la mitad. Resulta de las investigaciones de Humboldt y Provençal que los peces que habitan los ríos se encuentran, con respecto á la cantidad de oxígeno que el líquido contiene, en el mismo caso que un animal que respirase una mezcla gaseosa que contuviese menos de 0,01 de oxígeno; porque el aire disuelto en el agua no pasa jamás de 0,027 del volúmen de esta última, y 0,31 de este aire con oxígeno puro. Segun la reduccion que Treviranus ha hecho de las observaciones de Humboldt y Provençal, 100 granos de tenca producen 0,01 pulgada cúbica de ácido carbónico en 100 minutos de respiracion; mientras que, durante el mismo espacio de tiempo, 100 granos de mamífero, forman como se ha visto anteriormente, 0,52, es decir cerca de 50 veces mas. Los peces absorben, no solo por sus agallas, sino tambien por toda la superficie de su cuerpo, el gas oxígeno, en cambio del cual ellos producen el ácido carbónico. Este fenómeno se efectua en el agua aireada, pero no al aire libre. Humboldt pasó la cabeza de un pez en un collar de corcho cubierto con tafetan gomado; el animal fue colocado despues en un vaso cilíndrico, de suerte que su cabeza formaba el tapon, y que ni ella ni las agallas, se ponian en contacto con el agua del Sena de que estaba lleno el vaso. Vivió así cinco horas, y, por su piel, hizo experimentar al agua el mismo cambio que hubiese experimentado por la respiracion del modo ordinario. Los peces respiran por las agallas mientras que estan húmedas, y esto aun al aire libre, donde no absorben ni mas ni menos oxígeno que en el agua aireada. Así en el espacio de diez y nueve horas y media, una tenca redujo un volúmen de aire atmosférico de 133,9 centímetros cúbicos á 122,9, y habia absorbido 0,52 centímetros cúbicos de oxígeno. De aquí resulta que la respiracion en el agua se diferencia menos de la respiracion en el aire que lo que podria creerse á primera vista (1). La

(1) Flourens (*Mem. de anat. y de fisiol. comp.*, Paris, 1844,

respiracion en el aire exige tambien que la superficie interna de los pulmones esté húmeda. El *cobitis fossilis*, que se encuentra habitualmente en el cieno, llega segun Erman á

p. 75) se ha dedicado á hacer bien notable la analogía que existe entre estos dos modos de respiracion. En los pescados, dice, como en los vertebrados aéreos, el fin definitivo de todo el mecanismo respiratorio es el desarrollo del órgano respiratorio mismo. Como en los peces el desarrollo de este órgano (las branquias) no puede ejecutarse sino por la intervencion del agua. Por muy enérgicos que sean los movimientos del aparato en el aire, estos movimientos no producen el desarrollo necesario; el agua es la que separa las branquias, y la que las mantiene en una cierta separacion dada. El movimiento activo del aparato, unido á la intervencion del agua, los mueve, y lleva la separacion al mas alto grado que les sea posible alcanzar. En el aire, al contrario, las hojuelas de las agallas se sobreponen por su aplanamiento, y seria preciso para vencer su adherencia, una fuerza á la cual la energía muscular del animal no bastaria. Asi sucede que porque el desarrollo de las láminas de las agallas no se efectua en el aire, el animal sucumbe por asfixia. Flourens lo ha demostrado muy bien por consideraciones anatómicas y por experimentos directos. Si el pez muere en el aire, no es por desecacion de sus agallas, sino por falta de aire; porque además de que la desecacion no se efectuase en los peces que mueren casi al momento que se les saca del agua, Flourens ha visto siempre sobrevenir la muerte antes que las agallas se secasen; ha visto siempre las agallas aun algun tiempo despues de la muerte, contener una cierta capa de agua, que el contacto ó la presion hacian patentes. En fin, estos experimentos le han probado que cuanto mas se separan las agallas, es decir, mas se aumenta la desecacion, mas se prolonga la vida del pez en el aire. Ciertos pescados tienen la facultad de vivir mucho mas largo tiempo que otros en el aire, y sería importante determinar para cada especie las circunstancias particulares de estructura ó mecanismo en los cuales consiste esta facultad. Flourens ha conocido que en la anguila, la cavidad que aloja las agallas, muy dilatada por ella misma, se prolonga todavía en una especie de conducto formado por una estension de la piel que cubre los opérculos. Este conducto no se abre hácia afuera mas que por un pequeño agujero. De aquí se sigue que el animal, aunque situado en el aire, conserva cierta cantidad de agua en la cavidad de las agallas, y por este mismo continuo viviendo cierto espacio de tiempo en el aire.

(N. del T. F.)

la superficie del agua para tragar aire, que experimenta despues en el canal intestinal el mismo cambio que acostumbra á experimentar durante la respiracion, despues de lo cual es espulsado del cuerpo (1).

(1) La vejiga natatoria de los pescados contiene tambien aire cargado de oxígeno; pero este aire no penetra de afuera: es segregado por la superficie interna del mismo órgano. El aire que contiene esta vejiga contiene unas veces mas, otras menos oxígeno ó ázoe que el aire atmosférico. Erman ha encontrado aire poco oxigenado en los peces *lacustres* (GILBERT's *Annalen*, t. XXX, p. 113). Biot, al contrario, ha reconocido que en los peces que viven á grande profundidad en el mar, el aire de la vejiga natatoria contiene 68 á 87 por 100 de oxígeno, mientras que á la misma profundidad el agua del mar no contiene mas que 29 de oxígeno y 71 de ázoe. Además la cantidad de ázoe varia mucho segun los individuos de una misma especie. Algunas veces el oxígeno falta enteramente. Segun Humboldt y Provençal, el término medio de un gran número de experimentos con el aire de la vejiga natatoria de las carpas es de 0,071 de oxígeno, y 0,052 de ácido carbónico, y 0,877 de ázoe. En muchos pescados, como los *cyprinos*, los *situros*, los *salmones*, los *elupeos*, los *esturgeones*, la vejiga natatoria comunica con la faringe por un conducto. La abertura de este conducto es algunas veces ancha; pero en la carpa es tan estrecha que no podria admitir aire del exterior, ni dar paso al que contiene sino cuando la vejiga está mas llena de lo regular. Esta comunicacion falta en muchos peces, (*Perca*, *Acerina*, *Gadus* &c.). Una multitud de peces no tienen vejiga natatoria. En las *sciènes*, presenta este órgano numerosos apéndices huecos, que son ramificados en algunas especies (Cuvier, *Hist. nat. de los peces*, tabla 138, 139). Algunos peces (*Amia*, *Lepisosteus*, *Erythrinus*, *Platystoma*) tienen paredes en los pulmones. Ya hemos hablado mas arriba de las redecillas admirables de este órgano. En muchos peces de los géneros *Cyprinus*, *Cobitis*, *Sparus*, *Clupea*, existe entre la vejiga natatoria y el órgano del oido una comunicacion cuyo descubrimiento se debe á E.-H. Weber, acerca de la cual hablaremos en otro sitio. Cuando esta vejiga se desgarrá, los peces no pierden siempre y necesariamente el equilibrio; no caen constantemente sobre el lado. Es probable que el aire que contiene, sirve para modificar el peso específico del animal por su dilatacion y compresion por medio de las paredes abdominales.—*Comp. G. FISCHER, Ueber die Schwimmblase der Fische. Léipzick, 1795.*—G.-R. TREVIRANUS, *Vermischte Schriften*, t. II, p. 156.

Muchos animales que respiran el agua por medio de agallas ocasionan corrientes notables por medio de estos órganos. Steinbuch ha visto el primero esas corrientes en las larvas de salamandras, y ha dado una descripción completa (1). Despues han sido estudiados por Skarpey (2), que las ha observado en otros varios animales. Se notan tambien en los renacuajos, pero únicamente al redor de sus agallas esternas primitivas, porque las agallas internas que adquieren mas tarde no producen nada que se le parezca, ni tampoco las de los pescados, en los cuales solo el agua se renueva por el movimiento de los opérculos. Se encuentran por el contrario generalmente en los conchíferos y en los anélidos. En la almeja comun se introduce el agua continuamente en la cavidad de las agallas en la estremidad posterior del animal, y sale no lejos de allí por una abertura particular. Las corrientes que estos últimos animales ejecutan provienen de los movimientos de sus pestañas. Pero Purkinje y Valentin han visto tambien pestañas en las agallas de las larvas de las salamandras, y aun han observado los movimientos vibrátiles en todas las membranas mucosas de los reptiles, de los pájaros y de los mamíferos, á escepcion de las del intestino, de las vias urinarias y los órganos genitales masculinos (3).

Respiracion de los huevos de los animales.

Los embriones de los batracianos, de los tollos, de las rayas y del espadon tienen agallas esternas, y estas agallas son tan comunes en ellos que se desarrollan en la matriz, sin conexion íntima entre el feto y la madre, mas que en los que se desarrollan fuera del útero en el agua (4). Las rayas de los géneros *Raja*, *Platyrhina*, y las lijas ó tollos del género *Scyllie* son ovíparos; los otros animales de esta categoría son vivíparos, y entre los reptiles desnudos, la salaman-

(1) *Analekten zur Naturkunde*. Furth, 1802.

(2) *FROBIEP'S Notizen*, n.º 518.

(3) *MULLER'S Archiv*. 1834, p. 391; 1835, p. 128, 159.—
PURKINGE y VALENTIN, *De phænomeno generali et fundamentalis motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum*. Breslau, 1835.

(4) V. LEUCKART, *Untersuchung ueber die aeußeren Kiemen der Embryonen von Rochen und Haifischen*. Stuttgart, 1836.

dra terrestre lleva sus hijos vivos en su matriz. Varias observaciones prueban que al desarrollarse los huevos de los animales ovíparos hacen experimentar al aire el mismo cambio que el que determina el animal adulto, y que ellos no pueden desarrollarse sin aire atmosférico ó agua impregnada de aire. Así el embrión del huevo de ave muere cuando se le unta con aceite ó con una capa de barniz. Los experimentos de Michelotti con los huevos de los insectos, establecen que durante su desarrollo descomponen el aire; que no se efectúa este fenómeno sino en tanto que la temperatura está entre 15 y 20 grados, y que bajo cero no ejecutan cambio alguno en la atmósfera. Ningun desarrollo se efectúa en los gases irrespirables (1). Los huevos de ave no se desarrollan ni en el agua caliente, ni, según los experimentos de Viborg, en los gases que no sostienen la respiración (2). Erman (3) dice haber observado lo contrario; pero Schwann (4) ha confirmado la exactitud de los resultados de Viborg, con experimentos que tienen el carácter de una grande precisión. Ha demostrado que cuando los huevos de gallina experimentan la incubación en gases que no contienen oxígeno, el *blastodermo* aumenta, la separación en hoja mucosa y hoja serosa se verifica, y se produce una *área pellúcida*, pero no se forma ni sangre ni embrión. Los huevos que habían sido sometidos durante veinticuatro horas á la incubación en el gas hidrógeno, se desarrollaron cuando la operación se continuó después en el aire atmosférico; pero no sucedió lo mismo cuando la incubación en el hidrógeno había durado treinta horas y más.

Como el aire atmosférico halla libre acceso al través de los poros del cascarón, es casi imposible que no tenga lugar un choque ó conflicto con el aire y la sangre que contienen los vasos de la atlantóides: esta última vesícula parece desempeñar el principal papel de acercar los vasos á la superficie según se van desarrollando. El huevo de pájaro ó de las aves pierde continuamente agua por la evapo-

(1) BURMEISTER, *Entomologie*, t. I, p. 365.

(2) *Abhandlungen fuer Thierärzte und Oeconomen*, t. IV, p. 445.

(3) *Isis*, 1818.

(4) *De necessitate aeris atmosph. ad evol. pulli in ovo*. Berlin, 1834.—MULLER'S, *Archiv*, 1835, p. 121.

ración de la clara, que sea ó no sometido á la incubacion. Esta evaporacion parece ser casi la misma en ambos casos; ocasiona una disminucion de volúmen de la clara que á medida que el huevo tiene mas tiempo, se separa mas de la estremidad obtusa del cascaron. De aquí resulta un espacio que llena el aire atravesando los poros de este último. Bischoff ha hallado este aire mas cargado de oxígeno que el atmosférico; la cantidad de oxígeno variaba desde 22 á 24 $\frac{1}{2}$ por ciento (1). Dulk ha hallado 25 $\frac{1}{2}$ á 26 $\frac{3}{4}$ de oxígeno; pero durante la incubacion, la proporcion de este último decaía hasta 17,9 por ciento, y se encontraba en su lugar 6 por ciento de gas ácido carbónico (2).

El primer desarrollo del huevo de los mamíferos es posible no solo sin la presencia del aire atmosférico, sino aun antes de que haya conexiones entre la matriz y el huevecillo, cuando este último no está aun rodeado mas que de las secreciones uterinas. Los óvulos de los mamíferos no respiran, en la acepcion propia de la palabra: la respiracion es sustituida por las relaciones íntimas que existen entre ellos y la madre. Segun las bellas observaciones de E.-H. Weber, las felposidades de la placenta humana, sobre las cuales las últimas ramificaciones de las arterias umbilicales se continuan con las primeras ramas de las venas del mismo nombre, estan metidas á manera de franjas en los senos venosos uterinos de paredes muy delgadas que serpean entre los lóbulos de la placenta, y allí se encuentran bañados por la sangre de la madre. En los ruminantes, que tienen placentas difusas ó cotiledones, no se encuentra la misma disposicion; las felposidades de los cotiledones se alojan en hundimientos ó cavidades vaginiformes de la matriz casi como las raices en la tierra. Estas vainas tienen sus paredes cubiertas de capilares que pertenecen á los vasos de la madre, y se segrega una materia blanquecina, como sobre toda la superficie interna de la matriz. Además, no existen aquí mas comunicaciones que en la mujer entre los vasos de la madre y del engendro.

Lo que hace muy probable que se efectue en la placenta una funcion que sustituye la respiracion de los demás huo-

(1) SCHWEIGGER'S *Journal*, t. IX, p. 446.

(2) *Ibid.* 1830, t. I, p. 363.

vos, es que toda interrupcion de la circulacion en los vasos umbilicales acarrea consecuencias mortales; así es que los demás huevos tienen necesidad de aire para desarrollarse, y que, en ellos se efectua esta por medio de la atlantoides, que recibe los mismos vasos que el córion de la mujer y de los mamíferos, es decir los vasos umbilicales. No hay, en el hombre ni en los mamíferos, diferencia notable en cuanto al color, entre la sangre de las arterias umbilicales y el de las venas del mismo nombre: Haller, Hunter y Osiander no han notado jamás el menor vestigio; Autenrieth y Schütz (1) no la han encontrado tampoco en los conejos, ni Emmert (2) en los conejos de Indias.

Al contrario habria segun Blumenbach y Emmert, una lijera diferencia de color en los vasos del córion de las aves. A la verdad, Herissant y Diest (3), así como Baudelocque (4) sostenian haber notado una diferencia; Bichat declara en un sitio (5) que no la hay; y en otro (6) que se reduce á poca cosa. Me habia sido imposible en otro tiempo notar ninguna en los fetos de conejo, de cabiai y de gato, y sin embargo los pequeños animales convienen tanto ó aun mas que los grandes para observaciones de este género. En el mismo tiempo, época en que no era yo todavía mas que estudiante, habia creido notar una diferencia practicando la viviseccion de una oveja preñada; algunos de aquellos que me rodeaban fueron del mismo parecer, y Jøerge dice haber notado lo mismo en el córion del caballo (7). Pero las investigaciones á que me he dedicado despues, han demostrado que jamás y en ningun sitio, hay diferencia entre las dos sangres, opinion en que estan conformes tambien E. H. Weber y todos los comadrones. Sin embargo la sangre de las venas pulmonares se diferencia de tal modo de las venas del cuerpo, en los reptiles, que se pue-

(1) *Experimenta circa calorem fetus et sanguinem*. Turbingue, 1795.

(2) REIL'S *Archiv.*, t. X, p. 122.

(3) HALLER, *Disp.* V, p. 516, 526.

(4) BICHAT, *Anat. géner.*, t. II, p. 465.

(5) *Loc. cit.*, p. 343.

(6) *Loc. cit.*, p. 465.

(7) *Die Zeugung*. Léipzig, 1815, p. 273.

den distinguir por el color, en las dos aurículas, y aun al lado el uno del otro en el ventrículo. En los pescados, al contrario, no he podido determinar ninguna diferencia entre las dos sangres, lo que depende acaso de que estos animales respiran en un sitio que no contiene mas que 0,01 de oxígeno y en el aire atmosférico hay 0,21.

La sangre de los vasos umbilicales del feto se pone colorada al aire, como la sangre venosa del adulto; y espuesta á la accion del ácido carbónico, toma un colorido oscuro, como igualmente este último. Algunas personas han sostenido que el líquido amniótico, del cual está rodeado el feto, servia á una respiracion por la piel, y aun que se introducía en la tráquea, y suministraba los materiales de una respiracion pulmonal. Beclard y Geoffroy-Saint-Hilaire habian adoptado esta hipótesis. Otros, fundándose en el descubrimiento que Rathke ha hecho de especies de arcos de agallas en el cuello del embrión de los mamíferos, han pensado que estos órganos podian servir tambien á la respiracion. Pero estas prolongaciones delicadas, separadas las unas de las otras por hendiduras, no pueden ser observadas distintamente en el embrión del pájaro, sino durante los primeros dias, por ejemplo al tercero ó cuarto, y no son otra cosa que un aparato comun á todos los animales vertebrados, aparato sobre el cual se desarrollan las agallas en los peces y los reptiles que tienen agallas durante su vida, mientras que en los otros animales este desarrollo no se efectua, y los arcos se convierten en cuernos hioideos. Pequeños peces que sumergí en el líquido amniótico de la vaca y de la oveja murieron pronto. Lassaigue (1) ha encontrado en las aguas del amnios de una cerda un gas que tenia analogía con el aire atmosférico bajo el punto de vista de su composicion.

La presencia de este gas dependia acaso de que, habiendo estado largo rato espuesto al aire, este líquido habia absorbido el oxígeno y el ázoe, como además hacen todos los líquidos acuosos. Yo he intentado varios experimentos para entretenerme con la realidad del hecho anunciado por Lassaigue; y jamás el líquido amniótico, sometido á la ebullicion, me ha suministrado una cantidad apreciable de gas.

(1) *Archiv. générales de médecine*, t. II, p. 308.

CAPITULO IV.

De los cambios que la sangre experimenta durante la respiracion.

La sangre arterial y la sangre venosa tienen casi el mismo peso específico, 105,03:105,49, según J. Davy, que dice también que la capacidad de la primera para el calor, es á la de la segunda:: 10,11:10,10.

Según J. Davy, la sangre arterial está mas caliente que la venosa $1-1\frac{1}{2}^{\circ}$ F. Lo que confirman Krimer y Scudamore. Autenrieth, Mayer, Davy, Berthold y Blundell aseguran que se coagula también mas pronto. Las observaciones de Mayer, de Berthold y Denis como también las mías, están conformes en establecer que contiene mas fibrina. La proporción entre las dos sangres, bajo este aspecto, es de 29:24. Abildgaard y Michaelis han comparado la sangre arterial y la venosa juntas, bajo el punto de vista de su composición elemental. Según Abildgaard, el segundo álcali tendría $\frac{4}{11} - \frac{4}{10}$ menos de nitró que el primero (1). Michaelis, que ha hecho el análisis con las dos sangres quemándolas con el óxido cupéico (2) ha hallado.

		Car- bono.	Azo- e.	Hi- dró- geno.	Oxi- geno.
En la albúmina ..	{ de la sangre venosa..	52,650	15,505	7,359	24,484
	{ de la sangre arterial.	53,009	15,562	6,993	24,436
En el cruor.....	{ de la sangre venosa..	53,234	17,392	7,711	21,666
	{ de la sangre arterial.	57,382	17,253	8,354	23,011
En la fibrina.....	{ de la sangre venosa..	50,440	17,207	8,288	24,065
	{ de la sangre arterial.	51,374	17,558	8,254	23,785

Macaire y Marcet (3) han repetido estos experimentos y han obtenido resultados análogos.

(1) PFAFF. *Nord. Arch.*, t. 1, p. 493.

(2) SCHWEIGGER, *Journal*, 54.

(3) *Ann. de chim.*, t. LI, p. 382.

La sangre arterial se vuelve de un encarnado oscuro en los vasos capilares del cuerpo, y la venosa toma un colorido mas encendido en los de los pulmones. Cuando la respiracion cesa, la sangre que vuelve de los pulmones es negra. Pero cuando, despues de haber comprometido la vida de un animal, se entretiene la respiracion por medios artificiales, la sangre continúa volviéndose encarnada en estos órganos. La seccion de los nervios del par vago no destruye los fenómenos; la sangre continúa entonces colorándose en los pulmones (1) (0,0161), como lo hace fuera de estas vísceras cuando se espone al aire libre, ó como el oxígeno inyectado en las venas colora de encarnado mas su- bido, la sangre negra que contienen estos vasos.

Cantidad de gases en las dos sangres.

La sangre confirma por sus cambios de color cuán grande es su sensibilidad hácia los gases que absorbe. El aire atmosférico y el oxígeno la vuelven colorada y rutilante; el ácido carbónico la vuelve encarnada oscura, ó como suele decirse, negra. Cuando se ha vuelto negra por la accion del ácido carbónico, se la puede volver rutilante agitándola con el gas oxígeno, y entonces deja desprender el ácido carbónico. La sangre, y tambien el suero, absorben mas que su

(1) Segun Provenzal (*Journ. gén. de méd.*, t. XXXVII), despues de la seccion de los nervios vagos, el oxígeno es absorbido todavia, y el ácido carbónico exhalado solamente en cantidad menor, diferencia que, segun la nota de Longet (*Anat. et phys. du syst. nerv.*, t. II, p. 298), debe depender en la tardanza de los movimientos respiratorios. Longet hace notar todavia mas; que, para que la sangre venosa continúe algun tiempo adquiriendo la coloracion arterial, es preciso practicar la traqueotomía, á fin de evitar un libre acceso al aire en el tejido de los pulmones, sin lo cual la estrechez de la glotis, debida á la parálisis de los nervios laríngeos inferiores, oponiéndose á que una cantidad suficiente de aire penetre en las vias aspiratorias, la sangre en lugar de salir colorada por la abertura de la arteria saldria oscura y casi negra, como sucedió en los experimentos de Dupuytren. (*N. del T. F.*)

volúmen de ácido carbónico (1). Solo una pequeña cantidad de ácido absorbido se desprende por efecto del calor ó de la disminucion de la presion atmosférica; pero se puede estraer agitando con la sangre otro gas, por ejemplo, el aire atmosférico, el ázoe, el hidrógeno, ó haciéndola atravesar por una corriente de este gas. La sangre absorbe igualmente el hidrógeno, como lo prueban los experimentos de Enschut.

Mientras que la sangre atraviesa los pulmones, el aire atmosférico la penetra y se produce tambien el ácido carbónico en ella, que se desprende en el pulmon. Pero este doble fenómeno no tiene el órgano pulmonal por único teatro; en todas partes contiene la sangre los gases que absorbe en el pulmon y los que estan destinados á ser exhalados en esta víscera. Este hecho no ha sido conocido mas que en los tiempos modernos, porque los gases que la sangre tiene en disolucion se desprenden dificilmente por la accion del calor y las presiones atmosféricas bajas; pero como ya acabo de decir, se pueden estraer fácilmente por medio de otros gases.

Vogel (2), Brande (3) y Home (4) han sido los primeros que han demostrado la presencia del ácido carbónico en la sangre venosa, con ayuda de la máquina neumática. Hoffmann y Stevens obtuvieron el ácido carbónico de la sangre agitándola con otro gas, ó haciéndola atravesar una corriente gaseosa de hidrógeno, por ejemplo (5). Lo mismo ha sido observado por Euscut y Bischoff (6).

Euscut tambien se convenció que las dos sangres contenian ácido carbónico, la arterial menos que la venosa,

(1) J. DAVY, *Journ. de chim. méd.* t. V, p. 246; *Philos Trans.*, 1838.—TIEDEMANN, GMELIN, MITSCHERLICH, dans *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V.—ENSCHUT, *Diss de respirationis chemismo*. Utrecht, 1836.

(2) SCHWEIGGER, *Journal*, t. II, p. 401.

(3) *Ann. de chim.*, t. X, p. 207.

(4) *Philos. Trans.*, 1818, p. 172.

(5) *Obs. on the healthy and diseased properties of the blood*. Londres, 1832.

(6) *De novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam theoriam de respiratione institutis*. Heidelberg, 1837.

y que hay tambien ázoe en ambos. H. Davy logró el primero desprender el oxígeno de la sangre arterial. Los experimentos de Magnus han puesto este último hecho en perfecta evidencia; el aparato empleado por él estaba dispuesto de manera que permitia, no solo que una cantidad considerable de gas se desprendiese de la sangre, sino que todavia se pudo recoger fácilmente este gas. Con su ayuda se adquirió la conviccion de que no hay menos gas disuelto en la sangre arterial que en la venosa (1). Tambien se ha reconoci-

(1) Resulta de las cifras de Magnus, reduciéndolas á los términos medios, que la sangre arterial contendria mas gas que la venosa, es á saber:

Por 608 de				
sang. arter. ,	39,5 de ác. carb. ,	+ 14,7 de oxig.	+ 9,2 de áz.	= 33,4
lo reducian á				
100	6,4967	+ 2,4178	+ 1,5131	= 10,4276
Por 863 de				
sang. ven. ,	47,5	+ 10,1	+ 8,7	= 66,3
lo reducian á				
100	5,5044	+ 1,1703	+ 1,0081	= 7,6825
La diferencia estaria pues, en favor de la sangre arterial, de				
	0,9926	+ 1,2475	+ 0,5050	= 2,7451

Antes de las bellas investigaciones de Magnus, la ciencia no poseia mas que resultados inexactos ó contradictorios, con respecto á la existencia de los gases libres en la sangre; basta se negaba la presencia de estos gases. Seguramente, Magnus no ha hallado la última palabra del enigma, y falta todavia mucho que hacer para dar una precision rigurosa á los resultados que ha obtenido; pero, tales como ellos son, estos resultados tienen tal valor, que la fisiologia no podia menos de sacar consecuencias. Sin duda alguna seria de desear que se conociese exactamente la cantidad absoluta de cada uno de los tres gases en cada especie de sangre, á fin de establecer su cantidad proporcional en la una y en la otra; pero era ya un gran punto el haber establecido que la sangre arterial contiene el doble al menos de oxígeno que existe en la sangre venosa. Gay-Lussac, antes de pesar las dudas acerca de este importante resultado, deberia haber probado experimentalmente que es inexacto; lo cual no ha hecho. Además, he aquí como el mismo Magnus ha formulado estas conclusiones: "Es muy probable que el oxígeno inspirado sea absorbido en los pulmones por la sangre, que lo transporta despues á todo el cuerpo, donde, llegado á los capilares, determina la formacion del ácido carbónico. Yo digo que esto es verosímil, porque en tanto

do que la sangre no deja desprender una cantidad apreciable de gas, por cuanto la tension del aire que le sobrenada no pasa de una línea de mercurio, lo que esplica los resultados negativos obtenidos por tantos observadores.

La tabla que sigue da una idea en compendio de los experimentos que se han hecho.

	Centímetros cúbicos.		
Sangre arterial de un caballo.	125	dieron 9,8 de gas.	{ 5,4 de ácido carb. 4,9 de oxígeno. 2,5 de ázoe.
Sangre venosa del mismo....	205	— 12,2 —	{ 8,8 de ácido carb. 2,3 de oxígeno. 1,1 de ázoe.
La misma sangre.....	195	— 14,2 —	{ 10,0 de ácido carb. 2,5 de oxígeno. 1,7 de ázoe.
Sangre arterial de un caballo.	130	— 16,3 —	{ 10,7 de ácido carb. 4,1 de oxígeno. 1,5 de ázoe.
La misma sangre.....	122	— 10,2 —	{ 7,0 de ácido carb. 5,2 de oxígeno. 1,0 de ázoe.
Sangre venosa del mismo....	170	— 18,9 —	{ 12,4 de ácido carb. 2,5 de oxígeno. 4,0 de ázoe.
Sangre arterial de ternera...	123	— 14,5 —	{ 9,4 de ácido carb. 3,5 de oxígeno. 1,6 de ázoe.
La misma sangre.....	108	— 12,6 —	{ 7,0 de ácido carb. 2,0 de oxígeno. 2,6 de ázoe.
Sangre venosa del mismo....	133	— 13,3 —	{ 10,2 de ácido carb. 4,8 de oxígeno. 1,3 de ázoe.
La misma.....	140	— 7,7 —	{ 6,1 de ácido carb. 1,0 de oxígeno. 0,6 de ázoe.

Se ve segun esta tabla, que el oxígeno del gas sacado de la sangre venosa asciende á lo sumo á $\frac{1}{2}$, y á menudo á $\frac{1}{5}$

que no se haya probado que el ácido carbónico espirado es sustituido por un volúmen igual de oxígeno, será siempre posible admitir que una parte al menos del oxígeno absorbido entra en combinacion con la sangre, sin producir el ácido carbónico.

(N. del T. F.)

solamente del gas ácido carbónico hallado, mientras que en la sangre arterial forma la tercera parte y casi la mitad. La cantidad media del ácido carbónico es de 5,5041 en 100 partes de sangre venosa, y de 6,4967 en la misma masa de sangre arterial. La sangre arterial contiene mas gas oxígeno y ácido carbónico que la sangre venosa. La cantidad de ázoe varía, pero no de un modo constante. La cantidad de los gases estraidos de la sangre ascendió, término medio, á $\frac{1}{10}$, y algunas veces á $\frac{1}{3}$ del volúmen del líquido.

Segun Magnus el ácido carbónico contenido en la sangre debe ser considerado como encontrándose en estado de libertad, es decir, de disolucion, ó como habiendo sido absorbido, así como los gases lo son por los líquidos. Esta opinion estriba principalmente sobre la presencia en la sangre de otros gases además de este. Porque de otro modo, dice, se podía siempre sostener que el ácido carbónico obtenido por medio, sea de la máquina neumática, sea del hidrógeno ó por medio del ázoe, proviene del bicarbonato sódico que existe en la sangre, puesto que esta sal pierde una parte de su ácido carbónico en el vacío, cuando se hace atravesar su disolucion por una corriente de gas hidrógeno. Sin embargo, Magnus considera la cantidad de ácido carbónico que se obtiene de la sangre por el gas hidrógeno, como muy considerable para que se pueda atribuir á la sal sódica que esta sal contiene.

Liebig (1) mira al contrario como dudoso que el gas que se obtiene de la sangre se encuentre en estado libre. La presencia del gas oxígeno en este líquido le parece problemática, porque segun los esperimentos de Schezer la fibrina tiene la propiedad de apropiarse el oxígeno y convertirlo en ácido carbónico, y la materia colorante absorbe fácilmente tambien este gas. Liebig calcula además que, segun la cantidad de carbonato sódico contenido en el suero, que 1000 volúmenes de sangre contienen 609 de ácido carbónico, bajo la forma de bicarbonato sódico. En seis horas, Magnus ha obtenido de 1000 centímetros cúbicos de sangre, 271 centímetros cúbicos de ácido carbónico. Es

(1) *Handwörterbuch der Chemie*, p. 899.

un poco menos que el volúmen de este ácido, que en la sangre convierte el carbonato sódico en bicarbonato. Pero la sangre batida, y aun el suero, tienen la propiedad de absorber un volúmen igual al suyo de gas ácido carbónico, lo que no podria suceder si en parte estuviesen ya saturados de este gas. Cuando se coagula la sangre por medio del alcohol, y se hace pasar una corriente de gas hidrógeno al través del líquido separado del coágulo por la filtracion, se halla que este gas contiene ácido carbónico. En fin, puede quitársele á la sangre la propiedad de dar gas ácido carbónico bajo la influencia de una corriente de gas hidrógeno, añadiéndole el acetato plúmbico neutro ó básico.

Los argumentos de Liebig hacen verosímil que el ácido carbónico que se desprende de la sangre por la accion combinada de la máquina neumática y del gas hidrógeno, proviene, al menos en parte, del bicarbonato sódico. Sin embargo ha sido demostrado en todos los casos por Magnus, que el gas oxígeno en el estado libre, se encuentra en la sangre, y que puede ser desprendido por la máquina neumática. De este solo hecho se deduce que la oxidacion de la sangre y la formacion del ácido carbónico, no se ejecutan solamente en los pulmones, y que tiene lugar tambien en la sangre durante todo el trayecto de la circulacion.

Fenómenos quimicos de la respiracion.

Se tendria una idea muy falsa si se creyese que durante la inspiracion, el oxígeno del aire pasa al través de las túnicas de los vasos capilares en las paredes de las células pulmonares, para llegar hasta la sangre, y que durante la espiracion, esta deja desprender el ácido carbónico que atraviesa á su vez las paredes de los vasos. La admision del oxígeno en la sangre que atraviesa los vasos capilares situados en las paredes de las células pulmonales, y la exhalacion de ácido carbónico se efectuan continuamente sin la menor interrupcion, tanto en la espiracion como en la inspiracion. El movimiento de inspirar y espirar no es otra cosa mas que una alternativa de ampliacion y depresion del pecho y de los pulmones; los pulmones no estan jamás vacíos de aire, y no se interrumpe por un lado el oxígeno absorbido en la sangre, y por otro el ácido carbónico elimi-

nado de ella. Los pulmones pues contienen tanto aire atmosférico como ácido carbónico se separa de la sangre. La espiracion no espere mas que la mayor parte del aire viciado, y el que queda en los pulmones se mezcla con el nuevo aire atmosférico respirable. En muchos animales no hay el menor movimiento respiratorio en los órganos que sirven para la respiracion, y el único fenómeno que tiene lugar es el cambio continuo de los materiales: esto es lo que sucede en las braquias inmóviles de las larvas de salamandra.

Como el oxígeno de la atmósfera penetre incesantemente hasta la sangre al través de las paredes de las células pulmonales, y como el ácido carbónico se exhala de la sangre al través de estas mismas paredes, lo que no necesita explicarse aquí, puesto que en el tomo anterior se ha demostrado que las partes animales húmedas, especialmente las membranas, son permeables á las sustancias líquidas y gaseosas. Una vejiga mojada, llena de un gas que no sea el aire atmosférico, contiene al cabo de algun tiempo, no este mismo gas, sino aire atmosférico: los dos gases se ponen en equilibrio de reparticion al través de las paredes de la membrana húmeda. El mismo resultado tiene lugar entre dos disoluciones diferentes, de las cuales cada una se halla en contacto con una de las caras de la membrana animal. La sangre negra que se encierra en una vejiga mojada, se vuelve rutilante por la accion que la atmósfera ejerce en ella al través de las paredes de dicha vejiga. La penetracion debe efectuarse con extrema rapidez al través de las paredes delgadas de las células pulmonales, y la sangre que recorre los vasos capilares de estas paredes no puede menos de tomar parte. Añádase todavía que esta sangre, sobre todo en sus glóbulos colorados, tiene una afinidad extraordinaria por el oxígeno; porque aun fuera del cuerpo, se vuelve rápidamente encarnada en su superficie, cambio que es acompañado de una exhalacion de ácido carbónico. La division de la sangre en una infinidad de capilares en medio de las paredes de las vesículas pulmonares tiene evidentemente por objeto multiplicar los puntos de contacto entre las moléculas de este líquido y el aire por la enorme superficie de alvéolos, puesto que la totalidad de la masa sanguínea que atraviesa los pulmones se encuentra estendida en esta superficie. ¿El tejido de los pulmones ejerce sobre el cambio

que experimenta el aire atmosférico una influencia específica mayor que la que se efectúa en otras partes? Es lo que está todavía sumergido en la duda, puesto que los mismos glóbulos sanguíneos parecen jugar un papel principal, que el aire atmosférico experimenta cambios análogos por parte de otras superficies animales, por ejemplo la piel de los peces y las ranas ó en el canal intestinal del *Cottus fossilis*, que los fenómenos químicos de la respiración continúan después de la sección de los nervios del octavo par, y que en fin, según mis experimentos, las ranas, á las que se han ligado y escindido los pulmones, sobreviven hasta treinta horas por medio de la respiración de la piel, mientras que á las que se sumergen en el agua hervida mueren mucho más pronto. Los pulmones son, en virtud de su organización, de la finura ó delgadez de sus membranas que atraviesa el aire y de la extensión de la superficie que presenta al contacto, la región del cuerpo que conviene mejor al complemento de los fenómenos químicos de la respiración.

Diversas teorías han sido imaginadas para explicar los fenómenos químicos de la respiración.

1.^o Según Lavoisier, La Place y Prout, la sangre exhala sin cesar en las células pulmonares, un fluido que contiene principalmente carbono é hidrógeno; estos dos cuerpos, combinándose con el oxígeno del aire atmosférico, producen el ácido carbónico y el agua que la espiración espela.

Esta hipótesis de un fluido compuesto de carbono é hidrógeno es muy aventurada bajo el punto de vista químico. Como en caso de adoptarla se atribuye el calor animal á la formación del agua y del ácido carbónico fuera de la sangre, es decir, en el interior de las células pulmonales, es preciso notar, á título de objeción contra ella, que los pulmones no están más calientes que ninguna otra parte del cuerpo.

2.^o Según H. Davy, el aire penetra al través de las paredes de las células pulmonales en la sangre de los vasos capilares, y una vez que se ha disuelto, ejerce sobre los glóbulos, en razón de la afinidad que tiene el oxígeno con ellos, una acción descomponente, cuyo resultado es que el ácido carbónico se encuentra libre al mismo tiempo que la mayor parte del azoe. Davy admitía, según sus experimen-

tos acerca de la respiracion del gas óxido nítrico y del gas hidrógeno, que un poco de gas ácido carbónico se desprende de la misma sangre venosa. En esta hipótesis la produccion del calor se supone efecto de la sangre que circula en medio de los pulmones. Se puede alegar en su favor la observacion hecha por J. Davy, que la sangre está mas caliente de 1 á $1\frac{1}{2}$ grados F. en el corazon izquierdo y las arterias (carótidas), que en el corazon derecho y en los troncos venosos (yugulares).

3.^o Algunos fisiólogos, partiendo del hecho que en la respiracion desaparece mas oxígeno que ácido carbónico se forma, admiten que la formacion de este último tiene efecto en los pulmones ó sus vasos, pero niegan la produccion del agua; suponen que la combinacion del oxígeno atmosférico con el carbono de la sangre producen el ácido carbónico en el momento mismo de la respiracion; que la porcion de oxígeno que no sirve para la formacion del ácido carbónico, se combina con la sangre y la pone rutilante, y que los glóbulos unidos al oxígeno combinado escitan la vida de las partes orgánicas. De que desaparece en la respiracion mas oxígeno que se forma de ácido carbónico, no debe inferirse con Lavoisier, La Place, Dulong y Despretz, que el escedente de oxígeno sirve para formar el agua espirada, por su combinacion con el hidrógeno de la sangre. Atribuir el vapor acuoso que se desprende en los pulmones á una formacion directa de agua por la combinacion de los dos elementos de este líquido, es una hipótesis muy aventurada, porque en las circunstancias presentes de las superficies animales húmedas, sobre todo á la temperatura de los animales de sangre caliente, debe evaporarse agua. Esta hipótesis de la formacion del agua en los pulmones, no ha sido pues imaginada sino en favor de la teoría de la combustion, propuesta por Lavoisier y La Place, y ninguna prueba hay en favor.

Segun los experimentos de Collard de Martigni, los animales espiran el vapor de agua, cualquiera que sea el gas que respiren, aun cuando sea el hidrógeno, es decir, aun cuando no concurra el oxígeno para la produccion de este líquido. A la verdad este argumento no es concluyente á mi parecer, puesto que los animales á quienes se hace respirar gases improprios conservan todavia aire atmosférico en sus pulmones.

Segun Magendie (1), la cantidad de agua espirada aumenta cuando se inyecta en las venas de un animal agua á la temperatura de su cuerpo.

4.^o Lagrange y Hassenfratz querian que el oxígeno del aire atmosférico se mezclase débilmente con la sangre (disuelto en este líquido, ó combinado con los glóbulos); que ya fuese solamente durante el curso de la circulacion ó al combinarse con el carbono de la sangre, produjese el ácido carbónico, y que este fuese absorbido por el líquido, hasta el momento de ponerse en libertad en los pulmones. Lagrange se fundaba en parte en que la sangre arterial que se pone en un vaso tapado, toma un color mas oscuro al cabo de algun tiempo. Esta teoria ha sido muy admitida entre los fisiólogos. Se citaban en su favor los experimentos de Vogel, de Home, de Brande, de Scudamore y de Collard de Martigni, probando que la sangre venosa contiene realmente ácido carbónico, y las de H. Davy, establecen que se puede desprender oxígeno de la sangre arterial. Adoptándola, se explica por qué los pulmones no estan mas calientes que las demás partes del cuerpo. F. Nasse ha reunido en una excelente Memoria todos los hechos antiguos que la apoyan (2), y que experimentos contradictorios habian puesto en duda. Pero las observaciones de Stevens, Hoffmann, Bischoff, Bertuch y Enscht acerca de la existencia del ácido carbónico en la sangre venosa, y sobre todo las de Magnus acerca de la existencia de los gases en las dos sangres, la han devuelto el honor. Yo he citado mas arriba los argumentos de Liebig que obligan á hacer restricciones, y que hacen verosímil que el ácido carbónico contenido en la sangre existe en ella las mas veces en estado de bicarbonato sódico, que bajo la influencia de una corriente de gas y una disminucion de la presion atmosférica, deja escapar una parte de su ácido.

5.^o Stevens ha establecido una teoría particular que estriba en un hecho bien conocido: que las sales neutras ponen la sangre rutilante. La materia colorante de los glóbulos de la sangre, dice, es oscura por naturaleza;

(1) *Précis élément. de physiol.*, 2.^a edic., t. II, p. 246.

(2) *MECKEL'S Archiv.*, t. II, p. 195. 435.

el suero la pone colorada porque las sales neutras aclaran el colorido de la sangre. El color encarnado es pues el natural de los glóbulos, en tanto que estan rodeados por el suero. Si se mezcla un coágulo encarnado con agua, este toma un colorido oscuro, porque el agua le quita el suero; el ácido carbónico oscurece el color de la sangre encarnada. Este ácido toma su origen, segun Stevens, en los vasos capilares del cuerpo, lo que esplica por qué la sangre venosa es negra: es exhalado en los pulmones, y por el hecho solo de su desprendimiento, la sangre recobra su colorido encarnado sin que el oxígeno sea la causa de este fenómeno. Si la hipótesis de Stevens fuese exacta, la sangre venosa deberia ponerse rutilante bajo la influencia de la máquina neumática, que le estrae el ácido carbónico. Pero no sucede así, pues el gas oxígeno admitido en la sangre debe tener una parte esencial en su colorido rutilante. Maack (1) ha hallado que el cruor oxidado y el cruor cargado de ácido carbónico son igualmente negruzcos cuando no se encuentran en contacto con un líquido que contenga una sal neutra: las sales comunican á ambos un colorido mas claro, que en el segundo no llega mas que al color de la sangre venosa, pero que en el primero llega hasta el de la sangre arterial. El autor ha hallado, como Berzelius, que no hay sino muy poco oxígeno absorbido por el suero, y que no se desprende ácido carbónico. Pero dos volúmenes y medio de disolucion de materia colorante, puestos en contacto con dos volúmenes de gas oxígeno, absorben volumen y medio de este, y se ponen despues encarnados por el contacto de un líquido salino. Maack admite que el cruor que contiene ácido carbónico es descompuesto por el oxígeno, que él se oxida y que el ácido carbónico queda en libertad, lo mismo que el carbonato férreo se descompone al aire húmedo convirtiéndose en hidrato férreo.

6.^o Otra teoría es la que, rehusando admitir que el ácido carbónico se engendra en la sangre por la combinacion del carbono de este líquido con el oxígeno del aire, visto que continúa siendo espirado en los gases que no tienen oxígeno, supone que, como otras secreciones, se forma á espensas de los principios inmediatos de la sangre. Puede

(1) *De ratione quæ colorem sanguinis inter et respirationem functionem intercedit.* Kiel, 1834.

citarse en su favor la secrecion de diferentes gases por la vejiga natatoria de los peces. Segun esta teoria, el ácido carbónico no preexistiria necesariamente en la sangre venosa, sino que sería producido, sin el concurso del oxígeno de la atmósfera, en el momento que la sangre atraviesa los vasos capilares de los pulmones. Se funda en las observaciones hechas por Spallanzani y repetidas por Edwards, de las cuales resulta que, en los animales de sangre fria, la formacion del ácido carbónico continúa en gases que estan privados de oxígeno. Sin embargo, la existencia de los gases en la sangre prueba que no son el producto de una secrecion.

7.^o Mitscherlich, Gmelin y Tiedemann han desenvuelto en estos últimos tiempos una teoría particular de la respiracion. El punto de partida es la existencia del ácido acético ó del ácido láctico, libre ó combinado, en la mayor parte de secreciones y en la sangre, ácido que debe formarse en el mismo cuerpo animal, puesto que los alimentos contienen mucho menos del que se desprende continuamente por el sudor y la orina. Han reconocido, además, que la sangre venosa contiene mas sub-carbonato alcalino que el que se encuentra en la sangre arterial, puesto que 10,000 partes del primero contienen al menos 12,3 de ácido carbónico combinado, del cual no hay mas que 8,3 á lo mas en el segundo. Ahora ellos unen estos datos á su hipótesis, que la respiracion, dando lugar á un contacto estenso con el aire, produce por lo mismo el ácido acético que descompone el carbonato alcalino de la sangre venosa, de modo que el ácido carbónico, quedando libre, sale por la espiracion. Piensan que una parte del oxígeno atmosférico se combina directamente con el carbono y el hidrógeno, para producir el ácido carbónico y el agua, y que otra porcion se une inmediatamente con las combinaciones orgánicas contenidas en la sangre. De aquí resultan productos orgánicos que son necesarios á la vida. Pero esta formacion va acompañada de una metamórfosis de las materias orgánicas en otras de naturaleza inferior, por ejemplo en ácido acético ó en ácido láctico, que descompone una parte del carbonato sódico contenido en la sangre, y lleva el ácido carbónico á los alvéolos pulmonales (1).

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, 5.

Mientras pudo dudarse de la existencia de gas en la sangre, esta teoría fue una tentativa ingeniosa para dar la esplicacion de los hechos; pero despues que ha sido analizada, Gmelin mismo ha reconocido la existencia del ácido carbónico en la sangre.

Para llegar á la solucion del problema de los fenómenos químicos de la respiracion, es preciso resolver las tres cuestiones siguientes:

1.^a ¿El gas oxígeno y el gas ácido carbónico, existen en la sangre? La respuesta es afirmativa.

2.^a ¿El ácido carbónico contenido en la sangre, es espelido por el aire atmosférico solo, ó lo es tambien por otros gases? Esta cuestion se halla igualmente resuelta de un modo afirmativo, respecto del segundo punto, por los experimentos de Hoffmann, Stevens, Bischoff, Bertuch y Magnus. Los gases hidrógeno y ázoe que se hacen pasar por la sangre, desprenden tanto ácido carbónico como lo haria el aire atmosférico.

3.^a ¿Los animales de sangre fria, exhalan el ácido carbónico en el gas hidrógeno puro ó en el gas ázoe puro? Vamos á ver que este punto es dudoso.

Los antiguos experimentos de H. Davy, Coutanceau (1) y Nisten, con animales de sangre caliente, no prueban nada, puesto que los pulmones de estos seres, que no pueden permanecer sino poco tiempo en el gas hidrógeno, contenian ácido carbónico antes de la inmersión. Para llegar á una respuesta categórica, es preciso que los animales puedan vivir largo tiempo en el hidrógeno ó en el ázoe, y que la cantidad del ácido carbónico producido sea considerable. Es lo que ha observado Edwards. Una rana exhala en ocho horas y media, en el gas hidrógeno, 2,97 centíl. = 1,49 pulgadas cúbicas de ácido carbónico, lo que sin embargo no puede ser perfectamente exacto, puesto que aun en el aire atmosférico, no produce una rana tanto ácido carbónico durante este espacio de tiempo (2). Collard de Martigny.

(1) *Révision des nouvelles doctrines chimico-physiologiques*, Paris, 1821, p. 280.

(2) *Infl. des agents phys.*, p. 445.

ha experimentado con el gas ázoe, y ha observado tambien la exhalacion de una cantidad de ácido carbónico que no era mucho menor que en el experimento de Edwards (1). Retiraba la rana cada hora y media ó dos horas, de la campana llena de gas ázoe; hacia pasar el gas á otro vaso, llenaba de nuevo la primera y volvía á sumergir el animal, lo que repetía varias veces en cada experimento, teniendo cuidado de empezar á comprimir los pulmones y la laringe. He aquí cuáles fueron los resultados que obtuvo.

A. Una rana formó en siete horas y media 2,80 centilitros de ácido carbónico = 1,41 pulgadas cúbicas.

B. Tres ranas dieron en ocho horas 7,98 centilitros de ácido carbónico = 1,34 pulgadas cúbicas por animal.

C. Dos ranas dieron en ocho horas y media 5,22 centilitros de ácido carbónico = 1,31 pulgadas cúbicas por cada una.

D. Dos ranas formaron en ocho horas 5,43 centilitros de ácido carbónico = 1,36 pulgadas cúbicas por rana.

E. Dos ranas formaron en siete horas y media 4,89 centilitros de ácido carbónico = 1,22 pulgadas cúbicas por cada una.

F. Dos ranas formaron en nueve horas 5,15 centilitros de ácido carbónico = 1,29 pulgadas cúbicas por cada una.

G. Dos ranas formaron en ocho horas y cuarenta minutos 5,70 centilitros de ácido carbónico = 1,43 pulgadas cúbicas por rana.

Experimentos análogos hemos hecho Bergemann y yo. Las ranas se pusieron, despues de haberlas comprimido los pulmones, en una campana llena de hidrógeno ú ázoe y sobre el mercurio, y estuvieron hasta que parecieron muertas. El gas hidrógeno habia sido purificado antes del experimento, por medio del alcohol ó de la potasa cáustica. En todos los casos las ranas exhalaron el ácido carbónico, cuya cantidad fue determinada por medio de la potasa cáustica: esta cantidad fue menor que en los experimentos ya citados anteriormente.

(1) MAGENDIE, *Journ. de physiol.*, 1830, p. 121.

He aquí cuáles fueron los resultados:

OBSERVADORES.	GAS.	Tiempo que duró el esperimento.	Cantidad de ácido carbónico producido.
Muller.	Azoe.....	4 horas.	0,25 p. cúb.
Bergemann.....	Azoe.....	14.....	0,75
Bergemann.....	Azoe.....	12.....	0,5
Muller y Bergemann.	Hidrógeno.	22.....	0,5
Muller.	Hidrógeno.	6½.....	0,83
Muller.	Hidrógeno.	6.....	0,33
Muller.	Hidrógeno.	8.....	0,4
Bergemann.....	Hidrógeno.	10.....	0,55
Bergemann.....	Hidrógeno.	12.....	0,8
Bergemann.....	Hidrógeno.	13.....	0,7
Bergemann.....	Hidrógeno.	14.....	0,5

Se podia objetar, contra estos esperimentos, que los pulmones de las ranas contenian todavía cierta cantidad de aire atmosférico, y que puede ser hubiese tambien ácido carbónico en su conducto intestinal. Por eso repetí los esperimentos empezando por sumergir los animales en el vacío, que llené despues de gas hidrógeno purificado. En este nuevo esperimento el hidrógeno fue estraido varias veces para quitar hasta los mas pequeños vestigios de aire atmosférico. Me convencí, que despues de la absorcion del vapor de agua por el cloruro de calcio, la potasa cáustica no hacia esperimentar ninguna disminucion al gas. Las ranas permanecieron tres horas en el hidrógeno; hacia algun tiempo que estaban asfixiadas. Se sacaron y se quitó toda la humedad al gas, introduciendo varias veces, en el discurso de un dia entero, un pequeño tubo lleno de cloruro cálcico, hasta que la cal dejó de humedecerse. Entonces se buscó el ácido carbónico por medio de la potasa cáustica. En los dos esperimentos que se hicieron de este modo, se probó la exhalacion ordinaria de gas ácido carbónico; el primero dió 0,3 pulgadas cúbicas y el segundo 0,37.

Se puede, pues, sin miedo de equivocarse, valuar á $\frac{1}{4} - \frac{4}{5}$ de pulgada cúbica la cantidad de ácido carbónico que una rana forma en seis á doce horas en los gases pri-

vados de oxígeno. Como los pulmones y la laringe del animal no tienen en general mas que una capacidad de $\frac{3}{8}$ á $\frac{1}{2}$ pulgada cúbica, como antes de cada experimento se habia tenido cuidado de esprimir el aire que contenian, y en caso de haber quedado aire y ácido carbónico, no podia ser sino en corta cantidad, no se puede menos de admitir el resultado obtenido por Spallanzani: que los animales de sangre fria continúan exhalandó el ácido carbónico en un aire privado de oxígeno, y que la cantidad de este ácido iguala casi á la que producen respirando el aire atmosférico, puesto que segun los experimentos que han sido notados en el libro anterior, una rana producía entonces, término medio, 0,57 de pulgadas cúbicas de este ácido en seis horas. Estos resultados han sido confirmados hace poco tiempo por los experimentos no menos instructivos de Bischoff, que ha hallado que las ranas á quienes se habia ligado y arrancado los pulmones, continúan exhalandó el ácido carbónico por la piel (0,20 pulgadas cúbicas en ocho horas).

En las primeras ediciones de mi Manual he citado estos hechos, aunque no se concilian con las observaciones segun las cuales la sangre no contendria ácido carbónico. Entonces estábamos en el caso de admitir que una parte del ácido carbónico que se forma durante la respiracion, es una simple secrecion de los pulmones, susceptible de efectuarse independientemente del aire atmosférico, y se comparaba este modo de produccion del aire atmosférico al que se produce en la fermentacion, donde el ácido carbónico se forma á espensas de los elementos de las sustancias orgánicas, sin que el oxígeno del aire ejerza influencia esencial. Entonces deberia creerse que los pulmones y la piel poseen solamente la facultad de exhalar el ácido carbónico, y que la sangre no produce este gas cuando se la agita en un vaso con el aire atmosférico; pero es lo que no sucede. La sangre da ácido carbónico aun cuando se la agita con el aire atmosférico; 7 pulgadas cúbicas de este liquido, agitadas casi de un modo continuo con 10 pulgadas cúbicas de aire, dan en seis horas $1\frac{1}{2}$ pulgada cúbica de este ácido. La teoría de la respiracion presentaba todavía hace algunos años un carácter de difícil solucion.

Hoy dia tenemos una solucion completamente satisfactoria del problema. Las escelentes investigaciones de Mag-

nos han establecido que las dos sangres contienen gas oxígeno, gas ázoe y gas ácido carbónico; que hay mas oxígeno en la arterial que en la venosa, y que la venosa contiene mas ácido carbónico que la arterial (1). El ácido carbónico contenido en la sangre es espelido, mientras la respiracion, por el aire atmosférico y sustituido en parte por el gas oxígeno, porque hay siempre cierta cantidad que queda disuelta en la sangre arterial: el ácido carbónico se forma en toda la estension del sistema vascular sanguíneo, pero sobre todo en los capilares, por efecto del choque ó conflicto que se efectua entre la sangre y las moléculas de los órganos. Pero todo el oxígeno que contiene la sangre arterial no desaparece en los capilares; se vuelve á encontrar todavía una parte en la sangre venosa, y cuando este llega al pulmon, el aire hace nuevamente salir una cierta cantidad de ácido carbónico. Este cambio es fácil de explicar por las leyes de la absorcion de los gases. Un líquido cargado de un gas no lo abandona mientras que esté sometido á la presion de este mismo gas; pero luego que se pone en relacion con otro gas, los dos gases se cambian hasta que hay equilibrio de reparticion entre ellos. Se concibe pues sin dificultad, por qué las ranas exhalan tanto ácido carbónico en el gas hidrógeno y el gas oxígeno como en el aire atmosférico, y por qué estos dos gases, cuando se hacen pasar al través de la sangre, le quitan el ácido carbónico que esta contiene.

Admitiendo que el ácido carbónico que se separa de la sangre por medios artificiales, se hallaba combinado con el álcali bajo la forma de bicarbonato potásico, se puede creer, ó que el que es exhalado mientras la respiracion se forma en los pulmones solamente, y que en consecuencia los fenómenos químicos de la respiracion no se efectuan sino durante el paso de la sangre á través del órgano pulmonal, ó que proviene de la descomposicion del bicarbonato por el ácido láctico, al cual da origen la oxidacion de las materias

(1) Se ha visto mas arriba que este aserto no es exacto, y que Magnus ha sacado mas ácido carbónico de la sangre arterial que de la venosa. Precisamente es esta circunstancia la que ha decidido á Gay-Lussac á combatir (*Ann. de chim.*, 1844, t. XI, p. 10, ó *Anuaire de chimie*; Paris, 1845, p. 540) la teoria química de la respiracion basada en las observaciones del químico aleman. (*N. del T. F.*)

animales; que el lactato potásico que resulta de esta descomposicion es espelido por las secreciones, y que el ácido carbónico, puesto así en libertad durante el curso de la circulacion, se escapa por los pulmones. Estas dos hipótesis son destruidas por la respiracion de las ranas en el gas hidrógeno; porque como las ranas continuan produciendo, en este gas, tanto ácido carbónico como en el aire atmosférico, este ácido no puede resultar ni de una oxidacion directa del carbono en los pulmones, ni de la formacion de otro ácido y de la descomposicion por él de un carbonato. Pero la sal alcalina de la sangre puede muy bien abandonar una parte de su ácido carbónico en los pulmones, por efecto solamente del contacto, sea del aire atmosférico en la respiracion ordinaria, sea del gas hidrógeno, en el experimento en cuestion. El contacto que se efectúa en el órgano pulmonal, entre el aire y las pequeñas corrientes de sangre, debe dar lugar á que se efectue este cambio; aquí, á la inversa de lo que sucede en el experimento, la sangre es la que pasa al través del gas. El bicarbonato alcalino dejará escapar una parte de su ácido carbónico en el momento de penetrar el gas oxígeno ú otro cualquier gas, y se combinará de nuevo, durante la circulacion, con el ácido carbónico libre que él abandonará todavía en los pulmones. Sin embargo, no es muy posible que la cantidad considerable de ácido carbónico formada por la respiracion se ponga en libertad de este modo; porque aun cuando el ácido que se desprende del bicarbonato sódico de la sangre, por la trasformacion de esta sal en carbonato neutro, corresponderia á la cantidad de este mismo ácido que existe en la sangre, no habia sin embargo motivo alguno para admitir que solo un gas baste á determinar esta metamorfosis, puesto que se seguiria de aquí que una disolucion de bicarbonato potásico no podria mantenerse al aire. Los fenómenos son mas fáciles de concebir, suponiendo que la sangre tiene en disolucion ácido carbónico libre, y que son los mismos gases que obran el uno sobre el otro; lo que se puede admitir en todo caso en la misma hipótesis, que una parte del ácido carbónico que se llega á sustraer de la sangre provendria de los bicarbonatos alcalinos.

Sea del modo que fuere, queda bien probado, por la existencia del gas oxígeno libre en la sangre, y por la continuacion de la exhalacion del ácido carbónico de los ani-

males que se obliga á que respiren en el gas hidrógeno, que los fenómenos químicos de la respiracion no estan limitados á los pulmones, y que se efectuan en todo el trayecto de la circulacion.

El ácido carbónico contenido en la sangre, cualquiera que sea su origen, basta para dar razon de toda la cantidad de este ácido que se pone en libertad durante la respiracion. Si se admite que á cada latido el corazon impele dos onzas de sangre, se halla que diez libras de sangre atraviesan el pulmon en un minuto; estas diez libras de sangre deberian contener la cantidad de ácido carbónico que es espirada en el mismo espacio de tiempo. En admitiendo que la cifra de 27,7 pulgadas cúbicas señalada por Allen y Pepps á esta cantidad, número evidentemente exagerado, acaso mas de la mitad, y que, como en el esperimento de Davy, la cantidad de ácido carbónico espirado en un minuto sea de 13 pulgadas cúbicas, sería preciso que 10 libras de sangre tuviesen en disolucion 13 pulgadas cúbicas de ácido carbónico. Luego, los esperimentos de Magnus determinan que la sangre contiene al menos $\frac{1}{5}$ de su volúmen de este ácido; y como una libra de este líquido iguala cerca de 25 pulgadas cúbicas, cada libra de sangre venosa contendria al menos 5 pulgadas cúbicas de ácido carbónico. Las 10 libras de sangre que atraviesan los pulmones en un minuto, contendrian pues, segun el cálculo, 50 pulgadas cúbicas de ácido carbónico, de las cuales podrian muy bien abandonar ó desprenderse, en la respiracion, 13 pulgadas cúbicas, segun Davy; 022,7 pulgadas cúbicas, segun Allen y Pepps (1). El ázoe del aire atmosférico, del cual pasa un po-

(1) He aquí los razonamientos contrarios de Gay-Lussac (*Loc. cit.*, p. 9). La teoría fundada en los esperimentos de Magnus deberia probar: 1.º que la sangre venosa contiene mas ácido carbónico que la arterial; 2.º que la diferencia de las cantidades de este ácido de una á otra sangre satisface á las exigencias de la respiracion; 3.º que la cantidad de oxígeno absorbido en el pulmon por la sangre arterial, y abandonado despues en el trayecto de la circulacion, sasisface igualmente á la produccion de ácido carbónico y de agua en el acto de la respiracion; 4.º que la sangre venosa contiene mas ázoe que la arterial. Examinando la tabla de Magnus, se ve que 100 partes en volúmen de sangre arterial han producido 6,4968 de ácido carbónico; la sangre ve-

co á la sangre durante la respiracion, parece no jugar ningun papel en la economía, porque su cantidad parece no varía en las dos sangres.

nosa no da mas que 5,541. Es pues lo contrario de lo que debería haber sucedido, porque la sangre arterial contendria 18 por 100 mas de ácido carbónico que la sangre venosa, y admitiendo que Magnus no haya acaso sacado de la sangre el décimo de ácido carbónico que pueda contener, es decir. que las fracciones obtenidas por él deberían ser proporcionadas, á las cantidades absolutas contenidas en cada especie de sangre; luego no lo son. La misma dificultad se presenta para el ázoe, del cual la sangre arterial debería contener menos que la sangre venosa, mientras que segun la tabla de Magnus, contiene la mitad mas. Las proporciones del oxígeno marchan solas en un sentido favorable para cada especie de sangre, porque 100 partes de sangre arterial han dado 2,4178, y la sangre venosa 1,1703 solamente, ó casi la mitad menos. Admitiendo este hecho como constante, suponiendo que un hombre espira 13 pulgadas cúbicas de ácido carbónico por minuto, que cada pulsacion del corazon da una onza de sangre, que el número de estas pulsaciones es de 75 por minuto, y que en su consecuencia pasa de 75 onzas = 115,7 pulgadas cúbicas de sangre en los pulmones durante el mismo espacio de tiempo, se sigue de estas últimas suposiciones que 115,7 pulgadas cúbicas de sangre contendrian 13 de ácido carbónico, ó 100 de sangre 11,23 de este ácido, cantidad que podia muy bien dar la sangre, puesto que Magnus admite, segun estos esperimentos, que contiene todavia mas de 20 por 100. Ahora, suponiendo que la sangre venosa abandona 11,23 por 100 de su volúmen de ácido carbónico, la sangre arterial debería evidentemente contener, para producirle, un volúmen igual de oxígeno al menos, sea 11,23. Además como, en el acto de la respiracion, sobre 4 partes de oxígeno absorbido, hay 3 que se trasforman en ácido carbónico, y 1 en agua, la sangre habia debido tomar en el pulmon, no solamente 11,23 de oxígeno, sino, $11,23 + \frac{11,23}{3} = 14,97$, cantidad 16 veces mas considerable que la de 0,926, que podia tomar el agua pura en las mismas circunstancias, es decir en presencia del aire atmosférico, y que ascenderia á $14,97 \times \frac{100}{24} = 71,3$, si la sangre estuviese en contacto en lugar del aire, con una atmósfera de oxígeno. En fin, si se admite con Magnus que la sangre venosa al llegar al pulmon, conserva casi la mitad del oxígeno primi-

El fin de la respiracion es evidentemente, 1.^o introducir en la sangre el oxígeno necesario para la vivificacion de los órganos, despues el desembarazar este líquido del ácido

tivamente contenido en la sangre arterial, la cantidad total que esta deberia contener, á su salida del pulmon, sería 1.^o de 14,97 destinadas á formar ácido carbónico y agua; 2.^o de $\frac{44,97}{2}$ que quedan en la sangre venosa; es decir en suma, 22,45, lo que supondria que en contacto con una atmósfera de oxígeno, 100 de sangre arterial podrian tomar $22,45 \times \frac{100}{21} = 106,9$ de gas, ó mas que su volúmen. Luego aunque la solubilidad del oxígeno en la sangre, 24 veces mayor que la del agua, no sea posible, era preciso probarla, ó al menos hacerla verosímil, lo que no ha hecho Magnus. Para aclarar mas la cuestion Gay-Lussac hace una nueva aplicacion con los datos que han suministrado los experimentos últimos de Bourgerly. De estos experimentos, resulta que un adulto introduce á cada inspiracion $\frac{1}{2}$ litro de aire en su pulmon, que hace 15 inspiraciones semejantes en un minuto, espacio de tiempo en el que el corazon ejecuta 60 pulsaciones. Si ahora se admite con Davy siempre, que en un minuto el corazon envia 75 onzas = 2,3 de litro de sangre en el pulmon, y segun varios observadores que el aire contiene, en término medio, 4 céntimos de su volúmen de ácido carbónico, deduciéndose de esto, que puesto que el volúmen de aire introducido en el pulmon en un minuto, es de 7,5 de litro, mientras el de la sangre que atraviesa el órgano en el mismo espacio de tiempo, es de 2,3 de litro, 03,26 mas pequeño, es preciso, segun la ley de Dalton, y admitiendo que la sangre venosa disuelve un volúmen igual al suyo de ácido carbónico, que para que pueda dar al aire, en el pulmon, 4 céntimos de este ácido, ó en suma, 13, representando 13 de oxígeno, contiene $(1 + 3,26) \times 4 = 17,0$ p. 100 de su propio volúmen. Este es el minimum de ácido carbónico que deberia contener la sangre venosa. En cuanto al oxígeno necesario para formar los 13 céntimos de su volúmen de ácido carbónico que la sangre venosa abandona al aire en el pulmon, la sangre arterial debe evidentemente absorber un volúmen igual para concurrir á la produccion del ácido carbónico, y aun un tercio además para la produccion del agua. Luego los experimentos de Magnus no satisfacen á estas conclusiones. La existencia del ácido carbónico en la sangre, no sería favorable á la nueva teoria, sino en tanto que tuviese decididamente mas de este ácido en la sangre venosa que en la san-

carbónico que se produce en los vasos capilares. Lo que prueba que este último oficio no es el principal, es que las ranas caen asfixiadas en el gas hidrógeno y ázoe, y que no alteran del modo mas mínimo la exhalacion del ácido carbónico.

Metamorfosis de las materias animales por la espiracion.

Los esperimentos de Denis y de Scherer han descubier-
to que la fibrina de la sangre venosa y la de la sangre ar-
terial presentan una diferencia notable bajo el aspecto de su
solubilidad. Cuando se toma la fibrina bien lavada, que pro-
viene de un coágulo de sangre venosa, triturándola con un
tercio de nitro, añadiendo despues poco á poco cuatro ve-
ces su peso de agua, y al fin $\frac{1}{50}$ de potasa ó de sosa cáus-
tica, la mezcla toma el aspecto de una jalea, y al cabo de
algunos dias se vuelve líquida. El licor filtrado se conduce
como la albúmina con los reactivos. Se coagula cuando se
la hace hervir, y el alcohol se conduce lo mismo con ella,
el cloruro mercúrico y el acetato plúmbico forman preci-
pitados. Cuando al contrario se hace obrar sobre la fibrina
de la sangre arterial, no se disuelve. La fibrina pulveriza-
da de la sangre venosa se disuelve, aun sin álcali, cuando
se la trata por el nitro y el agua; pero entonces basta aña-
dir mucha agua á la disolucion para que se precipite. La fi-
brina de la costra inflamatoria, la que se obtiene batiendo
la sangre, la que estando húmeda, se ha quedado algun
tiempo al aire, en fin la que ha hervido algunos minutos

gre arterial; pero hallándose este hecho lejos de ser probado, la
presencia del ácido carbónico en las dos sangres, prueba sola-
mente una solubilidad que cuadrarse á todas las teorías. Gay-Lus-
sac concluye que la teoría de la respiracion sostenida por Mag-
nus, no estriba todavía sobre una base sólida, y que se ha he-
cho necesario un nuevo estudio de los fenómenos quimicos de la
respiracion. Manifiesta la intencion de dedicarse con Magendie; y
evidentemente deberia haber empezado por ahí, porque toda la
importancia del trabajo de Magnus se refiere á probar, en la
sangre arterial, una cantidad de oxígeno superior á la que exis-
te en la sangre venosa.

(N. del T. F.)

en el agua, ó ha estado en digestion en el alcohol se conducen lo mismo que la fibrina arterial (1). Resulta tambien de los experimentos de Schezer que esta propiedad de la fibrina arterial depende de la influencia del oxígeno. La fibrina reciente, puesta en un tubo de vidrio que contenga 168 centímetros cúbicos de oxígeno, absorbió en catorce dias 68 centímetros cúbicos de este gas, y produjo 50 de ácido carbónico. En un experimento comparativo sobre la fibrina recientemente obtenida por lavadura, y sobre la fibrina que habia hervido algunos minutos, se halló que en catorce dias, la primera habia formado 202 centímetros cúbicos de ácido carbónico, y la segunda nada produjo. La fibrina obtenida por lavadura del coágulo de sangre desprende vivamente el oxígeno y el agua oxigenada; pero segun Scherer, este fenómeno no se efectua, ni con la fibrina hervida, ni con la que ha estado en digestion en el alcohol. Scherer prueba, por estos experimentos, que la fibrina reciente posee todas las propiedades de un cuerpo que se halla en un estado de continua trasformacion, y cuyas propiedades son, como la fermentacion, destruidas por el calor de la ebullicion y por el alcohol. Le parece verosímil que esta sustancia se forme á espensas de la albúmina, por una serie de metamorfosis.

Una disolucion de fibrina de la sangre venosa en el agua nitrada, que habia estado en reposo durante catorce dias, presentaba su superficie turbia, cuyo espesor iba aumentando, pero desaparecia por la agitacion.

Estos experimentos son muy instructivos, tanto bajo el aspecto de los efectos fisiológicos de la respiracion como bajo el de la accion de los antiflogísticos. De aquí se sigue que, durante las inflamaciones, la fibrina posee ya en la sangre venosa las propiedades de la fibrina arterial, y que el nitro, así como otras sustancias dotadas de ejercer una accion sobre la fibrina, que disminuyen la cantidad inflamatoria de la sangre, obran probablemente limitando la trasformacion ó la oxidacion de esta sustancia. Scherer recuerda además que estas mismas sales, cuando se prolonga su

(1) SCHERER, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, tomo XL, 1841.

uso, vuelven la sangre pobre ó escasa de principios plásticos, y determinan un estado escorbútico.

La accion que el oxígeno ejerce sobre la fibrina no fue tan sensible sobre la clara de huevo y el suero de la sangre. 30 centímetros cúbicos de suero de sangre, sumergidos en 178 centímetros cúbicos de oxígeno, absorbieron en ocho dias cuatro centímetros cúbicos solo de este gas, y 8 en catorce dias. No se formó ácido carbónico. La accion del oxígeno es destruida por las sales, y mas notablemente por el cloruro sódico. Se puede por medio de una lavadura hecha cuidadosamente con agua fria quitar esas sales al suero de la sangre no coagulado y seco; pero entonces el residuo pasa al estado insoluble, verosímilmente por la oxidacion: la ceniza no contiene mas álcali libre. El suero, despojado de este modo de las sales, absorbió en catorce dias 8 centímetros cúbicos de gas oxígeno, y formó 22 de ácido carbónico.

Es digno de notarse, en fin, que el líquido obtenido por la lavadura del suero de la sangre se conducia como una disolucion de caseina, y daba una ceniza muy alcalina. El álcali añadido al suero hacia tambien pasar la albúmina al estado en que se parece á la caseina. En efecto, cuando se mezclaba suero fresco con el doble de agua destilada, y se añadia al líquido un poco de disolucion de álcali, la reaccion alcalina desaparecia casi enteramente, y si se calentaba hasta la ebullicion, no se verificaba el coágulo; pero por una ebullicion prolongada, se formaba en la superficie una película, que se renovaba á medida que se quitaba, como la de la leche caliente, y que tenia la misma composicion elemental que esta última. Se podia tambien, por la adicion de un poco de álcali, comunicar á la albúmina la propiedad que tiene la caseina de disolverse en el alcohol caliente, del cual se separa en parte por el frio (1).

Relaciones de la respiracion con los alimentos.

Las investigaciones que Liebig ha emprendido en el

(1) Scherer cita tambien un experimento en el que la totalidad del hierro fue estraido de la sangre, sin que esta perdiese su

dominio de la química fisiológica (1) permiten hoy dia considerar bajo un punto de vista mas lato las relaciones de la respiracion con la nutricion, y, en general, con todo el conjunto de la economía animal. El hombre exhala por la respiracion tanto carbono bajo la forma de ácido carbónico, que bastarian cuatro ó cinco horas de respiracion ó de vida para consumir todo el carbono que existe en las materias animales de la sangre, si no estuviese reemplazado por los alimentos. La cantidad de carbono eliminada es siempre proporcionada á la de oxígeno inspirado. Dos animales que absorben cantidades desiguales de oxígeno, y espiran cantidades desiguales de ácido carbónico, toman tambien en la misma proporcion cantidades desiguales de alimentos.

He ahí por qué los animales que la abstinencia mata mas pronto son los que respiran mas, como los pájaros (2);

color encarnado. El coágulo seco y pulverizado se mezcló íntimamente con ácido sulfúrico concentrado, despues de lo cual se añadió agua. Al cabo de algunas horas, contenia esta una cantidad considerable de sulfato de hierro. La masa fue lavada sobre un filtro, hasta que el liquido no dió señales de tener mas hierro. Entonces se la hizo cocer con alcohol, que tomó un color encarnado oscuro. La disolucion alcohólica de sulfato de hematina fue neutralizada por el amoniaco y evaporada hasta la sequedad. Se quemó el residuo, y la ceniza no contenia mas hierro. Con este motivo, Berzelius (*Jahresbericht*, 1843, p. 547) hace notar que habiendo hecho digerir durante seis horas el cruor á una temperatura que no pasaba de $+70^{\circ}$, con cuatro veces su peso de ácido sulfúrico diluido en agua, halló que lo que no habia sido disuelto por el ácido daba una ceniza de óxido de hierro mas puro que el de la parte disuelta, y en cantidad correspondiente á aquella que debia obtenerse despues de la análisis de la hematina (*Ann. de chim.*, t. V, p. 42). Se pregunta si el ácido sulfúrico concentrado ha podido producir en el cruor seco mas efecto que el mismo ácido diluido en agua ha podido ejercer sobre el cruor todavía húmedo.

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XLI, 2.—*Química aplicada á la fisiología*. Paris, 1842, in-8.^o

(2) El topo parece bajo este aspecto una escepcion de la regla notable en la clase de los mamíferos. En él la necesidad de comer es tan ardiente, que parece devorado casi sin cesar de un hambre canina, y muere de la misma al cabo de poco tiempo, como lo han notado Geoffroy-Saint-Hilaire y Flourens.

(N. del T. F.)

estos mueren en algunos días, mientras que un reptil, que respira diez veces menos, soporta la privacion de alimentos algunos meses.

El número de respiraciones es menor estando en reposo, y Prout ha advertido que un ejercicio moderado aumenta la cantidad de ácido carbónico producido por la respiracion, mientras que esta cantidad experimenta una disminucion á consecuencia de los movimientos violentos. El ejercicio exige tambien mas alimentos. Cuando la respiracion se hace en el gas oxígeno, se forma mas ácido carbónico que cuando se hace en el aire atmosférico (Allen y Pepys). La cantidad relativa de oxígeno en los volúmenes iguales de aire atmosférico debe tener influencia sobre la de ácido carbónico que se produce. El aire caliente tiene menos oxígeno que el aire frio: por esto se espira mas carbono y hay necesidad de consumir mas alimentos en invierno que en el verano, mas tambien en los climas frios que en los cálidos. Los pueblos del Norte no solamente comen mas, sino que usan alimentos mas sustanciosos. Liebig señala bajo este aspecto, la diferencia que existe en los frutos de que se mantiene el habitante del Mediodia y el tocino ó aceite de que se mantiene el de las regiones polares. Las frutas frescas no contienen mas que 12 por 100 de carbono, mientras que hay 66 á 80 en los aceites. Tampoco es difícil, en los paises cálidos, el ser sobrios y ayunar largo tiempo, mientras que el frio y el hambre reunidos abaten las fuerzas rápidamente. Como el calor propio del animal depende de la respiracion, y esta exige la afluencia de nuevos materiales carbonados, una temperatura fria debe exigir mas alimentos para la conservacion del calor animal que un clima caliente. A todas estas circunstancias parece tambien agregarse el hecho de la mayor frecuencia de enfermedades del hígado en verano, y de las del pulmon en invierno; porque el hígado elimina igualmente el carbono, pero bajo otra forma que el pulmon.

En el animal que ayuna, la respiracion y la consuncion del cuerpo por la combinacion del oxígeno con el carbono de las materias animales son las mismas. Cada dia penetran en el organismo $32\frac{1}{2}$ onzas de oxígeno, de las cuales á su salida, se llevan una parte consigo. La pérdida se hace inmediatamente á espensas de la sangre, cuya integridad trata el organismo de conservar sacrificando la grasa.

He ahí por qué en los animales invernantes, el sueño del invierno hace desaparecer la grasa que habían adquirido antes. Pero no es solo la grasa lo que desaparece en el animal sometido á la abstinencia: lo mismo sucede poco á poco á las demás sustancias sólidas susceptibles de disolverse, de suerte que el número de partes orgánicas que el aflujo continuo de oxígeno lleva consigo en el acto de la oxidacion, va creciendo sin cesar. Liebig (1) ha estudiado las conexiones que existen entre la respiracion y la formacion de la grasa. Se forma la grasa siempre que hay desproporcion entre el carbono introducido por los alimentos y el oxígeno inspirado. En el estado normal, se exhala tanto carbono como se introduce, de modo que las combinaciones ricas en carbono y privadas de ázoe no adquieren predominio en la economía. Si los alimentos ricos en carbono se hacen mas abundantes, el estado normal no se sostiene sino en tanto que el movimiento favorece la oxidacion de estas sustancias por la respiracion, aumentando proporcionalmente el aflujo de oxígeno. El árabe del desierto no posee mucha grasa; pero se la ve amontonada en las mujeres del Oriente que pasan su vida en la inaccion, y en los animales domésticos que se alimentan mucho y á quienes se priva de movimiento. Los alimentos se dividen en dos clases, los azoados y los no azoados.

Algunos esperimentos, acerca de los cuales hablaremos en otro sitio, prueban que los alimentos no azoados no sostienen la nutricion cuando son solos, y que los animales que no toman otros mueren exactamente de inanicion; pero sostienen la respiracion. Liebig señala como alimentos plásticos la fibrina, la albúmina y la caseína vegetal, la carne y la sangre de los animales, sustancias respecto á las cuales demuestra que todas tienen casi la misma composicion; pone entre los alimentos respiratorios la grasa, el almidon, la goma, el azúcar, la pectina, la bassorina, el vino, la cerveza, el aguardiente, que son oxidados y espelidos bajo la forma de ácido carbónico, ó no se oxidan, y forman grasa.

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XLI y III.

Esencia de la respiracion.

Hemos tratado, en los prolegómenos, de la descomposicion continua que acompaña á la vida animal, y que es la causa de la persistencia de los fenómenos vitales. En ninguna parte se manifiesta mas claramente que en la respiracion. ¿Cuál es el fin de este continuo consumo que hace el animal de su propia sustancia? Se puede responder á esto: la naturaleza de los fenómenos vitales es tal, que no podrian establecerse acciones sino en tanto que el reposo de las combinaciones existentes venga á ser interrumpido, ó, como se espresa Liebig, en tanto que la materia pasa del estado de reposo al de movimiento. Este paso se efectua en la nutricion y en la reproduccion, y es la influencia del sistema nervioso quien lo provoca (1). Como la sustancia descompuesta no aprovecha al organismo sino en el instante del movimiento, y que no tarda en volver al estado de reposo, porque se ha trasformado en una combinacion incapaz de servir á la economía, las materias aptas al movimiento que penetran en el cuerpo bajo la forma de alimentos, y salen bajo la de orina y ácido carbónico, constituyen en cierto modo una corriente continua de sustancias que no paran sino cierto tiempo en el organismo, puesto que la totalidad del carbono de la sangre puede ser consumida en algunos dias por la respiracion, y que durante su curso al través del organismo, son útiles é indispensables por su paso al estado de movimiento; pero el estado de las combinaciones químicas no es otra cosa sino el estado en que cada una de ellas manifiesta su energía propia; el calor, que se hace libre, y la electricidad pueden considerarse igualmente como estados de movimiento de la materia. En las materias orgánicas los estados de movimiento que se manifiestan en ellas durante la vida se confunden con las formas orgánicas de las diversas partes de los órganos. Y así el objeto final de la respiracion es ejercer en las combinaciones orgánicas, por medio del oxígeno, una accion que las ponga en estado de manifestar sus propias fuerzas.

En otra ocasion, hablando de la orina, suscitamos, pero

(1) *Loc. cit.*, t. XLI, p. 197.

sin llegarla á resolver, la cuestion de saber si la úrea, que ya existe en la sangre, es formada por la descomposicion de las sustancias animales mediante la respiracion. Parece con efecto que hay una conexion de las mas intimas entre la respiracion y la formacion de la úrea en la sangre; porque, cuando el ácido carbónico, á cuya produccion da lugar la funcion respiratoria, basta para consumir en algunos dias la totalidad del carbono contenida en la sangre, las partes constituyentes de este líquido, privadas en gran parte de su carbono, no pueden ser reconocidas ya en ninguna otra combinacion mas que en la úrea y el ácido úrico, sustancias ricas en ázoe, que se escapan del organismo, y no se puede restablecer el equilibrio sino á beneficio de una eliminacion de ácido carbónico por los pulmones y de ácido úrico por los riñones. Tenemos de esto una prueba bien evidente en un animal que ayuna, por ejemplo en las culebras, que á pesar de vivir meses enteros sin tomar alimento, continuan exhalingo ácido carbónico por los pulmones y ácido úrico por los riñones. He visto un *Eryx turcicus*, á quien tuve muchos meses sin tomar alimento, y que quizá habia pasado ya mucho tiempo en este estado de abstinencia, arrojar de vez en cuando escrementos de ácido úrico. Puede admitirse como cosa muy verosímil que por la accion del oxígeno en la economía, las materias animales se descomponen poco á poco en ácido carbónico y en úrea ó en ácido úrico.

Como, segun los experimentos de Scherer, la fibrina de la sangre tiene en el estado fresco mucha afinidad con el oxígeno que produce á su costa ácido carbónico, la descomposicion debe completarse en gran parte en la misma sangre, tanto durante su paso por los pulmones, como durante el curso de la circulacion; la rapidez de la consuncion de las sustancias animales por la respiracion indica que debe ser así, porque sería muy difícil que los cambios que experimentan estas sustancias se verificasen con tanta rapidez en las partes orgánicas. De consiguiente el impulso que la respiracion da á todo el organismo parece consistir, al menos hasta cierto punto, en que las partes orgánicas del cuerpo en totalidad entran en contacto con la sangre, cuyos elementos tiene en estado de movimiento uno de sus principios constituyentes, la fibrina disuelta.

Pero todas las partes orgánicas del cuerpo deben tomar parte inmediatamente en el movimiento comunicado por el

oxígeno, puesto que todas tienen con este elemento una afinidad que patentiza un hecho conocido de todos, á saber, que las sustancias animales húmedas se pudren con dificultad cuando se las sustrae de la influencia del aire atmosférico, al paso que al aire no tardan en experimentar la fermentación pútrida de resultas de una absorción de oxígeno que al momento es seguida de desprendimiento de ácido carbónico. Luego la sangre tiene en disolución oxígeno en estado de libertad; y el choque de las partes orgánicas con este oxígeno de la sangre es bien palpable por el cambio de color que el líquido sanguíneo experimenta en los vasos capilares del cuerpo. Los glóbulos sanguíneos deben hacer un papel principal en este choque: su color se hace mas oscuro cada vez que atraviesan los capilares del cuerpo, y mas claro siempre que recorren los del pulmón, lo cual ha sido un motivo de que se los considere como el *substractum* del trabajo de la respiración. Anuncian la atracción que ejercen sobre el oxígeno, no solo por su cambio de color, sino tambien por la absorción que hacen de este gas. La sangre agitada y desprovista de su fibrina absorbe el oxígeno del aire, y Maack ha observado en el experimento citado anteriormente que dos volúmenes y medio de disolución de hematina absorbían uno y medio de oxígeno; parece sin embargo que los glóbulos de la sangre abandonan tambien con facilidad su oxígeno á otras partes orgánicas, porque cambian continuamente de color por causas opuestas, no se saturan de oxígeno y su afinidad con este cuerpo parece renovarse á cada paso; tampoco se descomponen con rapidez, puesto que no se diferencian en las dos sangres y conservan cierta independencia en la circulación. La fibrina de la sangre, cuyos elementos se encuentran ya en estado de movimiento, debe obrar como un fermento en las estructuras orgánicas de todo el cuerpo y obligarlas á que entren en el mismo movimiento; en la sangre y sus glóbulos encuentran el oxígeno que para esto se requiere.

Antes hemos dicho que por la acción del oxígeno en la economía las materias animales se trasforman poco á poco en ácido carbónico y en úrea ó en ácido úrico. Esta metamorfosis solo se verifica en el cuerpo vivo, y no se la puede obtener obrando sobre la sangre sacada de sus receptáculos. A la verdad este líquido, aun fuera del cuerpo, continúa absorbiendo oxígeno y exhalando ácido carbónico, y su fibrina

se distingue por la propiedad que tiene de sufrir por el oxígeno atmosférico una descomposición en virtud de la cual se desprende carbono en forma de ácido carbónico; pero lo que entonces sucede es muy diferente del cambio que la respiración hace sufrir á la sangre. La fibrina húmeda, cuando se la espone al aire, se pudre con prontitud, oxidándose y desprendiendo ácido carbónico: al cabo de algunos dias exhala ya un olor de queso y á los ocho hace grandes progresos la putrefacción, acompañada de desprendimiento de amoníaco. La porción descompuesta de esta fibrina forma un líquido turbio que tiene en disolución mucha albúmina separable por el calor, pero en el cual ningun vestigio de úrea se descubre. Así que, la fibrina, al oxidarse, experimenta una descomposición tal, que su carbono se convierte en ácido carbónico, su hidrógeno y su ázoe en amoníaco: en la respiración, por el contrario, el carbono de la materia orgánica es, sí, absorbido por el oxígeno, mas el hidrógeno y el ázoe que restan despues de esta extracción, en lugar de formar juntos una combinación volátil, se unen con el oxígeno y con una porción del carbono para producir úrea. Puede formarse úrea con ácido ciánico y amoníaco líquido, pero el mismo ácido ciánico se descompone en ácido carbónico y en amoníaco cuando se halla en estado acuoso. Y así, en el acto de la respiración la naturaleza sabe evitar la combinación azoada que se efectua en la oxidación artificial de las materias animales y que es la causa del olor pútrido, y aquella cuya formación entonces determina, es de las que el arte jamás produce cuando oxida en estado húmedo las sustancias que hay en la sangre.

Si fuera posible oxidar la sangre fuera del cuerpo vivo y en estado húmedo de manera que solo se formase ácido carbónico y se evitase la producción de la combinación azoada volátil, el amoníaco, ó en otros términos, la formación pútrida, se conseguiria imitar la respiración y tambien se obtendria probablemente la úrea artificial; pero esto no ha sido asequible hasta ahora en atención á que los cuerpos que abandonan fácilmente su oxígeno, como los sobre-óxidos, y en particular el sobre-óxido de plomo y el agua oxigenada, no obran sensiblemente sobre la fibrina ó sobre la sangre: aunque el agua oxigenada se descompone por la fibrina con desprendimiento de gas oxígeno, la fibrina no sufre por esto descomposición y no se produce ácido carbóni-

co. Por lo que hace al desprendimiento de ácido carbónico que el gas oxígeno produce en la sangre fresca, no puede referirse aquí, puesto que el ácido está ya formado en la sangre, de la cual es separado con la misma facilidad por otros gases, tales como el hidrógeno y el azoe.

Las causas que producen en el cuerpo vivo la descomposicion particular de la fibrina y de otras materias animales en ácido carbónico y en úrea, son evidentemente los órganos vivos, y no uno solo de ellos, el pulmon, puesto que las ranas, á quienes se priva de sus pulmones, sobreviven todavía algunas horas á espensas de la respiracion por la piel, al paso que no tardan en perecer en el aceite. Los pulmones y la piel no son otra cosa que superficies por donde penetra el oxígeno en los cuerpos vivos y se exhala de ellos el ácido carbónico. Lo que hay de particular en el trabajo químico no depende solo, como hemos visto, de las materias animales de la sangre: estas materias, como la fibrina, tienen en verdad, aun en estado de muerte, grande afinidad con el oxígeno; pero esta afinidad no basta, y es muy probable que las células vivas de la sangre ó los glóbulos sanguíneos desempeñen un papel esencial en la produccion y regularizacion de las combinaciones químicas ó que ellas mismas ocasionen durante su choque con todos los órganos que atraviesan las combinaciones azoadas cuya eliminacion verifica la secrecion renal.

La comparacion que se ha hecho entre la respiracion y la combustion es á la vez exacta é inexacta. Los caracteres por los cuales la respiracion se asemeja á la combustion le son tambien comunes con la putrefaccion; pero esta y la combustion se diferencian tanto de la respiracion como ellas entre sí. En la combustion, el oxígeno á favor de una temperatura elevada produce descomposiciones y combinaciones que no se verificarian sin el concurso de un fuerte calor. La combustion, la respiracion, la fermentacion y la putrefaccion no tienen de comun mas que el modo de desprenderse el ácido carbónico.

CAPITULO V.

DE LOS MOVIMIENTOS Y DE LOS NERVIOS DE LA CIRCULACION.

Movimientos respiratorios.

La inspiracion y la espiracion se verifican en el hombre y en los mamíferos por la dilatacion y contraccion de la cavidad pectoral. Tan luego como las paredes torácicas se separan, lo cual produce el agrandamiento del pecho, el aire penetra en la traquearteria, y sus ramificaciones hasta las células pulmonales que se distienden proporcionalmente á la dilatacion del pecho, de manera que la superficie del pulmon se halla siempre en contacto inmediato con las paredes de este último. Este fenómeno no puede verificarse sino en tanto que el pecho esté cerrado por todas partes y el pulmon se halle espuesto á una presion atmosférica exterior que equilibre la que el aire ejerce en la tráquea; pero en las heridas penetrantes de pecho no es posible hacer una inspiracion llena, porque el aire exterior obra sobre el pulmon y contraresta el efecto producido por el que pesa sobre la superficie interna de las ramificaciones bronquiales. En este caso se deprime el pulmon aun cuando se ensanchen las paredes del tórax.

El diafragma es el órgano que especialmente contribuye á agrandar el pecho en la inspiracion. Cuando este músculo no obra, representa una bóveda cuya convexidad mira arriba; y cuando se contrae, se aplana, produciendo la dilatacion del pecho y empujando al mismo tiempo hácia abajo las vísceras abdominales. La presion que sobre estas vísceras ejerce las obliga á dirigirse adelante, lo cual explica por qué el vientre adquiere al parecer mas capacidad durante la inspiracion.

Luego que el diafragma deja de obrar, se echan atrás las vísceras abdominales y se baja el vientre. En la inspiracion tranquila, la ampliacion del pecho se verifica en gran parte á espensas del diafragma. El agrandamiento lateral es debido principalmente á los músculos intercostales; pero tambien contribuyen á ello los escalenos, los elevadores de las costillas, los serratos posteriores y superiores, y en general los músculos que se insertan en el tórax.

Quando la respiracion se verifica tranquilamente, la

espiracion puede ser el resultado de un simple colapsus, de la reaccion de las partes anteriormente distendidas, que por su elasticidad tienden á recobrar su situacion primitiva. En efecto, la respiracion sosegada parece consistir menos en contracciones alternativas de músculos antagonistas, que en una sucesion de movimientos inspiratorios periódicos. Es cierto, sin embargo, que los músculos espiradores concurren á este fin por la accion moderada que todos los órganos musculares ejercen, aunque no verifiquen contracciones propiamente tales. Por lo menos es cierto que la espiracion se efectua por sí misma luego que cesa la inspiracion. Cuando es mas fuerte, los músculos espiradores obran con mas energía, y aun se hace espasmódica su accion cuando el pulmon ó la laringe es el asiento de una irritacion; entonces es cuando se observa la tos.

Los músculos espiradores son los que deprimen las costillas, comprimen el abdómen, hacen subir las vísceras hácia el diafragma distendido, estrechando de este modo el pecho de abajo arriba; y son á saber, los rectos, los oblicuos y los trasversos del vientre, los triangulares del esternon, los cuadrados de los lomos, los serratos posteriores inferiores, los sacro-lumbares y los largos dorsales.

La espiracion es auxiliada por la elasticidad de las vias aéreas luego que el aire ha dejado de distenderlas, y por la contraccion de las fibras musculares comprendidas en sus paredes.

La glotis se dilata en la inspiracion y se contrae en la espiracion. Lo mismo sucede á las ramificaciones de los bronquios. El aire entra y sale, ó por la boca ó por la nariz: en la respiracion por la nariz, la aplicacion de la lengua al paladar ó la oclusion de los labios, impide la salida del aire por la boca: en la respiracion por esta última, se eleva el velo del paladar y sale el aire por la ancha via que de este modo le queda abierta.

En las aves, el aire inspirado, no solo penetra en los pulmones, sino tambien en las células mayores. Aquí no hay diafragma completo, sino solo algunas lengüetas musculares que suben desde el ángulo posterior de las costillas tercera, cuarta y quinta hasta una membrana fibrosa que ocupa la cara inferior de los pulmones. La ampliacion del pecho dilata las células mayores que comunican con los pulmones, de suerte que el aire se ve obligado á precipitarse

en estos últimos: en seguida es espelido de las células y de los pulmones por la acción de los músculos abdominales.

Los quelonianos, cuyas costillas están soldadas entre sí é inmóviles, y los reptiles desnudos, que no tienen verdaderas costillas, no respiran sino tragando el aire. Las ranas cierran la boca y dilatan la cavidad oval, resultando de aquí un vacío que ocupa inmediatamente el aire que penetra por las narices; cierran entonces la faringe, y por la acción de su laringe, obligan al aire á entrar en los pulmones á través de su glotis, porque un mecanismo particular que sirve para cerrar las narices no le permite salir por esta abertura, y en seguida es arrojado en parte por los músculos abdominales, y en parte por la elasticidad de los pulmones. Cuando las ranas no pueden cerrar la boca, les es imposible respirar. En las tortugas la respiración se verifica por la contracción de los músculos abdominales, entre el peto y los miembros posteriores. Los reptiles, provistos de costillas movibles, respiran á beneficio de la dilatación y contracción de la cavidad de su cuerpo por estos huesos (1).

Desde la mas remota antigüedad se ha admitido unas veces y desechado otras, la hipótesis de la cooperación de los pulmones á los movimientos respiratorios. Cuéntanse entre sus partidarios, Averrhoes, Riolano, Platero, Sennerto, Bremond (2); y entre los que la rechazan, T. Bartholinó, Diemerbroeck, Mayow y Haller (3). Los primeros veían, que en los animales á quienes habian abierto el pecho, no siempre se deprimían los pulmones, y que en algunos casos continuaban moviéndose, aunque ya no obraban los músculos pectorales. Flormann y Rudolphi (4), entre los modernos, se han declarado en favor de esta hipótesis. El primero de estos autores ha visto continuar moviéndose los pulmones de un perro ahogado, aun despues de la división del diafragma; el segundo ha sido testigo del

(1) V. para los movimientos respiratorios de los peces á CUVIER, *Anat. comp.*, t. IV, p. 471.—FLOURENS, en las *Mémoires d'anat. et de phys. comp.*, Paris, 1844.

(2) *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1739.

(3) HALLER, *Elem. physiol.*, t. III, l. 8, p. 226.

(4) *Anat. physiol. Abhandlungen*, p. 111.

mismo fenómeno en un perro estrangulado despues de levantarle el esternon y cortarle el diafragma y los músculos intercostales. Estos movimientos de los pulmones habian sido ya atribuidos á la conmocion de la caja torácica, pero tambien pueden depender de las contracciones del corazon y de las de las venas pulmonales. Nunca ha observado Haller cosa semejante: siempre ha visto deprimirse los pulmones despues de la abertura completa de la cavidad torácica. No he sido yo mas afortunado que él, y presumo que ha habido alguna ilusion en las observaciones hechas por hombres tan distinguidos como Flormann y Rudolphi. Por lo demás, la esposicion de las controversias á que ha dado márgen este punto de fisiologia, solamente tiene un interés puramente histórico. Continuamente se estan repitiendo los argumentos en pro y en contra, y en último resultado no ve uno otro recurso que referirse al testimonio de sus propios ojos, que, por lo menos, en lo que á mí toca, no es favorable á la hipótesis. Tiedemann ha visto movimientos en el órgano respiratorio de los holoturios. Treviranus los habia observado igualmente en los pulmones de las ranas despues de la aplicacion de la tintura de opio y del extracto de belladona; pero una vez abierta la glotis de las ranas, sus pulmones se deprimen, y ya no es posible provocar en ellos contracciones (1).

En cuanto á la contractilidad de la traquearteria y de sus ramificaciones, no puede ponerse en duda, y aun pudiera creerse que tuvo parte en el fenómeno observado por Houstoun, Bremond, Flormann y Rudolphi. Los anatómicos conocen las fibras musculares trasversales que hay en la cara posterior de la traquearteria y en los bronquios (2): Reisseisen afirma haberlas visto con la lente en bronquios tan delgados que ya no presentaban á la vista cartilagos.

Krimer (3) es el único hasta ahora que ha visto contraerse las fibras de la tráquea por la accion de los estimulantes. Wedemeyer, cuyos experimentos han sido practica-

(1) *Cons.* sobre este asunto á LUND, *Vivisectionem*, página 243-250.

(2) REISSEISEN, *De fabrica pulmonum*. Berlin, 1822.

(3) *Untersuchungen ueber die nächste Ursache des Hustens*. Léipzig, 1819.

dos en un perro y en un conejo de Indias, no ha observado contracciones con los irritantes, así mecánicos como galvánicos, en ningun punto de la traquearteria, ni separando la mucosa, ni dejándola en su posicion; pero las ramificaciones bronquiales de tres cuartos de línea á una línea de diámetro, se contraen poco á poco hasta borrar casi completamente su cavidad. Habiendo Wedemeyer despojado de su tejido celular la traquearteria de un perro vivo en una estension de dos pulgadas, cortó un trozo de su pared anterior; las irritaciones mecánicas y galvánicas dirigidas á su pared posterior, no dieron por resultado contraccion alguna. Entonces el esperimentador se apresuró á abrir el pecho, sacar los pulmones con sus bronquios y practicar en ellos muchas secciones: los troncos bronquiales no dieron el menor signo de contractilidad. Este autor creyó ver que el galvanismo producía una constriccion en las ramificaciones que tenian un diámetro de una linea poco mas ó menos; pero el fenómeno se verificó de un modo muy lento. Ya Varnier habia hecho observaciones análogas á estas últimas.

Un movimiento rítmico de la traquearteria que acompañase á la respiracion y que pudiera en este caso ser voluntario, sería un hecho totalmente aislado. El conducto colédoco ejecuta tambien contracciones rítmicas; pero estos movimientos estan fuera del imperio de la voluntad, al paso que los de la traquearteria, que coinciden con los otros movimientos respiratorios, deberian ser voluntarios como estos últimos. Luego hay muy poca probabilidad de que la influencia de la voluntad se estienda hasta las ramas del conducto escretor de una víscera. Pudiera suceder que la contractilidad que continuamente tienen las fibras bronquiales, produjese una contraccion rítmica cuando cesase la distension, inseparable de la inspiracion; mas tambien sería posible que este fenómeno fuese debido únicamente á la sola elasticidad, porque los bronquios y sus ramificaciones estan provistos de fibras longitudinales amarillas y elásticas.

En las aves, la traquearteria es realmente susceptible de acortarse de un modo voluntario por la accion de músculos particulares llamados esterno-traqueales y ypsilo-traqueales, como tambien, en muchos animales de esta clase, por la de otros músculos especiales que pertenecen á la laringe inferior y sirven para el canto. Es digno de notarse

que, los primeros de estos músculos, tienen un nervio particular, una segunda rama descendente del hipogloso que baja casi hasta la laringe inferior, y que (en el pavo) se distribuye por los músculos esterno y ypsilo traqueales, mientras que el nervio recurrente, destinado en gran parte al esófago, no envía al encuentro de esta rama mas que un ramito traqueal proporcionalmente muy corto.

En el hombre, la ampliacion de los bronquios, el acortamiento de la traquearteria, durante la inspiracion, que algunos han observado, y la prolongacion de este tubo en la espiracion, parecen ser simplemente una consecuencia mecánica de la dilatacion y de la contraccion del pecho. La misma laringe baja un poco en las inspiraciones profundas y sube en la inspiracion.

Influencia de los nervios en la respiracion.

Los movimientos respiratorios son muy complicados y entran en el círculo de accion de nervios enteramente distintos: sin embargo, el origen de la actividad que tienen estos nervios es la misma para todos. Los movimientos respiratorios son:

1.^o Los de la cara, que por otra parte rara vez tienen un carácter rítmico, como la elevacion y depresion de las alas de la nariz y los esfuerzos de muchos músculos faciales. Estos movimientos sobrevienen en los actos violentos é involuntarios de respiracion, y aun en los casos de suma debilidad. Dependen del nervio facial que Cárlos Bell llama nervio respiratorio de la cara.

2.^o La dilatacion de la glotis durante la inspiracion y su contraccion en la espiracion. Este movimiento está subordinado al nervio del par vago (y al accesorio), especialmente á los dos laríngeos, el superior y el inferior ó recurrente.

3.^o La dilatacion del pecho en la inspiracion: nervios raquídeos.

4.^o La contraccion del diafragma en la inspiracion: nervio diafragmático.

5.^o Por último, la contraccion de los músculos abdominales en la espiracion: nervios raquídeos.

Así que, el sistema de los nervios respiratorios comprende el facial, el vago, el accesorio y muchos de los ner-

vios raquídeos que se distribuyen por los músculos del tronco.

Cada uno de estos nervios tiene su centro de acción por separado, y las funciones del uno pueden cesar sin que suceda lo mismo á las del otro. La sección de cada uno de ellos suprime la parte que toma en la respiración; pero la destrucción de la medula oblongada destruye todos los movimientos respiratorios á la vez, hasta la acción de los nervios que nacen de la medula espinal. Esta hace, por decirlo así, respecto al origen de los movimientos respiratorios, el papel de tronco de los nervios que salen de ella. Cuando se la corta por encima del punto de partida de los nervios dorsales, se suprimen los movimientos de los músculos de las costillas y del bajo vientre, pero persisten los demás. Si se la corta por encima del nervio frénico, cesa también la acción del diafragma, mientras que los nervios procedentes de la medula oblongada continúan ejerciendo su acción. Los nervios situados debajo de la lesión se encuentran aptos todavía para excitar el movimiento cuando acaban de ser irritados, pero ya no pueden recibir determinación alguna de la fuente común de todos los movimientos simultáneos, voluntarios é involuntarios que concurren al desempeño de la respiración. Una lesión de la medula oblongada suprime todos los movimientos respiratorios, así los del tronco como los que dependen del par vago.

Legallois es quien ha demostrado esta conexión entre la medula oblongada y la respiración; y ha probado que ninguna otra parte del cerebro es la fuente de los movimientos respiratorios, y que cuando se separa el cerebro de un animal capa por capa de delante atrás, estos movimientos cesan repentinamente luego que se llega á la medula oblongada, al punto de donde salen los nervios vagos: y así la medula oblongada es en cierto modo la parte vulnerable del encéfalo, por lo menos aquella cuyas lesiones traen consigo las más terribles consecuencias. Una lesión de la medula espinal por debajo del cuarto par de nervios cervicales que no interese el origen del nervio frénico, tampoco suprime la respiración. Un niño anencéfalo respira y llora cuando nace, con tal que tenga medula oblongada (1).

(1) C. BELL, *Exposition du système naturel des nerfs du corps humain*. Paris, 1825.—Cons. á MULLER'S *Archiv.*, 1834, p. 168.

La lesion del par vago en el cuello paraliza los ramos que nacen debajo de este punto y por consecuencia el nervio recurrente. El resultado es que el animal pierde la voz y le es difícil abrir la glotis; sin embargo, recobra la voz al cabo de algunos dias, porque los músculos de la laringe reciben á la vez los dos músculos laríngeos, el superior y el inferior. Despues de la seccion del nervio laríngeo superior y del recurrente en ambos lados, queda completamente paralizada la laringe (1).

(1) Cuando tratemos del sistema nervioso, volveremos á ocuparnos de las aserciones contenidas en este párrafo. Sin embargo, debemos presentar aquí algunas observaciones. Longet dice con razon que para apreciar bien los efectos de la seccion de los nervios vagos en los órganos respiratorios, es preciso conocer los de la seccion de los nervios laríngeos, que para él, lo mismo que para Bischoff estan bajo la dependencia esclusiva del accesorio de Willis. El laríngeo superior no influye en la voz sino por los filetes que da á los crico-tiroideos, músculos tensores de las cuerdas vocales. La seccion de este nervio no compromete la respiracion, y ningun obstáculo opone á la introduccion del aire en las vías respiratorias, porque los músculos crico-aritenoideos posteriores, por los cuales se distribuye el recurrente, y que al parecer son los únicos músculos respiratorios de la laringe, pueden continuar dilatando la glotis en cada inspiracion. La operacion solo produce una alteracion de la voz haciéndola ronca. Con respecto al nervio laríngeo inferior ha reconocido Longet que se distribuye á la vez por los músculos constrictores y dilatadores de la glotis, de manera que es inexacto decir que la oclusion de la glotis que en ciertos casos sigue á la seccion de estos nervios, es debida á los músculos constrictores, que todavia conservan su accion. Las diferencias que ha encontrado en la configuracion de la glotis, segun la edad de los animales, le sirven para explicar los distintos efectos que, respecto de la respiracion, resultan de la seccion de los nervios recurrentes. Y así, dice, los animales viejos sobreviven á esta seccion, porque en ellos queda detrás de la glotis propiamente tal en el espacio interaritenoideo una abertura de bordes curvilíneos y resistentes (*glotis respiratoria*) que todavia permite la entrada y salida del aire, á pesar de la parálisis de la laringe; pero en los animales jóvenes, como no existe semejante disposicion, la parálisis que resulta de la seccion de los recurrentes acarrea la oclusion de la glotis *en toda su estension*, y por consiguiente la muerte inmediata por sofocacion. Por lo demás, Longet indica un hecho digno de interés que ha notado en los

Magendie habia pretendido que el nervio laríngeo inferior se distribuye solamente por los músculos que dilatan la glotis, y que el superior está destinado á los que la estrechan; pero las observaciones de Schlemm y otros experimentadores no han confirmado esta asercion: los dos nervios se distribuyen por los dos órdenes de músculos. Si hay una diferencia entre sus funciones, se debe seguramente á que el nervio recurrente, cuyo trayecto es tan notable y que tiene anastómosis con el gran simpático y el plexo cardiaco, no solo tiene fibras del par vago, nervio motor sujeto al imperio de la voluntad, sino tambien muchas fibras del gran simpático. Otros ramos profundos del par vago, que se anastomosan muchas veces con el gran simpático, no pueden servir ya de conductor á la voluntad determinante de los movimientos: tales son los del esófago y del estómago.

Basta contemplar á un hombre muy escitado para convencerse de que los movimientos dependientes de la respiracion se estienden casi por todo el cuerpo, pues se observan en el vientre, pecho, cuello y cara. Bell presume que

animales sometidos á la escision de los nervios laríngeos inferiores; á saber: el incremento numérico de las inspiraciones en un tiempo dado. Así es que el número de las inspiraciones que en un perro adulto es de 18 á 20 por minuto, sube despues de la operacion á 30 ó 32, término medio, mientras que en los perros de unos tres meses que en un minuto respiran de 22 á 25 veces se pueden contar hasta 48 inspiraciones. El conejo adulto que da de 60 á 70 inspiraciones en el tiempo indicado, puede ofrecer hasta 100 y aun 108. Dicho autor esplica tambien este resultado por la estrechez de la glotis, porque habiendo disminuido por ejemplo, una mitad las dimensiones de esta abertura, es claro que para establecer una compensacion deberá ser una mitad mayor el número de las inspiraciones. Escluyendo todos los casos en que la glotis se ha estrechado inmediatamente lo suficiente para impedir en pocos dias la hematosis, dice el autor mencionado, que particularmente á los perros *adultos* no les incomoda lo bastante la seccion de los recurrentes para perecer de sus resultas. Ha conservado algunos durante cinco semanas que han disfrutado de buena salud, y en los cuales ha encontrado despues de haberlos muerto los pulmones perfectamente permeables y sin vestigios de infarto. (N. del T. F.)

hay en la medula oblongada y espinal un sistema particular de fibras que presiden á los efectos simultáneos y uniformes de los nervios respiratorios. Todos los nervios respiratorios sirven tambien para espresar las pasiones.

El sistema respiratorio de movimientos y de nervios cae muchas veces en un estado morbozo ya en totalidad, ya en algunas partes solamente de su esfera de accion. El asma es un ejemplo de afeccion convulsiva de todo el sistema de los nervios respiratorios; pero una circunstancia en que Bell no ha fijado la atencion y que me parece ilustra mucho un gran número de fenómenos, es que este sistema puede ser impelido á provocar movimientos convulsivos por la irritacion de todas las partes provistas de membranas mucosas. La irritacion de la membrana pituitaria ocasiona el estornudo; la de la faringe, del esófago, del estómago y de los intestinos pone en juego los diversos movimientos respiratorios que dan por resultado el vómito; la de la vejiga y de la matriz da impulso al conjunto de los movimientos respiratorios que concurren á la defecacion involuntaria, la emision de la orina y la espulsion del producto de la concepcion. La irritacion de la membrana mucosa de la laringe, de la traquearteria y de los pulmones, y aun el simple prurito en las trompas de Eustaquio, provoca la tos.

Todos estos movimientos, tos, vómito, defecacion involuntaria y mision igualmente involuntaria, se efectuan con el auxilio de los movimientos respiratorios. La irritacion local tiene por punto de partida la membrana mucosa de las vísceras y va á ejercer su accion en los ramos del gran simpático que dichas vísceras reciben; obra tambien en el estómago, en la faringe, en la laringe y en los pulmones sobre los del par vago, en la nariz sobre el ramo nasal del trigémino, y se refleja sobre el origen de los movimientos respiratorios en la medula oblongada, y sobre la medula espinal, de la cual parten entonces los grupos de movimientos respiratorios que dan lugar al vómito, tos, estornudo &c. La irritacion de las ramificaciones del ramo nasal, del trigémino en la nariz produce el estornudo, aun cuando es secundaria, por ejemplo cuando la luz solar obra sobre el nervio óptico y este sobre el cerebro que en seguida determina una irritacion secundaria de los nervios nasales y respiratorios simultáneamente. Muchos estornudan tan luego como sus

ojos se ven heridos por los rayos solares. La irritacion sola del par vago en la laringe, traquearteria y pulmones promueve la tos; la del glosó-faríngeo y del ramo faríngeo del vago en la faringe y la del vago en el estómago dan lugar al vómito.

Recorramos uno tras otro los diversos grupos de movimientos respiratorios simpáticos.

Todos los movimientos respiratorios son susceptibles de ejercerse aisladamente; y algunas veces sucede tambien que se agrupan de un modo distinto del que lo hacen por lo general en el acto de la respiracion.

La contraccion del diafragma, acompañada de los movimientos respiratorios que provocan la espiracion, se verifica voluntaria ó involuntariamente siempre que se espela un cuerpo de un modo violento de una parte cualquiera de la cavidad abdominal. Por ejemplo, voluntariamente en la defecacion y mision ordinarias; involuntariamente en el vómito, la parturicion, la salida involuntaria de los excrementos despues de una retencion muy prolongada, la emision involuntaria de la orina cuando este líquido ha sido retenido por mucho tiempo. La faringe, el estómago, el recto, la vejiga y la matriz tienen por sus nervios tales conexiones con los nervios cerebrales y raquídeos, que cualquiera irritacion violenta en cualquiera de estos órganos, no solo le obliga á contraerse á él mismo sino que tambien hace entrar en contraccion al diafragma y músculos abdominales para espeler la causa irritante por arriba ó por abajo. Este efecto es debido á que la irritacion se refleja de los ramos que el vago envia á la faringe y al estómago sobre el cerebro, de los ramos simpáticos del estómago sobre el sistema simpático, el cerebro y la medula espinal; en fin de los nervios del recto, de la matriz y de la vejiga, de los cuales unos proceden del gran simpático y otros de los nervios sacros, sobre la medula espinal. En todos estos movimientos que tienden á espeler un cuerpo cualquiera por arriba ó por abajo se cierra por algun tiempo la glotis.

He hecho una observacion muy instructiva con respecto al modo de origen del vómito, y es que cuando se abre la cavidad abdominal en un conejo y se pone al descubier-to el nervio esplánico izquierdo situado al lado interno de la cápsula suprarenal, estirando dicho nervio con una aguja, sobrevienen muchas veces movimientos convulsi-

vos en el bajo vientre. No he visto este fenómeno en los perros.

En la tos, la irritacion que el nervio vago experimenta en la laringe, tráquea y pulmon se propaga á la medula oblongada, la cual provoca una contraccion de la glotis con movimientos espiratorios espasmódicos de los músculos del pecho y del bajo vientre, á cada uno de los cuales se abre un poco la glotis y se percibe un ruido. El diafragma nada tiene que ver con la tos sino que esta suele ir precedida de una inspiracion mas profunda. Segun Krimer y Brachet (1), cuando se ha cortado el nervio vago en ambos lados, ya no se puede provocar la tos, aunque se irrite violentamente la cara interna de la traquearteria (2). Krimer afirma que puede provocarse todavía la tos despues de la seccion del gran simpático en el cuello (3).

Podemos impedir la entrada en la laringe no solo cerrando la glotis, sino tambien, como ha descubierto Dzondi, aproximando uno á otro los pilares posteriores del velo del paladar y apoyando la parte posterior de la lengua en el plano inclinado que de aquí resulta. Este movimiento siempre precede al estornudo, y él es el que distingue al estornudo de la tos, en la cual, antes de la esplosion, solo hay oclusion de la glotis, sin contraccion simultánea de los músculos del velo palatino.

El estornudo consiste en una contraccion repentina y violenta de los músculos espiradores á consecuencia de la oclusion de las vias aéreas por delante. En el momento de

(1) *Recherches sur les fonctions du système nerveux*. París, 1837, in-8.^o

(2) Longet ha hecho tambien esta observacion (*Anal. et physiol. du syst. nerv.*, t. II, p. 289). Despues de haber vertido, dice, algunas gotas de agua en la tráquea de un perro, lo cual provoca una tos convulsiva, se le dividen en el cuello los dos neumogástricos, y aunque entonces se reemplaza el agua con un ácido violento, el animal no tose ya ni experimenta sensacion alguna dolorosa con la cauterizacion de su mucosa respiratoria. (*N. del T. F.*)

(3) Esto no es de extrañar, puesto que como lo ha establecido experimentalmente Longet, la sensibilidad bastante viva de que está dotada la mucosa que tapiza las vias respiratorias, está confiada esclusivamente á los nervios del octavo par.

(*N. del T. F.*)

la violenta espiracion, esta oclusion es reemplazada por la abertura repentina de la boca y de la nariz á la vez ó de sola la nariz. El diafragma no toma parte en él haciéndole desempeñar un papel en este acto; no es un músculo espirador y no obra mas que en la inspiracion profunda que precede al estornudo.

Los síntomas nerviosos que se han inventado para explicar el estornudo son inútiles y aun imposibles. En la falsa suposicion de que este acto es desempeñado por el diafragma, se admite que la irritacion de los nervios de la nariz se propaga al ramo profundo del nervio vidiano y al gran simpático y desde aquí á los nervios cervicales y al frénico. Como no es el diafragma, sino las músculos espiradores los que producen el estornudo á consecuencia de la oclusion de la boca y de la nariz, lo mas sencillo es raciocinar por la analogía de los movimientos simpáticos que la luz escite en el iris, y admitir la misma medula oblongada como intermedio entre los ramos nasales del nervio trigémino por una parte, y por otra los músculos espiradores y los del velo palatino; y en efecto es evidente que la luz no obra sobre los nervios ciliares ni de un modo directo, ni por el intermedio de la retina. Las simpatías de un gran número de nervios con una irritacion local por medio del cerebro y de la medula espinal, son muy fáciles de concebir por los fenómenos que suceden á la narcotizacion de un animal, cuya piel basta tocar despues lijeraente para producir espasmos tetánicos generales.

El bostezo es una inspiracion lenta y profunda seguida de la espiracion lenta, y en la cual toman parte los músculos respiradores de la cara que dependen del nervio facial. Abrese fuertemente la boca, movimiento que tambien dirige el nervio facial, por medio del músculo digástrico. El bostezo sucede por lo comun á las fatigas, y generalmente sobreviene en aquellos cuyo sistema nervioso está irritado y débil, en los que tienen sueño y al terminar una fiebre. Háse pretendido que provenia de obstáculos en la circulacion pequena; pero esta suposicion me parece absolutamente falsa.

Reir y llorar son tambien acompañados de afeccion de los nervios respiratorios en la cara y en el tronco.

El hipo es una verdadera afeccion del diafragma, una inspiracion repentina producida por la sola accion de este

músculo al tiempo de cuya contraccion sucede á veces estar cerrada la glotis. El hipo es producido la mayor parte de veces por una compresion ejercida en la faringe ó el esófago cuando se tragan bocados bastante voluminosos, ó por una sucesion muy rápida de actos de deglucion, frecuentemente es un signo de afeccion nerviosa. Krimer pretende que se le puede producir en los animales irritando y comprimiendo el cárdias.

Todos los movimientos respiratorios se verifican involuntariamente, y sin embargo obedecen hasta cierto punto á la voluntad. Se suceden durante el sueño, sin apercibirnos de ello y guardando un ritmo constante; unas veces consisten en simples inspiraciones periódicas, en cuyos intervalos las partes se contraen en virtud de su elasticidad, y otros movimientos alternativos de inspiracion y espiracion. Cuando los pulmones estan destruidos ó tienen mas sangre de lo regular, el individuo se ve obligado á respirar mucho menos en un tiempo dado y los movimientos respiratorios se aceleran entonces de un modo proporcional. Los movimientos respiratorios estan sujetos á la voluntad en atencion á que podemos, pero solo en ciertos límites, acortar, prolongar, retardar ó adelantar la inspiracion y espiracion, y á que está en nuestra mano limitar nuestros movimientos respiratorios á tal ó cual grupo de músculos, por ejemplo inspirar unas veces con las paredes del pecho y otras con el diafragma ó con unas y otro á la vez. Ejercemos esta voluntad como en casi todos los movimientos que dependen de nervios cerebrales y raquídeos y dura todo el tiempo que los nervios correspondientes conservan conexiones con el cerebro y la medula espinal. Los movimientos respiratorios faltan en el feto hasta despues del nacimiento: durante la vida intra-uterina la traquearteria y la laringe se hallan en un estado de insensibilidad; porque las aguas del amnios penetran en ella segun las observaciones de Schell, mientras que en el adulto, la menor gota de líquido que pase de la glotis provoca movimientos violentos. Trataremos de las causas de la primera respiracion cuando examinemos los movimientos voluntarios.

Legallois ha reconocido que la seccion de los dos nervios recurrentes es las mas veces mortal en los animales jóvenes, y no lo es en los adultos. La de un solo nervio del octavo par no es mortal; pero la de los dos siempre acarrea

la muerte al cabo de algunos dias. Las causas de la muerte despues de esta seccion han ocupado á los fisiólogos, desde Rufo de Efeso y Galeno hasta nuestros dias; y aunque los modernos han puesto mas cuidado en el experimento, no podemos decir todavía cuál es la sustraccion en virtud de la cual la lesion se hace mortal. Los movimientos respiratorios le son independientes en la mayor parte; á la verdad ocasiona una semi-parálisis del nervio recurrente y tambien de los músculos de la laringe; pero se sabe que la seccion de los nervios recurrentes no tiene consecuencias mortales.

Dupuytren (1) ha visto que despues de la seccion de los dos nervios vagos un caballo moria en el espacio de una hora; un perro en dos ó tres dias, y que precedia á la muerte una dificultad de respirar que siempre iba en aumento. La sangre se hacia poco á poco mas oscura en las carótidas; y de aquí se dedujo que la lesion habia detenido el trabajo químico de la respiracion. Pero lo que ya debió ser suficiente para hacer sospechar esta conclusion es que la sangre experimenta, aun fuera del cuerpo, el cambio de color ordinario en la respiracion. Por lo que toca á la crítica de estas observaciones, remito al escelente trabajo de Emmert (2), el cual ha dado una esposicion muy completa de los experimentos intentados antes de él.

Tampoco tardó Blainville en hacer ver (3) con experimentos en varias aves que la consuncion del oxígeno y la exhalacion del ácido carbónico son tan considerables despues de la seccion de los nervios del octavo par como en el estado sano, y que no por eso deja la sangre de cambiar de color en los pulmones. Las aves sobrevivieron bastante tiempo á la operacion, seis ó siete dias; pero los conejos murieron al cabo de unas siete horas. Dícese que perecieron las aves en un estado de marasmo completo. Y así este autor atribuye la muerte al desórden de la digestion, lo cual no conviene en todos los casos á los conejos, ni á los mamíferos en general. Por mi parte, no he notado enfla-

(1) *Biblioth. méd.*, t. XVII.

(2) *REIL'S Archiv.*, t. IX, p. 380; t. XI, p. 117.

(3) *Nouv. bull. de la Soc. philom.*, 1808.

quecimiento en varios ánaes, á quienes corté los nervios vagos.

Segun los experimentos de Emmert en varios conejos, la respiracion despues de la operacion se hizo mas rara, lenta y dificil: fenómeno que se verifica constantemente y es á la verdad muy interesante ver hacerse mas profundas y lentas las inspiraciones desde el momento en que se han cortado ambos nervios. Este autor ha observado que la conversion de la sangre en los pulmones no habia experimentado gran cambio, y atribuye la muerte de los animales en parte á la parálisis del movimiento particular de los bronquios. Al mismo tiempo llama la atencion sobre un hecho digno de notarse, y es que los conejos son los únicos mamíferos en quienes el gran simpático y el par vago estan separados uno de otro en el cuello, al paso que en la mayor parte de los otros el primero de estos nervios se une con el segundo despues de su salida del ganglio cervical superior, de suerte que es imposible ligar ó cortar el octavo par sin que sufra la misma lesion el gran simpático (1). Emmert atribuye la diferencia de los resultados obtenidos por Dupuytren, Blainville y otros, á que la seccion unas veces habia recaido sobre los dos nervios y otras sobre uno, segun los animales sujetos al experimento. En los de Dupuytren, verificados en caballos, fueron cortados los dos nervios, al paso que en los de Emmert, ejecutados en conejos, en los de Blainville en conejos y aves, la seccion no interesó mas que el par vago. Sin embargo, una cosa prueba que esta circunstancia no puede tener una influencia especial, y es que, segun los experimentos de Pommer, la seccion de los dos grandes simpáticos en el cuello ninguna consecuencia importante acarrea: estos experimentos han sido practicados en conejos y en perros, y en estos últimos abriendo la vaina que encierra al gran simpático y octavo par, para poder cortar el primero de estos nervios solamente: ningun cambio se notó en los animales hasta

(1) Segun Bischoff, el conejo de Indias, el conejo, el topo y el turon son los únicos animales en quienes el gran simpático no está íntimamente unido al par vago (*Nervi accessorii anatomia et physiologia*. Heidelberg, 1832). He observado que sucede lo mismo en el puerco-espín.

la sétima y octava semana, época en que cesó la observación.

Segun Provençal (1), los fenómenos químicos de la respiración no cesan después de la operación, y solo se disminuyen; ha observado que los animales consumen menos oxígeno y forman menos ácido carbónico, y que disminuye el calor animal. Legallois, que ya había reconocido que un animal vive tanto menos tiempo sin respirar, cuanto más edad tiene, notó también que sucedía lo contrario después de la sección de los nervios del par vago. Un perro recién nacido sucumbió media hora después de la operación, mientras que otro adulto vivió todavía uno ó dos días; la sección misma de los nervios recurrentes mata igualmente á los animales jóvenes en media hora, de manera que en ellos la prontitud de la muerte después de la sección de los nervios vagos parece ser debida á la parálisis de los nervios recurrentes inferiores y á la de los músculos de la laringe. De aquí proviene también el que la traqueotomía prolongue algún tanto la vida. Legallois se convenció á sí mismo de que la glotis, que necesita ensancharse en la inspiración, se cierra casi del todo en los animales jóvenes de resultas de la operación. Halló después de la sección de los nervios vagos un derrame de serosidad sanguinolenta y espumosa en los pulmones, derrame que aumentó la dificultad de respirar procedente de la parálisis de los músculos destinados á ensanchar la glotis. Las dos causas que se reúnen en la sección del par vago parecen dar aquí lugar á la sofocación, y en fin, á la muerte que la simple sección de los nervios recurrentes no ocasiona en los animales adultos.

Dupuy afirma que los caballos y los carneros perecen en una hora después de la sección del par vago, pero sobreviven muchos días cuando se ha practicado la traqueotomía. Aquí el efecto de la parálisis de los nervios recurrentes se encuentra en cierto modo separado del de la parálisis de los ramos pulmonales del par vago. Sin embargo, este autor cree que la parálisis de los pulmones acarrea la sofocación no solo produciendo un derrame del líquido, sino también disminuyendo la respiración. Por lo demás es fácil deducir la causa del derrame en las células pulmonales y los bron-

(1) *Journal général de médecine*, t. XXXVII, 1810, enero.

quios por las consideraciones que anteriormente he dejado sentadas.

Segun Krimer, la seccion de los nervios vagos es seguida de un derrame de fibrina en las células pulmonales; hecho que, si es cierto, tendria grande importancia.

Mayer (1) ha observado como fenómeno constante despues de un gran número de esperimentos sobre la ligadura y seccion del par vago, que cuando sobrevino la muerte mucho despues de la operacion, se encuentran en la sangre de los pulmones y del corazon coágulos sólidos y blancos que llenan enteramente las arterias y las venas, igualmente que las cavidades del corazon. Estas concreciones son blandas, y se componen de un coágulo negro cuando la muerte sigue de cerca á la ligadura ó á la seccion del par vago; pero son blancas cuando la muerte se ha verificado á las cuarenta y ocho horas y mas. Estas observaciones son del mayor interés. En cuatro esperimentos, dos en perros y dos en conejos, practicados bajo mi direccion, se ha visto despues de la sensacion del par vago y practicando la abertura del cuerpo inmediatamente despues de la muerte, que dos de estos animales solo ofrecian un coágulo del grosor de un guisante en el corazon izquierdo, pero nada en los vasos pulmonales. Otra causa de muerte, que no siempre tiene efecto despues de la operacion, pero que se encuentra con frecuencia, es debida, segun Mayer, á que los alimentos de que está lleno el estómago pasan por regurgitacion á la tráquea y bronquios á través de la glotis que por otra parte está relajada é insensible. El autor mencionado dice que despues de la operacion los latidos del corazon son mucho mas rápidos y la respiracion cada vez mas lenta (2).

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 74.

(2) En mas de treinta perros adultos que Louget ha sometido á la division de los nervios neumo-gástricos (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 306), jamás ha visto que ninguno viviese mas de cinco dias: los mas perecieron del segundo al cuarto, sin que la traqueotomía, practicada previamente, alterase en nada esta duracion. En cuanto á los conejos nunca vivieron mas de treinta y seis horas, ya se les hubiese practicado ó no esta última operacion. Todos los perros que sufrieron la escision de un solo nervio, sobrevivieron; y por el contrario sucumbieron algunos conejos (*ibid.*, p. 349); pero estos últimos solo tenian unos tres

Si se reunen todos los documentos que de sí arrojan las diversas observaciones, se ve que la ligadura ó la sec-

meses, de lo cual puede deducirse que el estado de la glotis ha debido tener en este caso una consecuencia funesta.

Segun Longet (*ibid.*, p. 291), si no se detienen los movimientos respiratorios despues de la seccion del par vago, es porque no está abolida la sensacion de la necesidad de respirar (pudiera entonces suponerse que esta sensacion tenia su asiento y su condicion esencial, no en la superficie mucosa pulmonal, sino en los centros nerviosos); si por un lado disminuye el número de las inspiraciones, es que no percibiéndose ya la impresion escitadora del aire, es menor la sensacion de la necesidad de respirar. Este autor cree (*ibid.*, p. 295) que habiendo la operacion despojado de su actividad propia á las fibras musculares de los bronquios, que son como músculos respiradores internos, el aire, privado de sus elementos respirables y saturado poco á poco de ácido carbónico, permanece en virtud de su densidad en las divisiones bronquiales, cuya sola densidad, aunque persistente, no basta para espelerle: de consiguiente la sangre que recorre la red capilar del pulmon, en vez de estar en contacto mediato con un aire renovado continuamente y capaz de suministrarle el principio de su revivificacion, concluye al cabo de cierto tiempo por no hallarse ya en relacion sino con el ácido carbónico y el animal, como si estuviese sumergido en una atmósfera cargada de este gas perjudicial á la vida, no tiene otro remedio que sucumbir al poco tiempo.

En los animales á quienes se ha cortado el nervio vago (*ibid.*, p. 299), los pulmones van dejando poco á poco de ser permeables al aire y á la sangre. Introdúzcase entonces aire en la tráquea y se verá que apenas se dejan distender algunos lóbulos, pues las mucosidades y la serosidad espumosa que obstruyen las divisiones bronquiales (al principio porque no siendo percibidas no provocan reaccion espulsiva, y despues porque se paralizan las fibras musculares de los bronquios) se oponen á la libre penetracion de este fluido en las vesiculas pulmonales, que por lo demás se hallan obliteradas en su mayor parte. El agua inyectada por la arteria pulmonal no vuelve por las venas; y lo que principalmente se opone á la circulacion pequeña son varias concreciones sanguíneas que se forman en los vasos. Practicado un corte en el espesor del pulmon, se ve que ha perdido su estructura areolar en muchos puntos; su parénquima se ha hepatizado ó esplenizado por la coagulacion de los liquidos derramados y el aplanamiento de las vesiculas; así es que ya no crepita y las

cion del par vago quita la vida por el concurso de diferentes circunstancias, las cuales en último resultado todas vienen á producir la sofocacion, á saber, la parálisis incompleta de los movimientos propios para cambiar la forma de la glotis, las exudaciones en los pulmones, los cambios del trabajo químico que se verifica en los órganos y la coagulación de la sangre en los vasos (1).

partes mas infartadas van al fondo del agua en vez de sobrenadar. Estas alteraciones son tanto mas marcadas cuanto mas tiempo han sobrevivido los animales; se aumentan por grados; es muy variable el tiempo que tardan en formarse, y parece depender de circunstancias individuales. Para examinar Louget inmediatamente el estado de la sangre en el pulmon y el corazon, mató en diferentes épocas los perros á quienes habia cortado el par vago. Al cabo de veinte horas, cuando ya no habia infarto pulmonal, halló la sangre muy fluida, y á las treinta y seis horas se han encontrado en las aurículas, vesículas, arteria pulmonal y aorta en su origen coágulos negros, muy blandos, poco voluminosos y de consistencia de jalea de grosellas. Hacia el tercero, y sobre todo al cuarto dia, cuando el infarto se encuentra en su mayor grado, se hallaron coágulos sólidos, decolorados, amarillentos, metidos entre las columnas carnosas de los ventriculos y de las aurículas, habia algunos en las arterias y venas pulmonales hasta en sus ramificaciones. La sangre en las arterias era muy oscura y casi negra; pero Longet ha visto tambien casos en que sobrevino la muerte sin estas coagulaciones, y en vista de esto no las considera, con Mayer, como la causa esclusiva y constante. La muerte despues de la seccion del par vago no depende pues de una causa única y siempre la misma, sino que hay muchas, de las cuales una sola puede bastar para ocasionar este fin fatal. Por lo demás el autor mencionado (*ibid.*, p. 303) ha visto, en contraposicion á Dupuy, que se puede envenenar á los perros operados introduciendo el veneno en sus vias respiratorias: solo que la intoxicacion producía sus funestos efectos con mas prontitud el primer dia de la operacion que el segundo, y sobre todo el tercero, de donde parece resultar que la actividad de la absorcion disminuye en razon directa del infarto pulmonal.

(N. del T. F.)

(1) *Cons.* á LUND, *Vivisectionen*, p. 222-243.

SECCION II.

DE LA NUTRICION, DEL INCREMENTO Y DE LA REPRODUCCION.

CAPITULO PRIMERO.

DE LA NUTRICION.

Acto de la nutricion.

La nutricion no se presta á la observacion microscópica. Döellinger y Dutrochet pretenden haber visto á los glóbulos sanguíneos perder su movilidad en los vasos capilares y combinarse con la sustancia, y yo mismo he observado muchas veces que se detenian; pero repetidas investigaciones me han convencido de que en animales completamente sanos, estos corpúsculos pasan siempre de las arterias á las venas, y de que sería absolutamente falsa una teoría fundada en su agregacion ó en la de sus núcleos (1).

Los glóbulos de la sangre tienen un volúmen que es

(1) En ninguna parte, dice Donné (*Cours de microscopie*, p. 110), se ve derramarse la sangre ni salir de sus vasos, á los cuales siguen los glóbulos sin variar de direccion, escepto en las lesiones producidas por el experimento. En otra parte (p. 112), dice ser absolutamente imposible seguir un glóbulo desde el momento en que llega por una arteria hasta aquel en que vuelve por una vena despues de haber completado su circuito. El movimiento de la sangre es por otra parte muy rápido, y por otra la division del sistema vascular no permite seguir así como se quiera los glóbulos paso á paso; con frecuencia sufren en su curso numerosos rodeos, unas veces pasando directamente de una arteria principal á un grueso tronco venoso por medio de una arteriola que va de la una al otro, y otras penetrando en órganos secretorios, en cuyo centro gira la sangre con tanta rapidez en vasos replegados sobre si mismos, que no es posible distinguir mas que la entrada y la salida de la sangre en esta especie de torbellino.

(N. del T. F.)

cede con mucho al grosor de la mayor parte de las fibras del cuerpo animal; en la rana, por ejemplo, son de cinco á ocho veces mas anchas que las fibras musculares y mucho mas gruesas que las del tejido celular.

Estos corpúsculos son células, igualmente que los elementos primitivos de todas las partes del embrión. Al principio se parecen enteramente á las otras células del embrión; mas no tarda en desaparecer la semejanza, y no hay un solo órgano que esté compuesto de glóbulos de sangre propiamente tales, aunque sí muchos de células. Prevost, Dumas y Edwards miraban los núcleos de estos glóbulos como elementos de las fibras; mas en el día se sabe que estas últimas son células prolongadas, como las del tejido celular, ó depósitos producidos en el interior de células, muchas de las cuales se han unido frente á frente para formar tubos, como las fibras musculares y nerviosas. Estas fibras nunca resultan de la agregacion de glóbulos.

Ignórase si la materia colorante roja de la sangre pasa en parte á los órganos que al parecer la contienen, como los músculos, ó si estos últimos forman por sí mismos la sustancia que al aire adquiere un tinte mas rojo. En todo caso, los glóbulos, considerados en conjunto, no son los materiales de la nutricion; pues constantemente pasan de las arterias á las venas. Seguramente desempeñan un papel muy importante en la economía animal; experimentan el cambio producido en la respiracion, y toman un tinte oscuro al atravesar los vasos capilares del cuerpo; allí se hallan en contacto con las partículas de los órganos, á lo largo de los cuales no hacen mas que deslizarse, y sin embargo hacen pasar su color al rojo oscuro. En cada circuito, que dura tres minutos, se ponen bermejos en los pulmones, despues negros en los capilares del cuerpo, y en el espacio de veinticuatro horas sufren unas 480 alternativas de coloracion. En el estado bermejo ejercen en los órganos, y especialmente en los nervios, una escitacion necesaria á la conservacion de la vida; pero esta estimulacion es enteramente distinta de la afluencia de materiales nuevos por efecto de la nutricion.

Los últimos vasos capilares no se distribuyen por las fibras primitivas de los músculos y de los nervios. Estas fibras son demasiado pequeñas para esto, porque su límite

es todavía menor que el de los capilares, que solo tienen de 0,00020 á 0,0005 de pulgada de diámetro. De consiguiente el cambio de materiales no puede tener lugar sino á través de las paredes de los vasos capilares. Verifícase la nutricion á espensas de las partes disueltas de la sangre por medio de una exudacion al través de estas paredes, mientras que los glóbulos pasan distintamente de las arterias á las venas. Los principales materiales de la nutricion son evidentemente la albúmina y fibrina disueltas. Una parte de estos materiales puede atravesar las paredes de los capilares; bañan las células y las fibras de los tejidos de donde los linfáticos llevan á la sangre lo que no ha podido servir á la nutricion. Importa, pues, saber aquí que los mismos capilares tienen tambien paredes; y nada puede ir de la sangre á las moléculas de los órganos y volver de estos á la sangre sin atravesar en estado líquido las paredes de estos vasos. La observacion rechaza la hipótesis, la mas propia á primera vista para explicar la nutricion, de que la sangre de los capilares camina, no por verdaderos tubos, sino por simples escavaciones ó canales de la sustancia de los órganos. Por otro lado las paredes de los capilares no oponen obstáculo á la atraccion de las partes líquidas de la sangre, puesto que son permeables.

Para que se efectue la nutricion, es preciso que las moléculas constituyentes de los órganos y de los tejidos, sus células primitivas ó las fibras procedentes de células, atraigan las partes disueltas de la sangre y restituyan materiales á este líquido. Todas las células que entran en la composicion del organismo adulto se parecen á las simples y primarias del embrión, ó son células prolongadas y por consiguiente siempre equivalentes á células, como las fibras del tejido celular, ó en fin productos de la fusion de muchas células, y en este caso equivalentes á mayor ó menor número de células, como las fibras musculares y nerviosas. Es, pues, la asimilacion en todos los tejidos un resultado de la accion de las células primarias de que está formado el embrión ó equivalentes á estas células.

Las células primarias ó sus equivalentes atraen de la sangre sustancias que se les parecen por el aspecto químico, pero que todavía estan líquidas, ó las metamorfosean de manera que se las hacen semejantes y las asimilan á su propia sustancia, haciéndolas participar de las fuerzas de que

están dotadas las células, las fibras &c., vivas. El nervio forma sustancia nerviosa, el músculo sustancia muscular: no hay nuevos materiales hasta los productos patológicos organizados que se asimilan: la verruga cutánea adquiere grosor, la úlcera nutre su fondo y bordes como exige su modo particular de vida y de secreción y la conversión de los materiales nutritivos en un órgano dotado de productibilidad morbosa puede acarrear la ruina total.

Además de la asimilación, las células primitivas tienen la propiedad de combinar y metamorfosear su mismo contenido, que muchas veces es enteramente distinto de la sustancia de que están formadas sus paredes. Así es que se deposita almidón en las células de los vegetales y grasa en ciertas células de los animales.

Los materiales inmediatos de los órganos existen ya en parte en los órganos; la albúmina que se presenta en tantos puntos, por ejemplo en el cerebro y las glándulas, y que más ó menos modificada, entra en la composición de otros muchos tejidos, se encuentra ya en la sangre; la fibrina de los músculos y de los órganos musculares es la materia coagulable que la sangre y la linfa tienen en disolución; la grasa no azoada existe en estado de libertad en el quilo; la grasa azoada y fosforada del cerebro y de los nervios se halla en la sangre en donde está combinada con la fibrina, albúmina y hematina. El hierro de los pelos, del pigmentum negro y del cristalino existe ya en la sangre, en cuyo líquido no ha sido posible descubrir hasta ahora el silicio ni el manganeso de los pelos, ni el fluoruro cálcico de los huesos y de los dientes, lo cual será debido quizá únicamente á su corta cantidad. Las moléculas integrantes de los órganos en que se encuentran estas sustancias las toman de la sangre ó las forman á espensas de los materiales inmediatos de los mismos órganos, porque es imposible demostrar que todo lo que se encuentra en los órganos existe ya en la sangre; lejos de eso, las sustancias orgánicas nos demuestran muchas veces sustancias particulares, como la gelatina de los huesos, de los tendones y de los cartílagos, la sustancia de la córnea y la del tejido elástico, de que no se ven análogos en la sangre.

Hay cuerpos que disminuyen la asimilación cambiando las moléculas de los órganos ó de la sangre. El iodo, por ejemplo, ataca evidentemente á la nutrición cuando se con-

tinúa su uso por mucho tiempo: el mismo efecto producen las sales neutras, las preparaciones mercuriales, el tártaro estibiado y otros. Algunas de estas sustancias obran inmediatamente sobre la sangre; esto es lo que hacen de un modo manifiesto las sales refrigerantes que, aun cuando se las añada á la sangre sacada de la vena, le quitan la propiedad de coagularse, y por consiguiente modifican la naturaleza de la fibrina, lo que les da grande importancia para combatir la inflamacion.

A veces la elaboracion del quilo y de la sangre está viciada, ya por la produccion de materiales nutritivos de mala naturaleza, ya por efecto de un principio morbozo inoculado. Siempre que los humores se hallan en este caso, sufre tambien la asimilacion: sobrevienen depósitos de materias morbosas, inflamaciones, úlceras, como en las escrófulas, la gota, la lepra, los herpes, el escorbuto, la sífilis &c. Estas enfermedades tan diferentes, comprendidas con el nombre colectivo de discrasias, tienen de comun que se manifiestan por exhalaciones de materias morbosas, por exantemas y úlceras en la piel, no pocas veces por úlceras en las membranas mucosas, y cuando llegan al mas alto grado, por degeneraciones del tejido huesoso.

En muchas de estas enfermedades está afectado de un modo especial el sistema linfático, vasos y glándulas. Colocándose bajo el punto de vista ordinario y mirando los vasos linfáticos como destinados únicamente á la absorcion, no hay medio de comprender la afeccion cuyo asiento reside en el sistema linfático en algunas enfermedades, sobre todo las escrófulas; pero cuando se sabe que la linfa (sin ser corpúsculos) es enteramente semejante á la sangre (sin sus glóbulos), y que la linfa es sangre sin glóbulos rojos; cuando se sabe que los vasos linfáticos llevan la porcion superflua para la nutricion de la sangre que la circulacion hace penetrar en las moléculas de los órganos, se comprende fácilmente, no solo que los cambios ocurridos en la composicion de la sangre deben irritar los capilares y provocar en ellos inflamacion, sino tambien que el mismo líquido debe causar irritacion en los vasos linfáticos. Por consiguiente, siempre que la formacion de la sangre se verifica de un modo vicioso, deben resultar cambios en la composicion química de este líquido, y no pocas veces fenómenos morbosos, tanto en los capilares sanguíneos como en el sistema linfáti-

co, que, como hemos visto anteriormente, toma tanta parte en la conversion de la albúmina en fibrina disuelta. Todas las otras partes disueltas en la sangre, cuando la constitucion de este líquido es viciosa, deben influir igualmente en el estado de los vasos linfáticos. En las enfermedades en que las partes disueltas de la sangre estan menos viciadas que los glóbulos, como estos no pasan al sistema linfático, debe este último ofrecer tambien menos fenómenos morbosos; y así sucede en el escorbuto.

La nutricion de todas las partes, segun el tipo del todo, supone la permanencia de la fuerza que produce todas las diferencias, todos los órganos; de aquella fuerza que preexiste á la formacion de los órganos, cuando el gérmen no es todavía sino virtualmente (*potentia*) el ser animal, al cual da el desarrollo de sus órganos una existencia real y positiva (*actu*). Vemos, pues, que la nutricion es en cierto modo una reproduccion continua de todas las partes por la fuerza del todo. Hasta el momento en que el todo perece, todos los órganos estan regidos por su fuerza organizadora, cuyos efectos admiramos en las enfermedades, en que con el nombre de fuerza medicatriz remedia los cambios que los mismos materiales del organismo han podido experimentar, al paso que la restauracion de las partes orgánicas perdidas es imposible en la mayor parte de casos despues de la primera generacion.

Hay enfermedades caracterizadas por una viciacion tal de la formacion y de la organizacion de la materia animal, que deja de efectuarse en ciertas partes del cuerpo la asimilacion á las moléculas constituyentes de los tejidos, y en razon del predominio de afinidades heterogéneas ya no se engendra otra cosa que lo que los autores han convenido en llamar producciones patológicas; tales son el cáncer y el fungus medular. A la verdad, estas producciones se componen de estructuras homólogas al organismo, es decir, que resultan de células primitivas semejantes á las que constituyen todo el embrión; mas aquí las células, en vez de trasformarse en un tejido apropiado á un órgano determinado, sufren en cierto modo una detencion de desarrollo, y lejos de poder durar, marchan por el contrario hácia una pronta destruccion.

I. RENOVACION DE LA MATERIA.

La vida está acompañada de una renovacion continua de la materia, y lo indica la proporcion entre la necesidad de tomar alimento y las pérdidas sufridas; pero ¿son las partes constituyentes de los humores, ó los mismos materiales de las partes organizadas las que de este modo se renuevan?

A. *Renovacion de la materia en los humores.*

Lo mas natural es admitir desde luego la renovacion de la materia en los humores, y sostener que el cambio diario de muchas libras de alimento contra muchas libras de sustancias descompuestas que se escapan por la traspiracion cutánea, por la respiracion, orina &c., solo se verifica en los humores, ó que al menos hacen aquí poco papel las mismas partes organizadas. En la conservacion de la vida sufren los humores descomposiciones continuas, y por este aspecto se puede comparar el organismo á cualquier otra máquina; por ejemplo, á una máquina de vapor que exige cierta cantidad de combustible para producir el vapor acuoso, al cual debe su poder. Nadie duda que la renovacion de los materiales es mas considerable en los humores que en ninguna otra parte; puede admitirse que la descomposicion de cierta cantidad de estos humores, inseparable del sosten de la vida, exige la espulsion de las materias descompuestas y el influjo de nuevas materias nutritivas.

B. *Renovacion de la materia en las partes orgánicas.*

No hay carácter cierto por el cual pueda conocerse que la materia se renueva pronto en el sistema nervioso: solo sabemos que la edad en que la organizacion y el incremento del cerebro caminan con mas rapidez, es la época de la vida en que el fondo de impresiones que posee la inteligencia tiene menos solidez. Pero el incremento progresivo de un órgano no implica por necesidad una renovacion activa de materiales en las porciones ya organizadas.

Por el contrario, el mayor número de las otras partes del organismo dan signos indudables de un cambio continuo de los materiales que le constituyen. Los mismos huesos que, sin embargo de ser, según parece, lo más estable que encierra la economía animal, no dejan la menor duda en este punto, y prueban que la renovación de la materia no se limita á solo los humores, sino que es un fenómeno que también se extiende á las partes organizadas. Colocáanse aquí, por ejemplo, la formación de células en los huesos; la de los senos frontales y esfenoidales en la infancia; la reabsorción de los huesos sometidos á la presión de un tumor; la de los alvéolos en los viejos; el adelgazamiento del cráneo con la edad, y otros muchos fenómenos análogos. No es posible comprender el agrandamiento de las cavidades de los huesos á proporción que estos crecen, ó en general, el incremento de estos órganos tan sólidos, y los cambios que su forma sufre en las diversas épocas de la vida, sino admitiendo una renovación continua de materia, suponiendo que hay incesantemente sustracción de átomos óseos de ciertos puntos, y justa posición ó aposición de otros átomos en otras partes. Las pruebas de la renovación continua no son tan sensibles en otros puntos del cuerpo; sin embargo, se pueden citar, la descomposición que los hongos experimentan en su superficie, mientras que por otro lado se regeneran sin cesar, la atrofia de ciertas partes bajo el influjo de un hambre prolongada ó de diversas enfermedades crónicas, el incremento, los cambios de forma y la desaparición de los tumores, de las verrugas, y por último, la reaparición, á veces tan pronta, de la gordura, después del enflaquecimiento.

Las partes que son redisueltas deben pasar desde luego á los vasos sanguíneos, ó primeramente á los linfáticos, cuando existen.

Sin embargo, no se puede mirar la reabsorción de la linfa como una simple reintegración en la masa de los humores de moléculas antes organizadas, ni la linfa como el resultado de la sola colicación de los órganos; porque hemos hecho ver que, escepto sus corpúsculos, la linfa es la sangre incolora, una parte de cuyo líquido atraviesa durante el curso de la circulación las paredes de los vasos capilares para ir á las partículas de los órganos y nutrir á estos últimos; y lo superfluo lo toman las redes linfáticas

que toman origen en los intersticios de las moléculas orgánicas. Y así la linfa es en todas partes la misma, y en todas ellas se conduce como la sangre, es decir, como una disolucion de albúmina y de fibrina.

La necesidad de la renovacion de la materia en las partes organizadas se deduce ya de los cambios continuos que sufre la forma de estas últimas. Desde la infancia estan mudando continuamente de forma los órganos, y este cambio no puede verificarse sino por la mutacion incesante de las moléculas orgánicas situadas entre los vasos capilares. Aquí se puede concebir que las partes reabsorbidas vuelven á entrar en la sangre para nutrir de allí á poco otros puntos. Sin embargo, hemos hecho ver que la vida está acompañada de una descomposicion continua de la materia. Toda accion cambia la composicion de las partes actuantes y exige la restauracion de esta composicion, que se efectua poco á poco, á proporcion que llegan nuevos materiales. De consiguiente, parece positivo que las partes organizadas estan sujetas tambien á una descomposicion continua de sus principios constituyentes; descomposicion inseparable de su accion y que hace necesaria la reparacion. Por desgracia pasan allí cosas que no es posible someter á cálculo: no poseemos mas que hechos insignificantes, como la laxitud despues de la accion, la necesidad de un alimento mas abundante y sustancioso despues de un ejercicio violento ó de un trabajo intelectual excesivo, al paso que por otro lado, la permanencia de ciertas materias colorantes introducidas en el tejido de la piel, anuncia que la absorcion y la renovacion no tienen un poder absoluto. Entre estos dos límites, la renovacion de la materia en las partes organicas se manifiesta por fenómenos que no todos tienen el mismo grado de evidencia. Y así por un lado, las verrugas cutáneas desaparecen muchas veces con suma prontitud; los huesos son reabsorbidos con rapidez; las fracturas se curan bastante pronto; un callo informe se reduce poco á poco á otro mas conforme con la configuracion natural de los huesos, con el restablecimiento de la cavidad medular que al principio habia desaparecido; mas por otro, la obstinacion con que persisten las manchas de la córnea, prueba que aquí la renovacion de la materia está en razon directa de la escasez de vasos sanguíneos. Por lo demás, esta renovacion nunca es mas activa que durante la ju-

ventud, y siempre va disminuyendo con la edad (1).

II. COMPOSICION QUIMICA DE LAS PARTES ORGANICAS.

Voy á reunir aquí todo lo que nos enseña la química acerca de la composición de los tejidos, cuya testura solo indicaré en lo posible para facilitar la inteligencia de las consideraciones químicas, y porque no hallará cabida mas natural en otras partes de este Manual. Bajo este último aspecto se podrán consultar los capítulos dedicados á los nervios, á los músculos y á las glándulas. A los lectores que deseen conocer los trabajos mas recientes en el dominio de la histología, les recomiendo tambien las obras de Schwann (2) y de Henle (3).

A. Tejidos de base albuminosa.

Los tejidos de esta clase no dan gelatina, y es poco el cambio que sufren cuando se los somete á la ebullicion; solo el tejido celular que entra en su composición, es el que se disuelve y se reduce á cola. Las modificaciones de las sustancias albuminosas son la albúmina y la fibrina, cuyas propiedades indiqué al hacer la historia de la sangre. La disolucion ácida de estas sustancias se precipita por el cianuro férrico potásico, carácter que las distingue de las que dan gelatina. A esta clase de tejidos pertenecen el cerebro y los nervios, los músculos, las glándulas y las membranas mucosas.

1.^o *Cerebro, medula espinal y nervios.* Las partes constituyentes de los tejidos albuminosos son albúmina y grasa. Los nervios son el resultado de un conjunto de cilindros que contienen una sustancia llamada medula nerviosa (Ehrenberg). Recorre el eje de cada tubo un filamento sólido y delgado (Fontana, Remak). Debe distinguirse la

(1) *Cons. á OUTREPONT, Diss. de perpetua materiei organico-animalis vicissitudine.* Halle, 1798.—REIL's *Archiv.*, t. IV, p. 460.

(2) *Mikroskopische Untersuchungen.* Berlin, 1839.

(3) *Anat. générale*, trad. por A.-J.-L. Jourdan; Paris, 1843, 2 vol. in-8.^o

medula que rodea el filamento central de la membrana delicada que envuelve todo el cilindro nervioso (Schwann). Esta medula llena el espacio comprendido entre la pared interna del tubo nervioso y el filamento central; y es una materia crasa, líquida, que por el enfriamiento del animal adquiere el aspecto de un coágulo (Purkinje). Estas particularidades de estructura, que todavía se miran como dudosas, aun en algunas obras modernas, pueden ponerse en completa evidencia por el uso de medios químicos. Cuando se hacen hervir por algun tiempo en alcohol nervios frescos de pescado ó de rana, que son los mejores para estas especies de experimentos, se halla estraida la medula crasa comprendida entre la membrana del cilindro nervioso y el filamento central, y no queda mas que una sustancia grumosa que nada tiene de grasa; entonces se ve bien limitado el filamento central en el interior del tubo, de cuya cavidad solo ocupa una parte pequeña: se le puede mover en ella, y una vez se presenta tirante, otras mas ó menos arqueado, y en ocasiones en espiral. Se le puede obtener libre rasgando el tubo. Los tejidos albuminosos de los nervios se reducen, pues, al filamento central y al tubo del cilindro nervioso, entre los cuales se encuentra la medula nerviosa ó la grasa. Esta rodea por todos lados al filamento central, que sin disputa es la parte mas importante, y respecto del cual hace el papel de cuerpo aislador: sábese que las grasas estan en el número de los aisladores de la electricidad.

Los materiales constituyentes del cerebro son tambien albúmina y grasa. Cuando despues de haber machacado el cerebro, se le trata por el alcohol ó el éter hirviendo, se obtiene por residuo la albúmina con restos de vasos sanguíneos. La grasa animal se compone de elaina y estearina fosforadas: la primera es un aceite de sabor rancio que exhala el olor de la materia cerebral fresca, y se pudre al aire como otras sustancias animales; el alcohol hirviendo la disuelve en mayor cantidad que el frio. La estearina se compone de escamas blancas y nacaradas, y segun Gmelin y Kuehn contiene dos grasas particulares, una lamínosa y otra pulverulenta; la primera se parece á la colestearina, de la que sin embargo se diferencia en estar fosforada. La grasa cerebral se distingue de otras especies de grasa, porque, segun Vauquelin, no es saponificable por

los álcalis y contiene fósforo (1). El carbon que deja despues de quemada, está efectivamente tan cargado de ácido fosfórico, que no es posible reducirle á cenizas; se le puede hacer combustible lavándole con agua, pero no tarda en apagarse, porque se vuelve ácido; de donde se sigue, que el fósforo contenido en este carbon está como aprisionado en una combinacion no volátil. Vauquelin evalúa la cantidad del fósforo en uno por ciento del cerebro fresco, ó en un tercio del de la grasa cerebral, lo cual juzga inverósimil Berzelius. Las otras partes del cerebro son albúmina y sales (fosfatos y carbonatos alcalinos). El cerebro contiene, segun Vauquelin:

Albúmina.	7,00
Grasa cerebral. { Estearina. 0,70 }	5,23
{ Elaina. . . 4,53 }	
Fósforo.	1,50
Osmazomo.	1,12
Acidos, sales, azufre.	5,15
Agua.	80,00
	100,00

Los elementos térreos y salinos se encuentran aquí en muy corta proporcion: cincuenta granos de cerebro de buey desecado no han dado á John mas que dos de ceniza: cien partes de cerebro desecado contienen, segun Sass y Pfaff, 3,36 de sales fijas, mientras que estas sales suben á 7,5 en la misma cantidad de sustancia muscular seca.

2.^o *Músculos.* Los músculos estan compuestos de manojos de fibras; los manojos primitivos estan reunidos en otros mas gruesos por tejido celular, y estos lo estan á su vez en otros mas voluminosos todavía. Los engrosamientos nudosos de que estan provistas las fibras primitivas en los músculos de la vida animal y en los del corazon, hacen

(1) La grasa de la sangre y la del hígado contienen tambien fósforo, segun Chevreul y Braconnot.

que los manojos de estas fibras presenten arrugas trasversales mas ó menos regulares. Los manojos primarios tienen una cubierta enquistada, que hace mucho he observado en los músculos de los insectos, y que tambien se pueden percibir en otros animales cuando favorecen las circunstancias. Además, los manojos estan rodeados mas ó menos regularmente de fibras trasversales particulares que Henle ha descubierto, no solamente aquí, sino tambien en los manojos de fibras del tejido celular, y que en nada contribuyen al fenómeno de la estriacion trasversal: se las distingue despues de haber tratado por el ácido acético los manojos de tejido celular ó de fibras musculares: el ácido esponja entre sus revueltas los manojos que envuelven, y no ejerce la menor accion sobre las mismas fibras de cubierta que se asemejan á las fibras elásticas.

La sustancia de las fibras musculares es la fibrina (1). Sometida á una ebullicion prolongada, la carne muscular se endurece y da un caldo incoloro que forma una jalea por el enfriamiento; fenómeno debido á la gelatina, en la cual, segun Berzelius, se trasforma el tejido celular por la accion del agua hirviendo. La sustancia muscular se conduce lo mismo que la fibrina con los ácidos y los álcalis. Cuando se la esprime con fuerza, despues haberla picado, deja fluir un líquido rojo y ácido, el cual contiene albúmina y cruorina, ácido láctico, sales solubles en el alcohol (lactatos potásico, sódico, cálcico y magnésico; vestigios de lactato amónico, cloruro potásico y sódico); sales insolubles en este menstruo (fosfato sódico y cálcico), osmazomo, que Berzelius mira como una mezcla de muchas sustancias; finalmente, un extracto acuoso que tambien contiene muchas sustancias, entre otras la zomidina, que tiene el gusto del caldo. La carne, tratada por el ácido sulfúrico concentrado, produce una sustancia llamada *leucina*, que igualmente tiene el sabor del caldo. Berzelius y Braconnot han analizado la carne muscular del buey, y han obtenido cada uno de por sí el siguiente resultado:

(1) V. á FELLEBERG y VALENTIN (en MULLER's *Archiv.* 1841, p. 542), sobre las diferencias de la composicion elemental entre la fibrina de la sangre y la sustancia muscular, y sobre la mayor proporcion de agua en la primera.

	<u>Berzelius. Braconnot.</u>	
Fibra carnosa, vasos, nervios.	15,8	} 17,70 18,18
Tejido celular reducido á cola por la coccion.	1,9	
Albúmina soluble y fibrina.	2,20	2,70
Estracto alcohólico con sales.	1,80	1,94
Estracto acuoso con sales.	1,05	0,15
Fosfato cálcico que contiene albúmina.	0,80	
Agua (y pérdida).	77,17	77,03
	100,00	100,00

3.^o *Glándulas.* La sustancia propia de las glándulas, tanto de las que segregan como de las que no tienen conducto escretor, consiste en un cuerpo albuminoso.

Los riñones y el hígado han sido sometidos á la análisis química. Braconnot redujo á papilla la sustancia del hígado de buey, le añadió agua é hizo disolver la mayor parte. El líquido lactescente se coagula cuando se le calienta; y el aceite de trementina separa del coágulo un aceite craso, que despues de la volatilizacion de la esencia es de un moreno rojo y medio concreto; su sabor y olor se asemejan al del hígado de buey; no tiene propiedades ácidas, y por consiguiente no existia en estado de jabon en el órgano, pero se saponificaba por la accion de la sosa cáustica, sin que se desprendiese amoníaco. Esta grasa contiene, sin embargo, fósforo, y cuando se la quema da el mismo resultado que la del cerebro. La disolucion en que la albúmina se habia precipitado por el calor, enrojecia el papel de tornasol, y al parecer contenia una sustancia algo diferente del osmazomo.

Cien partes de sustancia propiamente tal de hígado contenian:

Agua.	68,64
Albúmina.	20,19
Materia un poco azoada, muy soluble en el agua y poco soluble en el alcohol.	6,07
Grasa hepática.	3,89
Cloruro potásico.	0,64
Cal ferrífera.	0,47
Sal potásica de ácido combustibile.	0,10
	100,00

Analizando el hígado humano, Frommherz y Gugert, han encontrado tambien caseina y tialina. Vauquelin ha hallado en el hígado de las rayas un aceite que constituia mas de la mitad de su peso.

Berzelius ha analizado los riñones del caballo. La masa machacada se redujo casi del todo á un líquido lactescente cuando se la trató por el agua. La poca masa fibrosa que restó se componia probablemente de vasos sanguíneos: el líquido se coaguló por el calor, y el coágulo contenia mucha grasa, y estaba formado de albúmina. El líquido en que se habia producido contenia ácido láctico libre y una materia animal que, despues de la evaporacion, era soluble, parte en el alcohol (osmazomo), y parte en el agua.

4.^o *Membranas mucosas.* Estan compuestas de una red de fibras sobre la cual se estiende una capa de células epiteliales y un gran número de folículos mucosos esparcidos. Vistas por el aspecto químico, parecen enteramente distintas del tejido de la piel; y en efecto, segun Berzelius, no dan cola por la coccion; son del todo insolubles en el agua: la ebullicion, aunque sea prolongada, solo las endurece y hace quebradizas. En vista de esto, su base parece pertenecer á las materias albuminosas. Pregúntase, sin embargo, si se han prolongado lo suficiente los esperimentos cuyo objeto era demostrar si daban ó no cola; para poder contar con el resultado, es preciso que la ebullicion continúe por muchos dias.

B. Tejidos que dan gelatina.

Colócanse aquí los tejidos celular, seroso y tendinoso, la piel, el tejido contractil reducible á cola, y los tejidos cartilaginoso, óseo y elástico. Su base animal se reduce enteramente á cola, ó al menos suministra mas ó menos cantidad por una ebullicion prolongada. Pocas horas bastan para que el tejido celular, el seroso y los huesos den de este modo gelatina: otros, como los cartílagos y la piel, exigen de quince á diez y ocho horas de coccion; finalmente, para algunos, como el tejido elástico, se necesita una ebullicion de muchos dias, y aun con esto se obtiene poca cola. La disolucion ácida de la mayor parte de estos tejidos no se precipita por el cianuro férrico-potásico.

1.^o *Tejido celular.* Se compone de manojos de fibras

entrelazadas que dejan entre sí varios espacios: dichos manojos resultan de la reunion de fibras transparentes, paralelas, cuyo diámetro es 0,0007 de línea inglesa. Las fibras primitivas estan limitadas por líneas perfectamente rectas, y se hacen notar por su forma enroscada remejante á la de los cabellos rizados. Este tejido se reduce completamente á cola por la ebullicion.

2.^o El *tejido contractil del dartos* se parece en un todo al celular cuando se le examina con el microscopio; pero es de un rojo pálido, y sus manojos de fibras forman menos mallas y se dirigen mas en el mismo sentido. La coccion le reduce enteramente á cola. La disolucion ácida del dartos, del tejido celular sub-cutáneo y de las tunicas de los vasos, da un precipitado por el cianuro férrico-potásico (Retzius), lo cual indica una diferencia entre el tejido contractil y el celular comun.

3.^o *Tejido de las membranas serosas.* Se compone igualmente de fibras entrelazadas que dejan entre sí pocos espacios, y cuyos manojos estan muy aproximados unos á otros.

4.^o *Tejido tendinoso ó fibroso.* Está compuesto de fibras reunidas en manojos sin mallas, y que unas veces son paralelas y otras cruzadas. Sus fibras primitivas se parecen á las del tejido celular en su forma y volúmen. Las masas considerables ó las membranas de este tejido tienen un aspecto satinado; los manojos demuestran tambien puntos claros y oscuros por la disposicion honduosa de las fibras. Tres horas de ebullicion bastan para que el tejido tendinoso dé mucha cola.

5.^o *Piel.* La base de la piel, en la cual estan implantados órganos diversos, como folículos pilosos y sebáceos, y glándulas sudoríferas, es un tejido de fibras entrelazadas. La superficie de esta membrana forma elevaciones pequeñas llamadas *papilas*, que cubren la red de Malpigio y el epidermis. Este último pertenece á las formaciones córneas de que hablaremos mas adelante. Sometida la piel á una ebullicion prolongada (por espacio de veinte horas), se reduce á cola toda ella ó en su mayor parte. El arte del curtidor estriba en la propiedad que tiene la gelatina de producir con el tanino una combinacion que resiste á la putrefaccion.

La sustancia que se obtiene de todos estos tejidos es la gelatina ó cola que da un precipitado por el tanino, cloro, cloruro mercúrico y alcohol; pero el alumbre, ácido acéti-

co, acetato de plomo y sulfato aluminico no le precipita. La gelatina precipitada por el alcohol se vuelve á disolver en el agua caliente. La especie particular de cola que he descrito con el nombre de *condrina* y que se estrae de los cartilagos permanentes, tiene muchos puntos de semejanza con la cola ordinaria, pero tambien se diferencia bajo otros aspectos. El alumbre, el sulfato aluminico, el ácido acético y el acetato plómbico, la precipitan; y el precipitado que da por el alumbre se vuelve á disolver por un exceso de reactivo; pero un exceso de ácido acético vuelve á disolver el que este ácido ha producido. A la verdad la caseina es precipitada tambien por los mismos reactivos que la condrina; pero se diferencia de esta en que no tiene la propiedad de formar gelatina, y por el modo de conducirse con el cianuro férrico-potásico, el alumbre y el ácido acético. El precipitado de caseina y de alumbre no se redisuelven por un exceso de alumbre, mientras que el producido por el ácido acético es soluble en un exceso de ácido.

6.º *Cartilagos* (1). Se dividen en cuatro clases:

a. *Cartilagos provistos de corpúsculos cartilaginosos*. Los cartilagos permanentes y el de los huesos antes de su osificación estan compuestos de una sustancia trasparente, turbia, indistintamente fibrosa, en la cual se hallan esparcidos varios corpúsculos microscópicos semejantes á vesículas pequeñas, y que son los corpúsculos cartilaginosos, cuyo descubrimiento se debe á Purkinje. Estos corpúsculos son células con núcleo, que á veces contienen otras células con núcleos mas pequeños. Las células son lo que hay de primitivo en el cartilago; y mas tarde se produce la sustancia intermedia (Schwann). He notado que todos los cartilagos de esta clase dan condrina por la coccion, y que ninguno de ellos suministra cola ordinaria. Tales son los cartilagos costales, los de la laringe y de la traquearteria, de la nariz y

(1) *V.* sobre la estructura de los cartilagos á PURKINJE y DEUTSCH, *De penitiori ossium structura*. Breslau, 1834.—ARNALD, en TIEDEMANN'S *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V, p. 2.—MIESCHER, *De inflammatione ossium eorumque anatomia generali*. Berlin, 1836.—J. MULLER'S, en POGGENDORFF *Annalen*, t. XXXVIII.—PURKINJE y MECKAUBER, *de penitiori cartilaginum structura*. Breslau, 1836.

de la trompa de Eustaquio, el cartilago de los huesos antes de la osificacion y los cartilagos articulares.

b. *Tejido de la córnea.* La córnea está compuesta de cuatro capas: la esterna adquiere instantáneamente un blanco de nieve en el agua caliente; es un epithelium que se continúa con el de la conjuntiva, el cual, sin embargo no se conduce lo mismo con el agua caliente. Por lo tanto, las células constituyentes del epithelium debe presentar en la córnea algo de particular, bien sea en su disposicion ó bien en su contenido. La sustancia de la córnea está formada de manojos entrecruzados de fibras claras sin células cartilaginosas (1). He observado que se reduce enteramente á condrina, y por esta razon es un fibro-cartilago trasparente. La tercera capa constituye una membrana anhistá, delgada, pero muy sólida, llamada de Descemet, y que se consigue desprender fácilmente por la maceracion en agua fria. Los ácidos y el alcohol no la enturbian, al paso que producen este efecto en la córnea. En la superficie interna se encuentra una capa de células epiteliales (2).

c. *Cartilagos esponjosos.* Han sido descubiertos por Miescher; y se colocan en esta clase los cartilagos amarillentos del pabellon del oido, la epiglottis y los cartilagos de Santorini y de Wrisberg. Estos cartilagos son amarillos, esponjosos de trecho en trecho y celulosos; la sustancia intercelular, manifiestamente fibrosa, es mucho menos abundante que en los cartilagos de la categoría anterior; al cabo de muchos dias de ebullicion solo dan una cantidad muy pequeña de un extracto que no toma la forma de jalea, y cuyas propiedades químicas se parecen á las de la condrina, mientras que para los otros cartilagos que contienen condrina bastan quince ó veinte horas para que den una jalea de esta sustancia. Henle compara estos cartilagos ligamentosos de los que sin embargo se diferencian por su estructura microscópica.

d. *Cartilagos ligamentosos.* Colócanse aquí los cartilagos intervertebrales y las sínfisis. En esta formacion, que se asemeja al tejido ligamentoso por su aspecto, las fibras constituyen la masa principal, y las capas de las fibras se

(1) VALENTIN, *Repertorium*, 1836.

(2) HENLE, *Anat. génér.*, t. I, p. 342.

distinguen ya en el corte; las células son raras ó faltan enteramente. En la época de la publicacion de las ediciones anteriores de mi Manual, no habia examinado entre estos cartilagos mas que aquellos á quienes se da el nombre de interarticulares, en la rodilla, y como de ellos habia obtenido cola pero no condrina, me habia fundado en esto para admitir que todos los fibro cartilagos análogos, es decir los ligamentos intervertebrales y las sínfisis, se diferencian de los verdaderos cartilagos y fibro-cartilagos (córnea) que suministran condrina. Henle considera á los ligamentos intervertebrales, las sincondrosis y los cartilagos interarticulares de las articulaciones tèmpero-maxilar y esterno-clavicular como fibro-cartilagos, al paso que pretende que los cartilagos interarticulares de la rodilla son tejido celular comun, de manera que las reacciones químicas de estos últimos no serian en este caso aplicables á los otros fibro-cartilagos. Si los cartilagos interarticulares perteneciesen realmente á dos clases de tejidos enteramente distintas, sería una cosa rara, contra cuya adopcion se levantan las ideas de unidad que necesita nuestro entendimiento. Para aclarar este asunto, he sometido á nuevo exámen químico los fibro-cartilagos en cuestion y he aquí los resultados obtenidos. Los ligamentos intervertebrales, y los cartilagos intermedios de la articulacion esterno-clavicular dan indudablemente condrina despues de una ebullicion prolongada, de manera que por este aspecto es fundada la opinion de Henle; sin embargo, en un eperimento practicado despues, he hallado que los cartilagos interarticulares de la rodilla se conducian del mismo modo. Estos cartilagos son mucho mas dificiles de disolverse, y es probable que la primera vez no los hiciese cocer lo suficiente. La última vez he notado que despues de una coccion de treinta horas estaban muy poco disueltos y no formaban todavía jalea; pero la porcion disuelta se conducia bajo todos aspectos como una disolucion de condrina. Todos los eperimentos han sido practicados en fibro-cartilagos de hombres adultos; de lo cual puede deducirse con seguridad que todos los cartilagos interarticulares se comportan como los ligamentos intervertebrales (y las otras sínfisis), y que pertenecen á la misma formacion de cartilagos, á los fibro-cartilagos ligamentosos. Todavía no ha sido sometido á la análisis química el cartilago tarso de los párpados; pero probablemente pertenece tambien á la misma categoría.

Los cartílagos de los pescados cartilagosos no se diferencian esencialmente de los de los otros animales; al menos así lo indican mis experimentos. Despues de muchos dias de coccion se reducen á una cola que no forma jalea, pero que se acerca mucho á la condrina.

En los animales invertebrados, la materia á que se da el nombre de cartilago se diferencia químicamente del cartílagos; es absolutamente insoluble en el agua caliente, aun despues de la ebullicion mas prolongada.

Una análisis de Frommherz y Gugert no indican cuáles son las sustancias minerales que entran en la composicion de los cartílagos. Segun Gugert, 100 partes de ceniza de los cartílagos costales de un hombre de veinte años, que sin embargo no habian sido quemados lo bastante para destruir completamente el carbon, contenian:

Carbonato sódico.	35,06
Sulfato sódico.	24,24
Cloruro sódico.	8,23
Fosfato sódico.	0,92
Sulfato potásico.	1,20
Carbonato cálcico.	18,37
Fosfato cálcico.	4,05
Fosfato magnésico.	6,90
Oxido férrico y pérdida.	0,99

En una mujer de sesenta y seis años, las sales solubles fueron menos abundantes y la cantidad del fosfato cálcico escedió á la del carbonato cálcico.

Los cartílagos contienen los dos tercios de su peso de agua.

7.^o *Huesos.* Los huesos, tratados por el ácido clorhídrico dilatado, dejan su cartilago, mientras que el ácido disuelve las sales cálcicas. Todo el cartilago se convierte en cola cuando se le somete á la ebullicion. En los animales superiores la tierra de los huesos se compone en su mayor parte de fosfato y de carbonato cálcicos con una corta cantidad de fosfato magnésico y de fluoruro cálcico. El fosfato calcáreo de los huesos es básico, y representa una combinacion particular que, por otra parte, siempre se obtiene cuando se precipita el fosfato cálcico por un exceso de amoníaco. En la orina el fosfato cálcico es ácido y está disuelto, y parece que en

la osteo-malacia tiene la orina mas cantidad de esta sal en disolucion.

He aquí los resultados de la análisis de los huesos de hombre y de buey por Berzelius.

	Hombre.	Buey.
Cartilago completamente soluble en el agua.	32,17	} 33,20
Vasos.	1,13	
Fosfato calcáreo básico.....	51,04	55,45
Carbonato cálcico.....	11,30	3,85
Fluoruro cálcico.	2,00	2,90
Fosfato magnésico.	1,16	2,05
Sosa, con muy poco cloruro sódico.....	1,20	2,45
	100,00	100,00

Segun Schreger, la proporcion de los principios constituyentes térreos de los huesos es la mitad en el niño, cuatro quintos en el adulto y siete octavos en el viejo (1).

Un hecho que prueba que el fosfato cálcico existe como tal en los huesos, es la afinidad que tiene la rubia con los huesos de los animales vivos, pues les presta su color rojo.

El cartilago de los huesos tiene en general la misma estructura que los cartilagos permanentes, y antes de la osificación tiene con ellos la mayor semejanza. Cuando se hace macerar por mucho tiempo en ácidos dilatados un cartilago que ha sido despojado de su cal, se divide en capas separables unas de otras como las tunicas de una cebolla. Estas capas se pueden distinguir hasta en el cartilago fresco; siguen la direccion de las superficies en los huesos planos, y son concéntricas en los huesos cilíndricos; hay demás capas concéntricas secundarias, cuyos sistemas estan abrazados por las capas concéntricas en la superficie de los huesos cilíndricos. En el centro de las capas secundarias, se encuentran los conductitos óseos que contienen grasa y vasos, y que en cualquier parte se perciben en los cortes trasversales de los huesos. Dichos conductitos son en pequeño lo que en grande es la cavidad medular de los huesos cilíndricos. Afectan una direccion longitudinal en estos últimos

(1) V. sobre los huesos enfermos á BOSTOCK, *Med. chir. trans.*, vol. IV.

y se anastomosan entre sí; en los huesos esponjosos estan reemplazados por las células medulares y adiposas. Entre los detalles de la estructura delicada de los huesos, hay muchos que no se pueden distinguir en el mismo cartilago, y se perciben muy bien en láminas óseas pulimentadas. Cuando se examinan láminas de esta especie con el microscopio, se descubren cuerpecillos ovales de la misma forma que los del cartilago, y que se denominan corpúsculos óseos, de cada uno de los cuales parten á manera de rayos varios conductitos muy finos, algunos de los cuales estan un poco ramificados. El diámetro de estos conductitos radiados es de 0,0002 á 0,0003 de línea: parecen oscuros á la luz transmitida como los cuerpecillos óseos, al paso que la sustancia interpuesta entre ellos y los corpúsculos es del todo trasparente en las láminas que tienen poco grosor. A la luz incidente los corpúsculos y conductitos parecen blancos; y despues de tratarlos por los ácidos, se vuelven enteramente transparentes. Por lo demás, las sales calcáreas estan contenidas en su mayor parte en la masa intermedia trasparente, que constituye la parte principal del hueso. Convéncese uno de esto, haciendo hervir las láminas óseas con potasa, la cual disuelve la totalidad ó la mayor parte del cartilago, quedando blancas las sales calcáreas y conservando las figuras radiadas. Ignórase aun si las sales calcáreas estan combinadas químicamente con esta parte del hueso ó si han sido depositadas simplemente en los intersticios de las moléculas.

La parte animal del hueso ó su cartilago está compuesta de cola. Un hecho notable, deducido de mis observaciones, es que la gelatina del cartilago del hueso, es condrina antes y cola ordinaria despues de la osificación. Aunque se osifiquen algunos cartilagos permanentes, como á veces sucede con los de la laringe, la porcion osificada contiene cola ordinaria en lugar de condrina. Los huesos atacados de reblandecimiento no dan mas cola que otros por la ebullicion, y contienen una cantidad extraordinaria de grasa.

El esqueleto cartilaginoso de las lijas y de las rayas, tiene una costra osificada, que se compone de chapitas ó columnitas óseas aplicadas unas á otras á manera de mosaico.

Los huesos cutáneos de los animales, no deben confundirse con las producciones córneas que se desarrollan en la piel. Los de los tatos, tortugas, esturiones &c., como los broqueles óseos de los cocodrilos y las escamas óseas de los

sorianos, estan organizados como los otros huesos, al paso que el casco está desprovisto de vasos. Por encima del hueso cutáneo organizado, hay todavía casco, por ejemplo, el epidermis en los broqueles de los tatos, los de los cocodrilos y las escamas de los sorianos ó la escama en la concha de las tortugas.

8.^o *Tejido elástico.* Este tejido es amarillento, y tiene de particular que sus fibras no solo son muy desiguales entre sí respecto al volúmen, sino que tambien se anastomosan unas con otras, de lo cual no suministra ejemplo ninguna otra especie de fibras. Tal es la disposicion del tejido elástico en todas partes, en la túnica media de las arterias, en las fibras elásticas de la traquearteria, en los ligamentos de la laringe, en los ligamentos amarillos de la columna vertebral, en el ligamento cervical de los animales, en la membrana volitante de las aves, de los murciélagos y de los sorianos aptos para volar, en el saco gular del pelicano en el ligamento elástico del cuello del avestruz, de los ánades y de los gansos, en los ligamentos elásticos de las falanges inguinales de los gatos, y en la almohadilla elástica de las plantas de los pies del elefante. Sin embargo, estas fibras elásticas anastomosadas son reemplazadas en la túnica media de las arterias de los ciclostomos por haces fibrosos amarillos, compuestos únicamente de fibras paralelas espirales y perfectamente homogéneas, como los filamentos del tejido celular no elástico de la túnica esterna de las arterias.

El tejido elástico conserva su elasticidad, por mucho tiempo que se le tenga metido en alcohol y aun cuando se le haga hervir por muchos dias. Con muchísima dificultad da un poco de cola por la ebullicion, y esto solo al cabo de muchos dias; pero esta cola es particular, y por consiguiente no puede provenir del tejido celular que hay en las partes elásticas. Se parece mucho á la condrina, pero no tiene con ella una semejanza perfecta. El ácido acético y el acetato plúmbico la enturbian fuertemente; el alumbre y el sulfato alumínico la precipitan; pero el sulfato férrico, no da precipitado alguno, y solamente la vuelve opalina (1).

(1) V. EULEMBERG, *De tela elástica*. Berlin, 1836. — MULLER, en *POGGENDORFF'S Annalen*, t. XXXVIII.

Influencia de los nervios.

Las parálisis de los nervios y de la medula espinal no ejercen comunmente influencia alguna en la nutrición; pero en muchos casos se atrofian y ponen flácidas las partes paralizadas, y lo que mas que todo da testimonio del papel que la acción nerviosa desempeña en la nutrición, es que la gangrena se apodera fácilmente de estas partes cuando son invadidas de dicho mal. Schroeder van der Kolk ha observado que la conversión de la sustancia muscular en grasa y la osificación de las arterias sobreviene con frecuencia en los miembros atacados de parálisis.

En el embrión, la nutrición es del todo independiente del cerebro, puesto que los monstruos acéfalos, por ejemplo, nacen perfectamente nutridos. Háse notado por otra parte que en general la falta de ciertos nervios traía consigo la del órgano correspondiente y vice versa (1). Varios monstruos que no tenían mas que un miembro, han ofrecido sin embargo un engrosamiento de masa nerviosa de donde partían los nervios del miembro y que se podían considerar como un rudimento de la medula espinal.

Las metamorfosis de los insectos y de los reptiles es una prueba mas para convencerse de que los órganos y los nervios dependen recíprocamente los unos de los otros con respecto á su existencia. En el momento de la transformación, el sistema nervioso de los insectos, toma una disposición relativa á la que han de tener los órganos futuros; en la oruga los nudos del cordón nervioso son casi semejantes los unos á los otros, como los segmentos del cuerpo; pero cuando se desarrollan alas y patas, muchos de ellos se confunden en masas mas voluminosas correspondientes á los puntos que han adquirido nuevos órganos (2). En la metamorfosis de los renacuajos, la estremidad de la medula espinal desaparece con la cola, al paso que con los miem-

(1) TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. I, p. 76.—MAYER, *ibid.*, t. II, p. 41.

(2) HEROLD, *Entwicklungsgeschichte des Schmetterlings*. Cassel, 1815.

bros se forman los nervios que les estan destinados.

Empero no se debe dar á esta relacion mutua una interpretacion tal que se llegue á creer que la produccion de los órganos depende de la preexistencia de los nervios. Unos y otros son engendrados por una sola y misma fuerza en la sustancia prolígera; en cuyo seno reposa y duerme en cierto modo toda la fuerza organizadora. Lo mismo sucede en el adulto, aunque en menor grado, cuando una parte cualquiera, un hueso por ejemplo, llega á regenerarse, y no puede decirse aquí que el fenómeno depende de los nervios, puesto que no se conocen estos en los huesos.

De consiguiente, debe considerarse la nutricion en vista de su causa primaria como enteramente independiente de la influencia nerviosa; es el resultado de una fuerza inherente á todas las moléculas animales vivas, una accion producida por las moléculas plásticas primarias, es decir, por las células, y que se manifiesta en los mismos nervios. La influencia que estos últimos ejercen en la nutricion de las partes, mas bien se parece al regulador de un reloj que en sí mismo lleva la causa de su marcha. Las modificaciones que sobrevengan en el sistema nervioso pueden acelerar, activar y debilitar la marcha de la nutricion; y en esto es en lo que tambien consiste la verdadera relacion entre este sistema y las secreciones.

Tenemos algunos experimentos que ponen en claro la influencia que los nervios tienen en las acciones de que son asiento los vasos mas pequeños. Magendie ha visto que varios vomitivos inyectados en las venas provocaban la inflamacion de los pulmones y del estómago, pero en un grado mucho menor cuando previamente habian sido cortados los nervios del par vago. Ha observado tambien que despues de la seccion del trigémino, las irritaciones vivas del globo del ojo no producian oftalmía, pero que al cabo de algunos dias se establecia una con exudacion en el interior del órgano, aunque este no habia sido irritado. (1) Dupuy ha visto sobrevenir una oftalmía despues de la estirpacion del ganglio cervical superior, y Mayer ha hecho la misma observacion de la ligadura del gran simpático (2). Schroe-

(1) *Journ. de physiol.*, t. IV, p. 176, 304.

(2) GRÆFE y WALTHER, *Journ.*, t. X, p. 3.

der van der Kolk, cortó el nervio ciático y el crural de una de las patas de un perro, y en seguida hizo una herida en las dos patas: al dia siguiente la herida de la pata paralizada, estaba mas seca que la de la otra; durante tres semanas, esta última manifestó fenómenos inflamatorios mucho mas intensos, sobrevino supuracion y se desarrollaron mamelones carnosos, mientras que en el lado paralizado, la herida se presentaba pálida; apenas se inflamó y dejó fluir una materia blanca que formó costra al desecarse (1). Despues de la seccion del nervio ciático en los conejos, he observado que el animal se apoyaba en el talon de la pata paralizada, en donde se produjo una escara. Igualmente se deben referir aquí los cambios repentinos que experimentan las heridas á consecuencia de las afecciones morales, que con frecuencia les hacen tomar en muy poco tiempo un mal carácter, como atestiguan Vering y Langenbeck (2).

CAPITULO II.

DEL INCREMENTO.

El incremento de los seres organizados sigue en gran parte las leyes que han presidido á su primera formacion. Sus primeros elementos son células; las moléculas de los tejidos que se encuentran mas tarde todavía, ó son células mas numerosas, ó elementos que se han formado de células. Así que, todo incremento se reduce á una formacion de nuevas células y á un engrosamiento de las formas que han producido estas células. Ya he dicho en el Prólogo cómo se efectua en el citoblastemo la formacion primaria de las células, segun las observaciones de Schwann, y qué papel desempeña en su concepto el núcleo futuro de la célula ó el citoblasto. La esposicion detallada de esta teoria debe remitirse al capítulo en que se trate de la historia del desarrollo: sin embargo, no puedo dispensarme de dar á conocer aquí los resultados mas generales.

Hay algunos tejidos en que las células continuan siempre siendo los elementos de la forma, ó bien se desarrolla

(1) *Observ. anat. pathol.*, 1826, p. 14.

(2) *V. á SCHROEDER, loc. cit.*, p. 28.

solo entre ellas una sustancia intercelular; tales son los verdaderos cartilagos. El incremento consiste aquí en una formacion de nuevas células en el interior de las que ya existian y en un aumento de la sustancia intercelular. Por otro lado, las células vegetan, se prolongan y dan de este modo origen á filamentos que siempre van en aumento: así es como se producen y crecen los filamentos del tejido celular, sucediendo lo mismo en todos los puntos del organismo adulto en que se forma sistema celular. Aquí, aun en el adulto, tenemos fibras que son los equivalentes de células aisladas. El incremento consiste en que de los filamentos nerviosos nacen células y se alargan las que ya existian.

Por el contrario, los filamentos musculares, los filamentos nerviosos y los vasos capilares, se deben considerar como los equivalentes de muchas células unidas entre sí, porque resultan de la fusion de una serie de células cuya reunion produce tubos. De este modo se deben interpretar las observaciones de Valentin (1), á quien debemos las primeras investigaciones sobre este fenómeno. Los músculos, segun él, estan compuestos al principio en el embrión de glóbulos que despues desaparecen, de manera que un filamento que tiene la figura de un rosario, es reemplazado por otro perfectamente cilindrico. Estos cilindros se dividen en otros todavía mas delgados, que son las fibras musculares primitivas. Segun las observaciones de Schwann, los glóbulos dispuestos en fila unos á continuacion de otros, son células provistas de núcleos, como de ordinario. De la fusion de estas células resulta un tubo en cuya pared estan implantados los núcleos, y cuyo interior está ocupado por el contenido de las células que da origen á las fibras musculares propiamente dichas. Y así la coagulacion de las células no produce mas que los manojos musculares primitivos que son equivalentes á células numerosas ó á células secundarias. El incremento de los músculos debe pues, resultar de una formacion de nuevos manojos primitivos, de la prolongacion de los que ya existen y de la multiplicacion de las fibras primitivas. Los manojos de estos últimos estan rodeados además, aun en el adulto, de una cubierta anhistá; lo cual habia yo visto en las fibras musculares de los in-

(1) *Historia evolutionis syst. musc. prolesio*. Breslau, 1832.

sectos mucho antes de que se pensase en interpretar el hecho. Schwann pretende que se forman en la matriz nuevos manojos musculares durante el embarazo, de suerte que se los puede observar en todos los periodos de su desarrollo.

Los tubos nerviosos se forman por fusion de células nerviosas, é igualmente es así como sin duda se verifica despues de la seccion de los nervios la conversion de la sustancia de la cicatriz en filetes nerviosos.

La formacion de vasos sanguíneos nuevos en el adulto parece efectuarse del mismo modo que la que se verifica en el feto, en la capa germinativa de la yema del huevo, el blastodermo, por dentro de lo que se llama el *area vascularosa*. El citoblastemo que aquí suministra es la sangre, en la cual cuando llega á esparcirse y á solidificarse en la superficie de los órganos por efecto de una enfermedad, se ven desarrollarse en poco tiempo vasos nuevos que entran en relacion con los antiguos. Dœllinger ha observado la formacion de vasos nuevos en la cola de los pescados jóvenes; ha visto que el asa primitiva simple por la cual se verificaba el paso de la arteria á la vena era reemplazada por nuevas asas cada vez mas numerosas (1). Aun no se sabia en esta época que la sustancia en que se producen nuevas corrientes es un compuesto de células.

Los vasos capilares no toman parte en la nutricion sino en cuanto suministran la materia necesaria para formar los elementos de los tejidos. Cuando se considera cuán pequeños son comparativamente á los vasos capilares los elementos de los tejidos, las fibras musculares, las del tejido celular, &c., cuando se recuerda tambien que en los insectos el sistema vascular es muy sencillo y no comprende mas que un corto número de corrientes ramificadas, se ve uno precisado á renunciar á la hipótesis limitada y mecánica, segun la cual los capilares no estan encargados únicamente de llevar el líquido alimenticio, sino que además desempeñan uno de los principales papeles en la nutricion y la formacion de los elementos de los tejidos. Ténase solo presente que con el microscopio se descubren en el polvo, de que estan cubiertas las alas de los lepidópte-

(1) Cons. á MEYEN, *Isis*, 1828.

ros, configuraciones que no pueden hacerse visibles sino por los anteojos de mas aumento, y que sin embargo la circulacion es sumamente sencilla en estos animales. La formacion de las moléculas elementales de los tejidos se verifica en la sangre que, atraida por estos últimos viene á bañarlos despues de haber atravesado las paredes vasculares, y los hechos citados prueban que esta organizacion puede efectuarse en la sustancia plástica á gran distancia de la influencia de los vasos. La sangre tiende por sí misma á organizarse. Tal como trasuda en la inflamacion y en la matriz despues de la concepcion, es al principio homogénea, pero si se la examina un poco mas tarde se ven ya en ella vestigios sensibles de una formacion de fibras. En la nutricion esta tendencia recibe una direccion determinada por las partes elementales ya existentes de los tejidos, y por la fuerza organizadora aun subsistente, fuerza que habia producido la fenomenalizacion ó la manifestacion real de los elementos, contenidos virtualmente en el gérmen, y que fija en sus productos, en el adulto, no por eso deja de continuar empleando su accion.

Segun que los tejidos estan provistos ó no de vasos, el citoblastemo, necesario á la formacion de las células, es decir la sangre, les llega á todos los puntos de su interior ó bien la reciben solo en su superficie, tomándola entonces de las partes mas inmediatas que poseen vasos. En el primer caso las moléculas que constituyen los tejidos de un órgano vegetan á través de toda la masa de este último, y el órgano crece en todos sentidos, por decirlo así, de dentro afuera; en el segundo, la vegetacion no puede verificarse mas que en la inmediacion de la capa rica en vasos, y no puede crecer el tejido sino en cuanto se produce á espensas del citoblastemo, de las capas de moléculas organizadas ó de células. Al primer modo se le puede llamar incremento por intususcepcion y al segundo, incremento por yusta-posicion ó aposicion.

Incremento por instususcepcion.

Todos los tejidos recorridos por vasos sanguíneos crecen de este modo. Ya queda probado que muchas partes que se creian desprovistas de vasos sanguíneos, tienen en realidad algunos, como la córnea, los cartilagos y la cápsu-

la del cristalino. El citoblastemo es suministrado á las células vegetativas del cartilago no solo por los vasos del periosio, como creia Schwann, sino tambien por los que penetran, aunque en muy corto número en el interior del cartilago.

Por lo demás, la existencia de los vasos sanguíneos en un cartilago no escluye la posibilidad de que este crezca mas por ciertas superficies. Lejos de esto, vemos verificarse este fenómeno precisamente en los huesos. Estos órganos cambian con efecto en todo su grosor durante el incremento, pero crecen especialmente en la superficie y en las estremidades, puntos en que nacen y se osifican nuevas capas de cartilago; pero mientras que así crecen en la superficie, su interior es reabsorbido para dar lugar á la cavidad medular (1). Segun Duhamel, un anillo que se fije al rededor de un hueso cilíndrico en un animal jóven, al cabo de algun tiempo llega á abrazar, no ya al hueso, sino á la medula. Si se clavan algunos alfileres en el cuerpo de un hueso cilíndrico en un animal de poca edad, se introducen poco, segun los esperimentos de Hunter, cuando ocupan el centro de la diáfisis, y por el contrario mucho si se han fijado en las estremidades. Por lo demás, los huesos sufren cambios hasta la edad mas avanzada; por ejemplo los del cráneo continuan siempre adelgazándose por la desaparicion parcial de su díploe.

La rubia, que tiene afinidad química con el fosfato de cal, y que cuando se ha ingerido con los alimentos, no da color rojo mas que á los huesos y á los dientes, comunica este tinte á todo el tejido de los huesos. Un dia basta, segun Morand y Gibson, para poner rojos de parte á parte los huesos de un pichon de poco tiempo, al paso que en los que tienen mas edad no se ponen rojos sino al cabo de quince dias. Duhamel ha encontrado capas alternativamente rojas y blancas cuando alternativamente daba á los animales rubia y dejaba de darla; mientras la administraba, la capa exterior era roja; y se cubria de una capa blanca cuando la suprimia; de lo cual dedujo este autor que la sustancia ósea se forma capa por capa en la superficie del hueso, como el leño y la albura. Ultimamente ha repetido

(1) *V. el Dictionn. des sc., méd. t. XXXVIII, p. 445.*

Flourens los mismos experimentos y ha obtenido los mismos resultados (1). Ya Gibson habia hecho la justísima observacion de que la coloracion roja de los huesos en los animales alimentados con rubia no tiene la menor relacion con la nutricion de estos órganos, y que solo es debida á que la materia colorante esparcida en la sangre es depositada en los huesos por los vasos que á ellos conducen este líquido (2). Si esto es así, el color rojo debe ser tan sensible en las capas profundas como en las superficiales, que es lo que efectivamente sucede. En los experimentos de Morand los huesos de pichones adultos se enrojecieron de parte á parte; y el mismo Duhamel ha visto enrojecerse en diez y seis dias los de un gallo en todo su grosor, y los de un pichon en tres. Lo mismo sucedia en los huesos de las aves y de los mamíferos que he examinado. Es falso el que la rubia solo produce una capa roja en la superficie de los huesos; pero cuando se deja pasar algun tiempo sin mezclarla con los alimentos, es preciso, ó que las partes rojas, separándose unas de otras por efecto del incremento, el hueso permanezca rojo en todas partes, ó que la nueva sustancia ósea producida forme una capa blanca encima de las rojas, de donde se sigue que el hueso deposita sustancia principalmente en la superficie, que es lo que han probado los experimentos de Duhamel y Flourens.

Serres y Doyere han atacado últimamente la opinion de Flourens y sostenido la de Gibson (3). Han hecho ver tambien que el color rojo no se estiende uniformemente á todas las moléculas de los huesos, sino que ocupa la superficie de los conductos vasculíferos en donde la depositan los vasos que penetran en el hueso, de los cuales unos vienen del periostio, y otros de la membrana medular (4).

(1) *Recherches sur le développement des os et des dents*. París, 1842, in-4.º.

(2) *Memoirs of the Society of Manchester*, t. I, p. 146.

(3) *Annales de la chirurgie*. París, 1842, t. IV, p. 288.

(4) Brullé y Hugueny (*Ann. de chirurgie*, 1844, t. XII, p. 284) deducen tambien de sus experimentos que los huesos se coloran por la accion de la rubia independientemente de su formacion; que los diferentes círculos colorados que en ellos se notan no son en realidad las partes formadas durante los modos de alimentacion correspondientes; y en fin que los huesos, una vez colorados, se decoloran. (N. del T. F.)

Que la sustancia ósea esté formada por el periostio, ó que esta capa por capa se convierta por un lado en cartilago y en hueso, y por otro se reproduzca continuamente, ni una ni otra de estas hipótesis da una idea clara de la formación de los huesos. El hueso cambia no solo debajo del periostio, sino en do quiera que recibe vasos sanguíneos, en las cavidades y conductos medulares; y cuando el depósito de masa cartilaginosa aumenta en los conductos medulares, el hueso se hace mas compacto en su interior á espensas de estos conductos y de las células diplóicas. De este modo sucede algunas veces que en el adulto crecen los huesos patológicamente al interior por intususcepcion, sin que su configuracion exterior y su volúmen sufran cambio alguno.

Los huesos reciben vasos del periostio y de la membrana medular; así que, mueren cuando uno ú otro de estos órganos es destruido en cierta estension: la destruccion del periostio acarrea la muerte de las capas exteriores, y la de la membrana medular la de las interiores; pero la formación de la masa ósea, aun en los casos patológicos, depende particularmente de que los vasos sanguíneos vierten un citoblastemo que se metamorfosea primero en células y despues en hueso. Pueden producirse patológicamente osificaciones en todo tejido en que hay vasos.

Los huesos son primeramente cartilaginosos en el feto, y en su origen no contienen células, ni conductitos, ni cavidades medulares. Estos vacíos se forman en parte desde antes que la sustancia huesosa se haya oxificado por el aumento progresivo del fosfato calcáreo que contiene. A proporción que los conductitos medulares se aumentan, se ve aumentarse tambien en el cartilago el número de los vasos sanguíneos que empiezan entonces á esparcirse en sus conductos. Durante la oxificacion el cartilago experimenta un cambio químico; la condrina pasa al estado de cola, lo cual le hace apto para recibir las sales calcáreas.

La oxificacion tiene por origen núcleos aislados de donde parten las láminas óseas que en los huesos planos representan otros tantos rayos. Empieza desde el segundo mes del embarazo. El cóccix, la rótula y la mayor parte de los huesos del carpo y del tarso no se oxifican hasta despues del nacimiento.

Un punto, que no se ha aclarado todavía lo suficiente, es el modo como se producen los corpúsculos radiados en

los huesos y la relacion que hay entre ellos y los antiguos corpúsculos cartilagosos. Gerber (1) los considera como núcleos de células que, prolongándose, dan lugar á los conductitos radiados. Bruns (2) y G. H. Meyer (3) son de la misma opinion, la cual me parece fundada por lo que se puede observar examinando los encondromos, es decir, los tumores cartilagosos de los huesos: en ellos, con efecto, se ven los núcleos de las células pasar poco á poco á formas angulosas y ramosas, mientras que las células á que pertenecen son perfectamente distintas; pero lo chocante es que los rayos de estos núcleos se prolongan mas allá del contorno de las células á que pertenecen, y este fenómeno se verifica en muchos puntos, sin que les indiquen el camino algunas prolongaciones huecas de la membrana que forma las paredes de las células. Schwann mira como cosa probable que la misma célula se convierte en corpúsculo óseo en sus radios; pero al mismo tiempo indica la analogía de los corpúsculos óseos con los conductos porosos de ciertas células vegetales en que la célula se llena interiormente de un depósito, á escepcion de una cavidad ramificada, á cuya hipótesis da Henle la preferencia. Por lo que he visto, no dudo en adoptar la opinion de Gerber (4).

Incremento por aposicion.

Las partes que se forman por aposicion tienen estructura orgánica determinada, ó no tienen ninguna. El primer caso es el de todos los tejidos de los animales que crecen por aposicion, y tambien de la concha de los crustáceos. El segundo es el de la concha de los moluscos, que se compone en gran parte de una materia inorgánica, de sales calcáreas, y en la cual no se percibe otra estructura que la cristalización de las moléculas inorgánicas y la disposicion por capas.

La forma de la concha de los moluscos depende ente-

(1) *Handbuch der allgemeinen Anatomie*. Berne, 1840.

(2) *Lehrbuch der allgemeinen Anatomie*. Brunswick, 1841.

(3) *MULLER'S Archiv.*, 1841, p. 210.

(4) *Cons. una Memoria de Bidder sobre la historia de los huesos en Muller's Archiv.*, 1843, p. 336.

ramente de la de la superficie que segrega el carbonato calcáreo mezclado con una materia animal. Las laminitas superiores son las últimamente formadas. Bournon ha visto que en estas capas el carbonato calcáreo tiene una testura cristalina perceptible con el microscopio, y que está muy marcada en la ostra.

En los animales vertebrados, el epithelium, el tejido dentario y el del cristalino, crecen por aposicion, por capas superpuestas.

1.º Formaciones epidermóicas.

Colócase aquí el epidermis de la piel, el epithelium de las membranas mucosas, los pelos, las espinas, las uñas, las garras, los cascos, los cuernos y las plumas.

a. *Epidermis y epithelium.*

El epidermis está formado de varias hojuelas que se pueden demostrar en la palma de las manos y en la planta de los pies, sobre todo por medio de la coccion. La capa mas interior es todavía blanda, y se la llama comunmente red mucosa de Malpigio. El epidermis de los negros es negrozco, pero lo es mas aun su capa interna ó la red mucosa. Las observaciones de Leeuwenhœck, Raspail, Purkinge, Valentin y Henle, han puesto en claro la estructura del epidermis y del epithelium. El epidermis se compone de piecitas microscópicas aplanadas, colocadas unas al lado de otras, como un empedrado, cada una de las cuales contiene un núcleo. La red de Malpigio encierra los pigmentos cuando existen en forma de corpúsculos vesiculosos colorados y separados unos de otros. Su cara interna tiene un sinnúmero de depresiones que corresponden á las papilas de la piel, y que dan á los puntos intermedios el aspecto de una red, de donde se deriva su nombre. El epithelium de las membranas mucosas está igualmente como empedrado, y cada piececita contiene un núcleo; estas piezas se desprenden continuamente, lo cual hace que el microscopio las demuestre ordinariamente en la saliva y en el moco bucal. Son muy delgadas y parecidas á laminitas en la boca y en la conjuntiva, en donde hay muchas unas encima de otras. Por el contrario, en el tubo intestinal son menos planas y representan cilindros aplicados unos á otros, como prismas de basalto: cada uno de estos cilindros contiene un núcleo, segun ha demostrado Henle; las mismas vellosidades estan cubiertas por ellos, y los núcleos que se dejan ver al tra-

vés de las paredes de los cilindros, ha dado margen á creer por un error, la existencia de aberturas.

El dermis es muy rico en vasos sanguíneos que exhalan el citoblastemo, el cual toma en seguida, como en todas partes, la forma de células y de núcleos. Las células mas jóvenes ó las mas inferiores, son, segun Henle, redondeadas, y están todavía llenas de sangre; pero desarrollándose para reemplazar á las exteriores, se aplanan y pierden poco á poco su contenido, hasta que por último se convierten en chapas córneas. El epithelium del conducto intestinal nunca se trasforma en sustancia córnea.

De consiguiente, las células del epidermis y del epithelium se forman capa por capa en su matriz. Cuando en una inflamacion cutánea, por ejemplo, la que provoca una quemadura ó la aplicacion de un vejigatorio, se ha levantado el epidermis por la serosidad segregada debajo de él, se reproduce; y lo mismo sucede cuando una flegmásia cutánea exantemática le hace caer á pedazos. En el hombre y los mamíferos se desprende de tiempo en tiempo en forma de escamitas; en los reptiles cae entero en la época de la muda, é igual fenómeno sobreviene en los insectos cuando sufren sus metamórfofis, y en las arañas. En las serpientes, cuyo ojo está cubierto de una cápsula formada por la piel, detrás de la cual se mueve libremente, y cuyo lado interno tapiza la conjuntiva, esta cápsula segrega exteriormente el epidermis que se desprende durante la muda.

En las tortugas y cocodrilos, el epidermis tiene en muchos puntos la forma de gruesas chapas córneas que se componen de láminas superpuestas. Debajo de los broqueles que erizan el dorso de los cocodrilos se encuentran núcleos óseos ó huesos cutáneos; pero estos huesos estan organizados. Las escamas de los sorianos, que á veces tienen mucha dureza, no son tampoco simples chapas córneas; contienen, por ejemplo, en las iguanas y orvetos, cuerpos mas duros y organizados que segregan en forma de escamas delgadas, una sustancia córnea destinada á servir de epidermis.

En las verrugas que se desarrollan en la piel del hombre, la epidermis toma la forma de capas gruesas: en la enfermedad llamada ictiosis, las porciones pavimentosas del epidermis se prolongan, formando cilindros y fibras córneas que parecen espinas.

El epidermis se esponja por el agua aun en el vivo: la

ebullicion no le hace experimentar cambio alguno; el ácido sulfúrico concentrado le disuelve poco á poco, y los álcalis le disuelven con facilidad. El azoato de plata le vuelve gris, y al fin negruzco, lo cual sucede tambien por el uso prolongado de esta sal al interior: la plata se combina con el azufre de las partes animales y produce un sulfuro. El epidermis no se une como el dermis con el tanino. Segun Meckel, empieza á formarse en el embrión, desde el segundo mes del embarazo.

b. *Uñas, garras y cascos.*

Sábase que la parte posterior ó la raiz de las uñas está oculta en una depresion del dermis, que está sembrada de papilas, de las cuales tambien se notan series longitudinales en la parte del dermis sobre que descansa la uña. El color blanco de la base de esta produccion epidermóica y el tinte rojizo del resto de su estension, son los de la piel subyacente que se dejan ver al través de su tejido. Segun M. Weber y Lauth, el epidermis pasa debajo de ella hasta su estremidad posterior, á la cual se adhiere por encima. Este último autor dice, que la sustancia de la uña es segregada, tanto por el dermis como por el fondo del surco; de manera, que al mismo tiempo que aumenta su grosor, es empujada de atrás adelante por aposicion. No se concibe, sin embargo, en esta hipótesis, cómo puede pasar el epidermis debajo de la uña, de la cual le considera Lauth como la capa mas profunda. Cuando se cae una uña y es reemplazada con otra, se puede uno convencer de que su sustancia propiamente tal viene únicamente del surco, y de que no se forman en la superficie del dermis mas que laminitas de epidermis, que en el estado normal se aglutinan con la uña. Las uñas encorvadas por efecto de un trabajo patológico, se componen de capas superpuestas como las tejas de un tejado, y por lo tanto estan dirigidas oblicuamente de arriba abajo y de atrás adelante. Tal es tambien, segun Henle, la conformacion de la uña normal. La capa mas jóven ó la mas posterior se compone, segun Schwann, de células poliédricas en el feto humano de todo tiempo, y por la replecion de estas células y su adhesion entre sí, se produce la sustancia sólida de la uña.

En los cascos, la sustancia córnea es segregada, no por un surco, sino por una porcion determinada de la superficie del dedo.

c. *Pelos, espinas.*

J. F. Meckel asegura que las uñas no se forman hasta el quinto mes de la vida intra-uterina.

Los pelos se forman en un saquito prolongado, en cuyo fondo estan fijos por la parte aun blanda llamada su raiz. Cada uno de ellos se compone de dos sustancias, una cortical y otra medular (1). La primera resulta de un conjunto de fibras longitudinales que, separándose unas de otras, dan lugar á los resquebrajamientos del pelo. Percíbense en la masa fibrosa figuras oblongas, dispuestas todas en una misma direccion y que al parecer dan origen á núcleos, pero que, segun Reichert, son mas tarde vacíos esparcidos en esta masa. La sustancia cortical tambien está cubierta de escamitas (2), á cuya presencia es debido el que el pelo camine siempre en el mismo sentido cuando se le hace rodar entre los dedos. La sustancia medular se compone de granitos, y muchas veces tambien en los pelos de los animales, el cerdo, por ejemplo, de células bien distintas; aun en los del hombre los granitos dan origen á células, de lo cual puede uno convencerse examinando la raiz. La sustancia fibrosa parece provenir tambien de células de la raiz, cuyos núcleos se prolongan al mismo tiempo. Por último, la cubierta escamosa exterior nace tambien de células.

El epidermis se prolonga hasta el fondo del folículo en el punto en que la raiz del pelo se fija en la piel, y allí se implanta en esta raiz, de manera que el pelo reemplaza al epidermis en este punto; pero la porcion del pelo contenida en el folículo tiene además una vaina particular compuesta, segun Corda y Henle, de dos hojas, de las cuales la interior es una membrana llena de agujeros que probablemente procede de células confundidas entre sí, cuyos núcleos han sido reabsorbidos. La vaina se parece á la porcion del epidermis que se aplica sobre el principio de la uña.

(1) HEUSINGER, *System der Histologie*, Eisenach, t. II, 1823.—EBLE, *Die Lehre von den Haaren*. Viena, 1831.—CURLT, en MULLER'S *Archiv.*, 1836, p. 263.—HENLE, *Anatomie générale*, t. I, p. 309.—Cons., sur la structure et l'accroissement des épines, BOECKH, *De spinis histicum*. Berlin, 1834, y MULLER'S *Archiv.*, 2835, p. 236.

(2) G.-H. MEYER, en FRÖRIEP, *Neue Notizen*, p. 334.

El gérmen del pelo recorre muchos periodos de desarrollo, en cada uno de los cuales aparece bajo estados particulares. Concíbese que de estos periodos dependen, tanto la forma diversa que los pelos afectan en diferentes partes de su longitud, como las diferencias de color que ofrecen muchas veces en los animales en distintos puntos de su estension. Así, el principio de las espinas es agudo, la parte media es mas abultada que el resto, y la espina va estrechándose de nuevo hácia su insercion. Como estas partes se forman sucesivamente unas á continuacion de otras, la diferencia de grosor de las moléculas que las constituyen no puede depender mas que de los diferentes estados de desarrollo de la matriz; y lo que prueba que tienen alguna analogía con los pelos, es que se encuentran algunos entre estos últimos, cuya insercion es mas delgada que el cuerpo. Estos diversos estados de desarrollo del gérmen son muy notables, especialmente en la formacion de las plumas.

El crecimiento de los pelos se verifica por una aposicion incesante de moléculas en el punto de insercion. El pelo no crece en ningun otro punto; de consiguiente, las partes exteriores son las que primero se forman; sin embargo, continúa chopando jugo, y particularmente grasa por la base. Mandl admite (1) además en él una nutricion interna, porque examinando los pelos de las patillas, ha encontrado algunos cuya estremidad libre era perfectamente redonda, lo cual mira como una especie de cicatrizacion, que sería imposible si los pelos no creciesen mas que en su base.

Las glándulas sebáceas de la piel se abren generalmente en los folículos de los pelos; estan situadas en la capa superior del dermis y afectan la forma de racimos, como lo ha demostrado Garlt (2). Se componen de vesículas, cuyos conductos escretorios reanidos en uno solo ó en muchos, abocan en el conducto piloso. En los puntos en que no hay pelos se abre inmediatamente al exterior un

(1) *Anatomie microscopique*, París, 1840, 1.^a serie, cuarta entrega en folio.

(2) *MULLER'S Archiv.*, 1835, p. 899.

conducto escretor comun. En la plica polaca no se apartan los pelos del tipo regular y solo estan enredados (1).

Por el aspecto de la composicion química (2), los pelos estan formados de sustancia córnea. Sus colores diversos dependen, segun Vauquelin, de una grasa colorada; dicese, sin embargo, que los negros deben este tinte al sulfuro de hierro. Luego que se ha quitado la grasa por medio de alcohol ó éter, los pelos se vuelven de un gris amarillo, de manera que su encanecimiento con los progresos de la edad, es debido á que cesa la secrecion de esta grasa colorada. La sustancia córnea no es soluble en el agua, ni en el alcohol, ni en el éter, ni tampoco en el ácido sulfúrico concentrado. Cuando ha sido reblandecida por el ácido azoótico frio, el agua la disuelve en seguida por medio de la ebullicion y forma jalea por el enfriamiento; pero esta jalea se redisuelve en el agua fria, y la disolucion es precipitada por el tanino. Los álcalis cáusticos disuelven fácilmente la sustancia córnea; sin embargo, cuando se la petrifica con una disolucion concentrada de potasa, no se obtiene una masa tan viscosa y coherente, lo cual la distingue de la sustancia córnea propiamente dicha. Es insoluble en el ácido acético, carácter que la diferencia de la fibrina y de la albúmina coagulada. Habiendo Vauquelin hecho cocer pelos en la marmita de Papin á una fuerte presion, es decir, á una temperatura muy alta, halló que se disolvian inmediatamente en el agua: la disolucion contiene sulfido hidrico. El cloro decolora los pelos y se combina con ellos formando una masa viscosa de sabor amargo. El epidermis y los pelos tienen afinidad con los óxidos metálicos; el óxido argéntico los ennegrece, lo cual es debido á la formacion de un sulfuro de plata por la combinacion del metal con el azufre de los pelos. Estos, cuando se los calienta, se funden, arden con una llama brillante y esparcen el olor del cuerno. A la destilacion seca dan amoniaco y sulfido hidrico: dejan uno y medio por ciento de su peso de una ceniza que

(1) *Consúltese* sobre esta enigmática enfermedad una Memoria de Walter en Muller, *Archiv.*, 1844, p. 411, y la obra de OCZAPOWSKI, *Praktyczny wyklad chorob koltunowych*. Varsovia, 1839.

(2) BERZELIUS, *Traité de chim.*, t. VII, p. 313.

contiene óxido férrico y vestigios de óxido mangánico con sulfato, fosfato y carbonato cálcicos, y además un vestigio de sílice: los cabellos negros son los que dejan mas hierro; hay menos en los rojos, y los que contienen menos son los rubios, en los cuales este metal es reemplazado por fosfato magnésico.

d. *Cuernos.*

No se deben confundir los cuernos con las astas de ciervo. Estas son recorridas en cierta época por vasos sanguíneos, y aquellos no lo son nunca. La matriz de los cuernos es la superficie de las prolongaciones óseas. En los ruminantes los cuernos frontales resultan de la secrecion, capa por capa, de una sustancia córnea en la superficie de los tubérculos frontales, cuya forma determina la suya; estas capas estan, por decirlo así, encajadas unas en otras: las mas recientes son al mismo tiempo las mas inferiores, las mas internas y las que tienen mas ancha la base. El cuerno del rinoceronte no tiene matriz interna como los de los ruminantes, y parte de la piel de la nariz; así que, es macizo y tiene de particular que se compone únicamente de fibras como si procediese de pelos aglutinados.

e. *Plumas.*

Las plumas estan compuestas de un tubo cuya cavidad encierra un tejido seco, que antes se hallaba organizado, llamado el alma de la pluma; de un tallo, continuacion del tubo hueco; de una barba, cuyos filamentos ofrecen otras barbillas. El vello tiene radios nudosos, segun las observaciones de Nitzsch. El desarrollo de las plumas ha sido estudiado por A. Meckel (1), Dutrochet (2), F. Cuvier (3) y Schwann.

La pluma está oculta en un folículo que cubre el epidermis, segun Meckel: hállase fija por su base en el fondo de esta cavidad; cuando se arranca, la piel deja escapar sangre. Cuando nace una pluma, segun este último autor, se eleva del fondo del folículo un cuerpo cónico que se hace

(1) REIL'S *Archiv.*, t. XII, p. 37.

(2) *Mémoires sur les végétaux et les animaux*, Paris, 1837, t. II, p. 361.

(3) *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, Paris, 1826, t. XIII, p. 327.

córneo en la superficie, y que se desarrolla en forma de cilindro. El interior de esta vaina córnea está lleno de una jalea organizada que es el gérmen de la pluma, á cuya formacion no contribuye de un modo directo. El gérmen y la vaina salen juntos del folículo; esta última crece al principio tanto como la pluma, pero no tarda en formarse en su parte superior una abertura por la cual sale el principio de la barba, ó mas bien la estremidad de esta barba con el cabo del tallo. Cuando la pluma se ha formado sucesivamente hasta el tubo, que aparece el último, la vaina se adhiera al cuerno de este, del cual se la separa en forma de escamas, frotando el tubo de una pluma que ha llegado al último término de su desarrollo.

Cuando se corta la vaina en que está encerrada la pulpa de la pluma, se encuentra, segun Cavier, una membrana estriada, y á continuacion la barba de la pluma dispuesta de modo que abraza oblicuamente el tronco de la pulpa, del cual se eleva en dos paquetes que siguen distintas direcciones; debajo de la barba se encuentra otra membrana estriada que rodea inmediatamente la pulpa.

Las dos membranas estriadas estan separadas una de otra por tabiques membranosos estendidos entre las barbillas de la pluma. Estas se componen al principio de una especie de papilla que parece estar formada por el punto del tronco de donde parten despues. No se sabe si la estremidad de las barbillas se forma antes que el resto, y si el incremento se verifica por una aposicion sucesiva de nuevas moléculas. La estremidad de la barba y del tallo son las partes que primero se forman. Cuando la barba sale de la vaina, se rompen las membranas interna y esterna; y como el tallo y la barba se desarrollan los primeros, tambien se ve aparecer desde luego la parte de la pulpa de donde nacen; pero luego que la parte mas avanzada de esta ha llenado su objeto, pierde su organizacion: inmediatamente que ha producido la medula del tallo, pierde sus vasos y se deseca, despues de lo cual la parte inferior de la pulpa, que continúa desarrollándose, muda de destino, pues segrega en su superficie la sustancia córnea del tubo, con el cual se une al mismo tiempo la vaina córnea de que acabamos de hablar. Cuando la pulpa empieza á desecarse en el tubo, se presenta dividida en células por tabiques en forma de embudo, encajadas unas en otras: los intervalos de estos em-

budos estan al principio llenos de una sustancia blanda que desaparece despues, y no queda ya entonces mas que el esqueleto seco, al cual se ha dado el nombre de alma de la pluma. Ya Meckel habia observado perfectamente estos hechos.

Segun Schwann, todas las partes de la pluma nacen de células. La sustancia medular se compone de células que, en las plumas recientes, contienen un tubo. Las fibras de la corteza del tallo provienen de la prolongacion de células, de cada una de las cuales nacen muchas fibras. Las barbas se forman igualmente de células.

2.^o Tejido dentario.

Las mandíbulas estan armadas, unas veces de laminillas córneas, como el pico de las aves y las tortugas, las barbas de las ballenas y los dientes córneos del ornitorinco, ó de dientes óseos. Estas dos especies de órganos se hallan privados de vasos y son producidos por una matriz orgánica. El diente óseo, ó propiamente llamado diente, no es una sustancia córnea impregnada de depósitos calcáreos; tiene por base un cartilago que suministra cola; por el contrario, el diente córneo, es verdadero cuerno. Habiendo estraído las sales calcáreas de los dientes de caballo, el residuo me dió por una coccion no muy prolongada, una verdadera cola que tomaba muy bien la forma de jalea; mas la ballena no suministra cola, sino que es cuerno puro, como ya lo habia dicho John. La gelatina de los dientes no es condrina, sino una cola semejante á la de los cartilagos osificados. El cuerno no reemplaza al cartilago dentario sino cuando los dientes no contienen depósitos calcáreos; el cartilago ó la cola es absolutamente necesario tan luego como se trata de dientes óseos.

Ya Leeuwenhoek habia estudiado la estructura de los dientes; pero los modernos la han examinado de un modo mas completo (1).

Distínguense tres sustancias en el diente del hombre: la sustancia tubulosa ó dentaria propiamente dicha, que for-

(1) PURKINGE, en FRÆNKEL, *De dentium hum. structura*. Breslau, 1835.—REIZIUS, en MULLER'S *Archiv.*, 1837, 486.—MULLER, en POGGENDORFF'S *Annalen*, 38.

ma su masa principal; el marfil de la corona, y la materia cortical de las raices.

La sustancia dentaria está recorrida por numerosas fibras tubulosas que parten de la cavidad interior y se dirigen hácia la superficie esterna, en cuyo trayecto se bifurcan muchas veces, y suministran una multitud de ramas laterales mas delgadas. Debajo del esmalte degeneran en corpúsculos radiados, en los cuales se reconocen los corpúsculos óseos radiados. Los tubitos dentarios abocan por el otro lado en la cavidad del diente, en donde se encuentra el resto del gérmen dentario: son higroscópicos, y en el caballo absorben con bastante facilidad la tinta que se introduce en la cavidad del diente. Estas fibras son mas opacas que la sustancia interpuesta entre ellas, y que en el intervalo de dos fibras llena un espacio casi seis veces tan ancho como su propio diámetro. A la luz refleja parecen blancas, pero los ácidos les hacen perder este color; despues de haber despojado los cartilagos de sus sales calcáreas, se las puede aislar de él por rasgamiento. Las sales calcáreas estan contenidas en su mayor parte en la sustancia intermedia: he conseguido ponerlas de manifiesto haciendo hervir láminas óseas pulimentadas en potasa, la cual estrae el cartilago.

El esmalte se compone de fibras perpendiculares, y cuando está todavía blando, se le puede separar raspándole, en cuyo caso se le ve formado de agujitas puntiagudas en los dos extremos. Estas agujas, cuando han adquirido todo su desarrollo, son prismáticas y perpendiculares á la superficie de la corona, formando muchas capas superpuestas.

La sustancia cortical de las raices (cimientto), observada por Purkinge y Retzius, tiene enteramente la estructura de los huesos, y contiene corpúsculos óseos con canalitos radiados. Se la encuentra en las caras esterna é interna de la raiz, y probablemente debe su origen á la osificacion de partes que se han ido depositando sucesivamente. El cimientto de los dientes de los ruminantes tiene la misma estructura.

Los dientes son productos que nacen en el sistema cutáneo interno ó en las membranas mucosas. En las lijas y las rayas permanecen fijos en la membrana mucosa y no penetran en la mandibula; pero en la mayor parte de los animales llega un momento en que se unen por medio de raices con el esqueleto interior de las mandíbulas, y á veces

tambien con el esqueleto visceral, como sucede á los que guarnecen los arcos branquiales de los pescados. En los animales superiores y el hombre, las matrices de los dientes, ó sean los folículos dentarios, pertenecen igualmente á la membrana mucosa de la boca. Los folículos estan situados en el surco alveolar de las mandibulas del feto: á la verdad, la encía los cubre mas tarde, pero al principio comunican con la cavidad oral por medio de varias aberturas observadas primeramente por Herissant, puestas despues en duda y notadas en estos últimos tiempos por Arnold, Linderer y Goodsir. Así que, se deben considerar los folículos como hundimientos de la membrana mucosa. Segun el último de estos autores (1), los gérmenes de los dientes estan al principio enteramente libres y afectan la forma de papilas, cuya base rodea una vaina.

Los folículos dentarios aparecen en parte al tercer mes de la vida embrionaria; y los de los dientes de reemplazo, unos se forman antes y otros despues del nacimiento. Cada folículo se compone de dos membranas muy ricas en vasos: de su fondo se eleva el germen blando, en el cual penetran por su parte inferior vasos y nervios, y cuya superficie adquiere la forma de la futura corona. Está cubierto, segun Purkinge y Raschkow (2), de una película que ha recibido el nombre de *membrana preformativa*, entre la cual y la sustancia del germen se forma la sustancia tubulosa del diente, mientras que el esmalte se deposita en la superficie esterna de la membrana preformativa. La formación del esmalte está confiada á un órgano compuesto de fibras perpendiculares que se adhiere á la cara interna del folículo, y es la pulpa interna de Hunter ó el *organon adamantinæ* de Purkinge. El cimiento de los dientes del elefante y de los ruminantes, que llena las depresiones entre los pliegues de la corona, resulta probablemente de la osificación del folículo. La formación, capa por capa, de la sustancia dentaria, empieza hácia la mitad de la vida embrionaria en la superficie de la corona blanda del germen en forma de escamitas depositadas en las elevaciones de la corona, las cuales

(1) *Edimb. med. and surg. Journ.*, XXXI.

(2) *Meletemata circa mammalium dentium evolutionem*. Breslau, 1835.

al principio estan aisladas unas de otras, pero poco á poco se reunen, y la corona blanda se encuentra rodeada de sustancia dentaria por arriba y por los lados. Esta especie de cubierta se hace la capa mas exterior de la sustancia ósea de la corona, á cuyas dimensiones convienen perfectamente las suyas. Una vez formada, crece por la aposicion de nuevas capas, y la masa del gérmen disminuye en proporcion de la sustancia ósea que se deposita de dentro afuera en las paredes de la cavidad dentaria.

Habiendo Hunter (1) alimentado con rubia á varios animales, ha hallado que la sustancia dentaria ya formada no se ponía roja, pero que la capa mas interna, es decir, la últimamente producida, tomaba un tinte rojo. Cuando alternativamente se añade ó no rubia á la alimentacion de los animales, se forman capas rojas y blancas que alternan entre sí.

Como la sustancia dentaria tiene una estructura determinada, y no existe entre ella y el gérmen órgano intermedio al cual pueda deber su origen por una especie de transformacion, no se la puede considerar como una simple seccion del gérmen, y parece que la produce este último por su osificacion progresiva. Schwann ha hecho ver que esta hipótesis era muy verosímil: Owen (2) y Nasmyth han alegado despues diversos argumentos en su favor. A la verdad, se consigue fácilmente desprender la sustancia dentaria de la pulpa; pero dicho desprendimiento no se verifica al parecer sin dislaceracion de partes blandas.

Segun Schwann, la pulpa dentaria se compone en la superficie de células cilíndricas provistas de núcleos mayores y menores, y su interior está formado de células redondeadas á manera de núcleos. La sustancia sólida comprendida entre los tubitos, nace de fibras que, probablemente se forman de células cilíndricas y se osifican impregnándose de sales calcáreas, al paso que los vasos sanguíneos se retiran de su interior. Henle mira como probable que los tubitos de la sustancia dentaria deben su origen á núcleos de células: ha visto en la sustancia del gérmen largas células

(1) *Œuvres complètes*, trad. por Richelot, t. II.

(2) *Odontography or a treatise on the comparative anatomy of the teeth*, London, 1841, in 8.^o

provistas de núcleos igualmente prolongados, los cuales se unen en fibras de núcleos de donde parten tambien ramas transversales (1). Esta opinion tiene probabilidades en su favor, porque segun muchos observadores, los corpúsculos óseos de los huesos deben su origen á núcleos de células, y los tubos de la sustancia dentaria degeneran en corpúsculos óseos radiados debajo del esmalte.

Es probable que las fibras de esmalte sean el resultado de la osificacion, capa por capa, de las fibras del órgano adamantino.

En la época de la eruccion de los dientes, estos se engruesan mas hácia la base, lo que naturalmente va acompañado de un engrosamiento correspondiente del gérmen en el mismo sentido. La parte inferior de este último toma la forma de las futuras raices del diente, y continúa produciendo de arriba abajo cada vez mas sustancia dentaria, de manera que las raices del marfil rodean á las del gérmen como otras tantas vainas que, siendo al principio muy cortas, se prolongan poco á poco hácia abajo para seguir en este sentido á las raices del gérmen. Las raices de la sustancia dentaria no son al principio mas que unas vainas delgadas de ancha abertura: poco á poco los depósitos de materia dentaria les hacen adquirir mas grosor, al mismo tiempo que disminuye el del gérmen, y acaba la raiz por hacerse puntiaguda, lo mismo que en las espinas, cuya raiz, que se forma la última, es igualmente mas delgada que la parte media. Por último, ya no quedan en las raices mas que unas aberturas y conductos por los cuales penetran los vasos y los nervios hasta el resto del gérmen dentario contenido en la corona.

Los dientes de los ruminantes y de los solípedes, así como los incisivos de los roedores, que continuamente se desgastan por la corona, pueden continuar creciendo de abajo arriba durante un largo periodo de la vida. Mientras que la corona de los dientes de los ruminantes no es atacada, dichos dientes no tienen todavía raices, y cuando se han

(1) La formacion de fibras á espensas de núcleos, se verifica tambien, segun Henle, en las fibras, descritas por él, que envuelven los manojos de los músculos y del tejido celular.

formado estas, aquella está desgastada (1). Los dientes de los elefantes y los incisivos de los roedores, permanecen siempre huecos en su base, y continúan creciendo por la aposición incesante de nueva sustancia dentaria á la pared interna de la cavidad que circunscribe el gérmen cónico.

Una circunstancia parece impedir á primera vista el que se admita el incremento de los dientes por aposición, y es que no pocas veces se han hallado en los dientes del elefantes balas de fusil rodeadas por todas partes de sustancia ósea; pero esta objecion viene á tierra cuando se supone que las balas habian penetrado en la porcion del diente que estaba precisamente para formarse. La abertura que produjo el tiro en la parte hueca que ocupa la porcion inferior del diente, puede, cuando dicha parte es todavía delgada, cerrarse por producciones del gérmen y convertirse en sustancia dentaria. La bala está rodeada de un marfil irregular (2).

Por verosímil que sea el que la mayor parte de los dientes de los animales crecen por aposición, sin embargo, hay algunas escepciones en varios pescados cartilagosos. He notado, por ejemplo, que las gruesas chapas dentarias de los *myliobates* y *rhinoptera* adquieren todo su volúmen antes de osificarse, y hasta entonces estan compuestos únicamente de partes membranosas. En el estado blando contienen una multitud de tubos anchos que se endurecen y estrechan á proporcion que sus paredes se osifican y adquieren mas grosor. Percíbese esta estructura en las chapas dentarias posteriores, que siempre son las últimas que se desarrollan (3).

Cuando los dientes se ponen doloridos, ó sobreviene dentera á consecuencia de algun ácido, solo su gérmen es el que se presenta sensible. Cuando se aplica el dedo á un diente que ha dado señales de dentera, se percibe que su

(1) CUVIER, *Anat. comp.*, t. III.

(2) Véase, GOODSIR, en *Trans. of Edimb.*, XVI, 1.

(3) Ya he citado este hecho notable en 1838, en la tercera edicion de mi Manual; de consiguiente su anuncio es anterior á todas las investigaciones que se han hecho en estos últimos tiempos sobre la osificacion de la pulpa de los dientes en los animales y en el hombre.

superficie no está ya lisa y que ha sido atacado por el ácido; quizá el mismo germen es también afectado directamente cuando el ácido penetra en los tubos dentarios por medio de las grietas ó poros del esmalte.

La caries de los dientes debe distinguirse de la de los huesos organizados, puesto que es una simple descomposición que resulta de una composición viciosa, y que la producen poco á poco los líquidos de la boca. Los conductitos dentarios pierden la mayor parte de veces su color blanco hasta cierta profundidad por debajo del punto cariado. Linderer me ha enseñado dientes que habían sido implantados con un tallo metálico y que se habían cariado lo mismo que los dientes vivos. Por lo demás, los dientes dan todavía signos de cambio orgánico, aun cuando hayan adquirido su completo desarrollo: así, por ejemplo, Linderer ha visto llenarse las grietas del esmalte de una masa de formación secundaria; y cuando se sumerge el diente por algún tiempo en un ácido dilatado, se ve aparecer una lengüeta prominente en el sitio de la hendidura (1).

En cuanto á la composición química de los dientes, la sustancia ósea se diferencia del esmalte en que contiene mucha más materia animal, como lo prueban las análisis de Berzelius:

	Esmalte.	Marfil.
Materia animal.	"	28,0
Fosfato cálcico, con fluoruro cálcico.	88,5	64,3
Carbonato cálcico.	8,0	5,3
Fosfato magnésico.	1,5	1,0
Sosa, con un poco de cloruro sódico.	"	1,4
Alcali, agua, sustancia animal.	0,2	"
	—————	—————
	100,0	100,0

El cimiento de los dientes de los ruminantes está compuesto, según Lassaigue, de 42,18 de materia animal; 53,84 de fosfato cálcico, y 3,98 de carbonato cálcico.

(1) *Consúltese* sobre la estructura de los dientes en los diversos animales á G. CUVIER, *Anat. comp.*, t. III.—ROUSSEAU, *Anat. comp. du système dentaire chez l'homme et chez les principaux animaux*. París, 1839.—OWEN, *Odontography, or a treatise on the comparative anatomy of the teeth*. Londres, 1840.

Los dientes córneos del ornitorinco descansan por una ancha superficie en la encía, y estan compuestos de fibras córneas huecas (1). Los del orictéope son un conjunto de tubitos perpendiculares y aglutinados entre sí, por los cuales van á distribuirse vasos sanguíneos, segun Cuvier. Estos dientes no son córneos; pero los del ornitorinco contienen, segun Lassaigne, 99,5 de materia córnea, y 0,3 de sustancia térrea.

Los dientes del ornitorinco forman evidentemente el paso para las barbas de la ballena que en este cetáceo reemplazan á los dientes. Heusinger y Rosenthal han hecho investigaciones sobre las barbas de la ballena (2). Segun el último de estos autores se componen de un gran número de láminas córneas curvas, unas mayores y otras menores, que tienen su cara cóncava vuelta hácia adelante, la convexa hácia atrás, y sus bordes cortantes hácia fuera y adentro, de manera que son paralelas trasversalmente y estan separadas unas de otras por una distancia de media pulgada. En su base, por la cual se fijan en la mandíbula superior, las reúne un ligamento córneo de dos pulgadas de ancho que rodea á todas ellas á manera de corona. Cada lámina está formada de dos sustancias, una esterna y otra interna; la sustancia medular representa tubos paralelos que degeneran en fibras semejantes á sedas en el borde inferior de la lámina. En la parte mas inferior de cada lámina se separan unas de otras las laminillas de la corteza, resultando de aquí una cavidad por la cual se estiende la membrana germinativa de las barbas. Cada una de estas reposa en una membrana de mas de una pulgada de grueso que recibe vasos en abundancia, y envia por debajo de cada una de ellas una porcion prominente que penetra en el espacio hueco situado en la base de las láminas y degenera en prolongaciones filiformes con las cuales se insinúa en la sustancia tubulosa hasta las sedas de las barbas. Segun Rosenthal, los vasos de la membrana germinativa de las barbas penetran hasta los tubos de estas últimas. Entre las prolongaciones de esta membrana que se insinúan en la cavidad inferior de cada barba, se encuentra una masa cór-

(1) HEUSINGER, *loc. cit.*, p. 197.

(2) *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1829,

nea blanca que se continúa con su sustancia cortical (1).

3.^o *Tejido del cristalino.* El cristalino está formado de hojuelas concéntricas y ellas á su vez de fibras. Figúrense tres líneas tiradas del centro de la cara anterior de la lente á su borde, de manera que se divida esta superficie en tres partes: las fibras, que son paralelas unas á otras, se dirigen oblicuamente en cada capa del borde del cristalino á estas tres líneas, lo cual hace que cada capa se componga de tres campos fibrosos Brewster ha demostrado que las fibras del cristalino engranaban unas en otras por sus bordes dentados. Los dentellones marginales estan mas marcados en los pescados que en ninguno otro animal.

La matriz del cristalino es su cápsula, cuyos vasos sanguíneos quedan ya descritos.

Valentin (2) ha visto que en el embrión las fibras del cristalino nacen de glóbulos que en seguida se colocan unos al lado de otros y se confunden entre sí. Según Schwann, son producidas por células, cada una de las cuales se prolonga en forma de tubitos que representan las fibras. Las observaciones de C. H. Weber son favorables á la hipótesis de una fusión de muchas células. Por lo demás, las células recientes se encuentran aun en el adulto en estado de libertad debajo de la cápsula del cristalino nadando en el humor de Morgagni. Así pues, las capas de la lente se forman de dentro á fuera, de suerte que las mas exteriores son las mas recientes y las del núcleo las mas antiguas.

Berzelius ha estudiado la composición química del cristalino. La materia que constituye este cuerpo es soluble en gran parte en el agua, y se coagula por efecto del calor y otras influencias, como sucede á la albúmina y á la materia colorante de la sangre. El líquido que queda despues de la coagulación es ligeramente ácido y contiene osmazomo con las sales que le acompañan:

Materia albuminosa.	35,9
Estracto alcohólico con sales.	2,4
Estracto acuoso con vestigios de sales.	1,3
Materia animal insoluble en el agua.	2,4
Agua.	58,0

(1) Véanse las hermosas láminas de Rosenthal, *loc. cit.*, tab. 1-3.

(2) *Entwicklungsgeschichte*, p. 203.

La ceniza del cristalino contiene un poco de hierro. La cantidad del álcali y del cloruro sódico, con un poco de fosfato calcáreo, se eleva á 0,005 del peso de la lente fresca. La materia albuminosa se conduce, como la globulina, según Berzelius. Según Simon, el cristalino además de la albúmina contiene también caseína. Mulder, no ha hallado en él fósforo, pero sí ácido fosfórico y azufre libre, aunque en menor cantidad que en la fibrina, la caseína y la albúmina.

CAPITULO III.

DE LA REGENERACION.

Como la fuerza organizadora, que en el gérmen del embrión crea todos los órganos del animal en cierto modo como otras tantas partes necesarias á la realización de la idea de este animal, continúa obrando en la nutrición, resulta de aquí la posibilidad de que se reparen, al menos en ciertos límites, las pérdidas que ha sufrido el organismo. La fuerza regeneradora es tanto mayor cuanto mas sencillo es el animal, ó si se trata de animales de organización complicada, cuanto mas joven es. La larva de los reptiles desnudos en la cual se desarrollan ciertas partes que en otros animales aparecen ya durante el curso de la vida intra-uterina, como los órganos genitales, es también mas capaz que el animal adulto de reparar las pérdidas que puede experimentar. Las larvas de insectos reproducen muchas veces ciertas partes que llegan á perder, facultad que no tiene ya el animal despues de sus metamorfosis. En los animales inferiores, tales como los pólipos y las lombrices, se ven porciones del todo hacerse cada una de ellas un todo entero. El único modo de concebir por qué el poder generador disminuye poco á poco con el desarrollo y con la complicación de un animal, es admitir que la fuerza organizadora se estiende en cierto modo á un número mayor de puntos por efecto de la producción y del desarrollo de los órganos, y que se fija mas en cada uno de estos en particular.

Los pólipos á quienes se divide trasversal ó longitudinalmente, reproducen la mitad de lo que se les ha privado, y aun se los puede cortar en muchos pedazos, cada uno de los cuales se convierte en un animal entero. Si nos representamos al pólipo en totalidad como un sistema de moléculas,

de células, semejantes todas respecto á la fuerza de que estan animadas, y que no permanecen sujetas al principio organizador individual, sino en cuanto tienen cierta afinidad con él, y si por otra parte consideramos la fuerza organizadora individual como el resultado del concurso de accion de las moléculas, se concibe que las porciones cortadas contienen á su vez sistemas de moléculas semejantes. Aquí el principio organizador hace igualmente que en razon de la afinidad de las moléculas unas con otras, la porcion desprendida sirva para la organizacion de un nuevo pólipo. Cuando este último adquiere cierto grosor, cuando el sistema de las moléculas semejantes en energía se ha hecho considerable, parece que las moléculas tienen mas afinidad unas con otras que con el todo, en cuyo caso hay tendencia á producir botones que acaban por desprenderse y formar nuevos pólipos.

Si se aplican estos hechos á los gérmenes de animales superiores, se ve que no son divisibles y susceptibles de regeneracion sino en cuanto consisten en una sustancia homogénea, cuyas partes todas tienen aun igual poder de producir una organizacion individual. Supongamos que por efecto de una causa desconocida, el blastodermo de un animal superior se divide hasta cierta profundidad en el punto en que mas tarde debe aparecer, bien sea la cabeza, ó bien la cola, deberán producirse igualmente que en un planario dividido en dos botones todavía coherentes, dos cabezas ó dos colas, es decir un monstruo doble (1). No es posible explicar todos los monstruos ni por la escision de un germen, ni por la coalicion de dos. Muchos de ellos se conciben muy bien por la adherencia de dos gérmenes, ó por la produccion, en un mismo blastodermo, de dos embriones que se unen en seguida, sobre todo cuando las partes separadas tienen mucha estension. Es cierto que se verifica en realidad esta reunion de embriones, y tenemos la prueba en los fetos que solo estan fijos uno á otro por una porcion pequeña de su cuerpo, por ejemplo, el occipucio, como en el caso descrito por Barkow (2). Los embriones que no estan unidos mas que por la cara, y que por otra parte son dobles, es decir, los

(1) J. MULLER, en MECKEL'S *Archiv.*, 1828, p. 1.

(2) *De monstruis duplicibus verticibus inter se junctis*. Berlin, 1821.

monstruos dobles con una sola cabeza y dos troncos enteramente separados, no se explican bien por la hipótesis de una escision: probablemente son debidos á la adhesion de los gérmenes en los puntos en que debieran nacer partes del mismo nombre, á su coalicion, ya por la cara, ya por otras regiones del cuerpo en que las partes homónimas ejercen, al parecer, cierta atraccion unas sobre otras; mas por otra parte no se hallarian menos dificultades si se quisiese explicar por la union de dos gérmenes los monstruos que tienen demías alguna parte del tronco, por ejemplo, un dedo supernumerario ó dos caras con un solo cuerpo (1).

Duges ha demostrado que las planarias tienen el poder reproductor en alto grado; puesto que cada octava ó décima parte del animal puede producir un individuo completo: cada porcion desprendida del cuerpo regenera completamente la que le falta en doce ó quince dias durante el invierno y en cuatro en el verano. A veces los planarios se dividen en dos animales por escision transversal. El autor últimamente citado ha encontrado en el agua un individuo que tenia dos mitades de cola, y cuando hendia á lo largo la parte anterior del cuerpo de los planarios, obtenia un monstruo con dos cabezas perfectas.

En los anélidos, los troncos de los vasos, el sistema nervioso y el tubo intestinal, se estienden de un modo casi uniforme en toda la longitud del cuerpo del animal en los diversos segmentos anulares que le constituyen. De consiguiente, estos animales estan compuestos de una sucesion de partes uniformes colocadas unas á continuacion de otras,

(1) Hay algunas observaciones de monstruos dobles en el pollo, en una época en que todavía existia el blástodermo (C.-F. WOLFF, *Nov. comment. acad. Petrop.* 14-456.—BAER, en *MECKEL'S Archiv.*, 1827, 576). En el caso referido por Wolff, los dos embriones, que eran completos, no estaban unidos uno á otro mas que por la porcion de la membrana germinativa comun que se prolonga en intestino en la region umbilical. En el de Baer, el *area pellucida*, en lugar de tener como de ordinario la forma de un bizcocho, afectaba la de un corazon. Los embriones tenian una cabeza comun, y sus cuerpos divergian en dos largas ramas del sacro. En un caso observado por Reichert, la cabeza era única, así como el *area pellucida* en este punto, mientras que el cuerpo y la porcion correspondiente del *area* eran dobles.

lo cual es suficiente para esplicar cómo, á pesar de su organizacion complexa, la seccion transversal de su cuerpo no les impide el reproducir lo que han perdido. O. F. Muller ha visto regenerarse en los nereidos los segmentos que se habian desprendido de su cuerpo: Bennet ha visto tambien que cuatro, cinco ó seis anillos han reproducido todo el animal en la *Nais variegata*, y el mismo fenómeno en dos mitades de una lombriz de tierra. Este último experimento no ha salido bien á Duges, aunque las lombrices de tierra reproducen sus anillos mas anteriores y la porcion anterior del cuerpo, cuando se les priva de ellos. Ninguno de estos animales sobrevive á secciones longitudinales, probablemente porque las dos mitades no contienen ya entonces los miembros diferentes del todo.

Los asterios, los moluscos, los insectos, los crustáceos y los aracnides, reproducen ciertas partes de su cuerpo, despues de practicada su ablacion. Es cierto que los caracoles regeneran una porcion de su cabeza, y sus tentáculos cuando el cerebro, que se apoya sobre el esófago, permanece intacto (1).

Segun Heineken, las arañas no reproducen ya sus patas cuando cesan de mudar ó son enteramente adultas. Las larvas de los insectos, reproducen sus antenas, lo cual no hacen mas que los insectos perfectos (2). Cuando los fasmus se hallan todavía en estado de larva, reproducen las patas que llegan á perder.

La regeneracion de las patas en los crustáceos es un hecho muy conocido (3).

No se conoce en los pescados mas que la reproduccion de las aletas segun Broussonet (4).

Entre los reptiles escamosos, los lagartos reproducen su cola: sin embargo, no forma vértebras completas, sino únicamente una columna cartilaginosa. Las salamandras reparan igualmente la pérdida de su cola, segun Spallanza-

(1) V. SCHWEIGER, *Naturgeschichte der skelettlosen ungliederten Thiere*, Léipzig, 1820.

(2) FROBIEP'S *Notizen*, 606, 607.

(3) *Noo. act. nat. cur.*, t. XII, p. 563.

(4) EGGERS, *Von der Wiedererzeugung*. Wurzburg, 1821, p. 51.

ni; y aquí tenemos un ejemplo de reproduccion de la parte posterior de la medula espinal (1).

Las patas renacen en las salamandras, ya sean jóvenes, ya viejas. Rudolphi ha observado que los nervios de la pata nueva no estaban separados de los del tronco por ningun limite distinto. La reproduccion de la mandíbula inferior tiene tambien lugar en estos animales y aun en los tritones, segun Blumenbach, la del ojo con la córnea, el iris y el cristalino en el curso de un año; pero hay una condicion indispensable, y es que el nervio óptico y una porcion de las membranas del ojo hayan quedado intactos en el fondo de la órbita. El blastemo, de que se forman asi poco á poco las diversas partes de un órgano perdido, es al principio gelatinoso y trasparente: preséntase en forma de un cono gelatinoso en el muñon de las patas y de las branquias que se han cortado á una larva de triton. Este blastemo, claro como el agua, y al principio desprovisto de vasos, se ve al segundo ó tercer dia en el muñon de la branquia, segun Steinbuch; despues se prolonga en forma de cilindro, y al cabo de algunos dias, aparece organizado y sembrado de vasos. Segun una comunicacion que me ha dado Dieffenbach, se ve muchas veces que en las salamandras una herida de la piel, de los músculos y del periostio, ocasiona la caida de todo el miembro, pata ó cola, que mas tarde se reproduce.

Yo he tocado anteriormente la cuestion de saber cuál es la causa de la reproduccion de partes tan complicadas en un animal adulto, si se debe al principio organizador que domina á los nervios y los produce en la formacion primitiva, ó si depende de los nervios. Hay un hecho importante que conocer con respecto á esta última hipótesis, y es que todas las fibras nerviosas que antes de la seccion del miembro iban de los troncos á las partes que han sido separadas, estan ya reunidas unas al lado de otras en los troncos, aun subsistentes, del muñon, de lo cual daré la prueba cuando trate del sistema nervioso, y que los troncos nerviosos no son otra cosa que la suma de todas las fibras pri-

(1) *Consúltense* sobre la reproduccion en las salamandras, los experimentos de Spallanzani, Bonnet, Blumenbach, Steinbuch y Rudolphy.

mitivas que se esparcen en las ramas y ramitos de los nervios. Preténdese que una segunda sección de los nervios en el muñon, impide la reproduccion en las salamandras (1). Pero la produccion de los mismos nervios es determinada por un principio superior; porque estos órganos se trasforman, lo mismo que las otras partes, en la metamórfosis de los animales. La causa pues, de la reproduccion, no es la fuerza especial de los nervios, sino la fuerza organizadora en general que se anuncia hasta en los vegetales.

En las clases elevadas del reino animal, no se reproduce ya ninguna parte tan complicada como un miembro ó un ojo, sino solamente ciertos tejidos.

Reproduccion de los tejidos.

La reproduccion de los tejidos (2) se presenta bajo dos formas, es decir, acompañada ó no de inflamacion; pero en ningun caso puede considerarse esta última como la sola y única causa. Sucede muchas veces en el hombre y los mamíferos que la regeneracion y la inflamacion marchan de comun acuerdo, y que la primera es llamada por la segunda; mas no por eso deja de haber una diferencia esencial entre una y otra: la regeneracion es la manifestacion de la fuerza medicatriz de la naturaleza; la inflamacion es la consecuencia morbosa de una lesion, y tiende lo mismo al bien que al mal, segun las circunstancias. Para convencerse de que la curacion es independiente de la inflamacion, no hay mas que ver lo que pasa en los reptiles; pues las serpientes se curan de heridas considerables y con pérdida de sustancia sin que sobrevenga inflamacion; la superficie se cubre solamente de una costra, debajo de la cual se forma la sustancia nueva. Yo he sido testigo del fenómeno que se asegura no ser tan poco raro en las aves. Las salamandras y los animales inferiores reparan la pérdida de un miembro entero sin este acto patológico; y ¿quién piensa aquí, por otra parte, en la necesidad de la inflamacion para que la re-

(1) TOOD, *Quartely journal of sciences*, t. XVI, p. 91.—
TREVIRANUS, *Erscheinungen und Gesetze*, t. II, p. 7.

(2) KUHNHOLZ, *Considér. génér. sur la régénération des parties molles du corps humain*. Paris, 1841.

generacion se verifique? Al contrario, en el hombre y los mamíferos la inflamacion y regeneracion son simultáneas, al menos despues de las heridas, durando la primera hasta que ya no sufre la parte dañada. Háse deducido falsamente de aquí que la inflamacion es un fenómeno de exaltacion de la fuerza vital. Por lo demás, los animales superiores nos suministran tambien algunos ejemplos de regeneracion sin vestigio alguno de inflamacion; tal es la reproduccion de las astas de los ciervos, de las uñas, pelos, &c.

1.º *Regeneracion sin inflamacion.*

La cubierta de los cangrejos se renueva cada año, cuando su capacidad no es suficiente para el desarrollo que las partes internas han adquirido. Se abre y cae en el mes de agosto: debajo de ella ya se ha formado otra que al principio es blanda y sensible, y aun contiene vasos, pero que no tarda en endurecerse por efecto de un depósito de moléculas de carbonato calcáreo (1). Al tiempo de la muda se forman en ambos lados del estómago, cuyo epidermis tambien se renueva, unas concreciones lapídeas llamadas ojos de cangrejo, las cuales desaparecen tan luego como se endurece la nueva cubierta calcárea.

Las astas de los ciervos y otros animales inmediatos, es mas comparable á la matriz de los ruminantes que á los cuernos mismos: su base descansa en la tuberosidad frontal, de la cual la separa un rodete óseo y dentado. No es la época de los celos (en otoño), sino en la primavera cuando los machos pierden sus astas y adquieren otras nuevas. Verificase la separacion por una especie de reblandecimiento de la sustancia ósea del tubérculo frontal en el limite entre ella y el asta. La nueva prominencia frontal que se desarrolla, se cubre al poco tiempo de piel, y entonces se eleva un tubérculo que está y permanece cubierto de una produccion de esta piel hasta que adquiere su perfecto incremento. Durante todo este tiempo el tubérculo está blando y cartilaginoso, y debajo de su piel se encuentra un verdadero periostio sobre el cual culebrean vasos que penetran la masa del cartílago en todos sentidos. Este se osifica poco á poco, como todo otro hueso, pasa por los mismos estados que un hueso de feto ó de niño, y concluye por hacerse un

(1) CUVIER, *Anat. comp.*, t. I.

hueso perfecto. Sin embargo, el rodete de su base, entre cuyos dentellones pasan los vasos, se desarrolla tambien; pero engrosándose dichos dentellones estrechan los vasos y al fin los obstruyen: entonces la piel y el periostio de las astas se desecan, mueren y caen, y hallándose el hueso al descubierto, no tarda tambien en caer, para renacer de nuevo siempre mas considerable (1). Despues de la castracion, los ciervos jóvenes no arrojan ya astas, y los viejos no mudan las que tienen.

Los gérmenes organizados de las producciones córneas, pelos y espinas en los mamíferos, y plumas en las aves, tienen igualmente sus estados de disminucion y de turgencia que son la causa de la muda, es decir, de la caída y de la reproduccion de estas formaciones. Sin embargo, la reproduccion de los pelos y de las plumas, se diferencia de las astas de los ciervos en que la matriz vascular de los pelos es la única comparable á estas, y la medula muerta de las plumas se asemeja á las astas endurecidas, mientras que la sustancia córnea de estas mismas plumas no es producida sino por la matriz, cuyo solo análogo en los ciervos es el epidermis del asta todavía blanda.

Sábese que las uñas se reproducen en tanto que subsiste su matriz; y aun se ha observado un principio de formacion de uña en las segundas falanges de los dedos que habian sufrido una amputacion parcial (2). Heusinger ha ilustrado la cuestion de la muda de los mamíferos (3). Cinco dias despues del arrancamiento de un pelo del vigote de un perro, se reprodujo otro de mas de una línea de largo. En la muda, el bulbo del pelo antiguo palidece, y se forma á su lado un glóbulo negro que se convierte en un nuevo cilindro piloso. Es un hecho muy interesante el que la matriz del pelo nuevo, es en cierto modo una *escrescencia* del suelo productivo del folículo y no el antiguo gérmen: asegúrase que sucede lo mismo con las espinas. En la muda de las aves, el epidermis del pico y otros puntos del cuerpo,

(1) CUVIER, *Anat. comp.*, t. I, p. 113.

(2) BLUMENBACH, *Instit. physiol.*, p. 511.

(3) MECKEL'S *Archiv.*, 558.

se desprende en forma de chapas ó escamas furfuráceas (1).

Varios autores admiten, segun las observaciones, que un pelo arrancado y plantado inmediatamente en la piel echa raíces (2); pero esto no me parece un hecho demostrado. Estando organizado al interior el bulbo de los pelos, se puede concebir muy bien el que se sulte con partes de la piel que no sean el fondo de un folículo piloso: pero; cuán fácil es en semejante caso dejarse engañar de una ilusion!

b. Tejido dentario.

Los dientes se renuevan porque no pueden crecer en su corona y se necesitan otros para corresponder á las dimensiones aumentadas de las mandíbulas. Los dientes nuevos, llamados tambien dientes de reemplazo aparecen á la edad de seis ó siete años, pero sus coronas estaban ya formadas mucho antes. Todos saben que hay ocho muelas de leche y que las de reemplazo son veinte. Las primeras todas tienen cuatro tubérculos, y de las segundas las dos anteriores de cada mandíbula solo tienen dos, al paso que las posteriores tienen cuatro. Los dientes de leche empiezan á desarrollarse al tercer mes de la vida intrauterina y á perforar la encía al sexto despues del nacimiento.

Los dientes de reemplazo tienen relaciones particulares de situacion con los de leche. Las tres muelas posteriores de la segunda denticion estan colocadas en la misma línea que los dientes de leche y vienen á establecerse al lado de las muelas de leche, á las cuales se parecen tambien por la forma de la corona. Las muelas anteriores, los caninos y los incisivos de reemplazo estan situados al principio detrás de los dientes correspondientes de la primera denticion. Segun J. F. Meckel, el folículo de la primera muela gruesa de reemplazo (la tercera) se forma antes de terminar el cuarto mes del embarazo; los de los incisivos no aparecen hasta el principio del octavo mes. Siguelos el del canino y despues el

(1) Véase para los detalles á A. MECKEL, en REIL'S *Archiv.*, t. XII.

(2) DZONDI, *Beiträge zur Vervollkommnung der Heilkunde.* Halle, 1816.—DIEFFENBACH, *De regeneratione et transplantatione.* Wuzbourg, 1822.—WIESEMANN, *De coalitu partium a reliquo corpore prorsus disjunctarum.* Leipzig, 1824.

de la muela gruesa media. Solo algunas semanas despues del nacimiento se forma el de la muela pequeña anterior; despues vienen el de la muela pequeña posterior, y á los cuatro años por lo comun el de la tercera muela gruesa (1). En sentir de Blak y Meckel, los folículos de los dientes permanentes nacen de los de leche por una especie de gemmacion; sin embargo el último de estos autores sostiene que la comunicacion solo se verifica entre las hojuelas esternas de los folículos dentarios, y que las internas estan enteramente aisladas unas de otras, de suerte que el nuevo saco dentario interno se desarrolló en el antiguo, entre él y la hojuela esterna sin que sus cavidades comuniquen entre sí. La tercera muela empieza á osificarse hácia el fin del embarazo. Los alvéolos de los dientes nuevos se separan poco á poco de los antiguos, pero las dos cavidades continuan siempre en comunicacion una con otra por una abertura considerable á través de la cual pasa el cordon que une los dos sacos entre sí. La segunda denticion empieza á los seis ó siete años; las muelas anteriores son las primeras que aparecen, despues los incisivos y caninos; las muelas medias no se presentan hasta los trece ó catorce años, las posteriores se dejan ver de los diez y seis á los veinte. Los dientes de leche antes de caer pierden sus raices.

Varios autores han pretendido que cuando se arrancaban los dientes de un animal y se los volvia á colocar inmediatamente en su lugar, se consolidaban de nuevo; pero este hecho no está bien demostrado. Trátase aquí de la adherencia del gérmen dentario dislacerado ó de sus vasos con el fondo del alvéolo: para resolver el problema, sería preciso alimentar con rabia á varios animales en quienes se quisiese trasplantar los dientes; si se verificaba una adherencia, la capa mas interna del diente debia tomar un tinte rojo.

En las serpientes se forman continuamente nuevos corchetes de veneno. Los nuevos dientes del cocodrilo penetran en las cavidades cónicas de los antiguos.

c. *Cristalino.*

Parece que en ciertos casos se reproduce el cristalino des-

(1) MECKEL, *Manuel d'anatomie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1825, t. III: p. 351.

pues de haberle estraído, y que la cápsula forma uno nuevo; Lerroy es quien ha observado este fenómeno (1). El contenido de la cápsula curada unas veces era una masa granulosa y otras un cuerpecito lenticular: una vez se produjo un cristalino muy voluminoso (2).

2.º *Regeneracion.*

Colocáuse aquí casi todos los casos de regeneracion en el hombre: sin embargo, es preciso exceptuar la reproduccion de los gérmenes dentarios y pilosos que algunas veces se verifica, y que aun puede tener lugar patológicamente, por ejemplo en el ovario y en otras partes del cuerpo. Esta produccion parece efectuarse siguiendo las mismas leyes; los dientes accidentales que de aquí resultan tienen esmalte y nacen en folículos (3).

3.º a. *Regeneracion á consecuencia de una inflamacion exudatoria.*

Cuando una parte herida ó no, que ofrece superficies libres, es atacada de inflamacion, esta trae en pos de sí la exudacion de un líquido coagulable. Si no hay superficies libres, la materia coagulable se acumula en los vasos capilares y en el tejido del órgano en donde se condensa. Esta materia es líquida en el momento de su trasudacion, rezu- ma gota á gota en la superficie de las membranas inflama- das, es trasparente al principio, pero poco á poco se vuel- ve blanquecina y consistente. La sustancia que la constitu- ye es la fibrina disuelta en la sangre. Cuando todavía está blanda parece que tiende á la organizacion por efecto de un principio de vida inherente á la fibrina; esta tendencia se realiza á beneficio de la afinidad que tiene con las superfi- cies inflamadas y el choque recíproco que se establece. Vén-

(1) *Journ. de Magendie*, 1827, 30.

(2) *Consúltese á MEYER*, en *Journ. de Græfer*, 17, 1.—*VROLIK*, *ibid.*, 18, 4.—*G. SOEMMERING*, *Beobachtungen ueber die organischen Verændererzeugungen im Auge, nach Staaroperationen*. Francfort, 1828.—*Textor* (*Ueber die Wiedererzeugung der Kristallimse*. Wurzbourg, 1842) ha observado la reproduccion del cristalino cinco veces en el hombre y muchas en el conejo. La integridad de la cápsula es necesaria á esta reproduccion.

(N. del T. F.)

(3) *MECKEL'S Archiv.*, t. I, p. 519.

se aparecer en la materia exudada corpúsculos que pertenecen á las formaciones celulosas, y estas células producen nuevos vasos idénticamente lo mismo que se forman en el huevo los primeros vasos sanguíneos. Schröder van der Kolk y Pockels han conseguido hacer magníficas inyecciones de los vasos sanguíneos contenidos en varias exudaciones. Producense tambien nuevos linfáticos en estas falsas membranas, como de ello me he podido convencer en muchas preparaciones de Schröder, en las cuales se ven al lado de las arterias y de las venas vasos linfáticos llenos de mercurio (1). Las exudaciones que sobrevienen en la superficie de las membranas mucosas, en el crup por ejemplo, no estan por lo general organizadas.

Un hecho digno de notarse es la formacion de vasos nuevos entre los dos extremos de una arteria que ha sido ligada y cortada. Mannoir, Parry y Mayer han hecho sobre este particular observaciones que estan en bastante armonía unas con otras. Las investigaciones de Ebel y las láminas de que van acompañadas no permiten poner en duda el fenómeno en cuestion (2). La nueva conexión se establece por medio de muchos vasos, á veces espirales, que van de un extremo al otro de la arteria, por ejemplo de la carótida primitiva. Cuando se ha querido explicar el hecho no se ha tenido presente que en los animales la carótida primitiva da muchos ramitos á los músculos del cuello, de manera que los pretendidos nuevos vasos no son otra cosa que trasformaciones de redes capilares persistentes.

En cuanto á la cicatrizacion por adhesion inmediata de las partes que han sido separadas una de otra, hay una cosa muy cierta y es que toda parte organizada y atacada de inflamacion exudativa se adhiere á las que reunen las mismas condiciones; de este modo los nervios no solo pueden unirse entre sí, sino tambien con músculos, periostio y aponeurosis. Aun las partes separadas totalmente del cuerpo pueden volverse á unir cuando se las pone inmediatamente en contacto íntimo con la superficie homóloga ó no de una herida reciente, con tal que la inflamacion no haya pasado en ella

(1) SCHROEDER, *Obs. anat. path.*, 43.

(2) EBEL, *De natura medicatrice, sicubi arteria vulnerata et ligata fuerint*. Giessen, 1826.

del periodo de exudacion. Este fenómeno acaece en verdad muy rara vez; mas no por eso deja de ser incontestable. Hunter ha trasplantado el diente de un perro á la cresta de un gallo en la cual se consolidó; la pieza existe en Londres en el museo Hunteriano en donde la he visto: la cavidad dentaria es muy ancha, lo cual debió hacer tanto mas fácil la adherencia del germen. El mismo autor ha trasplantado una glándula del bajo vientre de un gallo al de una gallina, igualmente que el espolon de un gallo, y ambas operaciones le dieron el resultado que pretendia (1). Baronio ha hecho experimentos análogos. Segun Merrem y Walther puede volverse á unir la pieza de hueso que se desprende con la corona de trépano. Tambien debo citar aquí el hecho notable de Bonger, el cual indica la adherencia de una nariz fabricada con un pedazo de piel enteramente desprendida del muslo. En estos últimos tiempos se ha conseguido algunas veces trasplantar la córnea trasparente de un ojo á otro (2).

Mas fácil es la adhesion de un colgajo de piel, que se halle todavía fijo al cuerpo con otras partes del mismo cuerpo. Fenómeno es este sobre el cual se apoya el arte de la autoplastia y al cual es deudora la cirujía de los progresos con que la ha enriquecido en gran parte Dieffenbach. Cuando el colgajo ha contraido adherencias, se puede cortar el puente que se habia respetado hasta entonces, para dejarle en comunicacion con el organismo. La adhesion de dos partes inflamadas de que los cirujanos sacan tanto partido para curar soluciones de continuidad ó suprimir ciertas secreciones, es un fenómeno general en las partes organizadas.

Individuos diferentes pueden unirse uno con otro de este modo. Cuando así se verifica la union de dos embriones es una ley sujeta á muy pocas escepciones el que se unan entre sí por sus partes similares, con ó sin perdida de sustancia; y suele suceder entonces que las partes simétricas de uno de los embriones se alejen unas de otras en el punto de la adherencia y vayan á unirse á las partes correspondientes del otro embrión.

Rathke ha encontrado un caso en que un embrión se ha-

(1) ABERNETHY, *Physiolg. lect.* p. 253.

(2) *Consultese* sobre este asunto á FELDMANN, en AMMON'S *Journal fuer Chirurgie*, 1844, t. III, p. 143.

bia unido con la cabeza de otro por su cordon umbilical (1).

Por lo que hace á la regeneracion de los diversos tejidos, es de regla que las partes divididas de un tejido se adhieran entre sí cuando se tocan durante el periodo de exudacion de la inflamacion; pero la sustancia de nueva formacion que une las partes organizadas, y que al principio es fibrina, no tiene en los órganos destinados al sentimiento y movimiento muscular las mismas propiedades que estos tejidos ofrecen en cualquiera otra parte. En muchos de los otros tejidos la regeneracion es completa aun por el aspecto de las cualidades orgánicas, principalmente en los tejidos menos importantes por sus propiedades vitales que por las físicas, cuyo sostenimiento asegura la vida, como los huesos. Mas los tejidos de esta última especie no todos se regeneran con la misma facilidad: la regeneracion de los cartilagos es muy difícil (2); la de los tendones ofrece menos dificultades (3), y la mas fácil de todas es la de los huesos (4).

Los huesos esponjosos, como los del cráneo, los de la pelvis y las epífisis de los huesos cilíndricos se curan con mas dificultad que otros mas densos. Ciertas fracturas, como la de la rótula, no se curan comunmente sino por la interposicion de una masa ligamentosa flexible. Asimismo las fracturas intra-capsulares del cuello del fémur se curan en general, no por un callo, sino por la produccion de una ma-

(1) MECKEL'S *Archiv.*, 1830, 4.

(2) E. H. Weber ha reunido los hechos relativos á la curacion de las heridas de los cartilagos (*Anatomie*, t. I, p. 306).

(3) Arnemann, Murray, Moore, Kæbler y Ammon, han hecho experimentos sobre la regeneracion del tejido fibroso.—V. á AMMON, *Physiologia tenotomiæ experimentis illustrata*. Dresde, 1837.

(4) Textor (*Ueber die Wiedererzeugung der Knochen nach Resectionen beim Menschen*. Wurzburg, 1842) ha hecho una larga serie de investigaciones acerca de la regeneracion de los huesos en el hombre despues de las resecciones, operacion que dice haber practicado 87 veces. La reproduccion de los huesos largos se efectua fácilmente cuando se ha respetado el periostio; mas no así la de los cortos y esponjosos. Las cabezas articulares no se regeneran, ó al menos no lo hacen sino de un modo muy incompleto; pero muchas veces se forma un cartilago inter-articular. La regeneracion de las costillas es muy fácil, y de ella ha visto dos ejemplos el autor mencionado. (N. del T. F.)

sa ligamentosa (1). El agujero que una corona de trépano ha hecho en el cráneo rara vez se llena, aun al cabo de mucho tiempo, de una sustancia perfectamente ósea; sin embargo, á veces sucede, y Scarpa lo ha observado.

La curacion de las fracturas se apoya en la inflamacion exudativa y la trasformacion de la exudacion en un cartilago, que despues de haber constituido por algun tiempo un medio de union bastante informe entre los fragmentos, acaba por trasformarse poco á poco en hueso. La exudacion trae origen de todos los puntos que han sido heridos en el momento de la fractura, así del hueso como del periostio, del tejido celular adyacente y de todas las partes que invade la inflamacion. Esta primera exudacion se compone, como en toda inflamacion, de la fibrina disuelta de la sangre; no tarda en adquirir la consistencia de una jalea que se organiza mientras continúa la inflamacion y se hincha el periostio. Se la debe distinguir del callo propiamente dicho, puesto que es el producto uniforme de la inflamacion de cualquier parte herida, y el callo es la base de la nueva sustancia ósea y tiene al hueso por punto inmediato de partida. Las investigaciones de Miescher (2) han contribuido mucho en estos últimos tiempos á aclarar la teoría de la formacion del callo. He aquí en qué consiste este trabajo.

Despues de una fractura se marca muy bien al principio la inflamacion en las partes blandas, periostio, tejido celular y músculos, los cuales se hinchan, se deprimen y contraen adherencias entre sí, formando de este modo una cápsula sólida al rededor de la fractura. La inflamacion hace rezumar en la superficie interna de esta cápsula una sustancia semifluida que poco á poco se hace mas consistente y en la cual se desarrollan vasos. Una sustancia semejante trasuda el tejido medular del hueso fracturado. Esta masa y la formada por la cápsula se confunden entre sí, resultando de aquí la sustancia intermedia que está situada en la cápsula y que envuelve la fractura. Esta sustancia adquiere una testura fibrosa y llena todos los intersticios de los huesos mientras que los músculos, el tejido celular y el perios-

(1) Orto, *Patologische Anatomie*, p. 225.

(2) *De inflammatione ossium eorumque anatom. gener. ali.* Berlin, 1836.

tio vuelven á su estado primitivo. Los huesos son tambien invadidos de la inflamacion, pero mas tarde que las partes blandas, y desde luego á alguna distancia de los estremos de la fractura en donde todavía estan cubiertos del periostio y aun en su interior. Dejan trasadar igualmente una masa gelatinosa en la cual se desarrollan vasos; mientras esta sustancia crece, se trasforma en cartilago y en el hueso en el lado en que forma parte con dicho hueso: este es el callo propiamente dicho, que llena tambien mas ó menos la cavidad ósea. Esteriormente la sustancia mencionada avanza hasta mas allá de los fragmentos, y las producciones de los dos huesos se unen entre sí. Tal es la formacion del callo primitivo. Sin embargo las superficies de los huesos contraen adherencias con la cápsula formada por las partes blandas y el mismo callo primitivo, y los bordes de la fractura se sueldan con la sustancia intermedia. Entonces se produce el callo propiamente tal, cuyo desarrollo se verifica á espensas de la sustancia intermedia hecha ligamentosa, y sobre cuya superficie desigual se reproduce el periostio.

La primera aparicion del callo primitivo, sobreviene en la parte del hueso en que todavía está adherido el periostio. Es una materia al principio semilíquida que se forma entre el periostio y el hueso, y en la cual se perciben vasos á los tres dias. Segun las investigaciones de Miescher, el callo parte siempre del mismo hueso. Si alguna vez se ha creido ver en este callo puntos de osificacion, que en el corte trasversal parecian aislados de la porcion de hueso de donde parte la formacion del callo, un exámen mas atento ha demostrado que pertenecian á esta parte productiva en puntos diferentes de la superficie de la seccion. En cuanto á los cambios ulteriores que el callo experimenta despues de la adhesion de los estremos del hueso, consisten en el restablecimiento de la cavidad medular en el centro del callo, y en el cambio de forma que sufre este último. Por lo demás, las metamorfosis del tejido del callo, se verifican absolutamente lo mismo que en la primera osificacion. Mientras el callo es cartilaginoso, contiene corpúsculos óseos microscópicos, y en la época de la osificacion, se desarrolla tambien sustancia esponjosa en la masa del hueso (1).

(1) Hallase una esposicion completa de las diversas opiniones sobre la formacion del callo en el artículo *Callo del Dico.*

La controversia ha recaído principalmente sobre la parte que el periostio toma en la formación del callo. Duhamel, Schwenke, Bordenave, Blumenbach, Koehler, Dupuytren y Boyer le atribuían una parte esencial. Detlef había ya hecho ver que por el contrario no toma ninguna, y que se forma mas tarde. Haller, Soemmerring, Scarpa, Richerand y Cruveilhier, hacían provenir el callo de una exudación de los mismos extremos fracturados. Ya se ha hablado mas arriba de la opinion anti-fisiológica de Duhamel, segun la cual el periostio debe ser el órgano productor del hueso. Como no es el hueso el que primero se forma, tampoco puede ser el que produzca el callo. Despues de la fractura, el periostio solo toma parte en la exudación primitiva, como todas las otras partes que han sido heridas. En verdad concurre á la producción del callo propiamente dicho entre él y el hueso, pero solo en cuanto es necesario á la nutrición del hueso subyacente que recibe de él sus vasos. Empero ya he dicho anteriormente que la formación de tejidos específicos exige otra cosa que la existencia de vasos llenos de materiales nutritivos.

El desarrollo de los primeros puntos de osificación del callo inmediato al hueso y su modo de crecer, prueban que la presencia del hueso, es aquí necesaria á la formación de una nueva sustancia ósea.

Las membranas serosas son entre todas las partes las

de Ciencias Med., en Richter (*Handbuch der Lehre von den Bruechen der Knochen*. Berlin, 1828, p. 89-117), y en Miescher. Las principales obras sobre este asunto son: HALLER, *Elem. physiol.*, t. VIII, p. 345.—DETLEF, en HALLER, *Op. minor*, tomo II, p. 463.—TROJA, *De novorum ossium regeneratione exp.* París, 1775.—KOEHLER, *Exp. circa regenerat. ossium*. Gottinga, 1786.—VAN HECKEREN, *De osteogenesi praternaturali*. Leyde, 1798.—MACDONALD, *De necrosi et callo*. Edimburgo, 1799.—DUPUYTREN en el *Dict. des sc. méd.*, t. XXXVIII, p. 434.—KORTUM, *Exp. circa regenerat. Ossium*. Berlin, 1824.—MEDING, *Diss. de regenerat. ossium*. Leipzig, 1823.—M. J. WEBER, *Noo. act. nat. cur.*, 12, 2.—BRESCHET, *Recherches expérimentales sur la formation du cal*. Paris, 1819.—Ph.-E. LAMBON, *Sur le cal*, Paris, 1842, in-4.—H. LEBERT, *De la formation du cal*; en los *Annales de la chirurgie*, Paris, 1844, t. X, p. 129.

que mas tendencia tienen á trasudar la serosidad de la sangre, quizá porque tambien son las que tienen menos tejido asimilador propio; y así en ningun punto son mas comunes las adherencias que en estas membranas. Todavía no se sabe de un modo positivo si se desarrollan nuevas membranas sinoviales en las falsas articulaciones que se observan á consecuencia de luxaciones antiguas. Meckel se ha apresurado á admitirlo, quizá con demasiada lijereza, porque la sinovia de una nueva articulacion, puede muy bien provenir de un resto de membrana sinovial que haya quedado adherida al hueso.

La cicatriz de las heridas de la piel que se curan por adhesion inmediata, es decir, durante el periodo de exudacion, es mas densa y sensible que la misma piel; es roja al principio y se pone blanca con el tiempo; tambien tiene un epidermis mas fino. Mas estensas son las cicatrices que suceden á las heridas con pérdida de sustancia en la piel, y se curan por inflamacion supurativa. En este caso, la cicatriz está desprovista de pelos, y en los negros empieza casi siempre por ser blanca, pero frecuentemente se ennegrece con el tiempo.

Las membranas mucosas dificilmente contraen adherencias unas con otras, lo cual esplica en parte las dificultades de la estafilorrafia y de la enterorrafia. Cuando se ha cortado el conducto escretor de una glándula, y se tocan de frente los dos extremos, suele restablecerse la continuidad del conducto; lo cual ha observado Muller el primero (1) tres veces en el conducto de Wharton, una en el conducto pancreático y dos en el conducto deferente del perro y del gato. Brodie, Tiedemann, Gmelin, Leuret y Lassaigne, han visto tambien este fenómeno en ciertos casos despues de la ligadura del conducto colédoco. En algunos de los experimentos de Tiedemann, desapareció la ictericia de los diez á los quince dias. O la ligadura habia cortado el conducto y habia caido antes de la union de los bordes de la seccion, ó bien se habia derramado linfa coagulable al rededor de ella, y acaso entonces habia caido en el interior del conducto restablecido, cuyo orificio intestinal la habia tras-

(1) *De vulneribus duct. excret.* Tubingue, 1819.

mitido al intestino. El restablecimiento del conducto, se verificó de los trece á los veinte dias (1).

Las glándulas se cicatrizan, pero la sustancia de la cicatriz, no adquiere las propiedades de la sustancia glandular. Lo mismo sucede con los músculos. Segun P.-F. Meckel, Richerand, Parry, Huhn, Murray y Autenrieth, la sustancia de la cicatriz de los músculos se parece al tejido celular condensado, y no se contrae bajo el influjo del galvanismo (2). Las heridas de la matriz llena del producto de la concepcion, se cicatrizan con suma facilidad y en poco tiempo se hacen muy pequeñas por efecto de la contraccion del órgano. Parece que la cubierta serosa exterior de la matriz, es el asiento principal de la cicatriz (3). Verdaderamente no se puede admitir una nueva produccion de sustancia muscular propiamente tal, como la que ha descrito Volf (4). Las capas fibrosas que yo he visto en la pleura y pericardio en el gabinete de Heidelberg, no pueden ser otra cosa que exudaciones fibrinosas. Los únicos caracteres por los cuales podemos reconocer la sustancia muscular son: la facultad que tiene de contraerse, y el aspecto que presenta al microscopio (5).

Arnemann, Haighton, Prevost, Meyer, Fontana, Michaelis, Swan, Breschet, Tiedemann, Schwann y Steinrueck han hecho investigaciones acerca de la regeneracion de los nervios. La antigua historia de este punto de fisiologia, contiene todavía cosas oscuras, porque muchos observadores han confundido entre sí dos cuestiones muy diferentes, á sa-

(1) TIEDEMANN y GMELIN, *Rech. exp. sur la digestion*, t. II, p. 49. La reproduccion del conducto coelédoco, despues de su ligadura ha sido observada tambien por otros y especialmente por Schwann, cuyos experimentos sobre la bilis se refieren en el artículo de la digestion.

(2) KLEMMANN, *Diss. circa reprod. partium*. Halle, 1789.
—HUHN, *De regeneratione partium mollium*. Göttingue, 1787.
—MURRAY, *De redintegratione partium*. Göttingue, 1787.—
AUTENRIETH y SCHNELL, *Diss. de nat. unionis musculorum vulneratorum*. Tubingue, 1804.

(3) Consúltese á MALLER, en el *Journal de Grafe*, XI, 4.

(4) *Tract. de formatione fibrarum muscularium in pericardio atque in pleura*. Heidelberg, 1832.

(5) Consúltese á WUTZNER, en MULLER's *Archiv.*, 1834, página 451.

ber: si los extremos de un nervio cortado vuelven á unirse, y si la masa de la cicatriz tiene las propiedades del tejido nervioso. Sábese que cuando se corta un nervio, los dos extremos se separan un poco uno de otro por la elasticidad de su vaina; pero tambien es cierto que dichos extremos se reunen cuando se los mantiene aproximados; y en cuanto á saber si la sustancia de la cicatriz tiene las propiedades de los nervios, será preciso que para esto contenga fibras nerviosas primitivas. Arneimann ha encontrado que se diferencia de la sustancia propiamente dicha de los nervios y que forma un engrosamiento duro. Por otro lado, Fontana dedujo de sus experimentos sobre el par vago de los conejos que hay identidad entre las dos sustancias. Prevost que habia cortado este mismo nervio en varios gatos dejando que se uniesen los dos extremos, ha visto al cabo de cuatro meses, que los filetes nerviosos se continuaban al través de la cicatriz. Michaelis ha aventurado una proposicion muy poco verosímil cuando ha pretendido que muchas semanas despues de la escision de una porcion del nervio de nueve á doce líneas de largo, se habian unido los dos extremos por medio de filetes nerviosos.

Meyer (1) y Tiedemann han sometido la sustancia de formacion nueva á la prueba del ácido azoótico, que disuelve las cubiertas de los nervios sin atacar la sustancia nerviosa; pero este reactivo puede inducir á error. Examinando con el microscopio la cicatriz del nervio ciático de un conejo cortado siete semanas antes, y cuyos dos extremos se habian vuelto á unir, no me ha sido posible adquirir una certidumbre completa de la existencia de fibras primitivas paralelas en esta masa, que todavía se hallaba dura, y que parecia formada de un tejido celular denso. Sin embargo, Schwann ha conseguido verla en la rana; en este caso se habia restablecido la facultad conductora de los nervios.

Los experimentos fisiológicos sobre el restablecimiento de la sensacion y del movimiento en las partes cuyos nervios han sido cortados, son de gran valor; pero se puede decir de casi todos los que conocemos que no se han hecho con bastante crítica.

(1) REIL's *Archiv.*, t. II, p. 449.

Arnemann, que no creia en la regeneracion de los nervios, ha visto restablecerse el sentimiento en uno de sus experimentos en que cortó uno de los nervios cutáneos de una de las patas delanteras de un perro. Descot (1) ha observado el mismo fenómeno en un hombre que se habia cortado el nervio cubital, al principio quedaron completamente insensibles los dedos cuarto y quinto; pero al cabo de algunos dias recobraron un poco de sensibilidad, que despues se restableció gradualmente en su totalidad. He visto á Wutzer estirpar un tumor del nervio cubital en el brazo de un jóven; fue preciso cortar el nervio por encima y por debajo del tumor, resultando una escision de dos pulgadas y media de largo. Era imposible que la sustancia nerviosa se reprodujese en esta parte, y sin embargo, al cabo de tres semanas ó un mes, fue apareciendo poco á poco la sensibilidad, no en el quinto dedo, sino en el lado cubital del cuarto, sin duda porque el nervio palmar cubital de este dedo se anastomosa con un filete del nervio mediano; al cabo de ocho meses, los dos lados del cuarto dedo, habian recobrado completamente su sensibilidad. Gruithuisen ha observado en sí mismo la vuelta gradual, pero incompleta, del sentimiento despues de la seccion del nervio dorsal del pulgar. En un caso referido por Earle (2), en que se escindió una parte del nervio cubital, cinco años despues aun no podia el dedo pequeño prestar ningun servicio, y solo ofrecia sensaciones oscuras. En la mayoría de los experimentos de Arnemann, la porcion inferior del nervio cortado, estaba enteramente insensible despues de un periodo de tiempo de ciento á ciento sesenta dias.

Haighton (3) cortó el par vago en un perro en uno de los lados del cuello; tres dias despues practicó la seccion del otro nervio, y el animal murió, como sucede siempre que se cortan los dos nervios á la vez. En otro perro, cortó uno de los dos nervios del octavo par y nueve dias despues el otro; el animal sobrevivió trece dias. Otro perro en quien se dejaron pasar seis semanas entre las dos operaciones, no pereció, y solo quedó enfermo por espacio de seis meses á

(1) *Dissert. sur les affections locales des nerfs.* Paris, 1822.

(2) *Méd. chir. Trans.*, 7.

(3) *Philos. trans.*, 1795,

cuyo término habia recobrado la voz, la cual era aun mas fuerte que antes. El mismo autor volvió á cortar los dos nervios, uno despues de otro en un perro, que diez y nueve meses antes habia sufrido otra vez la doble operacion; el animal murió á los dos dias. Richerand ha repetido, sin éxito alguno, los experimentos del fisiólogo inglés; pero Prevost ha sido mas afortunado (1). Uno y dos meses despues de la seccion de uno de los dos nervios del par vago, fue cortado el segundo en dos gatos recién nacidos, que perecieron, el primero en quince horas, y el segundo en treinta y seis; dos gatos jóvenes á quienes no se cortó el segundo nervio hasta cuatro meses despues del primero, vivieron todavía quince dias; pero habiéndose repetido despues la operacion en el nervio que ya la habia sufrido el primero, los animales sucumbieron en treinta horas (2).

Alégase además otra serie de experimentos en los cuales varios miembros, cuyos nervios habian sido cortados, recobraron la facultad de moverse. La mayor parte de estos experimentos nada prueban absolutamente, á no ser que, como lo ha hecho Tiedemann, se hayan cortado todos los

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1827, t. X, p. 168.

(2) Descot ha practicado la segunda seccion treinta y dos dias despues de la primera, y el animal (perro) sobrevivió un mes (*Sur les affections locales des nerfs*, p. 90). Flourens ha visto sobrevenir la muerte cuatro dias despues de la seccion de uno de los nervios neumogástricos en un gallo, á quien se habia cortado el otro ocho meses antes (*Ann. des sc. nat.*, 1828, t. XIII, p. 116). Longet ha dejado en dos perros seis semanas de intervalo entre las dos resecciones; el uno murió al tercer dia, y el otro al quinto (*Anat. du syst. nero.*, t. II, p. 256). Sédillot (*Du nerf pneumo-gastrique et de ses fonctions*. Paris, 1829) ha visto á un perro sobrevivir dos meses y medio á la doble seccion. Segun observa longet (*loc. cit.*, p. 356), hay que tener presentes tres circunstancias para darse razon de esta diversidad de resultados: 1.º el tejido intermedio puede haberse formado ó no; 2.º aun dado caso que se haya desarrollado, puede haberse hecho mas ó menos buen conductor durante el tiempo trascurrido; 3.º en fin, hay entre los dos nervios laríngeos una anastomosis variable en volúmen y en importancia, que él ha visto en un perro igualar por lo menos al tercio del grosor del tronco cervical del par vago. (N. del T. F.)

nervios de un miembro. Schwann ha hecho muchos sobre la seccion del nervio ciático en los conejos, y ninguno le ha dado resultados decisivos. Despues de la operacion tardaron poco los animales en poder andar, pero nunca llegaron á recobrar el completo uso del miembro. No nos sorprende el que pudiesen servirse de su pata algunos dias despues de la seccion del nervio ciático en el muslo, porque los nervios de los músculos de esta parte se desprenden muy arriba del plexo y del nervio ciáticos, y la operacion así practicada no los alcanza por lo general. Por otra parte, los músculos del muslo reciben tambien filetes del crural y del obturador. La seccion del ciático en medio del muslo y aun mas arriba, no paraliza mas que los nervios peroneo y tibial, y por consiguiente los músculos de la pierna y del pie; verdaderamente, estos dos segmentos del miembro no pueden prestar un apoyo completo despues de la operacion, mas no por eso deja el animal de servirse de su pata por medio de los músculos del muslo que no han sufrido ninguna alteracion.

Tiedemann, que ha cortado en la axila de un perro todos los troncos nerviosos de la pata delantera, especialmente el cubital, el radial, el mediano y cutáneo esterno, ha notado al cabo de ocho meses, y mejor todavía á los veintiuno, un restablecimiento tal de la sensibilidad y movilidad, que el animal llegó á recobrar el uso completo de su miembro. Este es uno de los experimentos mas concluyentes en favor de la regeneracion de los nervios.

Para resolver el problema de la regeneracion de estos órganos, se puede recurrir á experimentos sobre la facultad conductora de la cicatriz, escitando los nervios por encima de esta última con agentes mecánicos ó por el galvanismo. Por su cualidad de sustancia húmeda, la cicatriz conduce la electricidad; pero ¿conduce tambien el principio nervioso cuando se hace obrar al galvanismo sobre la porcion de nervio situada encima de ella? En los experimentos galvánicos no se debe emplear mas que un simple par de chapas, porque unas corrientes mas fuertes dirigidas al través y en el sentido del grosor del nervio, pudieran muy bien llevar consigo una derivacion en el sentido de su longitud y á través de la cicatriz, lo cual sería lo mismo que escitar el cordón nervioso por debajo de esta última.

Cuando se separa una porcion considerable de un ner-

vio, de manera que no puedan unirse sino incompletamente ó de ningun modo los dos extremos, no tarda el nervio en perder su irritabilidad por debajo de la seccion; si entonces se le llega á irritar, ya no provoca convulsiones en los músculos, como lo prueban los experimentos que yo he practicado de acuerdo con Sticker (1), igualmente que los de Longet. Si por el contrario, no ha ido acompañada la seccion de pérdida de sustancia y se han unido perfectamente los dos extremos, no solo conserva el nervio la facultad de resentir las irritaciones directas por debajo de la cicatriz, sino que tambien esta última conduce mas ó menos bien el principio nervioso, y sobrevienen convulsiones cuando por encima de ella se provocan irritaciones mecánicas ó galvánicas.

La reproduccion se efectua mas fácilmente y con mayor rapidez en los animales de sangre fria. Schwann cortó el nervio ciático en medio de los dos muslos de una rana: al principio rara vez saltaba el animal, y no hacia mas que arrastrarse; pero al cabo de un mes saltaba ya con mas frecuencia, y á los tres meses verificaba este movimiento casi lo mismo que una rana no operada: tambien habia aparecido casi enteramente la sensibilidad en las partes, en donde al principio estaba abolida. Cuando despues de haber puesto los nervios al descubierto se los irritaba con una aguja en lo mas alto del muslo ó inmediatamente por encima de la cicatriz, sobrevenian convulsiones en los músculos correspondientes. Lo mismo sucedia cuando se irritaban los nervios por debajo de la matriz ó los mismos músculos. La sustancia de la cicatriz, que tenia una línea de largo, no presentaba el brillo del resto del nervio; era un poco mas trasparente. Con el microscopio se percibian en ella en toda su longitud filetes nerviosos aproximados unos á otros, y el aspecto de transparencia parecia ser debido únicamente á haberse reproducido de un modo menos completo el neurilema. Estos filetes se continuaban sin interrupcion con los de los dos extremos del nervio.

La reproduccion de los nervios con restablecimiento de la facultad conductora, ha sido demostrada últimamente

(1) MULLER's *Archiv.*, 1834, p. 202.

por los numerosos experimentos de Steinrueck (1). Entre los hechos interesantes que este fisiólogo indica, se notan la deformacion de las uñas en los conejos despues de la seccion del nervio ciático, y la caída de los vigotes despues de la del nervio infra-orbitario.

Una circunstancia que habla tambien en favor de la regeneracion de los nervios despues de la seccion de los filetes nerviosos, es la reaparicion de cierto grado de sensibilidad en los colgajos de piel trasplantados, cuyo puente se ha cortado cuando sus bordes habian contraido adherencias con los de la piel herida. Si los filetes nerviosos no se regenerasen en los puntos de adherencia, estos colgajos serian completamente insensibles; y segun lo que me ha dicho Dieffenbach, uno de los hombres mas experimentados en este punto, la sensibilidad es siempre en ellos muy debil, en verdad, pero no se la puede poner en duda (2).

Hay un hecho que contribuye mas que todo á hacer muy difícil el formarse una idea clara de los fenómenos que pasan en la regeneracion de los nervios, y es la existencia simultánea en ciertos nervios de fibras motrices y sensibles, de las cuales solo las primeras tienen, como demostraremos en otra parte, la propiedad de producir movimientos musculares. Sería, pues, preciso que en la regeneracion las fibras de cada uno de estos dos órdenes se soldasen con otras de la misma especie. El principal objeto de Schwann en el experimento precitado, era indagar si no habia coalicion entre fibras de naturaleza diferente, y si por consecuencia no se conseguiria escitar convulsiones irritando las raices posteriores ó sensitivas de los nervios sometidos á la operacion. Esta es la razon por qué despues que los dos extremos del nervio ciático se soldaron, en la rana que sirvió de experimento, puso al descubierto la medula espinal y cortó las raices posteriores de los dos lados; pero ningun movimiento sobrevino en los muslos, al paso que la seccion de las raices anteriores produjo fuertes convulsiones. Mas este resultado negativo no prueba el que los nervios del movimiento y los del sentimiento no se sueldan entre sí, porque se

(1) *De nervorum regeneratione Diss.* Berlin, 1838.

(2) *Consultese á BISCHOFF, en MULLER'S Archiv., 1829, cuad. IV, p. 161.*

puede explicar admitiendo que los nervios sensitivos quizá no tienen la facultad de conducir una irritacion del centro á la periferia (1).

Con respecto á la reproduccion del cerebro y de la medula espinal, ningun hecho hay que pruebe que la destruccion de una parte de la masa de estos órganos se haya reparado jamás completamente por una formacion de nueva materia nerviosa. Arnemann ha observado en varios perros á quienes habia quitado de veintiseis á cincuenta y cuatro granos de cerebro, que al cabo de siete semanas estaba llena la herida de una sustancia gelatiniforme y amarillenta que se disolvia en el agua con mas facilidad que la del cerebro; pero falta saber si era realmente materia cerebral. La destruccion de las capas superficiales del cerebro no va acompañada por lo comun de resultados funestos, cuando no hay compresion ó irritacion al mismo tiempo. En cuanto á las lesiones de la medula espinal se sabe que, por desgracia, son incurables. Segun Flourens, las heridas del cerebro con pérdida de sustancia se cierran fácilmente; mas no hay produccion propiamente dicha de la sustancia cere-

(1) *Consúltese á STEINRUECK, loc. cit., p. 59. — BIDDER, en MULLER'S Archiv, 1842, p. 102.*—Gruithuisen ha hecho interesantes observaciones en si mismo con motivo de una estensa herida transversal que penetraba hasta el hueso en la parte posterior de la segunda falange del pulgar, y que habia dividido el nervio dorso-radial de este dedo. El lado izquierdo de encima del pulgar, estaba privado de toda sensibilidad hasta debajo de la uña. En la época de la inflamacion, esta porcion de piel se puso dolorida, manifestándose en ella un dolor continuo, lancinante y quemante (que sin duda dependia de la inflamacion del extremo superior del nervio, y solo se referia á la piel, atacada de insensibilidad, por un fenómeno análogo al que se observa despues de las amputaciones). Los dolores desaparecieron al cabo de ocho dias, cuando se curó la herida, y volvió á presentarse el estado de insensibilidad. Mas tarde se manifestó algun sentimiento, pero muy vago. Habia una estension de dos pulgadas de largo y nueve lineas de ancho, en la cual Gruithuisen, cerrando los ojos, no podia determinar con exactitud en dónde se le tocaba: cometia errores de tres á cinco lineas. Cuando tocaba la cicatriz, experimentaba picazon debajo de la uña. Al cabo de ocho meses todavia no era mas clara la sensibilidad en esta parte.

bral, como admitia Arnemann; las partes heridas empiezan por hincharse, pero en seguida se deprimen y cubren de una cicatriz fina y lisa; las heridas que no consisten mas que en una simple division, se cicatrizan por la reunion inmediata de los puntos divididos; en este último caso, á medida que se verifica la reunion, el animal recobra las funciones que habia perdido, lo cual tambien sucede en el primer caso, siempre que la pérdida de sustancia no pase de ciertos limites (1).

b. *Regeneracion en la inflamacion supurativa.*

La inflamacion supurativa se desarrolla siempre que una herida no se puede curar durante el periodo de exudacion. En este caso no exhala materia plástica (fibrina disuelta), y la que produce el pus no es susceptible de organizarse. Home suponía que el pus se metamorfosea en botones carnosos; pero esta hipótesis prueba que se habia formado una idea completamente falsa del trabajo de la naturaleza. Por el contrario, los botones carnosos son los que arrojan al exterior los corpúsculos que se encuentran en el pus, al cual comunican su consistencia y color. Los corpúsculos son en su mayor parte mas gruesos que los glóbulos de la sangre; tienen un núcleo, y hasta cierto punto se parecen á las células de epithelium. En cuanto á los mismos botones carnosos, estan compuestos de células, de las cuales las mas superficiales perecen sucesivamente, dando de este modo lugar á la secrecion purulenta (2).

En la curacion de las heridas por adhesion inmediata durante el periodo de exudacion, los bordes se unen entre sí por medio de la materia organizable que está en disolucion en la sangre. En la de las heridas que supuran, no hay produccion de nuevos vasos en medio de una materia previamente exhalada de la superficie, sino que los bordes y el fondo supurantes son levantados por el incremento de las

(1) *Rech. expérim. sur le syst. nerveux*, 2.^a edicion, Paris, 1842, p. 109, 110.

(2) GUETERBOCK, *De pure et granulatione*. Berlin, 1837.—WOOD, *De puris natura et formatione*. Berlin, 1837.—VOGEL, *Ueber Eiter und Eiterung*. Herlangue, 1838.—HENLE, ed el *Journal d'Hufeland*, t. LXXXVI.—LEHMANN y MESSERSCHMIDT, en *Med. Vierteljahrsschrift*, I, 220.

partes organizadas, porque se forman nuevas células entre las que ya existen, al mismo tiempo que se desprenden continuamente las mas exteriores. Y como la elevacion parte uniformemente de todos los puntos, así de los bordes como del fondo, la circunferencia y el fondo se van estrechando sin cesar, y acaban por reducirse á un punto y aun á nada, lo cual ocasiona la cesacion espontánea de la supuracion. Solo cuando el fondo crece mas que los bordes, es cuando se le ve traspasar el nivel de estos, en cuyo caso la herida supurante no puede reducirse, y hay que recurrir á la cauterizacion para reprimir las carnes exuberantes. En el caso contrario, cuando el incremento del fondo es menor que el de los bordes, la herida se hace sinuosa y es preciso escindirlos. Cuando la supuracion es enteramente superficial, cesa al mismo tiempo que la inflamacion, sin que haya necesidad de una reduccion.

Las investigaciones de Gueterbock nos han indicado cuáles son las sustancias disueltas en el pus. Este liquido contiene albúmina y una materia particular, que el autor llama *pyina*, la cual pertenece, con la caseina y la condrina, á la categoría de las sustancias, cuya precipitacion determina un minimum de ácido acético; pero se diferencia mucho de una y de otra. El ácido acético la precipita, y un exceso de este ácido no la disuelve, como sucede á la condrina. El alumbre la precipita igualmente sin redisolverla cuando se la añade un exceso de sustancia, carácter que pertenece tambien á la caseina, al paso que la condrina se redisuelve. El ácido clor-hídrico la precipita, y un exceso de reactivo la redisuelve: la disolucion ácida no es precipitada por el cianuro férrico-potásico. La *pyina* es soluble en el agua; el alcohol produce en el liquido un precipitado que el agua redisuelve. Hallase tambien esta sustancia en el moco, pero este último no contiene osmazomo y albúmina como el pus. Este y la materia tuberculosa difieren mucho una de otra.

El trabajo por el cual se efectua la necrosis de los huesos ofrece grande interés para el fisiólogo.

Un hueso es acometido de necrosis, es decir, de muerte, ya porque ha terminado mal la osteitis (en el caso de discrasia), ya porque la destruccion del periostio ó del tejido medular ha ocasionado la de sus vasos. Cuando el periostio, cuyos vasos tienen íntimas conexiones con los del

hueso, es destruido en una estension considerable, la capa exterior (y no todo el grosor) de este último muere por el estado de inaccion en que esta destruccion ha puesto á sus vasos propios. Cuando el tejido celular llega á ser destruido por la inflamacion ó por la accion de un instrumento que se sumerge en un hueso cilíndrico despues de haberle serrado, las capas internas (y no todo el grosor) del hueso perecen, porque sus vasos estan íntimamente enlazados con los del tejido medular. Y así se establece un trabajo muy notable, en caso de necrosis interna, en las partes esternas todavía vivas del hueso; y, en caso de necrosis esterna, en las partes internas que continuan viviendo. Estas porciones se hacen el asiento de una inflamacion, durante la cual sobreviene, como en las fracturas, una exudacion que, como igualmente en estas últimas, se organiza y osifica mas tarde. Cuando se ha herido el hueso exteriormente y provocado una necrosis esterna, la exudacion se verifica en la cara interna de la cavidad medular, que por esta razon se encuentra disminuida; este callo interno compensa la pérdida de grosor que el hueso ha sufrido por la muerte de su capa esterna. Si por el contrario se destruye la medula de un hueso largo despues de haber practicado la seccion con una sierra, la exudacion se establece en la cara esterna de las capas exteriores que gozan todavía de vida. El mejor medio de provocar estas exudaciones es introducir una varilla de hierro hecha ascua en los huesos huecos de un animal, ó bien atacarlos con estopa.

La hinchazon persiste mientras dura la osteitis; no es bien manifesta sino cuando el hueso se reblandece en el lado de la pieza necrosada, en donde se desarrollan un gran número de vasos. Este incremento del hueso inflamado y reblandecido, toma la mayor parte, en los mamíferos, en la rageneracion de la porcion necrosada. En el punto en que la capa todavía viva, esterna ó interna, toca á la capa muerta, interna ó esterna, esta capa inflamada es blanda, roja y se presenta cubierta de botones carnosos; en el caso de necrosis interna crece de dentro á fuera, lo cual hace que al rededor del secuestro se desarrolle, no un tubo nuevo, sino un refuerzo de la capa exterior, ó que, si se trata de una necrosis esterna, la capa subyacente aumente de grosor, tanto en el lado exterior como en la cavidad medular. Mientras dura esta hinchazon, la superficie del hueso

inflamado y reblandecido continúa segregando pus, ya en la parte interna, ya en la esterna, es decir, encima ó debajo del secuestro.

Cuando el hueso ha sido atacado de muerte en todo su grosor, no se puede regenerar; pero la regeneracion tiene lugar comunmente cuando solo ha perecido la capa esterna ó la interna, y en este caso no se reproduce un hueso nuevo: el secuestro en el caso de necrosis interna, es la capa interna del hueso, y el nuevo tubo que se forma al rededor de él, no es mas que la capa esterna de este mismo hueso engrosada é hinchada.

Háse discutido mucho por saber si la produccion de la nueva masa huesosa que encierra el secuestro en la necrosis interna, depende de la hinchazon de las capas exteriores del hueso, ó si tiene al periostio por punto de partida. Weidmann admitia ambas opiniones. Troja, guiado por sus experimentos, se ha decidido en favor de la primera, cuya exactitud ha reconocido despues Scarpa. Por otro lado, la reproduccion del hueso por el periostio ha sido sostenida por Meding, y últimamente por Syne (1). El papel que aquí hace el periostio, se reduce á que sus vasos sanguíneos en union con los de la porcion de hueso todavía viva, contribuyen á suministrar los materiales que deben servir á la formacion del nuevo hueso. Se puede demostrar por experimentos que la mayor parte de la masa ósea resulta únicamente, en la necrosis interna, del incremento de las capas exteriores, que continúa mientras dura la supuracion. Por otro lado, Miescher ha probado que la hipótesis emitida por Scarpa, de una expansion del antiguo hueso, no es enteramente exacta, en atencion á que la hinchazon de la capa esterna aun viva se verifica por exudacion (2).

(1) *Trans. of the royal Soc. of Edinburgh*, 1837.

(2) La descripcion que he dado de la reproduccion de los huesos, la he formado en parte segun el exámen de las piezas preparadas por Weber, y cuya descripcion ha dado Bannerth, y en parte segun las observaciones de Miescher. Los experimentos que he practicado con Pockels en muchos animales relativamente á la regeneracion despues de una necrosis interna, han dado los mismos resultados. V. KOEHLER, *Exp. circa regenerat. ossium*. Göttingue, 1786.—KORTUM, *Diss. exp. circa regenerat. oss.*

SECCION III.

DE LA SECRECION.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS SECRECIONES EN GENERAL.

Mientras la sangre atraviesa las redes capilares para pasar de las últimas arteriolas á las primeras venillas, una parte de las sustancias que tiene disueltas penetra por imbibicion en el tejido de los órganos. La accion que estos últimos ejercen en dichas sustancias les hace sufrir un cambio químico: ciertos materiales son atraidos, y otros son abandonados á la sangre por las mismas moléculas orgánicas. Se pueden designar con el nombre general de metamórfosis los cambios que experimentan las partes de la sangre que dejan el torrente de la circulacion.

La sustancia puede sufrir de este modo tres géneros de metamórfosis:

1.^o *Intususcepcion, nutricion*, es decir, conversion de principios constituyentes de la sangre en materia orgánica de diversos órganos. Ya hemos tratado de ella en la primera seccion.

2.^o *Aposicion*; conversion de principios constituyentes de la sangre, en la superficie de un órgano, en materia sólida no organizada, lo cual determina el incremento de las

Berlin, 1824.—MEDING, *Diss de regenerat. oss.* Léipzig, 1823
 —SCARPA, *De anat. et pathol. ossium comment.* Pavia, 1827
 —BANNETH, *Naturæ conaminum in ossibus læsis sanandis indagatio.* Bonn, 1831.—La obra en que se encuentra la mas rica indicacion de trabajos acerca de la regeneracion de las diversas partes del cuerpo, es la de PAULI, *De vulneribus sanandis comment.* Göttinga, 1825.—V. tambien para los experimentos recientes de Textor, una nota en la pág. 152.

partes inorgánicas. También nos hemos ocupado de ella anteriormente.

3.º *Secrecion*; conversión de principios constituyentes de la sangre, en la superficie de un órgano, en una materia líquida que debe ser eliminada del cuerpo. De esta nos vamos á ocupar ahora.

Las materias que pueden ser eliminadas del cuerpo por efecto de este choque químico entre la sangre y un aparato secretorio, son:

1.º Materiales que ya existían en la sangre, y que no hacen mas que ser estraídos de ella, como la úrea por los riñones; el ácido láctico y los lactatos por los riñones y la piel. Dáse á estos productos el nombre colectivo de *escreciones*. Las que mas generalmente se encuentran en el reino animal, la orina y el sudor, son ácidos en el hombre; sin embargo, no es constante que todas las materias escrementicias reaccionen á la manera de los ácidos como supone Berzelius, porque la orina de algunos herbívoros es alcalina, y las escreciones propias de ciertos animales lo son tambien á veces, como lo he comprobado en la secrecion acre que suministra la piel de los sapos.

2.º Sustancias que no pueden ser estraídas inmediatamente de la sangre, porque no existen en ella, y que son el producto de una elaboracion química de los principios inmediatos de este líquido, como la bilis, el esperma, la leche, el moco &c.; en una palabra, las *secreciones* propiamente tales.

Entre las secreciones de esta última especie las hay que son simples escreciones, que ningun uso tienen ya en la economía, y que solamente sirven, ya para dañar á otros animales, ya para defender á los que las producen; á veces tambien para atraer ó rechazar á otros animales por los olores particulares que exhalan, desempeñando de este modo algun papel en el plan de la economía animal de la naturaleza. Escreciones de este género suministran en el reino animal casi todas las partes de la superficie del cuerpo; tales son las secreciones acres de un gran número de coleópteros, de las avispas, de las abejas y de los escorpiones; la materia con que las arañas, ciertos insectos y algunos moluscos bivalvos fabrican tejidos; la tinta de los cefalópodos, la materia de olor de almizcle que segrega la glándula sub-maxilar de los cocodrilos, las secreciones de las glándulas facia-

les de los queirópteros, de las glándulas temporales del elefante, de las glándulas que se abren por numerosos agujeros en el hipocondrio de las musarañas, de las glándulas de la rabadilla de las aves, de las glándulas moscadas de la cola del *Sorex moschatus*, de las glándulas anales de la nutria, del topo, del castor, de la yena, del gato de algalia &c.; de las glándulas prepuciales del hamster, de los ratones y de los castores; de los folículos inguinales de la liebre; de las bolas de almizcle que se encuentran en la piel del bajo vientre en el porta-almizcle en que se encuentra delante del prepucio; de las glándulas crurales de muchos sorianos, de la glándula de veneno de los ornitorincos y de las glándulas situadas entre las pezuñas de muchos ruminantes (1).

Estas diversas secreciones pueden producir efectos fuera del animal que las suministra; pero tambien pueden tener importancia para él en el sentido de que su formacion debe efectuarse á espensas de ciertos materiales inmediatos de la sangre, á cuya composicion, por consiguiente, la eliminacion continua de los alimentos necesarios para darles origen, hace experimentar cambios quimicos. La supresion de algunas de estas secreciones sería, quizá, tan perjudicial como la de ciertas escreciones morbosas que pueden considerarse como especies de aparatos que sirven para sostener la composicion normal de la sangre. Cuando una combinacion orgánica se convierte en otra fuera del cuerpo, se escapan de este ciertos elementos que son superfluos para dar origen á esta última; así es, por ejemplo, como debe haber un desprendimiento de ácido carbónico en la conversion del azúcar en alcohol: por el mismo aspecto se pueden considerar, no solo la escrecion del sudor y de la orina, sino tambien las materias escrementicias particulares de ciertos animales. La formacion y la escrecion de la úrea son lo mismo relativamente á la produccion de un compuesto orgánico mas noble, y tambien el mismo que el desprendimiento del ácido carbónico con respecto á la trasformacion del azúcar en alcohol.

Si se aplican estas consideraciones á las secreciones morbosas, hay que distinguir dos especies de estas últimas. En

(1) V. á MULLER, *De glandularum secernentium structura penitori*. Léipzig, 1830.

las unas es actualmente necesario un producto secretorio para el sosten de la composicion normal de la sangre, y no hay medio de suprimirle sin peligro mientras la formacion de la sangre no ha sufrido un cambio favorable. Las otras dependen de condiciones puramente locales y no se encuentran en el mismo caso. Y así, á consecuencia de una amputacion practicada para oponerse á los efectos de una supuracion demasiado abundante, pero sin carácter discrásico, la cirujía obraria en sentido contrario de los principios de una sana fisiología, procurando establecer secreciones supletivas y temiendo la curacion por adhesion inmediata.

Entre las secreciones de la segunda especie las hay, como la leche, la bilis, el esperma y el moco, que llenan otros usos en la economía animal.

Las verdaderas secreciones son, por lo comun, de naturaleza alcalina; pero ninguna lo es de un modo constante, y bastan causas ligeras para hacerlas pasar del carácter alcalino al ácido, y *vice versa*, como sucede á la saliva y al jago pancreático (1).

La formacion de las secreciones especiales que no existen ya en la sangre, supone un aparato químico dotado de una accion particular, bien sea una membrana, ó bien una glándula. Cesa siempre despues de la destruccion de este aparato, como la secrecion del esperma despues de la ablacion de los testículos, la de la leche despues de la estirpacion de las glándulas mamarias, y la de la bilis despues de la ligadura del hígado en totalidad (en la rana). De consiguiente, Haller se ha engañado cuando ha pretendido que casi todos los productos secretorios podian ser suministrados de un modo morboso por cualquier órgano de secrecion (2). Por el contrario, las de los productos que ya existen en la sangre, como la úrea, pueden ser eliminados en todas las regiones del cuerpo despues de la destruccion de su emuntorio natural. Los hechos que aquí se refieren los analizaremos mas adelante cuando tratemos del cambio de las secreciones.

(1) Schultze ha dado en su *Anatomía comparada* un cuadro completo de las reacciones ácidas ó alcalinas de los líquidos animales.

(2) *Elem. physiol.*, t. II, p. 369.

Los aparatos químicos de las secreciones animales, ó son células como las células adiposas, ó membranas como las que llevan el epíteto de serosas, ó en fin, órganos de estructura particular y complexa, llamados glándulas.

1.º *Células secretorias.* Colócanse aquí las glándulas del ovario (vesículas de Graaf), que estan llenas de un líquido albuminoso en el cual se forma el huevecillo. Igualmente se deben referir aquí las células del testículo de ciertos pescados, tales como la anguila, la lamprea y algunos otros, en los cuales el testículo carece de conductos seminíferos y de conducto escretor, como lo ha observado antes que nadie, Rathke, de manera que el esperma cae por dehiscencia de las células en la cavidad abdominal, á la cual llega á favor de una simple abertura. En el tejido adiposo es donde tiene mas estension la secrecion por células.

La grasa no es mas que un depósito en las células adiposas; y se acumula en el pauculo subcutáneo, en el epiploon, en el tuétano de los huesos y en otros muchos puntos. Las células adiposas son redondas en el hombre, poliédricas en la oveja y en los animales cuya grasa tiene los caracteres del sebo. Las diferentes grasas animales, se distinguen unas de otras por la temperatura á que se quedan líquidas, la que exigen para entrar en fusion y las proporciones de elaina y de estearina que contienen. La grasa de los animales de sangre fria, permanece líquida á la temperatura ordinaria. Ya queda indicada la composicion de la grasa. Dicha grasa libre, está esenta de ázoe, al paso que otras, como las que se encuentran combinadas en la sangre y el cerebro, contienen ázoe y fósforo. Por lo demás, la estearina y elaina son solubles en el alcohol caliente y en el éter, y la elaina queda disuelta en el primero de estos dos líquidos cuando se enfria. La grasa sirve por un lado para redondear las formas, y por otro para resguardar las partes internas por su cualidad de cuerpo mal conductor del calor; pero tambien se la puede considerar como un depósito de materia nutritiva que combinándose con otras sustancias animales ó saponificándose en los casos de inanicion y de enflaquecimiento, se hace susceptible de disolverse con suma facilidad y de entrar en la masa de la sangre en donde sirve para combinaciones orgánicas.

Las condiciones para que la grasa se deposite en gran cantidad, son el esceso de los alimentos no azoados, como

el almidon y la falta de movimiento. Así es que se engordan los pavos, los carneros y los cerdos alimentándolos con sustancias harinosas y condenándolos al reposo. Según Liebig los alimentos no azoados que no contienen grasa, como el almidon y otros, se convierten en esta sustancia, en el trabajo de la nutricion. Dumas, por el contrario, la hace provenir de la grasa ya contenida en los vegetales sin admitir esta especie de trasformacion. El movimiento determina una renovacion mas rápida de los materiales, solicitada por el oxígeno, que la respiracion hace penetrar en la sangre, y que, combinándose con la grasa, le roba carbono que vuelve á la atmósfera en estado de ácido carbónico. Lo mismo sucede bajo el influjo del hambre y durante el sueño de invierno. En el animal atormentado por el hambre, la grasa es lo primero que descompone la accion siempre devoradora del oxígeno. Los animales que invernan acaban por perder toda su grasa de que les despoja poco á poco el oxígeno, persistiendo la respiracion, aunque en un grado débil.

2.º *Membranas secretorias.* A esta categoría pertenecen especialmente las membranas serosas, las mucosas y la piel.

a. *Membranas serosas.*

Estan compuestas de fibras semejantes á las del tejido celular, unidas del mismo modo en manojos y entrelazadas unas con otras. Distinguense tres clases: las *bolsas sinoviales*, tanto las subcutáneas, como las que envuelven por todas partes ó por un lado solamente los tendones; las *membranas sinoviales de las articulaciones*, cuyo producto llamado *sinovia*, es un líquido albuminoso y alcalino que se coagula por el calor; por último las *membranas serosas de las vísceras*, sacos cerrados por todas partes, que se aplican dobles á las vísceras, de modo que dejan sus dos superficies libres para deslizarse una sobre otra.

Las cápsulas y las membranas sinoviales de las articulaciones y las membranas serosas de las vísceras tienen segun Henle, su superficie libre y lisa revestida de una capa de células epiteliales dispuestas á modo de empedrado, de que estan desprovistas las bolsas sinoviales de los tendones. Las células epiteliales de algunas membranas serosas estan sembradas de pestañas que por sus movimientos mantienen una corriente continua de líquido á lo largo de las paredes

de la membrana: tales son el pericardio de las ranas, y una parte de sus paredes abdominales entre la trompa y el ovario (Mayer). El peritoneo tiene la misma estructura en los pescados, cuyos huevos caen en la cavidad ventral de donde salen por aberturas particulares como en los salmones (Vogt).

Hemos dicho que las membranas serosas forman sacos cerrados por todas partes, cuya regla sufre pocas excepciones, entre las cuales hay que contar la abertura abdominal de las trompas de Falopio en la mujer y en todos los otros animales vertebrados (exceptuando sin embargo los pescados), y las aberturas que en las rayas, las lijas, los salmones, las anguilas y las lampreas, se notan en el bajo vientre. El mismo pericardio comunica con la cavidad abdominal en los esturiones, las lijas y las rayas, y esta comunicacion es mas ancha que en ningun otro en el *Ammonoetozetes* y los mixinoides (1).

Frecuentemente se cree que las cavidades serosas estan llenas de gas durante la vida, sin tomarse el trabajo de saber cuál puede ser este gas. Esta es una idea completamente falsa; pues los sacos serosos estan tan llenos por sus visceras durante la vida que no queda vacio en el interior en donde las superficies no segregan mas que la cantidad de liquido necesaria para facilitar su deslizamiento una sobre otra é impedir que contraigan adherencias entre sí. Y así las visceras abdominales estan sometidas á una presion constante de parte de los músculos del bajo vientre; el interior del tubo intestinal es el único punto en que el espacio de la cavidad abdominal sufre algunos cambios por arriba y por abajo. Durante la vida no hay el menor vacío entre las pleuras costal y pulmonal, porque las superficies de los pulmones siguen cons-

(1) La opinion general es que los sacos de aire de las aves descienden hasta el bajo vientre, y que todas las visceras abdominales estan envueltas por ellos, lo cual es un error. Segun mis observaciones en las gallinas, las dos mitades del hígado y la mayor parte del tubo intestinal estan alojados entre los sacos aéreos que bajan por cada lado hasta los departamentos especiales del abdómen, que no comunican con dichos sacos, y en los cuales no se introduce aire cuando se inyectan estos por la traquearteria.

tantemente los movimientos del tórax, sin cuya condicion no sería posible la respiracion. Tampoco hay necesidad de admitir ninguna sustancia gaseosa ni líquido alguno entre el pericardio y corazon porque siempre hay una parte de este último órgano que se encuentra distendido por la sangre, mientras que la otra se contrae sobre sí misma: la acumulacion del líquido en la porcion dilatada, ya sea la aurícula ó el ventrículo, llena por consiguiente en cada instante la cavidad del pericardio, y aun cuando el sistole de una parte del corazon pudiese dar márgen á un vacío en este saco, los pulmones procurarian llenarle en virtud de la presion que la atmósfera ejerce en la superficie interna de los bronquios. Las investigaciones de Magendie han demostrado que hay entre la medula espinal y la aracnides cierta cantidad de líquido que penetra hasta los ventrículos del cerebro; mas este líquido está situado fuera de la aracnoides entre ella y la pia-madre.

Los sacos serosos estan unidos unos á otros por relaciones simpáticas y se comunican fácilmente sus inflamaciones. Una enfermedad que en propiedad les pertenece, es un derrame de serosidad en su interior, fenómeno á que muchas veces dan lugar las afecciones orgánicas de las vísceras que envuelven. Ya hemos hablado antes de sus vasos sanguíneos.

b. *Membranas mucosas.*

Se encuentran en todas las superficies por las cuales las partes interiores comunican libremente con el exterior, en todas aquellas por donde se introducen sustancias de fuera, ó se escapan sustancias de dentro. Son blandas y vellosas, muy ricas en vasos y cubiertas en todas partes de epithelium. Su tejido no da cola cuando se le hace hervir en el agua; y se distingue por la facilidad con que se macera en el agua, en cuyo estado le disuelven los ácidos. El epithelium unas veces está compuesto de células planas y otras de células cilíndricas. Encuéntrase un epithelium cilíndrico en los intestinos delgados, en los gruesos, en los órganos genitales del sexo masculino, y en los conductos secretorios de las glándulas salivales del hígado, del páncreas y de las glándulas mucíparas (Henle). Entre la capa epitelial y el tejido fibroso, Henle y Reichert admiten una capa anhistá, que llaman *membrana intermedia*.

En algunas membranas mucosas las células epiteliales

estan sembradas de pestañas cuyos movimientos producen corrientes en la superficie del órgano. De este número son: en el hombre, la membrana pituitaria, la de los órganos respiratorios, igualmente que las trompas de Eustaquio, las trompas de Falopio y del cuerpo de la matriz. Las otras membranas no ofrecen el fenómeno del movimiento vibrátil, del cual me ocuparé despues.

Todas las membranas mucosas tienen grandes simpatías unas con otras; se comunican con mucha facilidad sus enfermedades, especialmente el flujo mucoso y las afecciones catarrales. Esta conexion simpática hace que por el aspecto de una de estas membranas se pueda juzgar del estado de las otras, por ejemplo, el estado de la lengua indica el estado de la del estómago y tubo intestinal. He aqui por qué la membrana mucosa de la trompa de Eustaquio, la de la caja del tambor, lo mismo que la del ojo y de los párpados, sufren en los catarros intensos.

Las enfermedades especiales de estas membranas son las blenorreas y las afecciones catarrales, que se diferencian de los flujos mucosos en que son agudos, es decir caracterizados por alternativas prontas de aumento y declinacion, y en que tienen dos periodos, uno de congestion y otro de flujo. Durante el segundo periodo las células epiteliales caen y se reproducen (Henle).

La secrecion del moco se verifica tanto en las membranas mucosas privadas de los folículos mucíparos como las de la cueva de Higmore, de los senos frontales y esfenoidales y de la caja timpánica, como en las que estan provistas de ellos. Por lo tanto no se pueden considerar estas últimas como el único origen de esta secrecion.

El moco no es formado sino por las membranas mucosas: en ninguna otra parte animal se le encuentra. Su objeto es defender todas las partes internas que estan en relacion de un modo cualquiera con el mundo exterior. El agua le esponja, pero no le disuelve; no se coagula al calor. El alcohol le precipita cuando ha sido diluido en agua; pero basta lavarle bien para que recobre la propiedad de mezclarse con el agua. Gmelin afirma que el moco intestinal se coagula por los ácidos, aun por el ácido acético. El ácido estrae de él muy poca cosa y no le disuelve, ni aun á beneficio de la ebullicion. Hállase en el moco la pyina, materia animal soluble en el agua, que, segun Gueterbock, le

es comun con el pus. El alcohol precipita la disolucion acuosa de esta materia y el agua redisuelve el precipitado. El ácido clorhídrico le precipita, pero le redisuelve en seguida si se añade un exceso de reactivo. La disolucion ácida no es precipitada por el cianuro férrico potásico. El ácido acético y el alumbre precipitan la pyina, que no se redisuelve en un exceso de reactivo. El moco estomacal contiene tambien pepsina.

La piel tiene por base unos manojos que dan color, cuyos filamentos primitivos se parecen por su aspecto á las fibras del tejido celular. En la superficie libre se forma y renueva continuamente el epidermis, el cual está formado de células colocadas unas al lado de otras á manera de empedrado. La base general de esta membrana encierra diversos órganos plásticos particulares, en cuyo número los hay que sirven para secreciones. La formacion de los pelos se verifica en los folículos pilosos. La especie de capa crasa que lubrica la piel se produce en los innumerables folículos sebáceos diseminados por toda la superficie de la membrana, saquitos ramosos de cuello estrecho, situados en su grosor. La mayor parte de estas glándulas se abocan á los folículos pilosos (1). Finalmente la secrecion del sudor se efectúa en utrículos especiales esparcidos por toda la superficie del cuerpo, que vierten el producto en el epidermis por poros finísimos (2): Purkinge y Breschet son los que han descubierto estos órganos. En efecto los poritos que se ven en las líneas prominentes de la palma de las manos y de la planta de los pies conducen á órganos filiformes que atraviesan el tejido de Malpigio, penetran en espiral en la misma piel, en cuyo fondo terminan en una glándula que representa una especie de utrículo contorneado. Estos conductos son mas delgados en las regiones de la piel en que tambien lo es el epidermis.

c. Piel.

Se ve que cada una de las secreciones de la piel, aun las que llegan al exterior en forma de puntitos, exige un apa-

(1) GURLT, en MULLER's *Archiv.*, 1835, p. 399.

(2) WENDT, *De epidermide humana, diss.* Breslau, 1839. —MULLER's *Archiv.*, 1814, p. 280. —BRESEHET, *Ann. des sc. nat.*, 1834. —GURLT, *loc. cit.*

rato especial compuesto de sacos ó de utrículos; y si las observaciones de los modernos han confirmado las ideas de los antiguos por lo que hace á la salida del sudor por los poros cutáneos, no debemos creer, como sucedia entonces, que este líquido corre por tubos abiertos que se continúan con los vasos sanguíneos; porque cada poro no es mas que terminacion de un utrículo cerrado por todas partes y terminado en fondo de saco, que, á semejanza de todas las otras glándulas, forma su secrecion particular en su misma superficie interna.

3.^o *Glándulas.* Los órganos que hasta ahora se han designado con este nombre, unos estan provistos y otros desprovistos de conductos escretorios.

Las glándulas sin conductos escretorios ejercen su influencia plástica sobre los líquidos que empapan su tejido y despues entran en la circulacion general. Difieren de las glándulas secretorias ó provistas de conducto secretor, en que no tienen relaciones con un órgano situado fuera de ellas. Tambien les han dado el nombre de *gangliones vasculares*, y se los ha dividido en dos secciones, una de las cuales comprende los gangliones vasculares sanguíneos, como el bazo, el timo, las cápsulas suprarenales y el tiroides; y la otra los gangliones vasculares linfáticos ó las glándulas linfáticas. Sin embargo cuando se examinan de cerca estos órganos, se reconoce que no todos pertenecen á una misma formacion. Con efecto, las glándulas linfáticas estan compuestas de una red admirable de vasos linfáticos, unos aferentes y otros eferentes. Y precisamente esta es la construccion de las redes admirables de vasos sanguíneos, ya sean estos arterias ya venas. Así, la red admirable carotidea de los ruminantes se compone de arteriolas que afectan la misma disposicion que los vasos linfáticos en las glándulas linfáticas. La semejanza es mayor todavía en las redes admirables que interrumpen algunas veces el curso de las venas (1).

De consiguiente las glándulas desprovistas de conductos escretorios se dividen en dos series diferentes de órganos.

a. *Redes admirables de las arterias, de las venas y de las glándulas linfáticas.* Solo estas pudieran llamarse gangliones vasculares.

(1) Las mas notables de estas formaciones, quedan indicadas en su correspondiente lugar.

b. *Glándulas vasculares ó glándulas vasculares sanguíneas*, que no se diferencian de otras partes por el aspecto de los vasos sanguíneos y linfáticos. Estas son el bazo, el tiroides, las cápsulas suprenales, el timo y la placenta.

Otra clase de glándulas comprende aquellas cuyo papel no se limita á influir en el líquido que circula en su interior, sino que además tienen relacion con un aparato exterior al cual los productos de la metamórfosis, abandonando enteramente la esfera de la circulacion, van á depositarse por medio de conductos escretorios. Todas las glándulas de esta categoría requieren que se haga un estudio completo de su estructura íntima.

CAPITULO II.

DE LA ESTRUCTURA INTIMA DE LAS GLANDULAS SECRETORIAS.

Las primeras investigaciones sobre la estructura íntima de las glándulas hay que buscarlas en los trabajos de Malpigio (1), el cual nos ha enseñado que los elementos de todos estos órganos, ó lo que se llama los *acini*, tienen la misma estructura que los folículos simples ó conglomerados, es decir que se componen de utrículos redondeados, que reciben sus jugos de los vasos sanguíneos mas delgados y los vierten en sus conductos escretorios. Malpigio se fundaba en la conformacion análoga á la del ciego que presentan algunas glándulas simples, como el páncreas del pez espada ó el hígado del cangrejo, y en el modo de desarrollo del hígado en el embrión. Aunque esta teoría se apoya en hechos bien observados, sin embargo el autor mencionado cometió errores de detalle, porque los elementos propiamente dichos de las glándulas compuestas le eran desconocidos, y los órganos que ha descrito con el nombre de folículos del hígado, por ejemplo, no son otra cosa que porciones de estos elementos que se habian escapado á sus investigaciones.

Era por consiguiente inevitable el choque que Ruysch hizo experimentar en 1696 á la doctrina de Malpigio: porque á este hábil anatómico habia sido fácil demostrar por medio de sus bellas inyecciones, que los vasos sanguíneos se di-

(1) *Exercitationes de structura viscerum*, 1665.

viden todavía hasta el infinito en los folículos de las glándulas compuestas. Sin embargo, el valor exagerado que daba á los recursos de la anatomía y á los datos que las inyecciones le suministraban, le condujeron á admitir sin razones suficientes, que la sustancia glandular propiamente dicha está compuesta únicamente de vasos sanguíneos y que las últimas ramificaciones de estos vasos se continúan de un modo inmediato con los orígenes de los conductos escretorios.

Pronunciándose Haller por la doctrina de Ruysch, le conquistó grande preponderancia. Fue el primero que sentó sobre bases sólidas la antigua teoría segun la cual las arterias terminan en bocas entreabiertas, ya en un conducto escretor, ya en el tejido celular, en cavidades, en la piel ó en vasos linfáticos (1). Mas estos modos de terminacion no existen en realidad; porque como por un lado han demostrado las investigaciones hechas sobre la circulacion en una multitud de partes transparentes, y sobre el movimiento de la sangre en los vasos capilares, y por otro las inyecciones de todas las partes del cuerpo humano practicadas con esmero, no hay un solo órgano de una sola membrana en que las arterias terminen de otro modo que en redes sumamente finas que comunican inmediatamente con las de las venas (2). Haller y muchos de sus sucesores han citado en apoyo de la hipótesis de Ruysch el paso de las inyecciones del sistema sanguíneo á los conductos escretorios de las glándulas y las hemorragias que se efectúan por los tejidos encargados de las secreciones. En cuanto al primero de estos ar-

(1) *Element. physiol.*, lib. II, § 23.

(2) Esto es lo que Donné (*Cours. de microscopie*, p. 114) ha demostrado particularmente en los folículos de la lengua de las ranas. Cuando se examina la cara superior de este órgano, se descubren, aun con la lente, manchas agrisadas, bastante anchas, circulares y un poco mas opacas que las partes vecinas. Estas manchas, comprendidas en el grosor de la mucosa que en realidad le pertenecen, y que constituyen folículos mucosos, son el asiento de una circulacion muy activa. Con un anteojo un poco mas fuerte se percibe un torbellino, debido al movimiento rápido de la sangre en su interior. La sangre llega aqui por una arteria, rara vez por dos, y sigue la direccion de esta arteria que se rodea sobre sí misma casi en forma de 8, y sale por un punto opuesto.

guimentos, no es dudoso que las inyecciones impelidas con fuerza por la vena porta, pasen alguna vez en corta cantidad al conducto hepático, y que los que se han introducido en las arterias renales penetran tambien á veces en la pelvis de los riñones, y aun en los conductos uriníferos. Este último fenómeno ha sido demostrado por Doellinger (1), Berrer, (2) y Cayla (3), y las bellas inyecciones de Hyrtl no permiten ponerle en duda. Pero aun en este caso, que sin disputa es el mas á propósito para causar ilusion, ha demostrado Bowman que los dos sistemas no estan menos cerrados uno respecto de otro; y ha hecho ver que un accidente que se refiere al modo de operar es siempre la causa del fenómeno. El paso, pues, de las inyecciones á los conductos escretorios depende de las mismas circunstancias que la exhalacion de estas mismas inyecciones en las superficies de las membranas mucosas, en las cuales no hay vasos sanguíneos terminados en bocas entreabiertas, sino solamente redes capilares. Lo mismo se debe decir de las hemorragias que se verifican por extravasacion, y que por otra parte son sumamente raras en las glándulas.

No habia medio de poner término á la controversia tocante á la estructura de las glándulas, siguiendo la marcha ordinaria, que consistia casi siempre en hacer inyecciones por los vasos sanguíneos. No se podia conseguir el fin deseado sino inyectando los mismos conductos escretorios hasta sus raices y estudiando la estructura de las glándulas en todos los órganos que llevan este nombre (4). Por variadas que sean las formas y las disposiciones de los conductitos glandulares, todas las glándulas encargadas de efectuar secreciones tienen de comun el que ofrecen una estensa superficie secretoria en el interior de los utrículos ó de los conductos

(1) *Was ist Absonderung?* Warzbourg, 1819.

(2) *Microscopische Anatomie.* Vienne, 1838.

(3) *Obs. d'anat. micr. sur les reins.* Paris, 1839.

(4) Los principales trabajos en este género son: FERREIN, en *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1749.—SCHUNGLANSKI, *De structura renum.* Strasbourg, 1788.—E.-H. WEBER, en *MECKEL'S Archiv.* 1827.—HUSCHKE, en *Isis*, 1818.—J. MULLER, *De glandular, struct. penitiori.* Léipzig, 1830.—KIEMAN, en *Philos. Trans.*, 1833.—BOWMAN, en *Phylos. Trans.*, 1842.

ramificados ó enroscados, y en que el interior de sus conductos presenta la misma disposicion, aunque mas complicada, que la que se nota en la superficie de una membrana secretoria. La naturaleza, pues, no ha tenido otro objeto en los órganos glandulosos que concentrar una grande superficie en un espacio pequeño, colocando de un modo particular la sustancia destinada á producir cambios químicos en las materias orgánicas, cuyo fin ha conseguido de muy diversos modos.

En las investigaciones que ha hecho emprender la controversia entre Malpigio y Ruysch, hasta estos últimos tiempos nadie se ha ocupado mas que en conocer las raices de los conductos escretorios, y se ha descuidado la estructura elemental microscópica de estos conductos. Este punto importante no podia ser estudiado sino en nuestros dias: Dutrochet concibió, pero vagamente, la idea de que la sustancia de las glándulas examinada con el microscopio, se presentaba compuesta únicamente de vesículas que tienen perfecta analogía con las células vegetales (1); se fundaba en el exámen de las glándulas salivales de los *Helix*, y sostenia que el cerebro, el hígado, los riñones y el bazo de las ranas tienen la misma estructura. Las investigaciones de Parkinge (2) y de Henle (3) han suministrado documentos mas precisos sobre la estructura íntima de las glándulas. Estos dos observadores reconocieron en el interior de los conductitos de las glándulas una capa compuesta de corpúsculos microscópicos con núcleo, que Parkinge llama *enquima*, y que Henle refiere á las células epiteliales. En la mayor parte de las glándulas, los conductitos tienen una membrana propia anhistia, cuya cara interna está guarnecida de células de núcleo imitando á un epithelium, como las vesículas en ramos de las glándulas lobuladas, y los conductitos urinarios y espermáticos. La sustancia de los *acini* del hígado está compuesta enteramente de células de núcleo, y la sustancia propia de las glándulas,

(1) *Mém. pour servir à l'hist. des végétaux et des animaux*, t. II, p. 469.

(2) *Bericht ueber die Versammlung der naturforscher in Prag in Jahr 1837*. Praga, 1838, p. 174.

(3) *MULLER'S Archiv.*, 1838.

sin conductos exteriores, tiene la misma constitucion (1). Parkinge compara las granulaciones del *enquima* á las partes elementales de los vegetales en que cada celulita tiene su vida propia, se fabrica un contenido especial á espensas de la savia general, y determina el depósito de sustancias particulares en receptáculos especiales. Goodsir (2) y Bowman (3) han publicado últimamente observaciones importantes para el conocimiento de la estructura microscópica de los conductos secretorios.

Examinemos ahora cuáles son las diferentes especies de glándulas encargadas de efectuar secreciones.

Las glándulas mas sencillas de todas son unos hundimientos sacciformes, unas depresiones de la piel, unos folículos, como las glándulas mucíparas, ó largos tubos terminados en fondo de saco, como los conductos mucosos situados debajo de la piel de los pescados. En general, podemos considerar al folículo y al tubo como los elementos de las principales modificaciones en la estructura de las glándulas; pero los folículos, aun los mas sencillos al parecer, estan ya compuestos en su interior, porque unas veces su superficie interna se halla guarnecida de eminencias en forma de células; otras el saco tiene la forma de un racimo, como en las menores glándulas de Lieberkuhn en la membrana mucosa de los intestinos, ó en las glándulas de Meibomio; otras, en fin, las mismas paredes de los folículos contienen en su grosor tubos pequeños en fondo de saco, como sucede á las glándulas estomacales de las aves y otros animales (4).

Cuando estas glándulas simples se hacen mas complicadas por incremento de superficie, se pueden distinguir las formas siguientes: los folículos ó tubos se aprietan frecuentemente unos contra otros (*folliculi aggregati*); otras estan dispuestas en líneas ó en series, como en las glándulas de Meibomio; otras en paquetes, como en la capa glandulosa

(1) *Encyclopédie anatomique*. HENLE, *Anat. générale*, t. II, p. 465.

(2) *Trans. of Soc. of Edimb.*, XV, p. 2.

(3) *Phil. Trans.*, 1842.

(4) BOEHM, *De gland. intest. struct. penitiori*. Berlin, 1835. — BOYD, en *Edimb. med. surg. Journ.*, 1836. — BISCHOFF, en *MULLER'S Archiv.*, 1838.

del buche de las aves. A pesar de esta agregacion, las aberturas de las glándulas permanecen distintas. Mas la naturaleza consigue el mismo objeto reuniendo los folículos de modo que formen un solo todo con una abertura comun (*folliculi compositi, agglomerati*), como en las amígdalas, las glándulas bucales y labiales, las glándulas prostáticas de muchos mamíferos (1), la glándula lactífera del ornitorinco, y el páncreas del pez espada y del atun. Supongamos que esta composicion ha dado un paso mas, y veremos á los folículos del folículo, crear en sí mismos otros mas pequeños, produciéndose entonces una ramificacion hueca con fondos de saco arborescentes ó celuliformes. Los folículos compuestos pueden reunirse tambien muchos entre sí para producir una masa glandular mas voluminosa y provista de muchos conductos escretorios, de lo cual nos da un ejemplo la próstata humana, pues se compone de una agregacion de glándulas, cada una de las cuales representa en cierto modo un arbolito con sus ramas terminadas en vesículas. Una complicacion siempre creciente de esta forma da origen á una glándula compuesta; sin embargo, semejante aumento de superficie no puede producir mas que una de las formas principales de las glándulas compuestas; hay otra segunda forma principal, que es la de las glándulas compuestas de estructura tubulosa, en las cuales no hay ramescencia, ó al menos hace un papel muy secundario, siendo debido el aumento de las superficies á la prolongacion y enroscamiento de los conductos simples, cuyo diámetro permanece casi uniforme.

En la mayor parte de las glándulas de conductos ramificados, las divisiones de cada conducto quedan independientes unas de otras, y no se anastomosan entre sí: esto es lo que sucede en todas las glándulas arracimadas, como las salivales, la lagrimal y el páncreas. En el hígado la ramescencia arborescente está acompañada de anastómosis de los conductos. Entre el primero de estos dos casos y el segundo hay la misma relacion que entre los pulmones de los mamíferos y los de las aves, en que los diversos conductos aéreos de las diversas partes del órgano pulmonal se anastomosan entre sí. La anastómosis domina en las glándulas

(1) MULLER, *loc. cit.*, lám. 3.

tubulosas sin ramescencia de los conductos, como los riñones y los testículos.

1.º *Glándulas de conductos ramescentes sin anastómosis.*

Todas las glándulas que pertenecen á esta categoría son por lo general lobuladas, y sus lóbulos se dividen en otros menores, los cuales á su vez se subdividen en otros, y así sucesivamente. En la mayor parte de ellas las ramificaciones mas finas de los conductos abocan á unos granos (*acini*), que todavía no se pueden percibir á simple vista. Estos granos no son otra cosa que agregados de vesículas sumamente pequeñas, perceptibles solamente con el microscopio cuando estan llenas, y que reposan, como otros tantos racimos, rodeadas de redes capilares, sobre las ramificaciones mas tenues de los conductitos escretorios.

En otros casos los conductos representan tubos en fondo de saco, colocados como las hojas de los musgos, al rededor de las ramas del conducto escretor en toda su longitud. El hígado de los cangrejos y la glándula lagrimal de las tortugas, ofrecen esta disposicion, de la cual resultan tambien lóbulos.

Por último, solamente los tubitos son terminales; constituyen lóbulos de conductos implantados en las ramas de los conductos escretorios, y terminan en fondo de saco sin engrosamiento: esto es lo que se ve en las glándulas de Cowper del erizo (1).

Entre las glándulas arracimadas se distinguen las siguientes:

a. *Glándulas mamarias.*

Estas glándulas, consideradas de un modo general, ofrecen dos modos diferentes de estructura: ó bien se componen de un conjunto de tubos terminados en fondo de saco, ó bien de conductos ramificados (*ductus lactiferi*), cuyas ramificaciones mas finas sostienen racimos de vesículas (*cellulae lactiparæ*), visibles al microscopio. El primer modo de estructura no es conocido mas que en el ornitorinco, en el cual le descubrió Meckel. Estos *cæcums* ramificados se abren en gran número en un punto de la piel: tienen sin embargo en su pared interna una testura celulosa mas complica-

(1) MULLER, *loc. cit.*, tab. 3, fig. 8, 9.

DE LA ESTRUCTURA INTIMA DE LAS GLANDULAS SECRETORIAS. 187
da, como lo ha hecho ver Owen (1). Sin razon se ha atribuido la misma sencillez de estructura á las glándulas mamarias de los cetáceos, las cuales no se diferencian de las de los otros mamíferos. La disposicion arracimada de los elementos que constituyen estos órganos en los mamíferos y en la mujer, ha sido ya puesta en evidencia por Duvernoy, Mascagni y Cruikshank: se la puede demostrar inyectando mercurio en las células lactíparas, y aun á veces basta para esto la leche que las llena durante la lactancia (2). En el erizo que alimenta á sus hijuelos, estas células tienen 0,00712—0,00928 de pulgada; inyectadas con mercurio en la perra, tienen 0,00260 de pulgada. De consiguiente, su volúmen es de diez á treinta y cinco veces mayor que el de los vasos capilares mas finos.

b. *Glándulas salivales.*

En los insectos, las glándulas salivales, como en general todas las glándulas de estos animales, son largos utrículos tubulosos terminados en fondo de saco. En los moluscos tienen una estructura esponjosa y manifiestamente celular. Los pescados no las tienen. Las de las serpientes no deben confundirse con las glándulas de veneno, que son enteramente diferentes; las unas se encuentran en los dos labios, las otras debajo de la lengua y algunas cerca de la nariz; igualmente que en las aves son agregados de glándulas simples con numerosas aberturas separadas unas de otras. Atendiendo á su testura íntima, todas estas glándulas son folículos en forma de racimos. En los mamíferos y en el hombre son mucho mas complicadas; pero tambien en ellos se consigue llenar de inyeccion las vesículas dispuestas en racimos en las terminaciones de los conductitos salivales, lo cual permite someterlos al exámen microscópico (1). A las investigaciones de E. H. Weber debemos los mayores detalles sobre este asunto. Las menores células de la parótida del hombre tienen 0,0082 de pulgada, cuando se las

(1) *Philos. Trans.*, 1832.

(2) MULLER, *loc. cit.*, tab 6, fig. 1-8.—BERRES, *Mikrosk. Anatomie*, t. XVI, fig. 2.

(3) PROCHASCA, *Disquisitio organismi*. Viena, 1812, p. 102—E. H. WEBER, en *MECKEL'S Archiv.*, 1827, p. 274, lám. IV fig. 17 (parótida humana).

ha llenado de mercurio. Se reúnen en racimos, cuyo volúmen excede de cuatro á siete veces el suyo; son pues, tres veces, y los racimos doce veces mas gruesos que los capilares sanguíneos mas finos: las menores células pulmonales son de cinco á seis veces mas gruesas que ellas. En el perro, el diámetro de las células parotideas llenas de mercurio, es de 0,00176 de pulgada. Los conductitos salivales se forman en el embrión en el interior de un blastemo, en medio del cual la vegetación del conducto escretor va siempre haciendo progresos á medida que se aleja del tronquito simple que le sirve de punto de partida (1).

c. *Páncreas.*

El páncreas aparece por la primera vez en los pescados en forma de apéndices pilóricos, de que por lo demás carecen muchos animales de esta clase. Estos apéndices, unas veces son simples, otras múltiples, como en los salmónes, y mas rara vez ramificados. Hállase un principio de ramificación, pero muy simple todavía, en el *Polyodon folium*, en que los apéndices ciegos son muy gruesos y cortos; se hace complicada en algunos géneros de la familia de los escomberoides, por ejemplo en los atunes, en quienes se ven partir de los intestinos delgados cuatro gruesos troncos de cœcums, que se ramifican, terminando cada una de sus ramas en un ramillete de tubitos delgados (2). En el pez espada se nota la misma estructura: solo que los cœcums, en lugar de ser tubulosos, son cortos y gruesos. En el esturion estan unidos entre sí por tejido celular, de suerte que representan una masa foliculosa; pero Alessandrini ha descubierto en este pescado un segundo páncreas acinoso, situado en la primera porcion del intestino delgado. En las rayas y lijas esta glándula tiene una estructura complicada y acinosa, como en los animales superiores. Entre los pescados óseos, los únicos en quienes se encuentra por escepcion un páncreas de esta especie, son la anguila y el sollo, en quienes le han visto Swammerdan, E. H. Weber, Alessandrini y Brandt. En las aves, los conductos pancreáticos pueden ser inyectados con mercurio hasta sus estremidades vesiculosas (3); estas vesículas tienen de 0,00137 á

(1) MULLER, *loc. cit.*, tab. VI, fig. 10.-12.

(2) MULLER, *loc. cit.*, tab. VII, fig. 4, 5.

(3) MULLER, *loc. cit.*, tab. XVII, fig. 3.-5.

0,00197 de pulgada; de consiguiente, son de seis á doce veces mas gruesas que los vasos sanguíneos mas pequeños.

d. *Glándula lagrimal.*

Mis investigaciones me han enseñado que esta glándula, considerada de un modo general, afecta dos formas principales atendiendo á la disposicion de sus conductitos. En las tortugas, la sustancia glandular representa glóbulos claviformes, ramosos y sólidos, por cuyo interior corre un conducto delgado; la masa que rodea á este conducto está compuesta enteramente de manojos microscópicos de tubitos que tienen 0,00194 de pulgada de diámetro (1); en las aves, la glándula lagrimal está dispuesta en racimos (2), igualmente que en los mamíferos; por su estructura se parece á las glándulas salivales, al páncreas y á las glándulas mamarias. Los conductitos terminan en una porcion de vejiguillas que yo he conseguido llenar de mercurio en el caballo.

e. *Hígado.*

En la clase de los crustáceos, especialmente en los cangrejos, el hígado está compuesto de gruesos manojos de cœcums digitados, cuyo conducto escretor se abre por cada lado en el tubo intestinal (3). Otros, como los géneros *Palaemon*, *Penæus* y *Crangon*, tienen un hígado arracimado, y los glóbulos hepáticos de las esquillas forman masas celulo-esponjosas (4). Rathke ha hecho ver que el hígado del cangrejo comun, que está compuesto de una porcion de cœcums, nace en el embrión de una exercion de las paredes intestinales que se prolongan de dentro afuera.

En los moluscos, el hígado se asemeja ya mucho por su aspecto, al de los animales superiores. Lleno de bilis, parece á primera vista, de naturaleza granujienta; pero fácilmente se puede demostrar que es un racimo hueco insuflando aire en los conductos escretorios. En algunos grandes gasteropodos, el *Murex tritonis*, por ejemplo, la estructura celulosa es tan manifiesta, y las células tienen tanta

(1) MULLER, *loc. cit.*, tab. V, fig. 2.

(2) *Ibid.*, tab. V, fig. 5.

(3) *Ibid.*, tab. VIII, fig. 11 (cangrejo), fig. 12 (*Pagurus striatus*).

(4) *Ibid.*, tab. IX.

amplitud, que despues de cortadas al través, el hígado ofrece á la simple vista el aspecto de una masa absolutamente esponjosa (1).

Esta víscera se presenta bajo la forma mas sencilla que puede revestir en un pescado, el *Branchiostoma lubricum*, notable por su organizacion. El esófago, continuacion de la cavidad branquial, conduce á una porcion ensanchada del intestino, que siempre presenta un color verde, igualmente que las paredes de la especie de ciego que de ella parte, La coloracion pertenece á la capa interna del saco, y proviene de una estructura glandulosa que se descubre practicando cortes en forma de una capa de fibras perpendiculares. La porcion verde del intestino se termina de repente, y el resto del conducto tiene un tinte claro. Por otra parte, las paredes de esta porcion verde y de su apéndice, no son mas gruesas que las demás. Así pues, esta porcion y su apéndice se deben considerar evidentemente como el hígado, de que hasta ahora se habia considerado privado el animal. Aquí el hígado está identificado todavía con las paredes del intestino, y ha sido producido en parte por una exercion de este, como en el feto de los animales superiores. Todo el saco intestinal, incluso el ciego, ofrece en su interior el fenómeno del movimiento vibrátil, de lo cual no se conoce ejemplo en ningun otro animal vertebrado (2).

Segun las observaciones de Rolando, de Baer y mias, el hígado aparece desde luego en el embrión del pájaro en forma de una escrescencia hueca de las paredes intestinales, y en esto su origen se parece al del pulmon (3). Segun Baer empieza á manifestarse al tercer dia de incubacion, en cuya época figura dos apéndices cónicos y huecos del tubo intestinal que abrazan el tronco venoso comun. No tardan en prolongarse dichos conos, empujando delante de ellos ramificaciones vasculares, mientras que su base se estrecha poco á poco y toma la forma de un conducto escretor cilíndri-

(1) *Ibid.*, tab. X, fig. 4.

(2) MULLER y RETZIUS, en *Monatsbericht der Akad. zu Berlin*, 1841, p. 396.

(3) Reichert niega que el hígado afecta primitivamente la forma utricular y que nace del intestino del embrión.

co (1). La vesícula biliar se produce como divertículo de este último. Según mis observaciones, la porción hueca de la pared intestinal que constituye el rudimento del hígado, tiene al principio, es decir, al cuarto día, casi el mismo grosor que el resto de la pared; pero no tarda en hacerse mucho más gruesa, sin dejar por eso de contener una cavidad en su interior. Esta cavidad disminuye á proporción que se desarrollan los conductos biliares, al paso que se ven aparecer en la sustancia del hígado figuras ramificadas y granos prolongados en cœcums, que sin embargo no parecen huecos. Los conductos quilíferos son, pues, el resultado, no de una continuación del fenómeno de la exercion, sino de la adquisicion de una organizacion más complicada por la porción de las paredes intestinales que constituye el rudimento del hígado (2).

En cuanto al desarrollo ulterior del órgano, Harveo (3) y Malpigio (4), habian recogido ya algunas nociones sobre el particular. El primero de estos autores miraba á la sustancia hepática como una escrescencia, una especie de brotamiento de vasos sanguíneos; y el segundo habia visto que el hígado consistia en un conjunto de ciegos á los seis, siete y nueve días. Yo he continuado estos primeros datos con el auxilio del microscopio. Cuando se emplea este instrumento, se perciben en la superficie del hígado cortos renuevos ramosos de un blanco amarillento que nacen unos al lado de otros, y en gran número, de la sustancia hepática, cuyo color es por otra parte el rojo de sangre. En los embriones de más edad he visto ramificarse más todavía dichos renuevos, de manera que sus manojos representaban plumitas ó ramilletes (5). Tienen poco más ó menos 0,00172 de pulgada de diámetro.

El hígado del adulto se compone de lobulitos unidos entre sí por tejido celular y vasos. Wepfer y Malpigio son los primeros que han dado su descripción. Según el último de estos autores, por lo común son cónicos, algunas veces

(1) BURDACH, *Physiologie*, trad. por A.-J.-L. Jourdan, París, 1838, t. III, p. 250.

(2) MULLER, *loc. cit.*, tab. IV, fig. 1.-3; tab. XI, fig. 1.-4.

(3) *Exercitat. de generatione*, 19.

(4) *De formatione pulli*, 61.

(5) MULLER, *loc. cit.*, tab. XI, fig. 4.-9.

oblongos y tambien trifoliados, como en la lija (1). Kiernan (2) los describe y los figura como cuerpos filiformes, pero no complanados, que envian muchas prolongaciones obtusas. Se los puede separar unos de otros por la maceracion, y entonces quedan pendientes de las ramas de los vasos sanguíneos. En un hígado de oso blanco, preparado de este modo, los ví reunidos en grupos pequeños, sin que sus tallos estuviesen formados al parecer por los vasos sanguíneos solamente, sino que, por el contrario, lo estan por la misma sustancia hepática que ellos. Dichos tallos tienen un cuarto de línea de diámetro; se ramifican sin perder de su grosor; al contrario, las ramas aumentan de volúmen antes de su terminacion, en donde adquieren hasta media línea; y esta parte mas gruesa, que tiene dos ó tres líneas de largo, envia aquí y allá prolongaciones obtusas.

Malpigio decia, que los cuerpos llamados por él lóbulos del hígado, estaban compuestos de *acini*, cuya estructura no indicaba. Haller y Meckel, por el contrario, empleaban la palabra *acini* para designar los lóbulos de Malpigio, que Meckel miraba como una agregacion de granulaciones pontiformes. Queriendo determinar en el embrión del pájaro y en el renacuajo la configuracion de estas pretendidas granulaciones, que son el principio de los conductitos biliares, he reconocido que tenían una forma prolongada y que estaban ramificados.

Comparados con los lóbulos del hígado del adulto, los renuevos que se perciben en el feto y cuya descripcion he dado mas arriba, son incomparablemente menores. Los lóbulos del hígado del adulto tienen media línea y mas de grosor, mientras que los renuevos observados en el hígado del feto no tienen mas que un cincuenta de línea de diámetro trasversal. Los lóbulos no son producidos por el engrosamiento de los renuevos, porque he hallado estos últimos tan pequeños en el conejo de Indias recién nacido.

El aspecto del hígado del embrión, que he descrito, es atribuido por Kiernan á espacios amarillos comprendidos entre las radiaciones de las venas. Esta opinion no tiene ningún fundamento, porque con el microscopio compuesto

(1) *De hepate*, cap. 2, *trifolium runditer* dice.

(2) *Philos. Trans.*, 1833.

se encuentran las estructuras que he visto con el simple, y con su auxilio se puede reducir toda la sustancia propia del hígado á sus elementos, sin que sus particulas, que afectan la forma de renuevos, dejen de ser visibles, aun á las lentes de mas aumento.

Los elementos de que se componen los renuevos de la sustancia del hígado son células primitivas. Ya he dicho anteriormente que Dutrochet, Parkinge y Henle han sido los primeros en reconocer que los elementos primarios de la estructura del hígado son células. Dujardin y Verger han percibido igualmente estas últimas, y les han dado el nombre de corpúsculos ovales; pero han reconocido bien el modo cómo estan colocadas, es decir, su disposicion en series. En efecto, segun estos dos autores, los corpúsculos ovales forman en los lóbulos del hígado líneas rectas ó en espiral que se estienden de la periferia al centro. Henle describe del modo siguiente las células de la sustancia hepática. Los *acini* son agregados de células de núcleo, apretadas unas contra otras y cerradas por todas partes, que llenan enteramente las mallas comprendidas entre los vasos. Rasgando un hígado, que se haya dejado macerar por algun tiempo, se las puede obtener en gran número y aisladas unas de otras; cuando se rasga la sustancia hepática fresca, se las ve fácilmente unidas en series, unas simples y otras ramosas; y cuando se examina una rama delgada de un lóbulo, se ve que estan situadas al exterior de las paredes de los vasos sanguíneos, unas veces en grupos irregulares, y otras en series longitudinales cortas, colocadas regularmente unas al lado de otras, figurando cœcums pequeños, hecha abstraccion de los tabiques trasversales de separacion (1). Mis observaciones me han enseñado que esta última disposicion es absolutamente general, y considero los grupos irregulares como los productos de una dislocacion que la presion ha hecho sufrir á los elementos constituyentes de las líneas ó series. Teniendo estas últimas la forma de cœcums pequeños, afectan en todas partes el modo de reparticion indicada por Dejardin y Verger, y muchas veces se obtienen porciones muy largas que se dirigen al interior de los lóbulos.

(1) *Encyclopedie anatomique. Anat. génér.*, trad. por A.-J. L. Jourdan, t. II, p. 480.

Haciendo caer por mucho tiempo sobre un pedazo delgado de lóbulo un chorrito de agua que arrastrase una parte de las células, he conseguido distinguir entre los restos de las series una red de conductos transparentes algo mas delgados, que es la red capilar de los vasos sanguíneos, porque en un pedazo fresco se ve distribuirse la sangre entre las series de las células.

En la *myxina glutinosa*, la sustancia propia del hígado está compuesta de largos cilindros que se dividen de trecho en trecho, pero que todavía tienen un volumen casi doble del de las series de células en el hígado de los mamíferos y del hombre; efectivamente, su diámetro trasversal es de 0,00200 de pulgada. Estos cilindros no son simples series de células, sino conjuntos de células agrupadas con tanta irregularidad, que muchas de ellas vienen á colocarse sobre lo ancho del cilindro, que por otra parte es perfectamente regular y conserva el mismo diámetro en todas partes. Se los percibe tanto en los cortes verticales como en los trasversales practicados cerca de la superficie; por lo demás, se comprende que en este último caso hay muchos cilindros cortados al través, y que por esto mismo se parecen á pequeños grupos de células. Entre los cilindros que tienen un aspecto granujiento se descubre una red clara de vasos capilares.

Aun no se sabe bien cómo los conductitos biliares nacen de los cilindros celulosos, ni qué relación hay entre ellos y las células Henle (1) refiere alguno de los casos posibles. Las células dispuestas en series pueden producir tubos por su fusión, ó bien se abren cada una por separado y en todos los puntos en los conductos biliares, ó en fin, como el parénquima del hígado es una masa compacta de células recorrida por vasos, las células se separan bastante unas de otras para dejar entre sí espacios huecos cilindricos, ó simples conductos inter-celulares, en los cuales se reúne el producto segregado; y cuando llegan á reunirse muchos de estos últimos, se produce, para servirles de pared, una membrana propia á cuyo lado interno se aplican las células como una especie de epithelium, mientras que exteriormente se forman nuevas capas, y por último fibras

(1) *Loc., cit.*, p. 482.

anulares. La segunda hipótesis y la tercera no me parecen verosímiles, porque en los animales superiores las células forman, no masas, sino simples series separadas unas de otras. En cuanto á la primera, no faltan hechos análogos en su favor. El mismo Henle ha visto células en forma de cœcum en el estómago del conejo adulto (1), y Koelliker ha hecho la misma observacion en la estremidad de los vasos uriníferos de las larvas de insectos (2).

En vista de lo que precede, se cree que las inyecciones practicadas por el conducto hepático hácia las raíces de los conductos biliares, no han podido, hasta ahora, conducir á resultados ciertos y siempre uniformes. Nada mas fácil entonces que el paso de los líquidos de un orden de vasos al otro. Mientras que con el microscopio no se vean las series radiadas y los cilindros de células continuarse con las raíces de los conductos biliares, no se puede hacer uso, sino con mucha circunspeccion, de todas las inyecciones de estos conductos que hayan podido llegar hasta la superficie de los lóbulos.

Prochaska, después de haber inyectado los conductos biliares, ha obtenido estremidades vesiculiformes, como en las glándulas salivales (3). Krause ha obtenido el mismo resultado por la insuflacion (4), las vesículas tenian de $\frac{1}{40}$ á $\frac{1}{46}$ de línea de diámetro.

Habiendo inyectado estos conductos en conejos, he observado una disposicion en borlas de tubitos que partian de la superficie y del borde de un lóbulo, se hundian hácia el

(1) *Loc. cit.*, p. 488. Estas glándulas muy largas y delgadas, estaban formadas en gran parte de una sola serie de células, las cuales, separadas unas de otras en el fondo, tenian cada una de ellas un núcleo y eran fáciles de aislar. Por arriba empezaban á desaparecer los límites entre ellas. Mas arriba todavía desaparecian los tabiques y se formaban tubos simples un poco encorvados hácia dentro, y en el punto en que antes habia tabiques, y consistian en una pared anhistá con núcleos de células en varias partes.

(2) *Observationes de prima insectorum genesi*. Zurich, 1842, tab. III, fig. 11.

(3) *Disquisitione organismi*, p. 104.

(4) *MULLER'S Archiv.*, 1837.

medio de este lóbulo, uniéndose de dos en dos, y penetraban en seguida á mayor profundidad, de donde he deducido la existencia de cilindros en forma de cœcums, sin vesículas terminales (1).

Kiernan los representa esparcidos á manera de red en la parte periférica de los lóbulos. Ha sido el primero en notar que los conductos biliares interlobulares se anastomosan entre sí, porque despues de haber inyectado el conducto hepático izquierdo, vió refluir la inyeccion por el derecho. Se funda tambien en el modo cómo se comportan los conductitos biliares en el ligamento izquierdo del hígado (2).

E. H. Weber y Ed. Weber han obtenido por la via de las inyecciones terminaciones vesiculosas en las fosas del hígado y en los huecos llenos por la vena porta: por el contrario, la superficie de la glándula les ha suministrado una red de los lóbulos, que ellos distinguen de la red vascular sanguínea. Las inyecciones de Hyrtl, en las cuales los conductos biliares y los vasos sanguíneos se presentan llenos,

(1) E.-H. WEBER, *Anatomie des Menschen*, t. IV, p. 306.

(2) Estos vasos, descubiertos por Ferrein, se ramifican hasta cierta distancia en la porcion del ligamento enteramente separado de la sustancia del hígado, y se conducen exactamente como los vasos sanguíneos. Esta porcion de ligamento recibe tambien, segun Haller (*Elem. physiol.*, t. IV, p. 490), ramos de la vena porta; y segun Kiernan, ramos de las venas porta y hepáticas que salen del hígado. En un hígado inyectado por Walter, en que la vena porta, la arteria hepática, las venas hepáticas y el conducto hepático estan de diversos colores, percibo en este ligamento vasos que tienen los tintes asignados á la vena porta, á las venas hepáticas y al conducto hepático. Considero á estos pretendidos conductos biliares, no como un rudimento del hígado (porque no se perciben aquí vestigios de la sustancia propia de la glándula), sino como ramificaciones vasculares á las cuales ha pasado la inyeccion del conducto hepático por extravasacion. En este hígado no estan llenas las ramificaciones mas finas de los conductos biliares. La cara plana del hígado, á una distancia considerable del ligamento precitado, ofrece tambien tronquillos vasculares que se ramifican debajo del peritoneo, y que tienen el color de la inyeccion introducida en el conducto hepático.

demuestran porciones de redes mezcladas entre sí. Entre las mias, se encuentran muchas que indican una disposicion retiforme en los lóbulos, mas yo no puedo distinguir esta red de la de los vasos sanguíneos; de suerte que, á juzgar por estas preparaciones, que son las que mas he estudiado, considero el paso de un órden de vasos al otro por extravasacion, como una cosa muy posible y aun fácil (1).

Las relaciones que hay entre los tres órdenes de vasos del hígado, la arteria hepática, la vena porta y las venas hepáticas, no son menos complicadas.

Los vasos que penetran en el surco trasversal del hígado estan acompañados de una vaina de tejido celular, continuacion de la cápsula de Glisson. Los mismos lóbulos estan rodeados de una cápsula que se prolonga por todo el hígado, y que Malpigio ha añadido á la de Glisson. Los ramos de las venas hepáticas se hallan escluidos de la vaina que encierra á la vena porta, la arteria hepática, el conducto hepático y sus ramos (2).

Glisson (3) pretende que las ramificaciones de las venas portas y hepáticas se estienden por todas partes en el hígado, y en cuanto á las de la arteria hepática, las restringe á la vaina celulosa de los vasos en el interior de la glándula, y á las paredes de los otros vasos, especialmente de la vena porta y del conducto hepático. Bianchi es de la misma opinion (4).

Haller, por el contrario, sostenia que la arteria hepática se esparce por toda la sustancia del hígado.

(1) Consúltese sobre la estructura íntima del hígado una carta de E.-H. Weber á Rusconi, en MULLER'S *Archiv*, 1843, p. 303, una Memoria de A. Krukenberg, *ib.*, p. 318, y una nota de Muller, *ib.*, p. 338. Para dar una idea cabal de estos trabajos, dirigidos en gran parte contra los resultados de las investigaciones de Kiernan, y que presentan sumo interés, sería preciso descender á pormenores que excederian mucho los límites de una simple anotacion. Muller atribuye la cirrosis del hígado á la hipertrofia del tejido celular que entra en la composicion de la glándula; opinion que ya habia emitido E. Hallmann, *Diss. de cirrhosi hepatis*, Berlin, 1839. (*N. del T. F.*)

(2) HALLER, *Elem. physiol.*, VI, 501.

(3) *Anat. hepat.* Amsterdam, 1659, p. 310.

(4) *Historia hepatis*, p. 26.

Pero hay tambien muchas ramas de esta arteria que perforan la superficie del órgano, y van, sin que les acompañe porcion alguna de sustancia, al tejido celular sub-seroso y á los ligamentos peritoneales. Lo mismo sucede á los ramos de la vena porta (1).

F. A. Walter habia deducido de sus numerosas inyecciones, que las ramificaciones de la arteria hepática acompañan siempre á la vena porta, venas hepáticas, conducto hepático y sus ramos, que dan ramos nutricios á las túnicas de estos vasos, en cuya superficie forman una red, que se distribuye en el tejido celular interior del hígado, y en fin, que descubren igualmente manojos de ramitos en el resto de la sustancia del órgano. Dice haber visto ramas de esta arteria abocarse á las de la vena porta (2).

Mappes dice que la sustancia amarilla ó medular del hígado forma circunvoluciones de contornos obtusos, que dejan entre sí espacios pequeños, en los cuales aparece la sustancia célulo-vascular ó cortical, unas veces entre las circunvoluciones y otras en forma de islas. Cada circunvolucion ofrece en su parte media, en donde presenta una estremidad obtusa, en la superficie del hígado, una hendidura que se ramifica un poco; pero este mismo autor confunde en seguida las hendiduras inter-lobulares é intra-lobulares en medio del lóbulo. La arteria hepática se esparce, segun él, por una red fina en las paredes de los ramos de la vena porta y debajo del peritoneo. Pretende que los ramos de las venas hepáticas pasan por medio de las circunvoluciones y salen por las hendiduras; los de las venas hepáticas salen, segun él, de las hendiduras centrales de la sustancia acinosa, entre cuyas granulaciones desaparecen (3); las de la vena porta salen de hendiduras semejantes de las circunvoluciones, y se esparcen mas afuera en la superficie de estas últimas y en la sustancia célulo-vascular, como los vasos cerebrales en las circunvoluciones del cerebro (4). Las ramas terminales de las venas hepáticas per-

(1) HALLER, *Elem. physiol.*, VI, 475-490.

(2) *Annotat. Acad.* Berlin, 1786, p. 96, 98, 105.

(3) *De penitiori hepatis humani structura*. Tubingue, 1817, p. 19, 22.

(4) *Ibid.*, p. 11, 12, 22.

tenecen únicamente á la sustancia acinosa y no á la sustancia celulo-vascular (1); sus divisiones son menos dicotómicas, y se aplican en seguida lateralmente á los troncos de las venas hepáticas, que estan como agujereadas en su superficie interna (2).

Le faltaba á Mappes, para tener un conocimiento completo de la distribucion de las arterias y de las dos especies de venas, saber distinguir las hendiduras inter-lobulares é intra-lobulares. Las preciosas investigaciones de Kiernan han llenado este vacío é ilustrado el modo que tienen de conducirse las dos especies de venas respecto de los lóbulos.

Segun Kiernan, la arteria hepática se ramifica principalmente, y en gran parte, por las paredes de los conductos biliares y de los vasos sanguíneos, en donde produce los *vasa vasorum*. El vasito que Malpigio habia visto salir del centro de sus lóbulos y dividirse despues en algunos ramos en su superficie, pertenece siempre á las venas hepáticas, al paso que la vena porta se distribuye entre los lóbulos. Por el interior de cada lobulito corre un conducto central (*venula intralobularis*), rama de la vena hepática que conduce la sangre de la red capilar del lóbulo; las venillas intra-lobulares parten de las ramas de las venas hepáticas, que en este punto tienen sus paredes como acribilladas de agujeros, en atención á que los lóbulos se apoyan en la superficie de estas paredes, de modo que por su agrupamiento representan un conducto en que se encuentra la rama de la vena hepática. De consiguiente, estos conductos estan formados por las bases de todos los lóbulos. En las vainas de tejido celular que rodean á estos últimos y los separan unos de otros, se esparcen los ramitos de la arteria y los de la vena porta (*venæ interlobulares*), que se continúan por medio de las redes capilares del lóbulo con la vena intra-lobular ó el principio de un ramo de la vena hepática.

Confirma esta esposicion la disposicion de las venas hepáticas en el hígado de oso blanco de que ya he hablado. Con efecto, aquí los manojos de lóbulos penden de las ramas de las venas hepáticas, y cortando los lóbulos, siempre encuen-

(1) *Ibid.*, p. 20.

(2) *Ibid.*, p. 18.

tro un ramito de vena hepática en medio de cada lóbulo y de sus prolongaciones. Por lo demás, esta relacion entre las venas hepáticas y los lóbulos no es general en los animales vertebrados; porque en las larvas de la salamandra, las venas hepáticas acumulan los ramitos en la superficie del hígado, y se pueden seguir los glóbulos sanguíneos durante la vida desde los capilares hasta el tronco de las venas hepáticas (1). En los mixinos, gruesos troncos de las venas hepáticas serpean libremente con sus ramificaciones por toda la superficie del hígado.

Se ha querido demostrar la comunicacion entre diversos sistemas vasculares en el hígado por el paso de las inyecciones de un orden de vasos al otro. Remito á Haller por lo concerniente á las observaciones antiguas, segun las cuales es fácil el paso especialmente de la vena porta á las hepáticas, pero que tambien se verifica de la arteria á estas últimas (2). La mayor parte de los esperimentos hechos por las anastomosis son referidos de un modo demasiado general; pero Walter ha referido los suyos uno á uno, lo cual permite establecer comparaciones numéricas. Este anatómico ha inyectado un sinnúmero de veces, unas veces por un solo orden de vasos y otras por muchos ó por todos, sirviéndose de colores diferentes, y el gabinete de Berlin posee sus preparaciones. De doce casos de paso de un orden de vasos á otro, hay cuatro de la vena porta á las hepáticas, dos de estas á la vena porta, uno de las mismas á la vena porta y arteria hepática; uno de la arteria á la vena porta, dos de esta á las venas y arteria hepáticas y dos de la arteria á las venas porta y hepáticas. A veces sucede tambien que la inyeccion pasa de los vasos sanguíneos al conducto biliar, y de este á aquellos.

La comunicacion entre la vena porta y las venas hepáticas por medio de la red capilar de los lóbulos, es un hecho bien establecido. En cuanto á las relaciones entre la arteria hepática por una parte, la vena porta y venas hepáticas por otra, se pueden emitir hipótesis diversas.

1.º Toda la sangre se mezcla en la red capilar del hígado en donde la vierten á la vez la arteria hepática y la vena porta y de donde la reciben las venas hepáticas. Esta era la opinion

(1) MULLER, *de gland. struct.*, tab. 10.

(2) *Elém. physiol.*, t. VI, p. 499 y 500.

DE LA ESTRUCTURA INTIMA DE LAS GLANDULAS SECRETORIAS. 201
de Haller, el cual admitia en los lóbulos, llamados por él *acini*, tres especies de vasos que comunicaban entre sí.

La arteria hepática se resuelve en *vasa vasorum*, en vasos nutricios de las paredes de todos los otros conductos, así sanguíneos como biliares, pareciéndose en esto á una arteria bronquial; pero las venas de la red nutricia se esparcen en las venas hepáticas, que de este modo reciben por ramos diferentes, tanto la sangre de la vena porta, que vuelve de la sustancia propiamente dicha del hígado, como la de la red nutricia de los *vasa vasorum* de las paredes vasculares. Nadie ha presentado esta hipótesis; porque Walter describe las ramificaciones nutricias de la arteria hepática en las paredes de los otros vasos en el hígado, sin decir á dónde van los *vasa vasorum*, y solo de la vesícula biliar dice que no tiene mas que venas de la vena porta, lo cual sabian ya Glisson y Haller. Por lo demás, el paso de los *vasa vasorum* á las venas hepáticas debiera descubrirse ya, despues de la inyección de estas últimas, por la penetracion de la materia colorante en una red vascular estendida sobre las paredes de los otros vasos, lo cual no se observa.

3.^o La arteria hepática se resuelve solamente en *vasa vasorum* en las paredes de los otros vasos y de los conductos biliares; las venas de la red nutricia de estas paredes abocan á la vena porta y sus ramas en el interior del hígado, y de consiguiente toda la sangre de la arteria hepática llega por medio de la vena porta á la red de la sustancia hepática y de aquí á las venas hepáticas. Glisson es el primero que ha emitido esta opinion (1). La vejiga de la hiel recibe sus arterias de la hepática y envia sus venas á la vena porta; el conducto hepático se conduce lo mismo; la arteria hepática se ramifica en el interior del hígado, no en el parénquima de este órgano sino en la vaina celulosa de los vasos, y suministra á las túnicas del conducto capilares, cuyas venas correspondientes vuelven á la vena porta.

Ferrein admitia igualmente en la vena porta, en el interior del hígado, ramos arteriales venosos: estos últimos llevan la sangre de la arteria hepática á la vena porta, y los otros la conducen á la red capilar intermedia entre

(1) *Anat. hep.*, cap. 30.

la vena porta y las venas hepáticas (1). Esta hipótesis podría servir para explicar en las observaciones de Walter, confirmativas de lo que se ha dicho tocante á las arterias nutricias de las paredes de los vasos, como ha visto pasar la inyeccion de la arteria hepática á la vena porta, porque despues que se habian hendido las ramas de la vena porta, se hacian visibles en las paredes de estas membranas varias aberturas por donde rezumaba la inyeccion, lo cual interpretaba Walter como la prueba de un paso inmediato de las ramificaciones de la arteria hepática á la vena porta.

Kiernan ha apoyado la doctrina de Glisson en hechos mas positivos. Segun este anatómico la arteria se distribuye en gran parte por la vesícula biliar, conductos biliares y paredes de los vasos en el interior del hígado. De esta red pasa la sangre á las ramas de la vena porta, y de esta á las venas hepáticas; porque las inyecciones delicadas llenan bien la vena porta, pero no penetran en las venas hepáticas. Cuando Kiernan inyectaba una masa azul en la vena porta, y despues otra roja en la arteria hepática, hallaba ramificaciones de una y de otra en las paredes de los vasos, de los conductos biliares y de la vejiga de la hiel. Los lóbulos del hígado estaban teñidos de azul, y la masa roja no se percibia sino en alguno que otro punto de su contorno. En vista de esto, este autor admite que las ramas de la arteria hepática que llegan á los lóbulos se continúan con los plexos venosos de la vena porta, y que en seguida llega la sangre á los principios de las venas hepáticas.

4.^o La arteria hepática suministra los *vasa vasorum*, cuyas venas vuelven á la vena porta; mas una parte de la sangre arterial llega á los lóbulos en la red capilar que se encuentra entre las ramificaciones de la vena porta y las venas hepáticas, así como, segun Reisseisen, las arterias bronquiales suministran ramillas á la red capilar de los lóbulos pulmonales, es decir, á la que hay entre las ramas de la arteria y las de las venas pulmonales.

No considero como cosa probada el que la red de los lóbulos no reciba nada de la arteria hepática. Las inyecciones de Lieberkuhn demuestran que la red capilar de esta arteria no puede menos de llenarse por la vena porta y las

(1) *Mém. de l'Acad. des sc.*, 1733, *Hist.*, p. 37. (1)

venas hepáticas. Lo mismo arrojan de sí las preparaciones de Walter; porque, aun cuando el hígado jamás se ha inyectado tan completamente por la arteria hepática como por los otros vasos, sin embargo, no son puntos solamente sino manchas los que se ven aparecer en la sustancia del hígado: estas manchas, compuestas de vasos capilares, no se encuentran únicamente entre los lóbulos, sino que tambien se estienden á su interior, en donde se encuentran las redes de distinto color de la vena porta y venas hepáticas; en ciertos puntos se han llenado mas los lóbulos por la vena porta; y en otros lo han sido mas por las venas hepáticas, y tambien hay algunos en que se ven encontrarse en la red los tintes de la arteria y de las venas hepáticas. Krause se ha pronunciado tambien contra esta hipótesis (1). Bowman ha visto á algunas ramas de la arteria hepática penetrar en la red capilar situada entre la vena porta y las venas hepáticas (2); y E. H. Weber me ha hecho ver lo mismo en sus inyecciones. Por lo demás, la posibilidad de que los ramos de la arteria hepática y los de los dos órdenes de venas comuniquen entre sí, existe aun fuera del hígado, puesto que los vasos se prolongan mas allá de la superficie de la glándula hasta el peritoneo y los ligamentos peritoneales.

Las diferencias que la composicion del sistema de la vena porta presenta en diversas clases de animales han sido ya espuestas anteriormente. Entre los pescados, el *Branchiostoma lubricum* y los mixinoides tienen corazones de la vena porta que se contraen de un modo rítmico. En el *Branchiostoma* vuelve la sangre por medio de la vena porta de las venas del resto del tubo intestinal en fondo de saco verde del intestino que reemplaza al hígado, y de aquí pasa á la vena cava (3). Tambien se ha hablado mas arriba de las redes admirables de la vena porta y de las venas hepáticas.

Por lo concerniente á las dos sustancias admitidas en el hígado por Ferrein, Autenrieth, Bichat, Mappes, Meckel y Cloquet, y que harian el papel de corteza y de medula en esta glándula, Mappes ha visto las cosas como son en sí, es

(1) MULLER'S *Archiv.*, 1837, p. 10.

(2) *Phylos. Trans.*, 1842.

(3) *Monatbericht der Acad. zu Berlin*, 1841, p. 409.

decir, que no ha considerado la corteza sino como una sustancia célula-vascular, en contraposición de la sustancia acinosa que es amarilla. He explicado este aspecto por la prominencia que los cilindros amarillentos de la sustancia propia ocasionan fuera del tejido vascular. Las redes vasculares sanguíneas y los cilindros compuestos de células forman en todas partes el tejido glanduloso del riñón. Kiernan atribuye la hipótesis de dos sustancias al modo de conducirse los vasos sanguíneos con respecto á la parte central ó á la parte periférica de los lóbulos; segun que la sangre se acumula en las venas interlobulares de la vena porta ó en las venas intra-lobulares, el centro ó la periferia del lóbulo amarillo parece mas pálido (1).

f. *Riñones.*

En los mixinoides es en donde he hallado los riñones de estructura mas sencilla. Los riñones de estos pescados son á los de los otros animales como las glándulas lactíferas del ornitorinco á las glándulas mamarias de los otros mamíferos, y como el hígado en *cæsum* del *Amphioxus* al hígado compuesto de los otros vertebrados.

En todos los otros animales vertebrados los riñones se componen de una multitud de conductitos delgados, largos y de un diámetro casi uniforme, que parten del uréter, se terminan en fondo de saco, y á veces se anastomosan entre sí por arco ó en red. Llámense *conductos uriníferos*.

Los riñones de los vertebrados inferiores, tales como los pescados y los reptiles desnudos, no ofrecen todavía ningún vestigio de distinción entre la sustancia cortical y la medular. En los pescados su tejido se compone enteramente de conductitos enroscados, que todos tienen el mismo diámetro, se dividen aquí y allá, y acaban probablemente por terminarse en fondo de saco, mientras por los otros extremos se abren en el uréter (2).

Los conductos uriníferos de las ranas, todos estan colo-

(1) Las investigaciones de Kiernan, han sido reproducidas y apoyadas con nuevos hechos en el artículo *Hígado* de la *Cyclopædia of anatomy and physiology*, por Erasmo Wilson (Londres, 1840, t. III, p. 160 y siguientes), el cual juzga por ellas las hipótesis emitidas por otros escritores.

(2) MULLER, *De gland. struct.*, tab. XII.

cados en un mismo lado como las barbas de una pluma, los unos rectos y los otros enroscados; no cambian de diámetro, se dividen por bifurcaciones sucesivas, y terminan en fondo de saco en el borde opuesto de los riñones, en que Huschke ha observado en ellos engrosamientos vesiculiformes (1). En los renacuajos representan en el momento de su desarrollo vejiguillas pediculadas que se implantan en el uréter (2). En las serpientes, en que los riñones forman una serie de lóbulos á lo largo del uréter que recorre su borde esterno, este último envia de trecho en trecho á la cavidad de los lóbulos un tronquito que no tarda en dividirse á manera de pincel: los pinceles degeneran en seguida en conductos uriníferos, que enroscados de varios modos sobre sí mismos, constituyen el parénquima propiamente dicho del riñon (3). Los conductos uriníferos parecen un poco abultados y terminados en fondo de saco en su estremidad. Cuando se los llena de mercurio, tienen un diámetro de 0,00322 de pulgada. Los riñones de las tortugas se parecen enteramente á los de las aves en la conformacion de los conductos uriníferos, cuyas estremidades son penniformes.

He hablado anteriormente de un sistema particular de venas diferentes que hay en los pescados y en los reptiles.

Los riñones de las aves, que estan compuestos de muchos lóbulos distintos unidos solamente por las ramas del uréter, se parecen á los de los mamíferos por contener pirámides que reunen los conductos uriníferos en forma de papilas pequeñas, cada una de las cuales está sumergida en una rama del uréter. Nótanse circunvoluciones pequeñas en la superficie de los riñones, como en la del cerebro, ó mejor todavía en el borde de una hoja muy festoneada. Estas circunvoluciones son débiles á que los conductos uriníferos al llegar á la superficie del órgano, aparecen en forma de capas en las cuales marchan paralelamente unos á otros. Pudiera compararse esta disposicion á la de un pañuelo, uno de cuyos lados estuviese arrollado en pirámide, y el

(1) *Isis*, 1828, p. 565.

(2) MULLER, *loc. cit.*, tab. XII. fig. 7, 10.

(3) *Ibid.*, tab. XII, fig. 16.

otro plegado como la cabeza de una cortina ó como una gorguera: se ve mejor todavía en el momento de la primera formacion de los riñones, en atencion á que las capas de los conductos uriníferos que se elevan de las partes profundas y se aplican unos á otros al acercarse á la superficie, se parecen mucho á un buche plegado (1). En el pájaro adulto, en cuyos conductos uriníferos se consigue introducir cola ó cinabrio por medio de la máquina neumática, las estremidades de estos conductitos se colocan unos al lado de otros en un orden admirable en la superficie de los riñones; cada conducto arroja lateralmente varias ramas, de manera que se parece á una plumita ó tambien á una asta de ciervo (2).

Segun las nuevas observaciones que he hecho en las magnificas inyecciones de Retzius, las ramas laterales se prolongan en la profundidad del órgano, en donde dejan de ramificarse, y disminuyen poco á poco, pero apenas, de volumen. No sé positivamente cómo se terminan; al parecer forman asas. Los conductos uriníferos tienen un diámetro de 0,00174 de pulgada en la superficie de los riñones del mochuelo.

En el embrión de los mamíferos y del hombre, los riñones estan compuestos de muchos lóbulos enteramente separados unos de otros y sujetos por las ramas de la pelvis. El número de estos lóbulos es igual al de las futuras pirámides. En muchos animales, como el oso, la nutria y los cetáceos, permanecen separados toda la vida. En estos, lo mismo que en el feto de los otros mamíferos y del hombre, cada uno de ellos está compuesto de una pirámide de sustancia medular y de una especie de sombrero de sustancia cortical que reviste á la otra hasta su base redondeada, es decir hasta su pila. Síguese de aquí que cuando los lóbulos se han soldado entre sí, la sustancia cortical de los riñones penetra necesariamente entre las pirámides hasta las papilas. Se sabe que los conductos seminíferos recorren la sustancia medular en línea recta, desde la base hasta cerca de la papila. Se unen de trecho en trecho y de dos en dos co-

(1) *Loc. cit.*, tab. XIII, fig. 4, 5 y 6.

(2) HUSCHKE, *Isis*, 1828, p. 565.—MULLEN, *loc. cit.*, tabla XIII, fig. 7, 9 y 13.

mo los dientes de un tenedor. Al acercarse á la papila, en cuyos agujeritos se abren, se ensanchan un poco en el caballo, pero no cambian de diámetro en el hombre, segun ha notado Weber. Por lo que hace á la sustancia cortical, los manojos de conductos (*pirámides de Ferrein*) que por su reunion constituyen cada pirámide (es decir, las *pirámides de Malpigio*), se separan unos de otros en todos sentidos; pero no penetran mucho en esta sustancia, porque á proporcion que se hunden en ella, los conductos que los constituyen se desprenden poco á poco de los otros, para deslizarse describiendo flexuosidades (1). Toda la sustancia cortical está compuesta de circunvoluciones de conductos uriníferos cuyo diámetro no varía ya en lo sucesivo. En el caballo es delgada y por consiguiente contiene mucho menor número de conductos espirales. Estos últimos terminan unos en fondo de saco y otros por anastómosis. En los riñones del embrión es donde se percibe mas fácilmente la terminacion en fondo de saco con un engrosamiento vesicular (2). En cuanto á las anastómosis, las he puesto en evidencia inyectando por la uretra del caballo los conductos uriníferos, que en la sustancia cortical se subdividen en ramas que comunican unas con otras (3). Tambien las han observado E. H. Weber, Krause y Owen. Segun las investigaciones de Krause, deben hallarse á la vez fondos de saco y anastómosis como sucede á los conductos seminíferos. Bowman jamás ha visto asas entre conductos uriníferos diferentes.

El diámetro de los conductos uriníferos es de 0,00149 de pulgada en la sustancia cortical de los riñones de la ardilla, de suerte que excede de tres á seis veces el de los vasos sanguíneos mas delgados. En la superficie de los riñones del caballo estos conductos inyectados tienen un diámetro de 0,00137, á 0,00182 de pulgada; en medio de la sustancia medular son ya mucho mas gruesos (0,00489), y cerca de las papilas tienen 0,01305 de pulgada. Segun

(1) MULLER, *loc. cit.*, tab. XIV, fig. 4, (ardilla).

(2) MULLER, *loc. cit.*, tab. XIV, fig. 1. Miro en la actualidad como dudoso, lo que entonces me parecia ser en la ardilla terminaciones en forma de saco.

(3) MULLER, *loc. cit.*, tab. XIV, fig. 2.

E. H. Weber, no se engruesan en el hombre en su trayecto de la sustancia cortical á la medular y de esta á las papilas: su diámetro es de 0,00180 en la sustancia cortical, de 0,00160 en las pirámides, y de 0,00100 en la papila.

La distribución de los vasos sanguíneos en la sustancia del riñon ofrece un interés particular. En la sustancia cortical forman, como de ordinario, redes capilares sumamente espesas, de manera que el diámetro de los tubos que las constituyen no es muy inferior al de los intervalos; de 0,00037 á 0,00058 de pulgada, segun mis medidas. En la sustancia medular de los vasos que provienen de la sustancia cortical marchan en línea recta hácia las papilas entre los conductos uriníferos; se los puede inyectar fácilmente por las arterias y las venas. Conocidos ya de Ferrein, se los habia considerado falsamente desde Ruysch como conductos uriníferos inyectados por las arterias, siendo así que las inyecciones verificadas por las arterias jamás pasan á estos conductos. Al acercarse á las papilas, en vez de dilatarse como los conductos uriníferos, por el contrario, disminuyen de volumen y forman redes capilares ordinarias al rededor de las aberturas por las cuales rezuma la orina. Su diámetro en el perro es de 0,00175 á 0,00068 de pulgada en las pirámides, y de 0,00042 en la inmediacion de las papilas en donde forman redes.

En la sustancia cortical se encuentran entre los conductos uriníferos los corpúsculos de Malpigio, que son mucho mas voluminosos que estos conductos y que se pueden ver á simple vista. Schumlansky los ha figurado mucho mas pequeños. Su diámetro es de 0,00700 de pulgada segun mis observaciones, de 0,00666 á 0,00882 segun las de E. H. Weber. Estos corpúsculos descansan sobre arteriolas y estan compuestos enteramente de circunvoluciones de vasos sanguíneos. Se los encuentra en los riñones de los animales vertebrados, y Rathke los ha visto tambien en los cuerpos de Wolff, en los embriones.

Schumlansky ha emitido la opinion de que son la fuente de la secrecion urinaria y de los conductos uriníferos. Las observaciones de Huschke y las mias se levantan contra este modo de ver: porque los corpúsculos de Malpigio no pueden ser inyectados sino por las arterias, y nunca se llenan de la inyeccion verificada por los conductos uriníferos. Huschke ha notado además en la salamandra, que el

vasito sanguíneo, que en ellos penetra, vuelve á salir despues de haber descrito una porcion de rodeos, y va á parar á la red de los capilares (1).

Gurtl afirma que se pueden inyectar estos corpúsculos por las venas tan bien como por las arterias (2); pero Bowman pretende que no es posible inyectarlos mas que por las arterias.

La arteria se divide en ellos á manera de borla, de donde nacen vasos tortuosos y muy unidos entre sí y anastomosados en asas (3). Este glomérulo de vasos está libre en una cápsula membranosa, cuya descripción ha dado el primero, haciendo notar que dicho glomérulo está fijo á ella en un solo punto, que es el que sirve de entrada á la arteria (4). Mis observaciones me convencieron entonces de que las cápsulas son cerradas, y de que no hay comunicacion alguna entre los corpúsculos de Malpigio y los conductos uriníferos. Mas tarde descubrí la estructura, tan sumamente sencilla, de los riñones en los mixinoides. En estos pescados un largo uréter, que en cada lado recorre toda la cavidad, presenta esteriormente de trecho en trecho, pero con intervalos bastante grandes, unos saquitos que conducen por una estrechez á un segundo utrículo terminado en fondo de saco; del fondo de este último pende una placenta pequeña, compuesta únicamente de vasos sanguíneos sin ningun conducto urinífero, libre por todos lados, excepto en

(1) TIEDEMAN'S *Zeitschrift fuer Physiologie*, 4, tab., VI, fig. 8.

(2) *Anatomie der Haussæugethiere*, t. II, Berlin, 1831, p. 82.

(3) *Videor tamen observasse, arteriolam, quæ glomerulo accedit, cirri adinstar dividi, unde tortuosa vascula oriuntur, quæ ansis secum arte connectuntur et recurrunt.* MULLER, p. 101.

(4) *Ex observationibus microscopicis sæpius repetitis edoctus sum, glomerulos hosce qui ex arteriis materiem injectam suscipiunt, in vesiculis contineri. In renibus recentibus glomeruli sanguinolenti sunt, sed tunc etiam ex vesiculis, in quibus continentur, ope acus facile protudi possunt, ita ut laxè libereque in vesiculis glomeruli lateant, in ea parte modo affixi, ubi arteriola glomerulo accedit.... Sed hoc certum est, et quisque*

el punto que sirve de entrada á los vasos sanguíneos (1). La analogía entre esta disposicion y la de los corpúsculos de Malpigio, respecto de sus cápsulas, es bastante notable; mas yo no vislumbre la identidad de las dos estructuras hasta que tuve noticia de las investigaciones de Bowman (2) sobre la conexion entre los conductos uriníferos y las cápsulas de los corpúsculos de Malpigio en los riñones compuestos.

Este último autor, que no conocia de mis observaciones mas que las contenidas en mi obra sobre la estructura de las glándulas, ha descubierto que los conductos uriníferos son la continuacion de las cápsulas, y ha seguido el hecho en varias clases del reino animal. En el momento de la transicion se estrecha un poco el conducto, y se percibe en su interior un epithelium vibrátil que no tarda en desaparecer por un límite bien marcado; despues de lo cual dicho conducto se tapiza en toda su estension de células epiteliales simples que han sido observadas por Henle. No he repetido las observaciones de Bowman, pero la estructura de los riñones en los mixinoides me persuade de que son exactas.

De consiguiente, los riñones de estos peces no se diferencian de los de los animales. En ellos cada riñoncito se compone de un solo conducto urinífero sumamente corto, de su cápsula y del glomérulo suspendido en esta última,

sibe apud me persuaderi potest, glomerulos libere in vesiculis contineri nec ullibi, nisi uno in puncto, cum vesiculis coherere. Quodsi glomerulos ex vesiculis protraxisti, lævia hæmiphæria excavata vides, per quorum parietem adjacentia retia sanguifera translucent. Ibid., p. 101, Cons. la tab. XIV, fig. 9.

(1) *Cons. la Anatomie der Myxinoïden*, 3, contin. Berlin, 1841, p. 13. He descrito por primera vez esta estructura en 1836 en mis archivos. Presumia entonces que el corpúsculo adherido á la cápsula era la sustancia renal, y queria saber si las circunvoluciones que se distinguian en este corpúsculo con el auxilio del microscopio, eran conductos uriníferos. Mas tarde adquirí la conviccion de que se podia responder de un modo negativo, que los corpúsculos son placentas ó tortas vasculares, en los cuales no se perciben conductos uriníferos. Esta nueva opinion fue consignada en mi Anatomía comparada de los mixinoides.

(2) *Phil. Trans.*, 1842, t. 1, p. 57.

mientras que la túnica exterior del uréter se prolonga sobre este riñon en fondo de saco. En el dia es cierto que existen estremidades de los conductos uriníferos en fondo de saco, y se esplican las que ha visto en forma de vesículas Huschke en la rana, y las que yo visto en los sapos, y las larvas en la salamandra, así como en el feto de los mamíferos. Es constante que los conductos uriníferos no nacen de los corpúsculos de Malpigio, que las borlas de los vasos sanguíneos solo estan sumergidas en estos últimos, y que por lo tanto hay entre los corpúsculos de Malpigio y los conductos uriníferos una conexion, notada ya por Schumlauský, el cual, sin embargo, ni aun sospechaba el modo de verificarse. Compréndese igualmente que cuando se inyectan los vasos, la inyeccion puede pasar por extravasacion de las asas vasculares de los glomérulos á los conductos uriníferos, lo cual esplica las observaciones de Berres, Hyrtl y Cayla, respecto de las comunicaciones entre los órdenes de vasos.

La distribucion de los vasos sanguíneos no es menos interesante en los riñones que en el hígado. Huschke ha sido el primero que ha visto que el sistema vascular de los corpúsculos de Malpigio se prolongaba en vasos eferentes que se continuaban con la red capilar de la sustancia cortical.

He aquí cuál es, segun Berres (1), el modo de conducirse las arterias. En el interior del órgano producen ramas que cortan la sustancia cortical en segmentos oblongos ó lóbulos vueltos hácia la sustancia medular. De estas ramas madres de los lóbulos renales nacen á su vez vasos de 0,0020 de diámetro, que se dividen en muchos ramitos de un diámetro de 0,0010. Estos son los vasos madres de los corpúsculos de Malpigio, en cuyo interior producen tubos tortuosos de 0,0002 de pulgada de diámetro, que encorvándose sobre sí mismos y describiendo un asa, se hacen los vasos eferentes de los corpúsculos, cada uno de los cuales tiene 0,0005 de pulgada de diámetro; por un lado toman el camino mas corto para ir á la red intermedia que rodea cada corpúsculo; y por otro presentan largas asas que penetran en la sustancia medular, en donde dichas asas ca-

(1) *Mikroskopische Anatomie*, p. 160.

minan entre los conductos uriníferos, vuelven tarde ó temprano por el mismo camino que fueron y llegan á la raiz capilar de la corteza; solo algunos penetran en la red intermedia de las papilas renales. Las venas reciben la sangre de la red intermedia de las sustancias medular y cortical y se reunen tanto en la superficie de esta última como al rededor de las pirámides.

Segun Bowman, los vasos eferentes de los corpúsculos de Malpigio pasan en gran parte á la red capilar de la sustancia cortical; los corpúsculos inmediatos á la sustancia medular son mas voluminosos y tienen vasos sanguíneos eferentes mas gruesos que se prolongan en la sustancia medular hasta las papilas y producen la red capilar de esta sustancia. Las venas toman la sangre de la red capilar de la sustancia cortical y de la medular, y en esta última se hallan en línea recta como las arterias.

Los enroscamientos vasculares de los corpúsculos de Malpigio estan situados entre sus vasos aferentes y eferentes que se ramifican en la red capilar, de suerte que tienen los caracteres de las redes admirables, en cuyo número se los coloca (1).

Bowman considera á los vasos eferentes de los corpúsculos de Malpigio (por los cuales toda la sangre que las arterias llevan á la sustancia renal pasa primeramente á la red capilar que rodea á los conductos uriníferos) como venitas portas, á las cuales se deben referir asi los vasos eferentes de los corpúsculos que en seguida se ramifican en la sustancia cortical, como las prolongaciones de estos vasos en la sustancia medular.

Es interesante la disposicion de los vasos sanguíneos en los riñones de los reptiles y de los pescados, los cuales tienen una vena renal aferente, ó si se quiere mejor una vena porta renal. Las arterias forman tambien los corpúsculos de Malpigio en estos animales. Huschke lo ha reconocido en la rana, Hyrtl en la culebra y en la penca, Bowman en el boa. Este último autor y Gruby (2) han descrito la red capilar que rodea los conductos uriníferos, situada entre la vena afe-

(1) MULLER'S *Archiv*, 1840, p. 142.

(2) *Ann. des sc. nat.* XVII, 218.

rente y eferente. Segun Hyrtl (1), los vasos eferentes de los corpúsculos de Malpigio, unos van á la red capilar de los riñones y otros se ramifican en la vejiga natatoria de la pecca. Bowman ha reconocido en el boa cuáles son las relaciones entre las arterias y los otros vasos. Los vasos eferentes de los corpúsculos de Malpigio llegan á la superficie de un lóbulo renal y se anastomosan con las ramas de la vena porta renal que se distribuyen por esta misma superficie; despues de lo cual esta última se dirige adentro hácia la red capilar comprendida entre las venas aferentes y eferentes. Así como en los animales superiores, la arteria da al pedúnculo de cada lóbulo algunos ramos que van á las tunicas de los conductos escretorios y de los vasos mas gruesos, cuyos capilares, segun sospecha Bowman, vierten su sangre en las ramas de la vena porta renal.

g. *Testículos.*

En vista de esto, puede juzgarse en qué se parecen y diferencian uno de otro el sistema vascular sanguíneo del hígado y el del riñon en los animales que tienen una vena porta renal. En cuanto á lo que la distribucion de los vasos sanguíneos ofrecen de particular en los animales superiores y en los que tienen una vena porta renal, se ve que en los primeros, la sangre arterial que llega á los corpúsculos de Malpigio, debe, á su salida de las arterias, proveer por sí sola á toda la red capilar de los riñones, al paso que en los otros no llega á dicha red sino despues de haberse mezclado con la sangre de la vena porta renal. Esta diferencia es ya un enigma bastante difícil de explicar. Los *vasa vasorum* que se perciben en el embudo, los cálices y las ramas de los vasos renales en el interior del riñon del hombre, no se reunen con los vasos rectos de las pirámides para formar especies de venitas portas, sino que por todas partes se abocan, al menos segun lo que yo he visto, á las ramas de la vena renal.

La formacion de los testículos varía hasta el infinito en los insectos. El tipo fundamental consiste en aumentar en un espacio pequeño la estension de la superficie segregante, cuyo objeto se podia conseguir de mil modos diferentes (2).

(1) *Medic. Jahrbuecher des oesterr. Staates*, XX.

(2) V. LÉON DUFOUR, en *Ann. des sc. nat.*, t. VI.—Succow, en *HEUSINGER'S Zeitschrift*, t. II.

Y así, unas veces se encuentran tubos simples no ramificados y mas ó menos flexuosos, y otras tubos arrollados sobre sí mismos en peloton; en ciertos casos ofrecen ramificaciones terminadas en vesículas ó en un conjunto de cœcums dispuestos en estrella. A veces el testículo representa una porcion de cœcums unidos entre sí como los pelos de un pincel, ó bien los tubitos imitan una cola de caballo; no es raro ver que estos tubos se anastomosan en arco unos con otros, como hemos observado en el escorpion. De consiguiente, aquí no se verifica la secrecion sino en la superficie interna de los tubos, cœcums ó cápsulas, y la naturaleza consigue el mismo fin con un tubo sencillo, pero muy largo, que con otro mas corto y ramificado, ó con una porcion de tubitos terminados en fondo de saco.

Hay igualmente mucha diversidad en los testículos de los moluscos; sin embargo, los mas se pueden reducir á dos formas: la de racimos y la de conjuntos penicilados de cœcums.

En los pescados ofrecen dos modificaciones: ó estan compuestos de tubos ramificados, como en la mayor parte de estos animales (1), ó son celulosos. En el segundo caso, el órgano no tiene conducto escretor: el sperma se forma en el interior de estas células y al romperse estas cae en la cavidad abdominal, como sucede tambien á los huevos de ciertos pescados, y entonces sale al exterior por una ó dos aberturas; esto se verifica, por ejemplo, en la anguila y en la lamprea, segun el descubrimiento de Rathke; estos pescados no tienen mas que una abertura simple en el abdómen, y sus huevos llegan igualmente de este modo al exterior. Los testículos son tambien celulosos en el esturion y en los mininoides.

Los testículos de los reptiles desnudos no tienen todavía epidídimo, y los vasos eferentes se unen desde luego en un conducto deferente. Por lo demás, estan compuestos de tubos cortos y en fondo de saco. En los reptiles escamosos, empieza á producirse el epidídimo por las circunvoluciones de los vasos eferentes y por el mismo conducto deferente.

Las investigaciones de A. Cooper y sobre todo las de

(1) MULLER, *loc. cit.*, tab. XV, fig. 7 (alosa).

Lauth (1) y de Krause (2), han contribuido en estos últimos tiempos á dar á conocer mejor la estructura del testículo del hombre. Segun Cooper, los lóbulos de esta glándula no solo estan separados por las prolongaciones en forma de tabiques de la túnica albugínea, sino que cada uno de ellos está además envuelto en una membrana muy fina. Todos los conductos seminíferos se dirigen á la red de Haller; y se los puede representar bajo la forma de un cono cuyo vértice aboca á esta red. Cada conducto está tambien colocado de modo que la forma por disminucion gradual de sus rodeos una especie de cono dirigido hácia la red. Krause ha encontrado de 404 á 484 lóbulos en el testículo.

Todos los conductos seminíferos tienen el mismo diámetro que, segun Lauth, varía de $\frac{1}{150}$ á $\frac{1}{220}$ de pulgada, término medio $\frac{1}{185}$. Yo le he indicado de 0,00470 de pulgada. Inyectados, tienen, segun el autor últimamente citado, $\frac{1}{147}$ término medio, y segun yo 0,00945. Krause les asigna 0,00666 cuando estan llenos de esperma, y 0,00521 cuando estan vacios y en los viejos.

Dice Lauth que los lóbulos estan compuestos unas veces de uno, otras de dos conductos seminíferos y aun de mayor número, y aprecia el número de los conductos en 840, y la longitud de cada uno en 25 pulgadas.

Ya habia encontrado estremidades de conductos seminíferos en diversos mamíferos, en que, en el órden de los roedores por ejemplo, esta investigacion ofrece menos dificultades por el grosor de los tubos. Lauth no ha hallado mas que una vez uno cerrado en el testículo del hombre. Krause los ha observado muchas veces, y ha demostrado así la terminacion en fondo de saco como las anastómosis de los conductos entre sí. Lauth atribuye la dificultad de hallar estremidades en fondo de saco á que los conductos seminíferos acaban por anastomosarse entre sí en arco: sus divisiones y reuniones son tan multiplicadas, segun este anatómico, que en una porcion desenvuelta, cuya longitud

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, liv. II.

(2) *MULLER'S Archiv*, 1837, p. 20.

era de unas cuarenta y cinco pulgadas, ha contado quince anastómosis: estas sin embargo, no se encuentran sino hácia la estremidad de los conductos. Por lo demás, como estos conservan en todas partes el mismo diámetro, y como estan cerrados ya por el fondo del saco en que terminan, ya por sus anastómosis recíprocas, no se puede admitir el que el esperma sea segregado solamente en su estremidad, y se debe creer que la secrecion se verifica en toda su estension. Por otra parte, no hay que pensar en una comunicacion directa entre sus terminaciones y las arteriolas; pues estos conductos son quince veces mas gruesos que las menores arterias, y los capilares sanguíneos no se ramifican mas que por sus paredes.

Cuando los conductos seminíferos han llegado á una ó dos líneas de la red de Haller, dejan de ser flexuosos y se reunen en conductitos rectos que al fin producen la red. Lauth cuenta mas de veinte de estos conductitos, como admitia Haller. Su diámetro escede al de los conductos seminíferos, y es por término medio de $\frac{4}{408}$ de pulgada.

La red de Haller ocupa gran parte del borde superior del testículo. Situada en el espesor de la túnica albugínea, forma hácia dentro una eminencia blanca de esta membrana, que se llama cuerpo de Higmoro, el cual se compone de siete á trece vasos flexuosos anastomosados unos con otros, y cuyo diámetro es de $\frac{4}{150}$ á $\frac{4}{180}$.

Los conductos deferentes que pasan de la red á la cabeza del epidídimo son al principio rectos, pero no tardan en describir tortuosidades, de suerte que cada uno de ellos representa un cono, cuyo vértice corresponde á la red, y la base á la cabeza del epidídimo. Segun Lauth, se hacen mas estrechos conforme se acercan á esta última parte: su número es de nueve á treinta, y su longitud de siete pulgadas y cuatro líneas. El conducto del epidídimo los recibe uno en pos de otro á intervalos de tres pulgadas, segun el cálculo del autor últimamente citado. La longitud media del conducto del epidídimo es de diez y nueve pies, cuatro pulgadas y ocho líneas, segun el mismo.

El *vas aberrans* de Haller se encuentra por lo comun en el ángulo que forma el conducto deferente al aplicarse al epidídimo. La mayor parte de veces se une con la estre-

midad del conducto de este último, y mas rara vez con el principio del conducto deferente. Es raro que se encuentren muchos á la vez. Este apéndice tiene un color amarillento, y su longitud, despues de desarrollado, varía desde pulgada y media á trece pulgadas. Su punto de union con el epidídimo es siempre mas delgado que el resto de su estension, y mucho mas que el conducto del epidídimo. Hacia su estremidad en fondo de saco se va haciendo poco á poco mas grueso, y á veces despues de dilatado adquiere una tenuidad considerable. Evidentemente está destinado á segregar un jugo en el epidídimo.

Consideraciones generales sobre la estructura de las glándulas.

Despues de haber recorrido los diversos órganos encargados de las secreciones, podemos deducir algunos resultados generales respecto á su estructura.

1.^o Por diversa que sea la formacion de las partes elementales de que se componen las glándulas que hay en los animales, todas obedecen á la misma ley, y desde el folículo mas sencillo hasta la glándula mas complicada, representan una serie no interrumpida.

2.^o No se pueden establecer límites entre los órganos secretorios de los animales invertebrados y los de los vertebrados; los folículos y tubos secretorios de los insectos, no solo se repiten en las clases superiores, sino que tambien pasan por gradaciones insensibles á las glándulas que tienen los animales de estas clases. Las glándulas lactíferas del ornitorinco, las salivales de las aves, las prostáticas de un gran número de mamíferos, el páncreas de la mayor parte de los pescados, el hígado de los branchiostomos y los riñones de los mixinoides, son tan sencillos como los órganos secretorios de los crustáceos y de los insectos.

3.^o Todas las glándulas ofrecen en su interior una grande superficie á la secrecion, y el número de las formas que permiten obtener este resultado es inmenso. Aquí, como en todas partes, la naturaleza hace alarde de una variedad inmensa, sin apartarse jamás de la sencillez de las leyes del desarrollo. Admirables son las formas, casi tan ricas como las de los vegetales, por las cuales hace pasar los conductos seminíferos en los insectos, y mas todavía la variedad que se nota en la conformacion de las glándulas com-

puestas en los animales superiores. Pero todas las glándulas tienen de común el ser debidas al desarrollo de los conductos escretorios en cavidades interiores ó en conductos terminados en fondo de saco. De consiguiente, la opinión que Malpigio se habia formado de su estructura es la mas exacta, y la han puesto fuera de duda los trabajos de los modernos (1).

4.^o No hay, propiamente hablando, *acini*, *grana glandulosa*, en el sentido que los autores dan á estas palabras: tampoco hay enroscamiento de vasos sanguíneos, de donde nazcan misteriosamente conductos escretorios, de cualquier modo que se conciba esta hipótesis. No hay transición inmediata de los capilares sanguíneos al principio de los conductos escretorios; estos últimos constituyen un sistema aparte, sin conexiones con los vasos sanguíneos, lo cual está comprobado en todas las especies de glándulas.

5.^o Estos pretendidos granos glandulares, estos *acini*, no son otra cosa que colecciones de estremidades de conductos escretorios, y no pocas veces agregados y racimos de vesículas microscópicas.

6.^o En muchas glándulas, ni aun hay *acini* huecos ó vesiculares, sino solamente largos tubos flexuosos, de un diámetro igual en todas partes, como en los riñones, los testículos &c.; ó tubos rectos como en la glándula lagrimal de la tortuga franca, las glándulas de Cowper del erizo, los testículos de los pescados y de las ranas, las glándulas uropigienas de las aves, las glándulas del oviducto de las rayas y de las lijas; ó *cœcums*, como en el hígado de los crustáceos, en las glándulas que guarnecen la cloaca en los urodelos

(1) Lacauchie (*Études hydrotomiques*. Paris, 1844), además de las glándulas ordinarias, que llama *por depresion*, admite otra clase, que llama *por proyeccion*, y que, segun él no se diferencian de las anteriores, de las que comunmente llevan la denominacion de glándulas, sino en que la glándula secretoria, en vez de replegarse formando *una cavidad*, lo verifica formando una *eminencia*. A esta clase refiere las franjas sinoviales, los plejos coróides, los epiplones, los apéndices epiplóicos &c. La hidrotomía es la que le ha conducido á estas ideas, que por otra parte no ha hecho mas que indicar muy superficialmente.

machos, y en las glándulas prostáticas de muchos mamíferos. Hay vesículas terminales huecas en ciertas glándulas, cuyas partes elementales están dispuestas en racimos, como en las glándulas salivales, en el páncreas, en las glándulas mamarias de la mayor parte de los mamíferos, en la glándula lagrimal de las aves y de los mamíferos, en la glándula de Harder, en el hígado de los moluscos &c. Por lo tanto, las palabras *sustancia acinosa* y *acini* hallan realmente su aplicación en cierta clase de glándulas, en cuanto que el término *acinus* se entiende de los granos de un fruto arracimado; mas por una sucesión de hipótesis, esta significación propia de la palabra *acinus* se ha ido convirtiendo poco á poco en la absolutamente falsa de *grano glandular*, *granum glandulosum*. Y como la idea que expresa el término *acinus*, aun tomada en su verdadero sentido, solo es aplicable á algunas glándulas, es prudente no emplear sino con la mayor circunspección una palabra á la cual se refieren tantas explicaciones é hipótesis contrarias á la verdad.

7.^o Es cosa demostrada en todas las glándulas que los vasos sanguíneos no se continúan de un modo inmediato con sus partes elementales, y que los capilares se conducen, respecto de las paredes de estos conductos y sus estremidades, como lo verifican con cualquiera otra membrana delgada encargada de una secreción; por ejemplo, la membrana mucosa de las células pulmonales. No se abren en los principios de los tubos y de las cavidades que constituyen la parte segregante de las glándulas: las arterias forman entre las partes elementales de estas últimas y al rededor de ellas, redes capilares por cuyo intermedio se continúan con las venas.

8.^o Así como los conductos secretorios de las glándulas con sus raíces en fondo de saco, forman un todo particular é independiente, así también los vasos sanguíneos constituyen en cada glándula un sistema perfectamente cerrado en razón de la red capilar que une entre sí las ramificaciones dendríticas de las arterias y venas.

9.^o Pretendíase antiguamente que en algunas glándulas los vasos linfáticos se comunicaban con los conductos excretorios. Cruikshank y algunos otros anatómicos han conseguido inyectar los vasos por los conductos excretorios de las glándulas mamarias: yo mismo he obtenido este resultado. Walter, apoyado en inyecciones practicadas con violen-

cia, sostenia que hay una comunicacion entre los linfáticos y los conductos biliares; pero estos argumentos no tienen mas valor que los que se sacan del paso accidental de los líquidos de un orden de vasos á otro, cuando no se practican con cuidado las inyecciones. Por lo demás, los vasos linfáticos son mucho mas gruesos que los últimos elementos de las glándulas.

10. El sistema de los conductos secretorios con sus raices huecas y en fondo de saco, y su falta de comunicacion directa con el sistema vascular, deben considerarse como una vegetacion, una eflorescencia del conducto escretor del interior de un blastemo. La cavidad de los conductos resulta al parecer de la fusion de las células del blastemo.

11. Las ramificaciones dendríticas de los vasos sanguíneos acompañan á la eflorescencia de los conductos escretorios y aplican sus redes periféricas á la superficie de todas estas partes elementales cerradas, empapándolas de sangre. A medida que la pared simple y plana del blastemo se constituye en una cavidad que poco á poco se estiende en fondo de saco, y se subdivide en otros fondos de saco ramificados, la capa vascular que la cubre se estiende tambien sobre dicha eflorescencia, de manera que los dos sistemas continúan desplegándose uno encima de otro hasta que la pared pierde su sencillez primitiva, y produce, al desarrollarse, una cavidad interior cada vez mas complicada.

12. Cuando los tobos ramificados, en lugar de quedar libres, como lo estan en su estado de sencillez, en los insectos y crustáceos, y aun en algunos animales superiores, se aproximan mas y mas unos á otros por efecto de una vegetacion incesante y llegan á cubrirse, dan por resultado un parénquima. Este modo de desarrollo es muy visible en los embriones.

13. Los capilares sanguíneos dispuestos en redes son en su mayor parte mucho mas delgados que las menores ramas de los conductos escretorios y que sus estremidades en fondo de saco, aun en las vísceras glandulosas mas complicadas. Las partes elementales de las glándulas conservan siempre bastante volúmen para poder ser envueltas por las últimas redes capilares sanguíneas. Los conductos uriníferos corticales de los riñones son mucho mas gruesos que los vasos sanguíneos mas finos, lo cual ha sido demostrado en todas las clases del reino animal. En las glándulas salivales

los capilares sanguíneos son mucho menores que las vesículas que terminan los conductos salivales; vesículas que están unidas entre sí formando racimos, y que se pueden inyectar con mercurio. Lo mismo sucede con el páncreas y la glándula lagrimal. Las redes vasculares sanguíneas se manifiestan en la superficie de los conductos seminíferos del testículo. Por último, la historia del desarrollo de todas las glándulas compuestas, demuestra perfectamente esta diferencia, en cuanto los conductos glandulares conservan todavía su libertad. El cuadro siguiente ofrece una serie de medidas microscópicas por las cuales se podrá juzgar de la diferencia que hay, con respecto al volúmen, entre los conductos escretorios y los capilares sanguíneos (1).

Fracciones de pulgada.

Capilares sanguíneos (segun E. H. Weber)	= $1/4000 - 1/2000$ p. . . =	0,00025 — 0,00050
Los mismos en los riñones (segun mis medidas).	. . . . .	0,00037 — 0,00058
Los mismos en el iris del hombre.	. . . . .	0,00037 — 0,00047
Los mismos en los procesos ciliares del hombre.	. . . . .	0,00053
Las menores células pulmonales en el hombre (segun E. H. Weber)	= 0,053 — 0,160 de lín.	0,00441 — 0,01333
Cæcums cilindríformes en los pulmones del embrión de las aves.	. . . . .	0,00474
Vesículas elementales de las mamas del erizo en la lactancia.	. . . . .	0,00712 — 0,00928
Células terminales en los conductos salivales del ánade llenas de mercurio.	. . . . .	0,00260
Células terminales de los conductos salivales de la parótida del hombre llenas de mercurio.	. . . . .	0,00082
Células de la glándula lagrimal del ánade llenas de mercurio.	. . . . .	0,00327
Células del páncreas del ánade llenas de mercurio.	. . . . .	0,00137 — 0,00297

(1) *Cons.* las medidas dadas por Krause, en *MULLER'S Archiv*, 1837, p. 3, 7 y siguientes.

Partes elementales de la glándula lagrimal de la tortuga franca.	0,00194
Células de la glándula de Harder de la liebre llenas de mercurio.	0,00776
Vesículas terminales de los conductos bilíferos del <i>Helix pomatia</i>	0,00565
Ramas terminales libres de los conductos bilíferos en el embrión del ave (<i>grajo</i> , una pulgada de largo).	0,00172
Cóecums del cuerpo de Wolff del embrión de pájaro.	0,00377
Los mismos en otro embrión.	0,00300
Conductos uriníferos del <i>Petromyzon marinus</i>	0,00324
Los mismos de la <i>Torpedo marmorata</i>	0,00469
Los mismos del riñón del mochuelo, inyectados por el uréter cerca de su estremidad.	0,00174
Conductos uriníferos corticales del riñón de la ardilla.	0,00149
Conductos uriníferos corticales y flexuosos del riñón del caballo, inyectados por el uréter y vistos en la superficie de la glándula.	0,00137 — 0,00182
Conductos uriníferos medulares del riñón del caballo, inyectados por el uréter cerca de las papilas.	0,01305
Los mismos del medio de la sustancia medular (llenos).	0,00489
Los mismos en la sustancia cortical en un corte del riñón (llenos).	0,00140 — 0,00188
Corpúsculos de Malpigio del riñón humano.	0,00700
Los mismos, segun E. H. Weber.	0,00666 — 0,7883
Conductos seminíferos de un gallo joven.	0,00528
Los mismos de la ardilla.	0,01453
Los mismos del erizo.	0,00970
Los mismos del hombre.	0,00470
Tubitos en las glándulas uropigiales del ánade.	0,00990

Tubuli sarmentosi en las glándulas de

Cowper del erizo. 0,01022

Células en las glándulas de Meibomio
del hombre (segun E. H. Weber)

= 0,031 — 0,07619. 0,00258 — 0,00633

Células de la glándula de Harder del ánade llenas de
mercurio, diámetro $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ de línea.

Células de las glándulas salivales del *Murex tritonis*,
 $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ de línea.

Células del hígado esponjoso del mismo, $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ de
línea.

14. La evolucion de las glándulas en el embrion es una
repeticion de su desarrollo progresivo en la serie animal.

15. Hay muchas modificaciones en la estructura ínti-
ma de una glándula que contribuyen á aumentar la esten-
sion de la superficie segregante; pero ninguna pertenece en
propiedad á una misma glándula en todos los animales.
Glándulas del todo diferentes pueden tener una misma es-
tructura íntima, como los testículos y la sustancia cortical
de los riñones, al paso que la misma glándula se diferencia
muchas veces bajo este concepto en animales diversos, co-
mo sucede en la glándula lagrimal de las tortugas, de las
aves y de los mamíferos. En las aves, las glándulas saliva-
les no son mas que conductos ramificados con eminencias
celulosas; en los mamíferos son racimos celulosos, á los
cuales aboca un conducto ramificado dendríticamente. La
configuracion interior del hígado varía hasta lo infinito en
el reino animal, en que esta glándula unas veces se compo-
ne de simples tubos terminados en fondo de saco, aislados
unos de otros ó fasciculados, y otras de vesículas dispuestas
en racimos ó en forma de una esponja, ó bien en la de tu-
bitos ramificados con sus estremidades paniculadas. Los
conductos seminíferos del testículo no ofrecen menos varie-
dades. Solo los riñones tienen de constante en todas las cla-
ses, el que se componen de conductitos no ramosos, sino
prolongados, rectos ó flexuosos, cuya disposicion presenta
por otra parte la mayor diversidad.

16. La formacion de las glándulas no se va perfeccio-

nando de un modo absoluto en la serie animal; cada clase del reino ofrece glándulas rudimentarias muy sencillas cuando en ellos aparecen por la primera vez. Y así, las glándulas lactíferas del ornitorinco, las glándulas prostáticas de los roedores, el hígado del *Branchiostoma lubricum* y los riñones de los mixinoides afectan la forma de cœcums.

17. La sustancia de las partes elementales de las glándulas es siempre blanca ó de un blanco agrisado ó amarillento, por diversas que puedan ser las secreciones. Nunca hay semejanza entre la sustancia de las glándulas y su secrecion.

CAPITULO III.

DEL ACIO DE LA SECRECION.

Causas de la secrecion.

La secrecion no es mas que un modo particular de la metamórfosis que la sangre experimenta á través de los órganos.

Toda secrecion se verifica en superficies, bien sea en la superficie de simples membranas, ó bien en la superficie interior de escavaciones celuliformes ó tubuliformes de las glándulas.

La glándula mas complicada no es mas que una ancha superficie reducida al menor espacio posible: con todos sus conductos interiores, tubos, células ó cœcums, no es sino una enorme superficie que limita al cuerpo animal, y en la cual se efectua la metamórfosis de la sangre.

Los tubos elementales de los riñones, las partes elementales del hígado y de otras glándulas compuestas, estan rodeados en toda su estension de redes capilares sanguíneas sumamente finas: entre ellos solo media un tejido celular muy flojo que los une entre sí y en cuyo interior caminan las pequeñas corrientes de sangre. Los conductos elementales, los racimitos, los tubitos &c., se encuentran bañados por todas partes al exterior por corrientes muy finas de sangre, de la cual se empapan; le hacen sufrir una metamórfosis particular, dejándola pasar despues al interior hácia los conductos escretorios. Tal es el curso sencillo de la se-

crecion, que solo se diferencia de la nutricion, en que las sustancias metamorfosadas se derraman en las superficies que sirven de límite al cuerpo.

Pretendíase antiguamente, contra toda analogía, que la secrecion se efectuaba en las estremidades de los conductos glandulares, en los granos (*acini*), cuya existencia admitian de un modo tan hipotético. Este era un error considerable, como lo habia hecho ver E. H. Weber; porque los *acini*, considerados como vesículas huecas, por lo que indica el sentido propio de la palabra, no existen mas que en un cortísimo número de glándulas compuestas. El esperma es segregado en toda la estension de los conductitos seminíferos.

Para que ciertos principios de la sangre puedan pasar de las redes capilares á la superficie de las membranas y al interior de los conductos de las glándulas, es preciso que las paredes animales sean permeables á los líquidos. Anteriormente he discutido esta propiedad física de que estan dotados los tejidos animales aun en el estado de muerte. Cuando se inyectan los vasos sanguíneos con materias colorantes suspendidas en un vehículo acuoso que tenga afinidad con el líquido de los tejidos animales, por ejemplo, una disolucion de cola, la parte acuosa de la inyeccion rezuma en la superficie de las membranas, mientras que las moléculas colorantes quedan en los capilares (1). Los antiguos fisiólogos no conocieron los vasos *exhalantes*, sino porque ignoraban la propiedad que tienen los tejidos animales de empaparse de todos los líquidos que tienen afinidad con su agua propia, y de trasmitirlos á otras partes.

Pero no se explica todavía por esto cuál es la fuerza en virtud de la cual el producto de la secrecion, de la trasformacion química, es arrojado por la superficie segregante: no se hace mas que establecer la posibilidad de la penetracion. Este derrame, que es tan abundante en ciertas secreciones, no puede ponerse en realidad, así como otros muchos fenómenos, bajo la dependencia de la fuerza del corazon y del impulso de la sangre. Una explicacion tan mecánica no sería suficiente. Sobre no poderla aplicar á las se-

(1) MASCAGNI, *Nova per poros inorganicos secretionum theoria*. Roma, 1793.

creciones de los vegetales, tampoco haria concebir cómo aumenta la secrecion por efecto de irritaciones específicas locales, sin que el corazon tome en ello parte alguna. Pregúntase además, ¿por qué el líquido que ha sufrido un cambio particular no se derrama mas que por un lado? ¿y por qué el moco no fluye con tanta facilidad entre las tunicas del tubo intestinal como en la superficie interna? ¿por qué la bilis contenida en conductos biliares no tiene la misma facilidad en dirigirse hácia la superficie del hígado que en seguir el trayecto de estos conductos? ¿por qué el espermatozoide no fluye mas que en la superficie interna de los conductos seminíferos, y no se busca camino hácia la superficie esterna en los intervalos que los separan unos de otros?

La fuerza que determina la eliminacion del producto secretorio es evidentemente la misma que la que preside á la recepcion de los líquidos en el principio de los vasos linfáticos. Lo sorprendente es, que ambos fenómenos se verifican muchas veces en los diversos tejidos de una misma membrana, que, por ejemplo, los folículos de las membranas mucosas, que arrojan una secrecion al exterior, estan cubiertos por redes de linfáticos que atraen y absorben.

Wolaston admitia una accion eléctrica en el trabajo de las secreciones. Tomó un tubo de cristal de dos pulgadas de largo y nueve líneas de diámetro, y ató á uno de sus extremos una vejiga; en seguida vertió en él agua que tenia en disolucion un doscientos cuarenta de sal comun. Se humedeció la vejiga por fuera y se la colocó sobre una lámina de plata. Entonces se puso un hilo de zinc en contacto con la plata por uno de sus extremos, y por el otro con el líquido, apareciendo sosa pura en la superficie esterna de la vejiga. Repitiendo Eberle el experimento, no ha obtenido el resultado que buscaba sino con una fuerte accion galvánica (1).

Las investigaciones que se han hecho sobre la accion que tienen las células, han dado una direccion nueva y mas fecunda á las que tienen por objeto la secrecion. Las células adiposas, las células de Graaf, nos presentan células que fabrican su contenido y le acumulan en su interior. Hállanse células en los órganos secretorios; pero la membrana

(1) *Physiologie der Verdauung*, p. 137.

propia de las glándulas se puede considerar tambien como procedente de células, y aun debe tener sus propiedades. Por lo demás, con respecto á la parte que las células toman en la secrecion, hay muchos casos que se deben distinguir unos de otros.

1.^o Verificase la secrecion por derrame en la superficie interna de los conductitos glandulares de un citoblastemo, en el cual se forman células, que ejerciendo sobre él una accion metabólica, le hacen sufrir una metamórfosis, producen un contenido particular en su interior, se disuelven en seguida, y de este modo dejan libre su contenido en forma de secrecion. Así es como se efectua la secrecion del esperma, porque segun el descubrimiento de R. Wagner, los espermatozoides se forman en el interior de los conductitos seminíferos, en células libres, de las cuales una sola contiene muchos que se hacen libres por su disolucion (1) Han demostrado el hecho Valentin, Siebold, Hallemann, Koelliker, Goodsir y otros. Estas células de espermatozoides parecen ser diferentes de las células epiteliales de los conductos seminíferos. En la mayor parte de los animales se forman en todos los puntos de la estension de los conductos; pero segun las observaciones de Hallemann (2), en las rayas solo se producen en las vesículas terminales, las cuales al principio estan cerradas, y se hallan fijas en los conductos seminíferos como en unos pedículos. Los mas de los observadores han visto los numerosos espermatozoides encerrados en una célula. Koelliker ha observado en el conejo de Indias y el raton, que cada uno de estos filamentos se formaba en una célula propia, pero de tal suerte, que una célula mayor contenia otras mas pequeñas, cada una de las cuales encerraba su espermatozoide (3). El modo como el sémen de las rayas y de las lijas se desarrolla y sale de las células, presenta grande interés. Las vesículas terminales cerradas de los testículos estan aquí suspendidas de los conductos seminíferos por medio de pedículos, como lo ha reconocido Hallmann en las rayas, y Goodsir en el

(1) MULLER'S *Archiv*, 1836, p. 225.

(2) MULLER'S *Archiv*, 1840, p. 467.

(3) KOELLIKER, *Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Saamenfluessigkeit*. Berlin, 1841, p. 56.

Squales cornubicus. El primero de estos autores ha visto en su interior, unas veces núcleos y otras células, y las mas gruesas le han ofrecido otras que contenian espermatozoides. Segun Goodsir (1), las vesículas terminales se forman tambien de una célula de núcleo, que al principio está aplicada al lado esterno del conducto. El segundo grado de desarrollo es una célula mas adelantada que contiene muchas células recientes. En un grado mas avanzado, el punto de insercion de la célula se prolonga en forma de pedúnculo, cuya cavidad comunica con el tronco; pero la misma célula está todavía cerrada y llena de células de núcleo. Estas últimas desarrollan á su vez células recientes en su interior, y se prolongan en forma de cilindros, en los cuales se reconocen mas tarde los espermatozoides arrollados en forma de tirabuzon. Las células madres se abren en el punto por el que estan fijas á los conductos seminíferos, en los cuales se derrama su contenido.

Si en el testículo, el desarrollo endógeno de las células, y el ponerse en libertad el contenido de estas últimas por la fusion de su paredes, son la causa de la secrecion, lo mismo sucede en las de los pescados que no tienen conductos seminíferos, y cuyo esperma floye en la cavidad abdominal por rotura de las células. Pregúntase ahora hasta qué punto toman parte en la secrecion de las otras glándulas la produccion endógena de células y la fusion de estas últimas. La cuestion puede establecerse tambien en estos términos: ¿las células endógenas en otras glándulas encierran la secrecion en sí mismas; mientras todavía se hallan en estado primitivo, es decir, cerradas por todas partes? Segun Hallmann (2), la mayor parte de las células de núcleo del hígado son transparentes; contienen poquísimas granulaciones y gotitas de grasa; entre estas células transparentes se ven otras esparcidas, que son opacas, amarillas ó de un amarillo morenuzco, y esto en los hígados sanos; aquí se puede distinguir la membrana parietal del contenido colorado. Henle (3) atribuye á las células del hígado un papel esencial en la secrecion de la bilis: á la verdad, dice,

(1) *Trans. of the soc. Edimb.*, vol. XV, p. 2.

(2) *De cirrhosi hepatis*, Berlin, 1839, p. 22.

(3) *Anat. génér.*, trad. por A.-J.-L. Jourdan, t. II, p. 483.

no se puede probar que contienen un líquido y que su contenido es bilis; sin embargo, la analogía permite admitir el primero de estos dos puntos, y el color da verosimilitud al segundo (1). La resolución de las células maduras en secreción se efectúa, según él (2), en los testículos, las glándulas ceruminosas, y quizá también en las glándulas mamarias; verdaderamente, estas células salen todavía enteras de las glándulas que suministran el jugo gástrico, y unidas con una sustancia viscosa á quien acompañan, forman una capa á la membrana mucosa del estómago; pero se disuelven en gran parte durante el trabajo de la digestión, de suerte que no quedan mas que los núcleos. El autor últimamente citado nada positivo ha podido conseguir con respecto á las otras glándulas. Valentin está indeciso también sobre el modo cómo estas células endógenas toman parte en la secreción, y propone muchas hipótesis (3).

Goodsir se ha ocupado mucho de este asunto, y ha fundado una teoría de la secreción en la triple base del modo de formación de las células, de su acción metabólica y de su resolución en secreción (4). Ha encontrado la bilis del hígado de los moluscos y de los crustáceos en el interior de las células de núcleo de este órgano, y la cara interna de la bolsa de tinta del *Loligo sagittata*, le ha ofrecido células del mismo género llenas de líquido negro. Las partes que segregan la púrpura en la *Janthina fragilis*, se componen de células llenas de esta materia colorante. Las vesículas terminales de las glándulas mamarias contienen una masa de células de núcleo, que encierran un líquido en el cual nadan uno, dos, tres ó mayor número de glóbulos de aceite perfectamente semejantes á los de la leche.

(1) En el estado sano, veo las células del hígado transparentes, con un tinte ligeramente amarillento que corresponde al color de la sustancia hepática, de que son ellas la causa. En un hígado enfermo, amarillo, verdoso, todas las células estaban llenas de un contenido verde, lo cual no he observado hasta ahora mas que una vez.

(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 560.

(3) R. WAGNER, *Handwörterbuch der Physiologie*, art. *Sécrétion*.

(4) *Trans. of Edimb.*, vol. XV, p. 2, 1842.

Si esta teoría es aplicable al hígado de los animales superiores, se pueden concebir dos cosas: ó las células hepáticas agrupadas en series ó cilindros son los gérmenes de los conductitos biliares, que se confunden, ó verdaderos tubos, dejando de este modo libre su contenido; ó se encuentran desde luego contenidas en tubos de una membrana propia que corresponde á sus series ó cilindros, y se forman en el interior de estos tubos, como las células de los espermatozoides en los conductos seminíferos, para resolverse sucesivamente en bilis.

2.^o Aunque este modo de considerar la secrecion es ciertamente exacto en muchos casos, sin embargo, no es aplicable á todos: la teoría y la observacion se le oponen abiertamente, porque supone siempre la secrecion en la superficie interna de los conductos glandulares de un líquido plástico destinado á producir células, es decir, de un citoblastemo: podriase, pues, concebir una secrecion que en parte se compondria de una exhalacion líquida, y en parte de células desprendidas del cuerpo, pero no disueltas. Este modo de secrecion es un hecho fundamental en la secrecion del pus; pero las glándulas simples ofrecen tambien numerosos ejemplos de esto, segun las observaciones de Henle: tales son sobre todo las glándulas mucíparas y las del jugo gástrico, cuya secrecion se compone en parte de células. Sin duda estas células, arrojadas del cuerpo, se aproximan á la secrecion de los epitelios, y hay afinidad entre el trabajo de su eliminacion y el de la descamacion de estos mismos epitelios; mas estas células tienen tambien una accion metabólica, y no pocas veces han producido un contenido particular, que se escapa encerrado en su interior: tales son las vesículas adiposas que Henle ha encontrado en ciertas secreciones (1), células en que la grasa es depositada en gotitas distintas.

3.^o Con respecto á las células, que en forma de epitelios ó de otras células endógenas particulares, quedan por mucho tiempo en contacto con las paredes internas de los conductitos glandulares, se puede suponer que, en virtud de las propiedades atribuidas generalmente á las células, ejercen una accion provocadora de la exhalacion de una se-

(1) *Loc. cit.*, p. 520.

eracion líquida y de las metamórfosis de este líquido, bien sea porque obran metabólicamente sobre el líquido que las rodea, ó bien que, sin disolverse ellas mismas, no hacen mas que exhalar lo que han recibido y trasformado en su interior (Parkinge, Henle, Valentin). Esta hipótesis se viene á la imaginacion, sobre todo cuando se trata de las glándulas que sirven, mas bien para separar ciertos principios constituyentes de la sangre, que para producir otros particulares, como los conductos uriníferos.

4.^o Finalmente, hay razones para creer que los capilares sanguíneos que penden en forma de asas de las cápsulas de los conductos uriníferos, son llamados, independientemente de las células, á exhalar ciertos elementos de la sangre, como las mismas asas que se encuentran en la placenta y hacen el papel de órganos absorbentes.

Los caracteres particulares y las diferencias de las secreciones, no dependen de causa alguna exterior y mecánica: se los ha querido atribuir á la diferente velocidad de la sangre y los diversos órganos; pero antes se debió probar esta diversidad de velocidad: tambien se los ha hecho depender del estado de los vasos sanguíneos y de los ángulos que estos forman al dividirse, mas los vasos sanguíneos se conducen de un modo uniforme en la mayor parte de los órganos; son capilares anastomosados en forma de redes ó en arcos. Háse alegado, en fin, la diferencia de las estremidades arteriales, pero estas estremidades no existen, ó la del diámetro de los conductos de recepcion; pero las secreciones mas diversificadas y las mas especiales, se efectuan en membranas planas. Todas estas particularidades, sobre las cuales se ha estendido demasiado Haller, nada esplicarian, ya sean falsas ó reales y positivas: son argumentos insuficientes y carecen de pruebas. Por otra parte, nada mas fácil que echar por tierra todas estas teorías mecánicas con una sola pregunta. ¿Por qué allí se produce un cerebro, aquí músculos y mas allá huesos? ¿Debe tambien su origen el cerebro al grado de abertura del ángulo de la division de los vasos?

La especialidad de las secreciones no depende tampoco de la estructura íntima de las glándulas, porque el mismo producto secretorio suministra en la serie animal órganos de estructura muy diferente, como queda sobradamente demostrado. Ténganse presentes las glándulas salivales de las

aves y de los mamíferos; el hígado de los crustáceos, moluscos y mamíferos; la diversidad extraordinaria de la estructura de los testículos; la de la glándula lagrimal en las tortugas, aves y mamíferos. Por otro lado, glándulas de la misma estructura efectúan las secreciones más diversas; los conductos corticales de los riñones no se diferencian de los conductos seminíferos más que por su mayor tenuidad; las glándulas mamarias, salivales y lagrimales están formadas absolutamente por el mismo tipo.

Así, pues, la naturaleza de las secreciones depende únicamente del carácter específico de la sustancia orgánica viva que forma los conductos escretorios internos de las glándulas, y que puede quedar la misma aunque la estructura de estos conductos sea diferente, como también variar mucho aunque sea idéntica. De consiguiente, la diversidad de las secreciones se debe á la misma causa que la de la conformación y la vida en los órganos en general, solo hay una diferencia, y es, que en un caso la sangre metamorfosada se incorpora con el órgano, mientras que en el otro pasa los límites de este órgano, y aparece al exterior bajo la forma de secreción.

En estos últimos tiempos, muchos químicos, y sobre todo Chevreul, han sostenido que las secreciones se efectúan sin metamorfosis; que la sangre contiene ya todas las sustancias que en ellas se encuentran, y que los órganos á que están confiadas tienen la facultad de ejercer con preferencia su atracción sobre tal ó cual principio constituyente de este líquido. Gmelin cita por prueba que las sales de la sangre y las de las secreciones son, con corta diferencia, las mismas, y que ya se han hallado en la sangre muchas sustancias que antiguamente se creía no existir más que en las secreciones, como la tialina, la caseína, la colesteroína, la margarina, el aceite y el ácido oléico. Me parece que esta hipótesis carece de exactitud cuando se la quiere dar tanta estension. Ni el moco, ni la materia biliar, ni el esperma, ni los venenos, se encuentran en la sangre. Ya he dicho que después de haber estirpado el hígado en las ranas, no se encuentra bilis en este último líquido. Todos saben que las verdaderas secreciones las forman los mismos órganos secretorios á espensas de las partes constituyentes más sencillas de la sangre, como igualmente forman los sólidos orgánicos.

Las operaciones químicas que se verifican en los órganos secretorios son de dos especies: por un lado, nutrición de las partículas secretorias de estos órganos, formación de nuevas células é incremento de estas últimas; y por otro, formación de un producto heterogéneo en las paredes de las células y en los conductos de las glándulas, producto que unas veces aparece contenido en el interior de células cerradas, y otras está formado por las paredes de los conductos glandulares, al equivalente de células, y se derrama en la cavidad de estos conductos. En los dos casos, lo que segrega difiere químicamente de lo segregado. La sustancia glandular consiste generalmente en una albúmina no coagulable, que despues de machacada, se disuelve fácilmente en el agua. Analizando Berzelius la sustancia renal, no ha encontrado el principio constituyente que caracteriza la orina, es decir, la úrea (1). La del hígado sí contiene materias crasas que tambien se encuentran en la bilis, y se convierte fácilmente en grasa por efecto de la enfermedad, pero todavía no se han estraído los principios esenciales de la bilis. Braconnot (2) ha encontrado en cien partes solubles de hígado, seis de materia, pobre en ázoe, veinte de albúmina y cuatro de una grasa oleaginosa particular muy cargada de fósforo. Kuehn (3) ha estraído del hígado una grasa que se diferenciaba positivamente de la colesterina. No debe perderse de vista que es casi imposible analizar la sustancia hepática despojada de bilis. Que las células tomen parte en la secrecion, y que en ciertos órganos secretorios contengan al principio en su interior el producto á que han dado origen, este hecho en nada altera la verdad del axioma de que hay una diferencia entre el cuerpo segregado y el segregante, porque en muchos casos, y quizá en todos, el contenido de las células es heterogéneo por su membrana, y basta citar aquí como prueba las células adiposas.

Es por lo tanto cierto, que no puede esplicarse la secrecion por una simple fluidificacion de las moléculas ya existentes de los órganos secretorios; y que, por el contra-

(1) *Traité de chimie*, t. VII, p. 338.

(2) *Ann. de chim.*, t. X, p. 189.

(3) *KASTNER'S Archiv*, t. XIII, p. 337.

rio, las paredes segregantes, al mismo tiempo que atraen hácia sí partes similares, con que se alimentan, eliminan otras que son disimilares.

En la nutricion de otros órganos no secretorios, el órgano atrae las partes constituyentes de cada molécula de la sangre que tienen afinidad con él, y envia al torrente de la circulacion las que le son heterogéneas: en la secrecion, estas últimas, ó son depositadas en células ó arrojadas al exterior.

Pudiéramos figurarnos ahora que cuando un órgano secretorio llega á descomponer una molécula de sangre, la descomposicion es tan completa, que lo que entra en el órgano para su nutricion, y lo que es espelido para constituir la secrecion, reproducirian sangre si se llegasen á reunir entre sí. Espresemos la molécula de sangre por a , la molécula de materia segregada por x ; la secrecion sería, segun esto, $a-x$.

Esta hipótesis, que habia propuesto con duda en la primera edicion de mi Manual, ha sido adoptada por muchas personas, sin que por esto haya adquirido mayor verosimilitud.

Es de presumir, pero sin poderlo demostrar, que el producto secretorio se perfecciona cada vez mas recorriendo la longitud, á veces muy considerable, de los conductitos glandulares. Al menos el hecho es probable con respecto á los conductos uriniferos, puesto que ya existe un aparato particular de secrecion en las estremidades de estos conductos ó sus cápsulas.

La composicion química de los diversos líquidos secretorios ha presentado hasta aquí muy poco interés á la fisiologia de la secrecion en general, y no es importante sino por lo que toca á las funciones á cuyo desempeño pueden contribuir dichos líquidos: esta es la razon por qué se debe tratar en capítulos separados de la historia de las secreciones particulares. Al tratar de las membranas segregantes, he hablado de las que se encuentran casi en todas partes, como la grasa, el moco, la serosidad y la sinovia; y en cuanto á la bilis, sinovia, jugo gástrico y pancreático, los he examinado en el artículo de la digestion; la orina y el sudor entrarán en el de las secreciones; el esperma y la leche en el de la generacion.

Influencia de los nervios en la secrecion.

Corto es el número de experimentos que hasta ahora se han hecho con el objeto de saber la influencia que los nervios ejercen en la secrecion; sábese, sin embargo, que la secrecion del jugo gástrico cesa despues de la seccion del par vago (1). Brodie (2) ha hecho ver por una serie de experimentos, que despues de esta operacion, el arsénico no produjo en el estómago y conducto intestinal la abundante secrecion que acostumbra. Por lo demás, la seccion del nervio del octavo par cambia la secrecion de la membrana mucosa pulmonal, y á este cambio se deben atribuir las exudaciones de sangre espumosa que entonces se observan (3).

(1) TIEDEMANN y GMBLIN, *Recherches expérimentales sur la digestion*. París, 1827, trad. por A.-J.-L. Jourdan, t. II, p. 372.

(2) *Phil. trans.*, 1814, p. 104.—*Cons. REID, Edimb. med. and. surg. Journal*, t. LI, p. 322.

(3) Como ha dicho Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, t. II, p. 301), si el infarto sanguineo y el derrame mucoso que impiden la entrada del aire en las vesículas pulmonales, se presentase inmediatamente despues de la seccion del par vago, al momento sobrevendrian la asfixia y la muerte; pero ha encontrado, como Blainville, Provençal, Chossat, Sédillot, &c., muchos casos en que los desórdenes materiales de los pulmones no eran bastante considerables para producir la muerte acaecida de las veinte á las treinta horas, á pesar de la traqueotomia. El derrame no depende pues, directamente de la seccion del par vago. Despues de la seccion, el pulmon se infarta, segun Longet, por falta de una renovacion completa del aire respirable, la cual trae consigo la parálisis de la capa musculosa de los bronquios. En los órganos respiratorios, como en todas partes en que encuentra obstáculos el curso de la sangre, se exhala serosidad consecutivamente á la dificultad de la circulacion y á la congestion pasiva que de aquí resulta, y el fluido seroso se convierte al poco tiempo en espuma por su mezcla con el aire inspirado. En cuanto á la secrecion de la membrana mucosa, si persiste, es que no depende de la accion del par vago, sino de la del gran simpático, y si se acumula, es por una parte, porque no sintiéndose la presencia del moco, no puede provocar ya la tos es creativa, y por otra, aun cuando se sintiese, no podria tener

Krimer ha hecho experimentos sobre la influencia que el sistema nervioso ejerce en la secreción urinaria, influencia que en general demuestra un fenómeno muy comun en las afecciones nerviosas, en que la orina sale clara como agua y está muy poco cargada de sus principios constituyentes ordinarios. Dice haber practicado la seccion de los nervios que van á los riñones, y haber analizado en seguida la orina, en la cual la albúmina y la materia colorante se habian aumentado proporcionalmente á la disminucion de los materiales característicos de este líquido. Añade que la orina se vuelve clara y trasparente despues de la seccion de la medula espinal en las regiones dorsal y lumbar; que la seccion del gran simpático en el cuello la vuelve alcalina y albuminosa, pero que la accion de la pila voltáica la restituye á su composicion normal (1). Brachet ha hecho observaciones análogas interrumpiendo el curso de la influencia nerviosa en los nervios renales: cortó la arteria renal de un perro entre dos ligaduras, introdujo los dos extremos de un tubito al través de la incision, apretó las dos ligaduras sobre dicho tubo, é hizo la seccion completa del vaso, sin dejar subsistir ningun filete nervioso; el líquido acumulado en la vejiga durante las cuatro horas que vivió el animal era rojo; se comportaba como sangre pura y se dividia en dos partes, un coágulo y un suero abundante (2). Repetido el experimento por segunda vez, dió el mismo resultado,

lugar la tos por la imposibilidad que tiene de reaccionar la túnica contractil de los bronquios, puesto que se halla paralizada. En cuanto á la asercion que la secrecion del jugo gástrico, *cesa* despues de la seccion del par vago, Longet ha demostrado con experimentos (*loc. cit.*, p. 332) que el papel de tornasol, aplicado á la superficie interna del estómago, se enrojece de un modo sensible, y que de consiguiente continúa la secrecion de un jugo ácido, solo que es menos abundante, lo cual atribuye este autor á que, si el par vago no influye directamente en esta secrecion, al menos contribuye á favorecerla y hacerla mas abundante.

(N. del T. F.)

(1) V. LUND, *Physiologische resultate der Vivisectionem*, 1825, p. 204.

(2) *Rech. exp. sur les fonct. du syst. nerv. ganglionn.* Paris 1837, p. 278.

al paso que la seccion del par vago no influyó en la secrecion urinaria.

He practicado con este objeto una serie de experimentos en compañía de Peipers (1). Ligamos los vasos renales, respetando los uréteres, en ovejas y perros, con bastante fuerza para causar la mortificacion de los nervios comprendidos en la ligadura, y en seguida desatamos esta para que pudiese restablecerse la circulacion. Dirigimos al exterior el uréter y atamos á él un tubito. La mayor parte de veces no se segregó mas orina, aun en una oveja á quien se habia practicado tambien la operacion en el otro lado, pero dejando la ligadura para que el riñon no pudiese segregar. Solo hay un caso (oveja) en que continuó la secrecion: se hizo sanguinolenta, y Wittstock halló en ella ácido urobencólico, independientemente de los principios constituyentes de la sangre. Un hecho notable es que en estos experimentos, que se repitieron muchas veces, el tejido de los riñones nunca dejó de reblandecerse despues de la mortificacion de los nervios. Valentin ha encontrado en las mismas circunstancias que los riñones no estaban reblandecidos, sino un poco flácidos (2).

La influencia de los nervios pudiera ser diferente en cada glándula; pero parece mas probable que sea la misma en todas, y que no hace otra cosa que escitar á la sustancia glandular á que ponga en ejercicio las propiedades específicas que la distinguen. La esperiencia diaria da numerosas pruebas de esta influencia de los nervios en las secreciones. Sábese que la disminucion de la influencia nerviosa durante el periodo de frio de las fiebres, no solo disminuye todas las secreciones, sino que además las pone menos cargadas de sus principios naturales, y que se restablecen cuando vuelve la turgencia. Igualmente se sabe que la secura de las membranas mucosas y de la piel es muchas veces un signo de disminucion de influencia nerviosa en las enfermedades agudas. Tampoco se ignora que las pasiones influyen en las secreciones, por ejemplo en las de las lágrimas, bilis y leche; y aun las emociones tienen grande

(1) PEIPERS, *De nervorum in secretiones actione*. Berlin, 1834.

(2) *De functionibus nervorum*. Berna, 1839, p. 149.

influjo en la naturaleza de la secrecion purulenta y en el estado de las heridas. Asimismo se ha pretendido que se activaba la secrecion de la leche en la yegua con la simple vista de su potro. Sin dar ninguna importancia á todo lo que se dice relativamente á la accion venenosa de la saliva de los animales irritados, puesto que los fenómenos que en semejante caso sobrevienen no son quizá mas que los de las mordeduras en general; sin embargo, es notorio é indudable que la secrecion salival se aumenta no solo por la presencia de los alimentos en la boca, sino tambien con solo pensar en manjares exquisitos. Si fuera posible suprimir enteramente el influjo de los nervios de un órgano secretor, quizá se hallaria siempre, como sucede con el jugo gástrico despues de la seccion del par vago, que ya no se produciria entonces el fluido particular de cuya secrecion está encargado. Estoy muy lejos de creer que la accion químico-vital de la sustancia glandular no desempeña un papel tan importante en el trabajo de la secrecion; pero esta accion, que varía en cada glándula, no puede subsistir probablemente sino á favor del influjo nervioso.

Los nervios cérebro-raquídeos y los simpáticos parecen tambien aptos para regularizar las secreciones. Todos saben que el nervio lingual se distribuye por las glándulas sub-maxilar y sub-lingual, el glosó-faríngeo por las amígdalas y una rama del tibial en la articulacion de la rodilla. El hecho mas notable es que la glándula mamaria de la mujer no toma sus nervios directamente del gran simpático, sino solo del tercero y cuarto torácicos. Con todo, los nervios cérebro-raquídeos van acompañados de fibras del gran simpático, como lo habia hecho ver Retzius, al menos con respecto á la tercera rama del trigémino en los animales, y como cualquiera puede convencerse de ello en estos últimos, segun los numerosos nervios grises que desde el gánglio ótico van al nervio bucinador (1).

Despues de la parálisis de un solo lado del cerebro y de la medula espinal, la secrecion cutánea unas veces cambia en el lado enfermo y otras no sufre cambio alguno.

(1) *Consúltese á BIDDER y WOLKMANN, Die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven-systems. Léipzig, 1842.*

Cambios de la secrecion.

Varias causas, tanto locales como generales, pueden hacer cambiar la secrecion.

El estado de un órgano secretorio no solo modifica la cantidad, sino tambien la calidad de la secrecion. El moco no es el mismo en todas las épocas de la coriza; pues al principio es acuoso y salado, y mas tarde adquiere consistencia. La inflamacion suprime en general la secrecion propia de cada órgano secretorio, como hace cesar la funcion en todo otro órgano, cualquiera que él sea. Los órganos secretorios se conducen de un modo particular con respecto á los irritantes, los cuales aumentan al principio la secrecion, que despues disminuye á medida que á la irritacion sucede la inflamacion. En el estado de relajacion con reblandecimiento de los órganos secretorios, las secreciones se hacen generalmente mas abundantes, pero al mismo tiempo menos consistentes, y por el contrario, disminuyen cuando á la relajacion acompaña una condensacion del tejido. Estos fenómenos se repiten en todas partes, en la membrana pituitaria, en la conjuntiva y en la piel: se los observa en las secreciones morbosas lo mismo que en las naturales; una úlcera irritada segrega mas pus, y el incremento de la irritacion suprime la secrecion; la úlcera relajada, con bordes reblandecidos, suministra un icor acuoso abundante; la que está relajada con condensacion de su tejido por productos de inflamacion, segrega poco.

La disminucion de la influencia nerviosa disminuye los principios constituyentes naturales de un órgano secretorio; la orina se hace mas trasparente en las afecciones nerviosas, y la piel se seca en las fiebres en que la accion del sistema nervioso ha perdido su energía, y durante el periodo del frio de las fiebres intermitentes. Pero un hecho enigmático es que una disminucion mucho mas considerable de esta influencia, tal como la que sobreviene en el síncope, puede ocasionar un incremento considerable de las secreciones, como en el sudor frio ó la diarrea causada por el terror. Los cambios que las secreciones experimentan con respecto á sus cualidades á consecuencia de las que sobrevienen en la influencia nerviosa, son menos conocidos por el aspecto químico que en razon de los efectos perjudiciales que enton-

ces determinan estos productos, por ejemplo la leche y la bilis despues de las pasiones.

Como todas las secreciones obran sobre la composicion de la sangre, quitando ciertos materiales á este líquido, ninguna puede cambiar sin que se altere el equilibrio que habia entre ellas, vista su influencia sobre la sangría; de donde resulta que el incremento de una secrecion trae consigo la disminucion de otra, á cuyo fenómeno se da el nombre de antagonismos de las secreciones. En él se funda el método de provocar artificialmente ciertas secreciones para que resen otras de carácter morboso. Hé aquí las leyes que le rigen:

1.^o El aumento de secrecion en un tejido menos irritable que tal ó cual otro órgano no puede disminuir por antagonismo la que existe en este último; y así las irritaciones cutáneas que el arte provoca en las inmediaciones del ojo en las oftalmías, por ejemplo á beneficio de vejigatorios, quedan sin efecto, porque el ojo es mas irritable que la piel.

2.^o La secrecion aumentada en cierto tejido no puede ser disminuida por la provocacion de la misma secrecion en otra parte de este tejido: por el contrario es un medio de aumentarla en todas las partes de este, porque hay simpatía, y no antagonismo entre las diversas partes de un mismo tejido. De consiguiente una blenorrea de los órganos genitales ó de las vias urinarias no puede ser curada por antagonismo escitando una diarrea.

3.^o Al contrario, muchas veces hay antagonismo de secrecion entre tejidos que no pertenecen á una misma clase. Así que, aumentada la secrecion cutánea, disminuye la cantidad de agua en la de los riñones. En verano la traspiracion cutánea es mas abundante, y la secrecion renal proporcionalmente mas rara. Cuando los líquidos se depositan en el tejido celular y las membranas serosas, la piel se pone árida y la orina es escasa, y el flujo de esta última está en razon directa de la disminucion de la hinchazon hidrópica. La supresion de la exhalacion cutánea por efecto de un enfriamiento, suscita flujos mucosos en los pulmones y el tubo intestinal.

4.^o El fin de las enfermedades colicativas es el único caso en que las secreciones dejan de limitarse mutuamente: al contrario, todas acaban por aumentarse en razon de la

atonía de los tejidos, resultando de aquí las diarreas, los sudores y las hidropesías colicuativas que se observan en los tísicos poco antes de su muerte.

5.^o Para que de dos tejidos antagonistas el uno aumente su acción á consecuencia de una influencia ejercida sobre el otro, es preciso, ó que los dos en el estado natural segreguen líquidos hasta cierto punto semejantes, como la piel y los riñones que tienen por objeto quitar el agua á la sangre, ó que el que tiene doble energía por el hecho del antagonismo, esté ya predispuesto de un modo morboso. Así, la impresion del frio determina una afeccion de la membrana mucosa de los pulmones en el que ya estaba predispuesto, mientras que por la misma razon otro experimentará un cambio de la secrecion mucosa del tubo intestinal (1).

A veces la supresion de la secrecion en un sitio determina la aparicion del mismo líquido en otro punto. Este fenómeno sobreviene principalmente con mucha facilidad cuando se trata de líquidos secretorios que ya existen en la sangre. No podemos menos de convenir en que hay hemorragias supletorias de la menstruacion; y la imposibilidad en que el organismo se encuentra, despues de la destruccion total de los riñones, de espeler por la orina la úrea ya existente en la sangre, hace que puedan manifestarse en todos los otros puntos del cuerpo escreciones, entre cuyos principios constituyentes figura esta sustancia. Nysten (2) ha demostrado la existencia de la úrea en los líquidos vomitados por hombres que padecian una retencion completa de orina. En el dia se sabe positivamente que se deposita urato sódico en los tofos artríticos, y Marchand ha encontrado úrea en la serosidad de ciertas hidropesías (3).

Empero, cuando una sustancia segregada no existe ya enteramente formada en la sangre, la supresion de su eliminacion en el aparato destinado especialmente á este fin, no puede dar lugar por metástasis á una secrecion semejante

(1) Consúltese á HEUSINGER, *Zeitschrift fuer organ. Physik*, t. I.

(2) NYSTEN, *Rech. de chim. et de physiol. pathol.* 1811, p. 263-293.

(3) MULLER'S *Archiv*, 1837, p. 440.

en otras partes. Todo lo que sobre el particular se puede decir se funda en malos argumentos. Cuando hay obstáculo á la salida de la bilis, la que ya está producida y que acaba de ser absorbida, puede pasar seguramente á la sangre y depositarse en otras partes. Pero este es un caso muy diferente, que ninguna analogía tiene con aquel en que un órgano secretor ha sido estirpado completamente: aquí ya no hay aparato, y por ejemplo, despues de la castracion, es imposible la formacion del esperma. La hipótesis, tantas veces reproducida, que quiere que todas las secreciones específicas puedan formarse á espensas de la sangre, aun despues de la destruccion de su órgano propio, no se apoya en ningun hecho; porque los argumentos que alega en su favor todos son sacados, ya de casos en que la secrecion no estaba abolida en su órgano primitivo, sino solamente detenida por obstáculos mecánicos, ya de casos en que el producto secretorio existia ya formado en la sangre. La supuración es la única entre las secreciones, cuyos materiales no se encuentran formados en la sangre, que puede reproducirse siempre y en todos los puntos, porque la inflamación reproduce cada vez el órgano encargado de verificarla.

En todos los casos en que despues de una supresion total de una secrecion, se establece por antagonismo otra cuyos materiales no estan formados en la sangre, la segunda se diferencia enteramente de la primera, y no tiene analogía con ella sino en cuanto lo permiten los materiales inmediatos de que se compone. Asi por ejemplo, no hay verdaderas metástasis lácteas: Autenrieth habia ya notado que el producto accidental se diferenciaba de la leche por la falta de los principios esenciales de esta última, el azúcar de leche y la manteca. La secrecion que entonces se mira como metastática se compone solamente de principios constituyentes de la sangre que hubieran podido emplearse en la conversion de esta en leche, por ejemplo de albúmina. Ya me he explicado anteriormente sobre las metástasis purulentas y los errores en que puede uno caer cuando no se conocen los fenómenos patológicos que en este caso se verifican.

Los conductitos glandulares segregan siempre sus productos por su cara interna; solo hay un corto número de casos en que la materia de formacion nueva parece pasar otra vez inmediatamente á la sangre. Tal es el de la ictericia que sobreviene á continuacion de las conmociones morales.

Evacuacion de las secreciones.

Los conductos escretorios de las glándulas estan tapi- zados de una membrana mucosa cuya superficie esterna se halla rodeada de una capa sumamente delgada de tejido muscular. Todos saben que muchos de ellos se pueden contraer cuando se los irrita. Así que, Rudolphi habia observado ya la contractilidad del conducto colédoco en las aves; y yo he sido muchas veces testigo de este fenómeno, cuando inmediatamente despues de haber muerto á un pájaro, sometia su conducto colédoco á una irritacion mecánica ó galvánica; la contraccion que de aquí se sigue es sumamente fuerte y dura muchos minutos; despues de lo cual el conducto recobra las dimensiones que antes tenia. Tambien he visto, tanto en los conejos, como en las aves, que los uréteres experimentaban ciertas contracciones locales bajo el influjo de una irritacion galvánica intensa. Tiedemann ha observado igualmente movimientos en el conducto deferente del caballo, sometido á la accion de una causa irritante (1); y aun parece que los conductos escretorios estan sujetos á movimientos vermiformes periódicos: al menos yo he visto, en un pájaro que acababa de morir, contraerse el conducto colédoco á intervalos de muchos minutos, al cabo de los cuales recobraba su diámetro primitivo. Estas contracciones se verificaban de abajo arriba, es decir, del conducto intestinal hácia el hígado, y por consiguiente esplican por qué en ciertas épocas la bilis, en lugar de caminar por el conducto colédoco, se halla, por el contrario, retenida y empujada hácia el divertículo del conducto hepático, es decir á la vejiga biliar, á lo cual debe contribuir tambien la oclusion completa del orificio del conducto colédoco. De los esperimentos de Mayer resulta que la vesícula biliar tiene tambien la propiedad de contraerse bajo el influjo de la electricidad (2).

La naturaleza de la membrana interna de los conductos

(1) *Rech. sur la route que prennent les diverses subst. &c.*, trad. por Heller, 1821.

(2) G.-H. MEYER, *De musculis in ductibus effereñtiis glandularum*. Berlin, 1837.

escretorios y la contractilidad de su túnica media prueban evidentemente que estos conductos son simples divertículos de los sacos á que abocan; los conductos colédoco y pancreático, en particular, estan compuestos de las mismas capas que se continúan con las túnicas del duodeno.

Ignórase aun si las partes elementales de las glándulas, por ejemplo los conductitos uriníferos (1) y seminíferos, que no tienen túnica muscular, gozan de alguna contractilidad; por este aspecto merece tomarse en consideracion una observacion de Anderson, el cual ha visto con el microscopio movimientos espontáneos en las glándulas cutáneas de las ranas (2).

A la contractilidad de los conductos escretorios se debe el que la secrecion de las lágrimas y de la saliva se efectúe muchas veces repentinamente. Este efecto de los nervios sobre los conductos musculosos debe distinguirse del incremento de la misma secrecion, determinada por el influjo

(1) Ludwig (*Beitrage zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion*. Marbourg, 1842) cree que la sangre ejerce una presion considerable sobre los vasos ensortijados en los glomérulos de los riñones, y que esta presion tiene por objeto exprimir las partes líquidas, mas éstas no son espelidas en totalidad, porque ciertas partes, como la albúmina, son retenidas sin que se pueda explicar como. El líquido exprimido llega á los conductos uriníferos en donde es detenido por efecto de la capilaridad, y á través de cuyas paredes choca con la sangre que al salir de los glomérulos camina con mas lentitud. Allí, en virtud de la endosmosis, se verifica un cambio de sustancias solubles, y naturalmente el líquido contenido en los conductos uriníferos debe recibir mas de lo que da. Cuanto mas se llenan los conductos, mas se hinchan los riñones en su cápsula, resultando de aquí una presion que hace caminar al líquido por dichos conductitos y por fin le obliga á salir por las papilas, de donde cae en los embudos, el cáliz y el uréter, cuyos movimientos peristálticos le hacen marchar hácia la vejiga. Civiale (*Traité des mal. des org. génit. urin.*, t. I, p. 48) habia emitido ya, pero mas vagamente, la opinion de que los riñones no solo estan encargados de segregar la orina, sino que ademas tienen una facultad contráctil en virtud de la cual comunican al líquido un movimiento de propulsion á medida que se encuentra elaborado.

(N. del T. F.)

(1) MULLER's *Archiv*, 1840, p. 15.

nervioso en caso de llanto prolongado ó en el de salivacion simpática. Finalmente, los conductos escretorios, como todos los órganos musculares, deben estar sujetos á espasmos morbosos.

Hay ciertos casos raros en que un movimiento vibrátil favorece la progresion de las secreciones en los conductos escretorios. Esto es lo que sucede en los conductos biliares de los moluscos y los riñones de los caracoles, segun Purkinge y Valentin, en el hígado del branquiostomo, segun las observaciones de Retzius y las mias, y en los conductos uriníferos de los animales vertebrados, en el punto en que las cápsulas de los corpúsculos de Malpigio se continúan con estos conductos, segun Bowman.

SECCION IV.

DE LA DIGESTION, QUILIFICACION Y ESCRECION.

CAPITULO PRIMERO.

DE LA DIGESTION EN GENERAL.

Los animales se alimentan de sustancias animales y vegetales. Los hay que solo viven de materias animales, otros cuyos alimentos son sacados del reino vegetal, y otros, en fin, que hacen uso de las dos especies de alimentacion. A esta última clase pertenece el hombre, que, segun los hechos bien conocidos, lo mismo que por la forma de sus dientes, está destinado á seguir un régimen misto, aunque igualmente soporta bien el uso esclusivo de las materias animales y de las sustancias vegetales. Los alimentos sacados de los dos reinos contienen las sales ordinarias, que por la misma razon de entrar, á título de elementos esenciales, en la composicion del organismo, pueden considerarse como alimento, al menos en sentido relativo. Ningun animal vive de sustancias puramente minerales: sin embargo, á veces sucede al hombre por necesidad ó por preocupacion co-

mer tierra sola ó mezclada con sustancias orgánicas; esto hacen los otomacos y los guamos de las márgenes del Orinoco; los indígenas de Nueva-Escocia tienen la misma costumbre. Vauquelin no ha encontrado nada de nutritivo en la esteatita de que estos últimos hacen gran consumo (1). La tierra que en 1832 una carestía obligó á los habitantes de la parroquia de Degerna, en los confines de la Laponia, á mezclar con harina y cortezas de árbol machacadas para hacer pan, se componia de sílice y de restos orgánicos (2). Retzius ha contado en esta especie de harina mineral los restos fosilizados de diez y nueve especies de infusorios.

La calidad de alimento parece pertenecer á todas las sustancias animales y vegetales susceptibles de disolverse fácilmente en los líquidos animales, cuyos elementos no estan reunidos en combinaciones demasiado desemejantes a la sustancia propia de un animal, y que no gozan de propiedades químicas culminantes, que no tienen propension á producir compuestos químicos binarios á espensas de las combinaciones orgánicas. Todo lo que posee esta última tendencia, todo lo que tiene una composición heterogénea, todo lo que despliega afinidades químicas especiales, es un medicamento ó veneno (3).

La idea del veneno es puramente relativa. El veneno de

(1) HUMBOLDT, *Reise in der equinot. Gegenden*, t. IV, p. 557.—RUDOLPHI, *Physiologie*, t. II, p. 18.

(2) POGGENDORFF'S *Annalen*, t. XXIX, p. 261.

(3) Me parece muy probable que los venenos narcóticos que no producen cambios especiales en el organismo, ni provocan inflamacion, envenenan dando lugar á una metamórfosis de la materia orgánica y produciendo descomposiciones y combinaciones binarias á beneficio de las sustancias eterogéneas y dotadas de propiedades químicas especiales que contienen. Me inclino á creerlo así, no solo por los alcalóides vegetales que entran en su composición, sino tambien por las observaciones de Fontana, el cual ha reconocido que los mas poderosos de todos los venenos narcóticos, el veneno de la vibora y el ticunas, ocasionan cambios materiales, puesto que tanto uno como otro, mezclados con sangre recién estraida de la vena, la impiden el coagularse. Sin embargo, el veneno de la vibora, introducido en una herida hecha á un animal vivo determina una pronta coagulacion de la sangre. (N. del T. F.)

las serpientes descompone los humores animales cuando se pone en contacto con la sangre, al paso que introducido en el tubo intestinal, parece que él mismo sufre una descomposicion que le hace inocente. Las mordeduras hechas por la víbora á animales vertebrados inferiores, especialmente á las ranas y á los orvetos, no obran sino con mucha lentitud, y muchas veces parece que ni aun se resienten de ella las serpientes. Sin embargo, la mayor parte de los narcóticos son mortales á altas dosis, aun para los animales inferiores; el ácido cianhídrico mata á la sanguijuela lo mismo que al hombre; el opio y la nuez vómica parecen ser venenos para casi todos los animales, escepto el *Buceros Rhinoceros*, que, segun dicen, se alimenta con la última de estas sustancias.

Ciertas sustancias, que no son precisamente venenosas, no tienen cualidades alimenticias, aunque contienen ázoe; tales son las bases orgánicas, la caseína, la asparagina, la piperina &c., que ejercen una accion especial en las partes vivas.

Otras, que tienen gran cantidad de ázoe, como el ácido úrico y la úrea, son por esto mismo heterólogas á la nutricion.

Entre las sustancias no azoadas, el alcohol, el éter, los aceites esenciales, las resinas, las materias colorantes, el extracto vegetal, &c., no pueden servir de alimento.

Por último, la fibra vegetal, las cubiertas de las semillas, los pelos, las plumas, las uñas, las escamas, las cubiertas de insectos, y en general todas las sustancias córneas, son incapaces de ceder á la accion de los órganos digestivos de la mayor parte de los animales, al paso que los pelos y las plumas son digeribles por los aradores. El tejido elástico es igualmente poco digerible.

Alimentos azoados que provienen del reino vegetal.

1.^o La albúmina vegetal que se encuentra en el jugo de los vegetales (leche del *Gelactodendron*) y en las semillas emulsivas. Es soluble en el agua.

2.^o El glúten que existe en las semillas de las gramíneas y al cual acompaña mucilago en el trigo. Es insoluble en el agua y análogo á la fibrina animal.

3.^o El mucilago, separable del glúten por la ebullicion con el alcohol, en el cual se disuelve.

4.^o La caseina vegetal que se encuentra en los frutos de las leguminosas. Le acompaña la albúmina en las judías, lentejas, guisantes y las semillas oleaginosas. Es soluble en el agua.

Alimentos no azoados procedentes del reino vegetal.

1.^o El almidon en las semillas de las gramíneas y de las leguminosas, los tubérculos de la patata, el sagú, las expansiones del líquen de Islandia, &c. Es insoluble en el agua.

2.^o La destrina, goma que se estrae del almidon, y que se disuelve en el agua por la ebullicion.

3.^o El azúcar, en la savia de muchas plantas y en sus frutos.

4.^o La goma, en las raices y en las semillas. El agua la disuelve.

5.^o El aceite craso, en las semillas y en algunos tubérculos.

6.^o La fongina, en las setas, en donde la acompaña una sustancia azoada; es insoluble en el agua.

7.^o Los jugos ácidos de un gran número de plantas y frutos.

Alimentos azoados procedentes del reino animal.

1.^o La cola, en los tendones, los huesos, la piel, el tejido celular, y la condrina en los cartilagos.

2.^o La albúmina, en los huevos, el cerebro, los nervios, las glándulas y la sangre.

3.^o La fibrina, en la carne y la sangre.

4.^o La hematina.

5.^o La caseina, en la leche, el queso y la sangre.

6.^o El extracto de carne, el osmazomo.

Alimentos sacados del reino animal.

1.^o El aceite animal y la grasa.

2.^o El azúcar de leche, en la leche.

3.^o El ácido láctico, en la leche agria, los músculos y otras muchas partes del cuerpo animal.

La digestion tiene por objeto:

1.^o Disolver los alimentos, porque las sustancias disueltas son las únicas de que pueden apoderarse los absorbentes.

2.^o Reducir los diversos materiales de que se componen los alimentos á la mas sencilla de todas las sustancias que sirven para las operaciones animales, la albúmina, una parte de la cual se presenta en estado de disolucion en el quilo y la otra en estado de glóbulos.

La digestion, pues, no solo disuelve las sustancias orgánicas, sino que tambien hace desaparecer todas las cualidades particulares que todavía tienen de su origen, y todo lo reduce á albúmina. Para esto se necesitan medios mecánicos de conminucion y menstros químicos, jugos digestivos. Las sustancias mas fáciles de digerir y mas nutritivas son las que se disuelven y reducen á albúmina con mas facilidad, ó que ya contienen albúmina. De consiguiente, esta última es el alimento por excelencia ó propiamente dicho, el que el embrion se asimila de un modo inmediato, y que no necesita digestion preparatoria. Por el contrario, debe considerarse como indigesto todo lo que es insoluble ó tiene cualidades químicas capaces de romper el equilibrio que la fuerza orgánica opone en el organismo á la tendencia que los elementos tienen á formar combinaciones binarias. Por lo demás, se debe establecer una distincion entre fácil de digerir y alimenticio. Una sustancia que puede ser de fácil digestion en razon de su grande solubilidad, y sin embargo no alimentar sino poco, porque su composicion no le permita trasformarse fácilmente en albúmina. Otras, que una vez disueltas, son muy alimenticias, ceden fácilmente á los estómagos débiles, porque tienen poca solubilidad. Son, pues, necesarias dos cualidades para constituir una buena alimentacion, la facilidad de disolverse y la aptitud para alimentar. Una sustancia cuanto mas se aleja de la albúmina por el aspecto de su composicion, menos alimenticia es, y mas fuerza digestiva necesita para efectuar su metamorfosis.

Si en la digestion no se tratase sino de disolver, y si todos los alimentos contuviesen cierta cantidad de una misma sustancia alible, sin necesidad de sufrir ningun cambio

químico ulterior, la digestibilidad podria calcularse por el grado de solubilidad de cada alimento, la cantidad de materia libre que puede estravasarse en el tubo digestivo, y la facilidad de desprenderla de los otros cuerpos mezclados con ella. Tal era la falsa idea que tenia Hipócrates de las materias alimenticias; porque, admitiendo diversas clases de alimentos, no creia sino en la existencia de una sustancia alible; pero muchas sustancias, que trató de trasformar en albúmina, no contienen el menor vestigio de ella antes de sufrir el influjo de la digestion. Los pastores de los Alpes no viven durante el verano mas que de leche, queso y pan; en esta alimentacion, la caseina es la que mas se acerca á la albúmina, en la cual es preciso que se transforme. Cuando la alimentacion se limita á pan y carne, la fibrina se metamorfosa en albúmina. La sustancia alible es, pues, un producto de la digestion, puesto que los alimentos que difieren de la albúmina respecto de su composicion, deben empezar por trasformarse en ella.

Pero el axioma de Hipócrates conserva un sentido exacto y profundo cuando solo se ve en él que todos los alimentos deben contener materia alible por excelencia, ó sustancias que tengan mucha afinidad con ella, así como diversas combinaciones de proteina no son mas que ligeras variaciones de un mismo tema fundamental. Para que un hombre ó un animal subsista, es preciso que su alimentacion contenga por lo menos albúmina, fibrina ó caseina: la proteina que existe en estas tres sustancias, tiene, segun Mulder, la misma composicion elemental en todas; y esta composicion no cambia tampoco, como lo han probado Mulder, Liebig y Dumas, ya provenga la proteina de origen vegetal ó animal. Y así estos dos últimos autores son de opinion que los alimentos azoados pasan sin experimentar ningun cambio esencial de los vegetales á los animales herbívoros, y que ningun animal puede producir ninguna de estas combinaciones, cuya facultad solo la tienen las plantas (1).

La cola ó gelatina mezclada con otros alimentos es una sustancia nutritiva; solo que al parecer no alimenta por

(1) LIEBIG, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, p. 39.—
DUMAS, *l'Institut*, 1842, n.º 466.

mucho tiempo (1); háñse visto, sin embargo algunos perros sustentarse bien con manos de ternera por espacio de un mes entero (2). Los aradores viven sin albúmina, sin fibrina, sin caseína, y si solo de la córnea de los pelos y de las plumas.

Algunos escritores han mirado á la respiracion y al aire atmosférico como el origen del ázoe que hay en el cuerpo animal; y otros han supuesto que es producido á espensas de los alimentos. Los partidarios de una y de otra hipótesis se fundaban en el ejemplo de los animales herbívoros, que se alimentan de sustancias privadas, segun dicen, ó al menos

(1) MAGENDIE, *Rapport au nom de la commission de la gélatine*, 1841.

(2) A Bernard y Barreswil (*Compt.-rend. de l'Ac. des sc.*, 1844, t. XVIII, p. 783) se deben varios experimentos curiosos sobre la gelatina. Han inyectado en la vena yugular de un perro en ayunas diez granos de azúcar de caña, en la de otro la misma cantidad de albúmina y en la de otro la misma cantidad de iticolá, estas tres sustancias en estado de disolucion acuosa. Tres horas despues todas tres se hallaron en la orina. Entonces se hizo disolver la misma cantidad de cada sustancia aparte en media onza de jugo gástrico reciente; se pusieron las disoluciones en el baño maria por seis ú ocho horas á una temperatura de 30 á 40 grados, y despues se les inyectó en las venas yugulares de tres perros. Esta vez la orina no contenia ni azúcar ni albúmina, al paso que la gelatina habia pasado á esta secrecion. En otra serie de experimentos se alimentó á tres perros con las mismas sustancias; y tampoco se halló en la orina mas que la gelatina. Habiéndole sometido á este régimen los mismos experimentadores, han demostrado despues la presencia de la gelatina en su orina, pero nunca la del azúcar y de la albúmina.—Como es bien constante que los huesos alimentan á los perros, Blondlot, por ejemplo, para esplicar como la gelatina no produce el mismo efecto, admite (*Traité de la digestion*, p. 325) que las sustancias que han sido completamente *disueltas* en el estómago no penetran en el organismo por las mismas vias que las que han sido *reblandecidas* y *divididas* en la viscera, y que solo estas son susceptibles de dar un verdadero quilo: de donde se debe deducir, segun él, que, sin negar á la gelatina una propiedad nutritiva igual á la de los otros alimentos solubles, sin embargo, no puede sostener la vida por tanto tiempo como con los huesos, de los cuales se estrae. (N. del T. F.)

muy poco cargadas de ázoe y en el de los negros que viven mucho tiempo de azúcar. Pero Magendie hace notar que casi todos los vegetales que sirven de alimento al hombre y á los animales, contienen mas ó menos ázoe, que hay bastante cantidad en el azúcar impuro y que los pueblos que se alimentan con arroz, maíz y patatas, añaden á estas sustancias leche ó queso. Ha alimentado á varios perros esclusivamente con sustancias no azoadas, azúcar refinada y agua destilada: durante los siete ú ocho primeros dias dichos animales conservaban su alegría; comian y bebian como de ordinario; en el curso de la segunda semana empezaban á enflaquecer, aunque su apetito siempre fue bueno y consumian de seis á ocho onzas de azúcar por dia; en la tercera semana el enflaquecimiento hacia progresos, se disminuian las fuerzas, el animal se ponía triste y perdía el apetito. A esta época se ulceraban las córneas, y los ojos dejaban escapar sus humores al exterior, fenómeno que se reprodujo cada vez que se repitió el experimento. Aunque los animales comian todavía tres ó cuatro onzas por dia, acabaron por debilitarse hasta el punto de no poder ya ejecutar ningun movimiento, y sucumbieron de los treinta y uno á los treinta y cuatro dias (no debe perderse de vista que los perros soportan casi el mismo tiempo una abstinencia completa). A la abertura del cuerpo se halló consumida toda la grasa; los músculos habian disminuido de volumen, el estómago y tubo intestinal estaban muy reducidos, y las vejigas de la hiel y urinaria muy distendidas. Chevreul ha encontrado la orina, como en los herbívoros, no ácida sino alcalina, sin vestigio de ácido úrico ni de fosfatos. Los excrementos contenian muy poco ázoe, aunque por lo comun tienen mucho. Para ver si estos efectos eran peculiares del azúcar ó si dependian únicamente de la falta de ázoe en esta sustancia, alimentó Magendie á varios perros con aceite comun y agua. Por espacio de quince dias se hallaron bien; despues, escepto las úlceras de la córnea, aparecieron los mismos fenómenos que en los experimentos anteriores, y sobrevino la muerte á los treinta y seis dias; la orina y la bilis se condujeron como en el primer caso. Varios perros, alimentados con goma, que, mezclada con otras sustancias, es muy nutritiva, ofrecieron los mismos fenómenos. Uno de estos animales soportó muy bien por quince dias el uso esclusivo de la manteca, despues se puso flaco y débil, y

sucumbió á los treinta y seis dias, á pesar de haberle dado carne el treinta y dos; uno de los ojos se ulceró; la orina y la bilis dieron las mismas reacciones que en los primeros experimentos. Magendie demostró con otros experimentos que el azúcar, la goma y el aceite eran digeridos, que formaban quilo, y que por consiguiente se hallaba este entonces desprovisto de propiedades nutritivas (1). Se puede añadir tambien que en Dinamarca una condenacion de un mes á pan y agua es considerada como el equivalente de la pena de muerte, y que Stark murió experimentando el azúcar solo en sí mismo; al principio se puso sumamente debil é hinchado, y su rostro se cubrió de manchas rojas que amenazaban degenerar en úlceras.

Tiedemann y Gmelin han confirmado los experimentos de Magendie. Alimentaron un ánade con azúcar, otro con goma y otro con agua: todos recibieron agua al mismo tiempo. Su peso siempre fue disminuyendo con este régimen. El primero murió á los veintidos dias, el segundo á los diez y seis y el tercero á los veinticuatro; otro, á quien solo dieron almidon, sucumbió á los veintisiete; todos habian perdido desde un sexto á una mitad de su peso. Otro ánade que habia sido alimentado con claras de huevo cocidas y machacadas, pereció á los cuarenta y seis dias, aunque el alimento de que hacia uso contenia mucha albúmina y conservó el apetito; su peso habia disminuido casi la mitad (2).

Los alimentos desprovistos de ázoe no sirven probablemente mas que para la produccion de los materiales ó de las secreciones del cuerpo animal, en cuya composicion no entra este elemento. La grasa puede ser depositada sin que sufra ningun cambio, y tambien puede servir para la con-

(1) *Physiologie*, t. II, p. 486.

(2) Burdach ha observado tambien que los conejos no pueden vivir cuando no toman mas que una sola sustancia. Uno de estos animales, á quien se daban patatas crudas y agua, murió á los trece dias. Otro que solo comia cebada, sucumbió á los treinta y cuatro; y otro á quien un dia se daba cebada y otro patatas, y que al cabo de algun tiempo recibió estos dos alimentos á la vez, conservó su salud y aun mejoró (FRORIER'S *Neue Notizen*, n.º 245).

feccion de la bilis; el azúcar, la goma y el almidon pueden servir para formar la grasa y la bilis (1). Estas sustancias

(1) Tal es tambien la opinion de Chossat, á quien se deben investigaciones experimentales sobre los efectos del régimen del azúcar (*Annales d'hygiene*, 1844, t. XXXI, p. 449). Al principio de los experimentos, los animales (pichonos y tórtolas), permanecian en calma; pero mas tarde sobrevenia agitacion, y al fin de la vida estupor y postracion interrumpidas á veces por movimientos convulsivos. Las evacuaciones eran en general líquidas y biliosas. La respiracion en ocasiones fue natural durante la mayor parte del experimento, otras veces se la encontró mas ó menos corta, difícil y sibilante. El calor animal se conservó al principio por cierto tiempo, despues una veces se disminuyó produciendo un envaramiento final mas ó menos considerable, otras se aumentó y sobrevino la muerte por un grado de calor animal superior al estado natural. Todos los experimentos terminaron por la muerte. El pulmon ofrecia, ya en la superficie, ya en su interior, unas veces un color de rosa claro, otras un tinte rojo carmesí, y otras un rojo mas ó menos azulado ó negruzco. El parénquima en ocasiones, estaba natural, mas ó menos pálido y crepitante, y otras veces se presentaba de un color rojo oscuro, venoso y esplenizado ó hepaticado. La grasa no habia disminuido. Chossat dedujo de aqui que el azúcar unas veces favorece la produccion de la grasa y otras la de la bilis; que en el primer caso por lo comun hay tendencia al estreñimiento, y en el segundo á la diarrea. Por otro lado, Blondlot (*Traité analytique de la digestion*, Nancy, 1843, p. 298) sostiene, apoyado á la verdad en un solo experimento en un perro, que el azúcar no sufre alteracion alguna por parte del jugo gástrico, ya en el estómago, ya fuera de esta viscera, que no hace mas que disolverse y que á pesar de su mucha tendencia á metamorfosarse, conserva toda su integridad de composicion. Las conclusiones de Chossat han sido atacadas tambien por F. Lettelier (*Ann. de chimie*, 1844, t. XI, p. 150), el cual, recordando que los experimentos han sido practicados en trece pichonos y cuatro tórtolas, de los cuales nueve han estado privados de agua, y en quienes la duracion de la vida ha sido, término medio, respecto de los primeros, de cuatro dias solamente y en los segundos de ocho, encuentra esta duracion muy corta para poder atribuir al régimen del azúcar la grasa hallada en la autopsia. Esta grasa, segun él, no es mas que el resto de lo que preexistia al experimento. El mismo Lettelier ha hecho experimentos en siete tórtolas, á quienes no privó de agua, y que por consiguiente

pueden trasformarse, al menos parcialmente, en agua y en ácido carbónico por la respiracion (Liebig). Es preciso tam-

vivieron mas tiempo. Se determinó la cantidad de grasa preexistente sacrificando siete tórtolas en el estado natural: con lo cual se vió que el minimum de esta grasa normal referida á la masa del cuerpo, era de 10 por 100, el maximum de 21 por 100, y el término medio de 15,85 por 100. Las siete tórtolas en que se hizo el esperimento, tomaron cada una por dia, de tres dracmas á media onza de azúcar de caña en pilon pulverizada y reducida á pasta con agua: dos tuvieron su régimen modificado por una disminucion del azúcar, reducida á dos dracmas y media; pero en compensacion recibieron tres dracmas de clara de huevo coagulada. Esta modificacion no los puso en condiciones mas favorables; porque en la una la grasa estaba reducida á 3 y en la otra á 4 por 100. Mas el término medio de su existencia, que en todas acabó por el aniquilamiento, ha sido de diez y siete dias, mientras que en las otras cinco solo fue de once. En cuanto á la cantidad de grasa, el maximum fue 15, el minimum 3 y el término medio 6,3 por 100. Y así, la grasa contenida en el cuerpo de las siete tórtolas sometidas al régimen del azúcar, ha disminuido tres quintas partes. El mismo autor ha hecho tambien esperimentos curiosos y comparativos sobre la cantidad de ácido carbónico producida por la respiracion de las tórtolas alimentadas normalmente, ó con una alimentacion insuficiente (azúcar, manteca &c.), ó privadas de alimento. Las tórtolas alimentadas con mijo, han dado por hora 0,852 de ácido carbónico=0,232 de carbono; privadas de todo alimento, 9,429 de ácido carbónico=0,117 de carbono; alimentadas con azúcar, 0,715 de ácido carbónico=0,195 de carbono; alimentadas con manteca, 0,623 de ácido carbónico=0,169 de carbono, y 0,548 de ácido=0,149 de carbono. Vemos pues, que la privacion de alimentos ha disminuido una mitad poco mas ó menos la cantidad de ácido carbónico: esta cantidad ha disminuido mucho menos bajo el influjo del azúcar que bajo el de la manteca. Lettelier cree que el azúcar ha contribuido á sostener el calor animal, y que así, sin dar lugar á una produccion de grasa, ha servido para conservar la que habia de reserva. En otra serie de esperimentos sobre el régimen de la manteca, ha demostrado que las cantidades de grasa halladas en la autopsia, eran muy inferiores al término medio normal, puesto que en lugar de 15,85 por 100, no ha obtenido mas que un término medio de 7,1, semejante al que ha ofrecido el régimen del azúcar sin adiccion de albúmina. Y así, segun él, ni la manteca, ni el

bien que el ácido láctico, que se encuentra en todas partes en el cuerpo animal, sea el producto de alimentos no azoados; Pelouze ha reconocido que se forma á espensas del azúcar de leche por la accion del cuajo.

Magendie ha hecho tambien los esperimentos siguientes sobre la aptitud alimenticia de ciertas sustancias. 1.^o Un perro, alimentado con pan blanco y agua, no vivió mas que cincuenta dias. 2.^o Otro perro, á quien se dió pan moreno en lugar de blanco, se mantuvo bueno. 3.^o Varios conejos y conejillos de Indias, alimentados con trigo, avena, cebada, coles ó zanahorias, murieron de inanicion completa al cabo de quince dias. Alimentados con las mismas sustancias simultánea ó sucesivamente, no esperimentaron la menor incomodidad. 4.^o Un burro, alimentado primeramente con arroz seco y despues con arroz cocido, solo vivió quince dias. Por el contrario un gallo vivió con arroz cocido por espacio de muchos meses sin ningun inconveniente. 5.^o Varios perros alimentados solo con queso ó huevos duros, vivieron mucho tiempo; pero se pusieron débiles, se enflaquecieron y perdieron su pelo. 6.^o Los roedores soportan la carne por mucho tiempo. 7.^o Cuando se ha dado por algun tiempo á un animal un alimento bajo cuya influencia deba sucumbir, ya no es posible salvarle, aunque se le vuelva á su alimentacion habitual. Es cierto que come con apetito, pero muere al mismo tiempo que lo hubiera verificado continuando con la alimentacion no acostumbrada.

De todos estos hechos resulta que la variedad de los alimentos parece ser una de las principales condiciones del sostenimiento de la salud.

Prout reduce todos los alimentos de los animales superiores á tres clases: 1.^o los sacarinos (azúcar, almidon, goma &c.); 2.^o los aceitosos (aceite y grasa); 3.^o los albuminosos (materias animales y glúten vegetal). He aquí el resúmen de sus opiniones (1).

azúcar producen grasa y no pueden impedir la destruccion de la que habia en el organismo. En cuanto al azúcar de caña, no la cree deletérea, sino por la enorme cantidad que de ella se da, y ha notado que el azúcar de leche á altas dosis, producía un efecto mucho mas pernicioso todavía. (N. del T. F.)

(1) MAYO, *Outlines of human physiology*, 3.^a édic. Londres, 1833, p. 152.

"Como la leche se compone esencialmente de tres sustancias, azúcar, aceite y caseína, ó materia inmediata á la albúmina, llegué poco á poco á deducir que todos los alimentos del hombre y de los animales superiores pueden reducirse á estos tres orígenes; y esta es la razon por qué he resuelto someterlos á un exámen riguroso y determinar en lo posible sus relaciones generales y sus afinidades. Las propiedades características de los cuerpos que contienen azúcar consisten en que están compuestos simplemente de carbono, de oxígeno y de hidrógeno, estos dos últimos en las proporciones en que se unen para formar agua: las proporciones del carbono varían de 30 á 50 por 100; Las dos clases comprenden bases compuestas cuyo elemento principal forma el carbono, y que están mezcladas igualmente con agua y modificadas por ella. Las proporciones del carbono en los cuerpos aceitosos, que por este aspecto ocupan el primer lugar, están entre 60 ú 80 por 100; de manera que si se toma el carbono por medida de la alibilidad, lo que puede muy bien hacerse bajo cierto aspecto, pueden considerarse los aceites como los mas nutritivos de todos los cuerpos. La conclusion general es que los cuerpos que contienen menos de 30 y mas de 80 por 100 de carbono no convienen para alimento único. Falta todavía determinar si hay animales que pueden vivir exclusivamente de cuerpos que pertenezcan á una sola de estas clases; hasta ahora los experimentos han respondido negativamente y la opinion mas probable es que se necesita una mezcla por lo menos de dos clases, si no de todas tres. La leche tiene precisamente esta composicion, y la mayor parte de las yerbas de que se alimentan los animales contienen por lo menos dos de las tres sustancias que se acaban de indicar. Lo mismo sucede respecto de los alimentos sacados del reino animal en los cuales entra, cuando menos, albúmina y aceite. En una palabra, quizá no se encontrará una sustancia que sirva para la alimentacion de los animales superiores que no contenga dos ó la totalidad de las tres grandes clases de materias alimenticias. En la alimentacion facticia del hombre es donde hallamos la prueba mas perentoria de este principio importante. El hombre, no contento con las producciones que la naturaleza le ofrece, agota los recursos de su entendimiento, ó mas bien de su instinto, para llegar por todos los medios posibles á realizar una mezcla que

tanta importancia tiene para él, y que es en lo que consiste el arte de cocina. Desde la mas remota antigüedad le ha enseñado el instinto á mezclar el aceite y la manteca con las sustancias harinosas, por ejemplo, con el pan y con las que por su naturaleza estan privadas de estos cuerpos. Su instinto le ha conducido igualmente á comer los animales para procurarse una mezcla de materias aceitosas y de albúmina. Por último, esta mezcla unida casi siempre á sustancias azucaradas, es de la que con tanta frecuencia se sirve en forma de pan ó de vegetales. Jamás se ha perdido el principio aun en medio de los refinamientos del lujo; y las combinaciones tan variadas de azúcar, de almidon, de huevos y de manteca, que forman las delicias de las mesas mejores servidas, no son mas que una imitacion mas ó menos disfrazada del prototipo de todos los alimentos, la leche."

Hambre y sed.

Las sensaciones de apetito y saciedad son en parte el mismo gusto y en parte sensaciones análogas al gusto, como las que los alimentos producen en la anorexia. La sensacion del apetito es mas viva en invierno y en primavera; tambien se aumenta por los baños frios, las fricciones de la piel del bajo vientre, las sacudidas de la equitacion y el ejercicio.

La digestion escita en las personas sanas una sensacion general de bienestar, acompañada de una sensacion de calor. Estas sensaciones no se limitan á solo los órganos digestivos, cuyo principal nervio sensitivo es el del par vago; se estienden tambien á casi todas las otras partes del cuerpo; y es probable por consiguiente que tome aquí parte la escitacion de los nervios simpáticos, que, como veremos mas tarde, tienen en alto grado la facultad de transmitir sus sensaciones.

La digestion es un estado de los órganos digestivos, en el cual, ó no segregan los líquidos destinados á disolver los alimentos, ó son invadidos de un exceso de irritabilidad ó de atonía, de suerte que la accion mecánica de las sustancias alimenticias provoca en ellos sensaciones penosas y movimientos irregulares. Las sensaciones desagradables de las vias digestivas parecen residir principalmente en los nervios vagos; al menos toda irritacion viva de estos nervios en la faringe y esófago motivan las mismas náuseas que se

observan cuando el mismo estómago está irritado, y que preceden al vómito. Pero la afeccion simpática de todo el sistema nervioso se pronuncia tambien de un modo no menos manifesto en estos casos.

Sensaciones tanto locales como generales tienen igualmente lugar en el hambre y en la sed; pero los fenómenos que á continuacion se observan dependen inmediatamente de la falta absoluta de materias alimenticias y de agua.

El primer fenómeno de la sed es la desecacion de las vias que mas traspiran, es decir de las vias aéreas; mas tarde sobrevienen la inflamacion de estos órganos y la fiebre.

Sin embargo, lo que se llama sed no es á veces mas que una necesidad de bebidas refrigerantes; lo cual sucede cuando las vias aéreas, la boca y la piel se presentan secas y calientes en las fiebres, por efecto de un aumento de calor y una disminucion de la turgencia. En este caso ocurre muchas veces que la traspiracion disminuye mas bien que aumenta, y la secura es debida á que, á pesar de correr la sangre por los vasos capilares, hay disminucion de lo que se llama *turgor vitalis*, es decir, del choque de este líquido y las partes animadas de la fuerza organizadora. La piel parece estar mas caliente sin necesidad de que el calor sea producido en mayor abundancia en las partes internas, porque no se verifica la traspiracion, y no se refresca el cuerpo por el paso de los líquidos al estado aeriforme.

Las últimas consecuencias de la sed no satisfecha son un estado febril que no parece diferenciarse del que se observa en una fiebre nerviosa, y que está acompañado de la inflamacion de las vias aéreas.

Las sensaciones locales del hambre que parecen estar limitadas á las vias digestivas y tener su asiento en los nervios vagos, son una sensacion de peso, de movimiento, de constriccion, de incomodidad, con borborigmos y mas tarde dolores. La saliva, la bilis, los frotos de las paredes del estómago y la acritud del jugo gástrico, han sido mirados como causas de estas sensaciones. Dumas atribuia el hambre á que los vasos absorbentes vuelven su accion contra las paredes del estómago é intestinos; pero ninguna de estas suposiciones es admisible. Los alimentos son los estimulantes apropiados á los órganos digestivos; cuando faltan, los nervios dan razon del estado del órgano. Las sensaciones locales del hambre, como las del apetito y saciedad, pue-

den no existir ya despues de la seccion del par vago, como lo ha deducido Brachet de sus esperimentos (1); suprímese la sensacion del hambre por el cambio que la ingestion de los alimentos induce en los nervios del estómago, por las sensaciones ó acciones mas vivas que ocupen el sensorio en las pasiones y meditaciones, por un cambio que el opio determina en el mismo sensorio &c. Esto explica por qué es tan comun el ver á los enagenados ayunar con obstinacion, porque quizá la alteracion que ha sufrido su sensorio les im-

(1) A veces ha sucedido á Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 326) el conservar vivos varios perros á quienes habia resecao en ambos lados los nervios glosio-faríngeo y lingual. Una vez curados de sus heridas estos animales, le han parecido beber despues de cada comida en las mismas proporciones que de ordinario. En algunos de ellos ha practicado además la reseccion de los neumogástricos en la region cervical, y sin embargo, se ha hecho sentir fuertemente la sed desde el dia despues del experimento y los siguientes, sin duda por la fiebre que produjo la inflamacion de la herida del cuello. En cuanto al hombre, cuyo origen refiere Brachet á los nervios vagos, Longet, para demostrar el poco fundamento de esta opinion, dice haber observado despues de la reseccion de los nervios *ciáticos* una grande diferencia respecto de los alimentos en varios perros, que habiendo tenido un bozal por tres ó cuatro dias, no habian tomado ningun alimento, y manifestaban antes de la operacion un vivo deseo de comer. A veces pasaban tres ó cuatro dias mas sin aceptar los alimentos que se les presentaban. Dos de estos animales, que habian sufrido en cada lado primeramente la seccion del nervio glosio-faríngeo y lingual, y mas tarde la del par vago, han comido sin disgusto en bastante abundancia, sustancias alimenticias reblandecidas en un coimiento algo dilatado de co- loquintida. El autor no ha podido repetir estos esperimentos por todo el tiempo que hubiera querido, porque si la mayor parte de los animales privados de nervios vagos, beben todavía de buena gana, rara vez los ha visto querer aceptar alimentos sólidos antes de su muerte, que no se ha hecho esperar mas de cinco dias. Pero otros esperimentadores, Begin, Fourcade y Sedillot, que han visto á los perros sobrevivir muchas semanas, dicen que se despierta en ellos el apetito al cabo de algunos dias. Por consiguiente Longet se muestra inclinado á admitir que despues de la seccion del par vago, el hambre y sobre todo la sed, continuan haciéndose sentir igualmente que la necesidad de reposar. (N. del T. F.)

pidé experimentar la sensacion local del hambre que nos invita á tomar alimentos.

Las consecuencias del ayuno son la mayor parte de veces las mismas, por diferentes que puedan ser los estados del aparato digestivo. Consisten en una sensacion de debilidad general, un decaimiento cada vez mas marcado, el enflaquecimiento, la fiebre, el delirio, alternativas de pasiones violentas y de abatimiento profundo. Preténdese que el calor baja algunos grados; mas Currie afirma por el contrario, segun lo que ha visto en un enfermo que murió de inanicion á consecuencia de una obliteracion del esófago (1). El aliento se pone fétido, la orina acre y ardiente, los vasos linfáticos se enrojecen, segun Magendie y Collard de Martigny. Este último autor dice que la cantidad del contenido de estos vasos se aumenta durante los primeros tiempos del ayuno, que despues siempre va en disminucion, pero que los linfáticos del intestino acarrean todavía un poco de linfa hácia la mitad de la abstinencia. El estómago se contrae sobre sí mismo, y cesan las secreciones: sin embargo, la vesícula biliar está llena, y la bilis continúa fluyendo, sin penetrar, segun Magendie, en el estómago. El moco disminuye en la superficie de las membranas mucosas, así que llega á todas las sustancias susceptibles de ser absorbidas. Suspéndese la secrecion del pus, de la leche, de la saliva, y del veneno de las serpientes. La orina contiene todavía úrea, porque Lassaigue (2) la ha encontrado en un enagenado despues de diez y nueve días de abstinencia. Las vias urinarias no estan necesariamente inflamadas, y las membranas mucosas tienen un tinte pálido. Segun Collard, la cantidad relativa de la fibrina disminuye en la sangre, al paso que aumenta la de las partes sólidas de los glóbulos (3). Despues de la muerte se encuentra el estómago muy contraído.

Resulta de los experimentos hechos durante la vida en los animales y en el hombre privados de alimentos, que los animales de sangre caliente son los que soportan menos

(1) *On the effects of water cold and worm, as a remedy in fever*, 1797.

(2) *Journ. de chim. méd.*, 1825.

(3) MAGENDIE, *Journ. de physiol.*, t. VIII, p. 171.

tiempo la abstinencia absoluta. Los animales inferiores cubiertos de una costra dura soportan el hambre por mucho tiempo, porque sé que un escorpion de Africa, trasladado á Holanda, no recibió alimento alguno, ni durante la travesía, ni en cinco meses que vivió despues en casa de De Haan. Rudolphi ha conservado por espacio de cinco años un *Proteus anquinus*, pero teniendo cuidado de renovarle el agua; Zoys ha guardado otro por diez años; aquí se puede admitir que los infusorios del agua suministran algun alimento al animal. Igualmente se pueden conservar los tritones, las tortugas y los pescados dorados por años enteros sin alimento. Sábese que las serpientes pasan á veces seis meses seguidos sin alimento. Algunas aves han vivido de cinco á veintiocho dias en los esperimentos de Redi: un foco vivió un mes fuera del agua y sin alimento; varios perros han pasado de veinticinco á treinta dias sin comer ni beber. Los hombres no soportan generalmente el hambre y la sed mucho mas de una semana; y es raro que sobrevivan mas de quince dias; el hambre sola se soporta mas tiempo, y mucho mas todavía en las enfermedades, sobre todo en la enagenacion mental. Tiedemann cita individuos muertos de hambre, pero que podian apagar su sed, que vivieron cincuenta dias y mas (1). Las abstinencias que duran meses enteros y aun años son imposturas, como dice muy bien Rudolphi (2).

(1) *Untersuchungen ueber das Nahrungsbeduerfniss, den Nahrungstrieb und die Nahrungsmittel des Menschen.* Darmstadt, 1836.

(2) A pesar de las investigaciones de Redi y de Collard, la historia de la abstinencia completa de alimentos, deja todavía muchos vacíos, que ha intentado llenar Chossat (*Rech. expér. sur l'inanition*, París, 1843). Sus numerosos esperimentos han sido practicados en pichones, tórtolas, gallinas, cornejas, conejillos de Indias, conejos y animales de sangre fria: la privacion de alimentos ha sido absoluta y continuada hasta la muerte real ó inminente. En la tercera parte de casos se ha dado á los animales toda el agua que han querido, teniendo cuidado de la que han consumido; se ha evaluado el peso del cuerpo al principio y al fin del esperimento, y las mas veces todos los dias. He aquí los resultados. El mas constante es la disminucion gradual del

CAPITULO II.

DE LOS ORGANOS DIGESTIVOS.

Conducto intestinal en general.

Parece ser un carácter general de los animales el tener

peso del cuerpo. Sobre esto establece Chossat una distincion entre la pérdida relativa á un solo día (*pérdida diurna*), y la que se refiere á la duracion entera del experimento (*pérdida íntegra*). Por otra parte, en igualdad de circunstancias, la pérdida diurna es tanto mayor cuanto mas volúmen tiene el animal: sin embargo, aunque el cuerpo disminuye cada dia de peso, la pérdida no es uniforme. El maximum se presenta al principio, á veces al fin, pero nunca al medio del experimento. La presencia de este maximum al principio, se debe principalmente á que el primer dia de la abstinencia el cuerpo espele el residuo del alimento ingerido la vispera. Y así, cuando se hace abstraccion de este primer dia, se encuentra que las pérdidas diurnas no difieren mucho unas de otras. Hacia el fin de la vida, se observa un aumento relativo de pérdida que coincide con un aumento variable de los excrementos, que puede llegar hasta la diarrea; pero este aumento cesa algunas horas antes de la muerte. En cuanto á la *pérdida íntegra*, se concibe que el peso del cuerpo no puede disminuir de un modo indefinido y que hay límites de que no se puede pasar. Esta pérdida puede considerarse ó como *absoluta* ó como *proporcional*. Con respeto á la primera, los mas gruesos de los animales de una misma especie, son los que en general, hasta el momento de la muerte, experimentan mayor pérdida de peso; y por lo que hace á la segunda, ó la comparacion de la pérdida absoluta con el peso inicial, ha observado Chossat que sobreviene la muerte cuando esta pérdida está representada por 0,4, término medio, es decir, cuando los animales han perdido 0,4 de su peso inicial. Ha notado que en los animales de sangre caliente esta pérdida íntegra proporcional, parece independiente de la clase á que el animal pertenece, así como del peso normal de su especie. En los animales muy gruesos, se observa una pérdida adicional, debida á la desaparicion total de la grasa, y que puede elevarse á 0,1. La edad ejerce tambien su influencia; en los animales jóvenes sobreviene la muerte cuando solo han perdido 0,2 de su peso. La duracion de la vida, por

una cavidad interior para efectuar la trasformacion de los

término medio, ha pasado de nueve dias y medio, tanto en los mamíferos como en las aves; el maximum ha sido de veinte dias y medio, y el minimum de un poco mas de diez dias. Aquí tambien ejerce su influencia la edad: la vida de los animales jóvenes apenas pasa de dos dias, término medio, mientras que en los adultos llega á 15 y 20 dias, término medio. Pero, al paso que la pérdida íntegra proporcional y la duracion de la vida, dispuestas en series, representan una y otra una progression aritmética creciente, la duracion de la vida va en sentido contrario de la pérdida proporcional de orina: aquella es tanto menor cuanto mayor es esta. Los reptiles y los pescados mueren tambien cuando su pérdida íntegra proporcional se eleva á 0,4 del peso inicial: la única diferencia que ofrecen, es que siendo mas lenta su nutricion, emplean un tiempo veinte veces mas largo para experimentar esta pérdida. Chossat se ha dedicado á determinar en qué proporcion contribuye cada órgano á la pérdida total, y para esto ha comparado las autopsias de animales muertos en un estado normal de nutricion con las de animales muertos de inanicion al cabo de un término mas ó menos largo. Hecha abstraccion de la grasa, el sistema muscular es el que soporta casi la totalidad de la pérdida del peso del cuerpo, el corazon, en particular, experimenta una rápida disminucion de peso; varía como los músculos y estos como él, de suerte que su volúmen puede servir para apreciar el suyo; pero en medio de las pérdidas de todos los órganos, el sistema nervioso conserva íntegro su peso, lo cual es un resultado muy notable. Las oscilaciones diurnas del calor animal se notan cada vez mas; de 0,74, que es su valor medio, suben á 3,28; las horas de medio dia y de media noche, son tambien las épocas de su máximo y mínimo; mas no esperan á estas horas para desarrollarse. En cuanto á los sintomas de la inanicion, hélos aquí: los animales permanecen tranquilos al principio durante un tiempo que varía desde la mitad hasta casi la totalidad del experimento, y en seguida se ponen mas ó menos agitados, agitacion que persisten mientras está elevado el calor animal. El último dia de la vida cesa la agitacion y es reemplazada por un estado de estupor; el animal puesto en libertad, unas veces mira al rededor de sí, como admirado sin procurar escaparse, y otras cierra los ojos, como si durmiese. Este estado de estupor va acompañado de una debilidad que crece por grados. La estacion se hace vacilante y la cabeza parece que quema; los dedos frios y lívidos, forman una bola y no permiten que el animal se fije sólidamente

elementos, para digerir. Esta cavidad lleva el nombre de

sobre el suelo, aunque todavía pueda sostenerse en pie, apoyándose sobre el vientre y las alas; pero al poco tiempo cae sobre el lado y permanece inmóvil, sin poder levantarse. Por último, se debilita mas y mas, la respiracion pierde su fuerza, la sensibilidad disminuye gradualmente, la pupila se dilata y se estingue la vida, unas veces en calma, y otras despues de algunos espasmos, de lijeras convulsiones de las alas, y rigidez opistotónica en el cuerpo. El calor baja, término medio, 0,3 por dia, pero el último dia de la vida aparece el enfriamiento con tanta rapidez, que la pérdida sube á 14° , y sobreviene la muerte á $24^{\circ},9$ con todos los síntomas de la muerte por el frio. La respiracion ofrece una disminucion de frecuencia que se marca mas y mas conforme progresa el enfriamiento; puede admitirse que deja de ejecutarse, ó le falta poco para ello en los últimos dias de la vida, á pesar de la persistencia de los movimientos respiratorios, porque el peso del cuerpo varia poco durante estas mismas horas. Chossat se cree autorizado para establecer que en el último dia de la vida el corazon se va debilitando progresivamente. Las diyecciones, copiosas el primer dia porque contienen el residuo de la alimentacion de los dias anteriores, se hacen raras en los dias siguientes; mas en los tres últimos dias de la vida, aumentan de cantidad y ofrecen á veces el aspecto de una diarrea colicuativa. Su peso está ligado últimamente á la pérdida diurna de peso: y así, salvo la edad de los animales, Chossat cree que nada ejerce al parecer en la duracion de la vida una influencia comparable á la de su cantidad, estando estas casi siempre en razon inversa una de otra.

Este autor ha estudiado tambien los efectos de una *alimentacion insuficiente*, es decir, de una simple variacion, ya en la cantidad, ya en la naturaleza del alimento. En una serie de experimentos, los animales tomaban á la vez alimentos y agua, y en otra alimentos sin agua, ó agua sin alimentos. En los primeros identidad casi absoluta de la pérdida íntegra proporcional con la que se observa en la abstinencia completa; pero la duracion de la vida ha sido doble. Si el número de los alimentos va siempre en disminucion en lugar de bajar de repente á una cantidad determinada á que se le mantiene en seguida, la pérdida proporcional parece poder pasar de 0,4 antes que sobrevenga la muerte. Los experimentos de Chossat han confirmado que la vida se prolonga mas ó menos cuando se da agua á los animales privados de alimentos; la influencia conservadora del agua se marca principalmente en los animales de sangre fria, es evidente en los

intestino. En la mayoría de casos el intestino tiene la forma

mamíferos y nula en las aves. La bebida no produce este efecto sino cuando el animal la toma por sí mismo; como la privación de alimentos estingue casi completamente la sed, y no estando representadas las pérdidas diarias por el agua que beben los animales, si se quiere ingerir una cantidad de agua proporcional á estas pérdidas, la vida, lejos de prolongarse, se abrevia de un modo sensible; el animal perece mas pronto y soporta una pérdida de peso menor que si se le hubiera privado de bebidas, porque el agua ingerida fuera de proporcion con la sed, ocasiona una dilucion excesiva de la sangre y la formacion de derrames en las cavidades serosas.

Importaba determinar la cantidad de ácido carbónico exhalado y la composicion de las deyecciones suministradas durante la inanicion. Esto es lo que ha hecho Boussingault (*Ann. de chim.*, 1844, t. XI, p. 433) operando en una tórtola colocada en una temperatura de 7 á 12 grados, y con agua destilada á discrecion, de la cual bebió muy poco en siete dias que duró el experimento. El animal se enflaqueció considerablemente, y aunque siempre se sostuvo sobre un palo, se hallaba en un estado de estupor del que no salia sino á raros intervalos. En todas las épocas del experimento exhaló sensiblemente la misma cantidad de ácido carbónico en un tiempo dado, y menos tambien durante el sueño que durante la vigilia, como sucede en el caso de alimentacion normal. El carbono quemado en veinticuatro horas ha sido de 2 gr. 270, al paso que en una tórtola alimentada con mijo, era de 5 gr. 1. Mientras duró la inanicion, el animal arrojó materias esccrementicias semi-líquidas, viscosas, y verdes, cuya masa cotidiana del peso de 0,3935 (supuesta seca), contenia carbono 0,1257, hidrógeno 0,0171, oxígeno 0,1174, y ázoe 0,0974, mientras que los esccrementos cotidianos de una tórtola alimentada con mijo, dieron: carbono 1,341, hidrógeno 0,164, oxígeno 1,122, ázoe 0,299. El carbono, el hidrógeno y el oxígeno de las deyecciones recogidas en un dia de inanicion, no eran pues mas que $\frac{1}{10}$

de los mismos elementos comprendidos en los esccrementos procedentes de una alimentacion normal: con respecto al ázoe, tenemos la tercera parte. Ahora bien, si por un lado se representa la composicion de la sangre (privada de cenizas) por carbono, 54,4, hidrógeno 7,5, ázoe 15,9, oxígeno 22,2, y por otro se admite que el ázoe exhalado por la respiracion de los graníferos, es la mitad del que se encuentra en las deyecciones, tenemos para la totalidad de este principio arrojado en veinticuatro horas por la tórtola

de un saco abierto en los dos extremos; á veces, sin embargo no hay mas que una abertura que sirve para la ingestion de los alimentos y que arroja las partes que no pueden ser digeridas (1).

Segun los bellos descubrimientos de Ehrenberg, no solo todos los infusorios tienen una boca redondeada de pestañas, sino que tambien, alimentando á estos animales con sustancias coloradas, se puede determinar la forma de sus órganos digestivos, lo cual suministra un hermoso carácter para dividirlos en grupos. Los unos, privados de intestino y de ano, estan provistos de muchos estómagos que comunican con la boca como los monades &c.; los otros tienen un intestino completo con boca y ano. El intestino provisto de muchos estómagos pediculados y terminados en fondo de saco, describe á veces un círculo, de modo que el ano y la boca estan colocados uno cerca de otro, en el contorno ciliar de la estremidad superior, como en los vorticeles; ó bien la boca y el ano ocupan los dos extremos del cuerpo; otras veces la situacion de la boca y la del ano alternan, encontrándose una ú otra en la estremidad del cuerpo, y en ocasiones ambos orificios se hallan situados en el vientre. El autor últimamente mencionado ha descubierto dientes faríngeos en un infusorio provisto de tubo intestinal, el *Loxodes cucullulus*.

en inanicion, en las deyecciones 0,488, hidrógeno 0,069, oxígeno 0,203, ázoe 0,145. Luego, la cantidad de carbono es aquí mucho mas débil, puesto que se ha reconocido por la absorcion directa que la tórtola exhala realmente 2405, á cuyo número hay que añadir los 0,126 de carbono de las deyecciones. De consiguiente, Boussingault deduce de aquí que la grasa contenida en el organismo contribuye á prolongar la vida de los animales privados de alimento. Por último, este hábil observador ha querido determinar la rapidez con que una tórtola inaniciada tendria á recobrar su peso primitivo, concediéndole alimentos. Los dos primeros dias fue considerable el aumento de peso; mas hubo de repente un tiempo de suspension: despues de siete dias de alimentacion abundante, el animal habia recuperado toda su vivacidad, pero solo los dos tercios del peso que habia perdido: tomó carnes, mas no adquirió gordura ni volvió á la condicion de crasitud que tenia al principio del experimento. (*N. del T. F.*)

(1) V. sobre los animales agástricos á MEYEN, en las *Act. nat. cur.*, t. XVI, *supl.*

Los rotíferos, que escitan un remolino en el agua por medio de los órganos rotatorios provistos de pestañas de que está guarnecida su cabeza, tienen un intestino simple que va desde la boca al ano, y que rara vez presenta ciegos. Ehrenberg ha descubierto un aparato dentario en muchos de ellos. Los mas tienen dos cuerpos de aspecto glanduloso en el principio de su intestino.

En los acalefos no hay intestino ni ano. Los alimentos pasan de la boca al estómago, que se ramifica al modo de un vaso en el interior del cuerpo del animal, como en los medusas; ó bien se empapan de ellos los chupadores de los brazos que los conducen al estómago central, como en los rizostomos; á veces son absorbidos, al parecer, por chupadores, y trasportados, sin que haya cavidad estomacal, á unos conductos digestivos ramificados, como en los berenices y otros; y aun en los que tienen un estómago, se ven partir de este órgano ramas vasculariformes que se esparcen en el interior del animal. En los pólipos, que unos estan libres y otros fijos, y unas veces son simples y otras se hallan reunidos en un polípero, los órganos digestivos varían: aquí son simples y consisten en un estómago en fondo de saco, como en los actinios, los fanginos, los madreporinos, los tibiporinos, los coralinos, los pennatulinos, los alcioninos, los mileporinos, los sertularios, los hidras; allí se componen de un conducto intestinal corto, cuyo ano se abre cerca de la boca, como en los alcionelos (1).

La estructura de los órganos digestivos varía mucho en los entozoarios. En los císticos parece existir la cavidad vesiculiforme del cuerpo: al menos así parece que sucede en los cisticerques y los cenuros. Mehlis dice que en los cestoides el intestino, al principio simple, no tarda en bifurcarse. En los trematoides no hay ano, y el tubo intestinal se divide al modo de un vaso, aunque estos animales, por ejemplo los dístomos, poseen, al parecer, otro sistema vascular que se aboca á la estremidad posterior, y que comunica quizá con las ramificaciones mas delgadas del tubo ali-

(1) HEMPRICH y EHRENBURG, *Symbolæ physicae*. Berlin, 1832. — Consúltese á MEYEN, *Isis*, 1828, *Nov. act. nat. cur.*, t. XVI, *suppl.*

menticio (1). En los acantocéfalos falta el ano, y el intestino bilobado se termina en fondo de saco. Los nematoides tienen un intestino utriculiforme con una boca y un ano situados al lado opuesto uno de otro. En los vermes de agua dulce y de agua salada, que se aproximan mucho á los entozoarios, y sobre todo á los trimatodes (*Planaria*, *Prostoma*, *Derostoma* &c.), se encuentran tambien diferencias muy notables. Los *Prostoma* y *Derostoma* tienen un intestino simple, con una boca y un ano, al paso que los plenarios tienen un intestino ramificado, sin ano, con una boca colocada en la cara inferior del cuerpo.

En la clase de los radiarios el intestino es á veces completo, con la boca y ano, como en los holotarios, ursinos y crinoides; en los holotarios, la boca ocupa un extremo del cuerpo y el ano el otro; en los ursinos, la boca está situada en medio de la cara inferior, y el ano unas veces en el vértice, como en el *Echinus*, y otras en el borde, como en el *Spatangus*; en los crinoides, tales como los comátulos, la boca y el ano se ven en el lado ventral. La mayor parte de los asterides carecen de ano (ofiuos, *Astropecten*, *Luidia*, *Ctenodiscus*); todos los otros asterides tienen uno en el lado dorsal (2). En los ofiuos, el estómago se limita al disco, mientras que en las astorios envia prolongaciones ramosas y en fondo de saco á los brazos.

El tubo intestinal de los anélides, de los crustáceos, de los arágnides y de los insectos tiene siempre boca y ano; pero su organizacion presenta siempre una multitud de variedades. Solo citaré, como hechos notables, el modo como el intestino, sumamente corto, de los *Phalangium* se encuentra agrandado por divertículos en forma de ciegos, el aparato dentario que hay en el estómago de los cangrejos y de muchos insectos (ortópteros), y por último la complicacion del estómago en algunos insectos carnívoros. En general, el tubo intestinal de los insectos se compone del esófago, de un buche, que sin embargo, solo pertenece á algunos heminópte-

(1) MEHLIS, *De distomate hepatico et lanceolato*. Gœttingue, 1825.—LAURER, *Disquis. anat. de amphistomo conico*. Gripsvald, 1830.

(2) MULLER y TROSCHER, en WSEGMANN'S *Archiv*, t. VI, p. 318.

ros, á los lepidópteros y á los dípteros, de una molleja musculosa provista de dientes ó de láminas córneas en su interior, que se encuentra en los coleópteros carnarios y en la mayor parte de los ortópteros de la porcion de intestino en que se forma el quilo, y que se estiende hasta la insercion de los vasos de Malpigio, llamados vulgarmente conductos biliares, en fin, del intestino terminal que se estiende desde este último punto hasta el ano.

En los animales vertebrados el estómago no es por lo comun mas que una simple dilatacion del intestino. Este último, generalmente corto en los pescados, tiene á veces compensada su falta de longitud por eminencias de su membrana mucosa; así, en las rayas y en las lijas, su pared interna forma una válvula espiral estendida desde el estómago hasta el ano. Este último en los pescados se encuentra colocado las mas veces delante del orificio de los órganos genito-urinares.

El estómago de las aves ofrece una complicacion que no se encuentra todavía en los pescados y los reptiles. A mas de ser casi general en esta clase el ver en el esófago un apéndice sacciforme, el *buche*, en el cual los alimentos sufren un reblandecimiento preliminar, y que no falta mas que en los trepadores, los zancudos, los palmípedes, los insectívoros y los estrucionianos, el mismo estómago se divide en dos porciones, á saber el estómago glanduloso (*proventriculus*), dilatacion del cardias cuyas paredes encierran, entre las túnicas musculosa y mucosa, una capa entera de folículos glandulares y el estómago musculoso ó *molleja*, que sucede inmediatamente al anterior. En las aves carnívoras, las paredes de la molleja son delgadas; pero tienen mucho grosor en las herbívoras, en quienes la capa muscular forma dos enormes planos carnosos, cuya membrana mucosa está cubierta de una gruesa capa de epitelio calloso. El intestino grueso, corto y estrecho, tiene en su origen dos ciegos que tienen mucha longitud sobre todo en las aves destinadas á vivir de vegetales. El recto se abre, como en los reptiles, en la cloaca en union de los conductos escretorios de los órganos urinares y genitales.

En los mamíferos hay una diferencia importante que establecer entre los herbívoros y los carnívoros. El estómago glanduloso no constituye un órgano aparte, como en las aves, sino que está representado por una porcion de glándulas

que se advierten en el cardias de algunos mamíferos, tales como el castor, el fascolomo y otros (1).

En muchos roedores, como el hamster y el raton de agua, el estómago se divide ya en dos mitades. Hay tres compartimientos en el kanguroo gigante y aun cuatro en los perezosos. En la familia de los cuadrumanos, el somnolopiteco, segun Otto, y el *Colobus*, segun Owen, tienen un estómago compuesto de tres partes, una porcion cardiaca, de paredes simples y lisas, otra en forma de saco muy ancha, y un largo conducto semejante al intestino grueso. En los ruminantes siempre está formado el estómago de cuatro porciones. Sin embargo, la complicacion del estómago no es un carácter general en los mamíferos herbívoros; porque el de los solípedes es simple, y lo único que en él anuncia la existencia de muchas porciones, es que la mas próxima al cardias está tapizada por el epitelio del esófago. El estómago de los paquidermos es simple, ésepto en el pécarí y el hipopótamo, que le tienen guarnecido de apéndices particulares ó de dilataciones sacciformes. En los ruminantes que tienen cuatro estómagos, solo el último se parece al de los otros mamíferos por la naturaleza ácida de su secrecion; los tres anteriores que todavía se hallan cubiertos de epitelio, no pueden considerarse sino como comportamientos de la porcion cardiaca del esófago y del estómago, destinados á producir un reblandecimiento previo en la alimentacion vegetal. Entre estas tres porciones la primera; que se llama *panza*, y que es muy grande, se hace notar por las numerosas eminencias complanadas de su superficie interna, los alimentos sufren en ella pocos cambios y estan abandonados á la accion de la saliva; la segunda, mas pequeña y que comunica con la precedente por una ancha abertura, lleva el nombre de *bonete*, y su membrana interna ofrece pliegues celuliformes dentados; la tercera ó el *librillo*, debe su nombre al gran número de pliegues longitudinales y prominentes de su membrana interna, que se parecen á las hojas de un libro. El forrage, despues de haber sido reblandecido en los dos primeros estómagos, vuelve á pasar al esófago y á la boca, y luego que ha sufrido segunda masticacion, que constituye

(1) HOME, *Lectures on comparative anatomy*, vol. II.—MULLER, *De glandul. struct.*, tab. I, fig. 9-10.

el acto de la rumiacion, pasa del esófago al tercer estómago y de este por una abertura mas estrecha al cuarto, el *cuajar*, que tiene una membrana mucosa mas blanda y una forma prolongada casi semejante á la de un intestino. Cerrando el animal el conducto por el cual la panza y el bonete se comunican con el esófago, permite al bolo alimenticio pasar directamente de este al tercer estómago (1). En la familia de los cetáceos el estómago es complicado, tanto en los herbívoros como en los carnívoros: el manati, que vive de vegetales tiene, el suyo provisto de muchos sacos, y el de la ballena que es carnívora, tiene cinco departamentos y mas.

El tubo digestivo es en general mucho mas corto en los mamíferos carnívoros, y la diferencia es menos sensible entre el intestino delgado y el grueso. Al contrario, el colon es muy amplio y largo en la mayor parte de los herbívoros. El ciego presenta tambien diferencias notables que se refieren casi siempre al género de alimentacion. Generalmente hablando, este intestino es muy pequeño en los carnívoros, y muy largo en los solípedes, los ruminantes y la mayor parte de los roedores: tiene, por ejemplo, dos pies en el castor y dos y medio en el caballo. El *dasiuro*, entre los marsupiales, no ofrece el menor vestigio ni de ciego ni de distincion entre el intestino grueso y el delgado.

Los mamíferos herbívoros suministran ejemplos del paso de la alimentacion animal á la vegetal, puesto que despues de su nacimiento viven de la leche materna; el primer estómago de los ruminantes es pequeño mientras dura la lactancia. Los cambios que el intestino de las ranas experimenta por efecto de las metamórfosis son mas considerables; los renacuajos tienen un tubo intestinal extraordinario y parecen vivir principalmente de vegetales.

El resultado mas general de este exámen superficial, cuyos detalles pertenecen á la anatomía comparada, es que la digestion de los vegetales exige comparativamente mas aparato que la de las sustancias animales. La relacion íntima que hay entre toda la organizacion de un animal y su género de alimentacion ha sido pintada con tanta exactitud

(1) FLOURENS, *Mémoires d'anatomie et de physiol. comparées*, París, 1843, p. 30.

por Cuvier, que no puedo resistir al placer de citar aquí las propias palabras de este ilustre naturalista.

"Todo ser organizado forma un conjunto, un sistema único y cerrado cuyas partes se corresponden mutuamente y concurren á la misma accion definitiva por una reaccion recíproca. Ninguna de estas partes puede cambiar sin que tambien lo verifiquen las otras, y por consiguiente cada una de ellas, tomada por separado, indica y da todas las demás: así que, si los intestinos de un animal estan organizados de modo que no digieren mas que la carne y carne fresca, es preciso que sus mandíbulas esten construidas tambien para devorar una presa; sus garras para cogerla y despedazarla; sus dientes para cortarla y dividirla; todo el sistema de sus órganos de movimiento para perseguirla y alcanzarla; sus órganos de los sentidos para percibirla á lo lejos; y aun es preciso que la naturaleza haya colocado en su cerebro el instinto necesario para saber ocultarse y armar lazos á sus víctimas. Tales son las condiciones generales del régimen carnívoro: todo animal destinado á este régimen ha de tenerlas infaliblemente, porque sin ellas no hubiera podido subsistir su raza; pero bajo estas condiciones generales las hay particulares, relativas al grandor, á la especie, á la permanencia de la presa para la cual está dispuesto el animal; y de cada una de estas condiciones particulares resultan modificaciones de detalle en las formas que se derivan de las condiciones generales; y así, se hallan espresados en la forma de cada parte no solo la clase, sino el orden, el género y hasta la especie. En efecto, para que la mandíbula pueda coger, necesita cierta forma de cóndilo, cierta relacion entre la posicion de la resistencia y la de la potencia con el punto de apoyo, cierto volúmen en el músculo crotáfites que exige cierta estension en la fosa que le recibe y cierta convexidad del arco cigomático, debajo de la cual pasa; este arco cigomático debe tener tambien cierta fuerza para dar apoyo al músculo masétero. Para que el animal pueda llevar su presa, necesita cierto vigor en los músculos que levantan su cabeza, de donde resulta una forma determinada en las vértebras en que estos músculos tienen sus inserciones y en el occipucio en donde se insertan. Para que los dientes puedan cortar la carne, es preciso que sean cortantes, y que lo sean mas ó menos, segun que tengan que cortar mas ó menos esclu-

sivamente la carne. Su base deberá ser tanto mas sólida cuantos mas huesos tengan que romper y mas gruesos sean estos. Todas estas circunstancias influirán tambien en el desarrollo de todas las partes que sirven para mover la mandíbula. Para que las garras puedan coger esta presa, será preciso cierta movilidad en los dedos y cierta fuerza en las uñas, de donde resultarán formas determinadas en todas las falanges y distribuciones necesarias de músculos y tendones; será preciso que el antebrazo tenga cierta facilidad en volverse, resultando tambien de aquí formas determinadas en los huesos que le componen; pero articulándose estos con el húmero, no pueden cambiar de forma sin producir cambios en este. Los huesos del hombro deberán tener cierto grado de solidez en los animales que emplean sus brazos para coger, y de aquí resultarán tambien para ellos formas particulares: el juego de todas estas partes exigirá en todos sus músculos ciertas proporciones y las impresiones de estos músculos así proporcionadas determinarán mas particularmente las formas de los huesos.. En suma, la forma del diente indica la del cóndilo; la del omóplato, la de las uñas, así como la ecuacion de una curva incluye todas sus propiedades; del mismo modo que tomando separadamente cada propiedad para base de una ecuacion particular, hallaríamos la ecuacion ordinaria y todas las otras propiedades cualesquiera que ellas fuesen, así tambien la uña, el omóplato, el cóndilo, el fémur y todos los otros huesos, tomados cada uno por separado, dan el diente ó se dan recíprocamente; y empezando por cada uno de ellos, el que posea racionalmente las leyes de la economía orgánica, podrá reconstituir todo el animal" (1).

Membrana interna del intestino.

Al tratar del origen de los vasos linfáticos he hablado de la estructura de las vellosidades intestinales y del papel que desempeñan en la absorcion. Aquí debo mencionar tambien las glándulas que estan alojadas en la membrana mu-

(1) *Discours sur les révolutions de la surface du globe*, París, 1840, p. 98.

cosa del intestino delgado. Distingúense tres especies de estas glándulas:

1.^o *Las glándulas de Lieberkuhn.* Son los innumerables agujeritos ó depresiones perceptibles tan solo con la lente, unidos unos á otros en toda la longitud del intestino delgado, y que cuando se emplea un antejo de aumento suficiente dan á la membrana mucosa el aspecto de una criba.

2.^o *Las glándulas de Brunnero.* Solo existen en el duodeno, en el cual forman una capa de glándulas compuestas.

3.^o *Las glándulas de Peyero.* Estos órganos que siempre ocupan la porcion del intestino opuesta á la insercion del mesenterio, son hasta el dia un enigma. La Memoria de Rudolphi (1) no nos ha dado á conocer mas que los caracteres mas generales de las diferencias de forma que ofrecen estos puntos de la membrana mucosa que son casi siempre ovals y mas gruesos. Como estas glándulas han adquirido grande importancia en estos últimos tiempos por las lesiones morbosas á que estan sujetas, especialmente las pústulas y las alteraciones que en ellas se desarrollan en la fiebre tifoidea, era necesario adquirir un conocimiento exacto de su estructura, para saber en último resultado cuáles son las partes que entonces sufren cambios morbosos, y en qué consisten estos cambios.

Para estudiar las glándulas de Peyero, hay que elegir el intestino de un hombre enteramente sano; por consiguiente el de un sugeto que haya sucumbido á una muerte repentina; porque cambian mucho en una multitud de enfermedades crónicas, sobre todo las del tubo intestinal, y si se las examinase en tales circunstancias, nos formaríamos una idea muy distinta de lo que son en el estado normal. Siempre que se parecen á celulitas colocadas unas al lado de otras, el tubo alimenticio no estaba sano, en atencion á que en el estado de salud nada tienen de comun con células abiertas ó folículos.

Si se examina el fondo de la membrana mucosa de las glándulas de Peyero entre las vellosidades que reposan sobre ella, se reconoce que los agujeritos (glándulas de Lieberkuhn) de que está sembrada esta membrana en toda la

(1) *Anat. physiol. Abhandlungen.* Berlin, 1802.

estension del intestino delgado, existen igualmente aquí en gran número entre las vellosidades, sin que difieran en nada de lo que son en el resto del tubo. Pero tambien se descubren entre las vellosidades partes blancas y redondeadas de la membrana mucosa que tienen mas estension, pues su latitud es de una línea: estas partes, mas prominentes en el hombre, lo son tambien en los animales, y se parecen á las papilas blancas; en otros casos tienen alguna analogía con las papilas caliciformes de la lengua; porque (por ejemplo en el conejo y el gato) estan rodeadas de un surco circular, y presentan una superficie mas plana. En el hombre apenas sobresalen de la membrana mucosa y carecen de surco. En todos los casos estan rodeadas de una corona de aberturas que se parecen enteramente á los agujeritos que se encuentran entre las vellosidades en el resto de la membrana, ó á las glándulas microscópicas de Lieberkahn. Yo las he representado segun el gato (1), en el cual se nota de particular que al rededor de la corona de aberturas se marca un pliegue muy fino en forma de vaina. Boehm ha examinado su estructura en un gran número de animales y en el hombre, y ha encontrado que estos cuerpos son siempre cápsulas huecas. Su contenido es un líquido blanquecino en el cual nadan muchos glóbulos menores que los corpúsculos del moco. Todos los esfuerzos que se han hecho para esprimir de ellos una secrecion ó para demostrar en ellos una estructura folicular han sido infructuosos: la presion tampoco hace salir nada por las aberturas redondas (2).

Síguese de aquí que las glándulas de Peyero no contienen folículos con anchas aberturas ni células. Todavía se ignora lo que son estos saquitos. Solo por la destruccion de la superficie de los puntos blancos y desprovistos de poros, es como se producen los folículos y células que se perciben

(1) *De gland. struct.*, tab. I, fig. 11.

(2) BOEHM, *De structura glandularum intestinalium penitiori*, Berlin, 1834.—Sin embargo, habia segun Krause, una comunicacion entre las paredes y las cápsulas, de suerte que esto reclama todavía nuevas observaciones. No me es posible distinguir de las glándulas ó poros ordinarios de Lieberkuhn, los poros que rodean las cápsulas.

con tanta facilidad y frecuencia en los casos de enfermedad (1).

CAPITULO III.

DE LOS MOVIMIENTOS DEL TUBO ALIMENTICIO.

La túnica muscular del conducto intestinal es del número de las partes sometidas al gran simpático. El sistema nervioso de los movimientos voluntarios no tiene influencia inmediata sobre ella: solo ejerce una limitada que se manifiesta por las numerosas simpatías del aparato digestivo

(1) Estudiando la membrana mucosa de un tubo intestinal sometido á una inyección continua de agua, Lacauchie (*Etudes hydrotomiques et microscopiques*. Paris, 1844) ha conseguido desentrañar su testura. Esta membrana tanto en el estómago como en los intestinos, está formada en su mayor parte de un número inmenso de tubos, muy largos y estrechos en el estómago, mas estrechos y mas cortos en los intestinos, pero tan cortos en el hombre, que examinando la membrana adherida á las otras túnicas, y aun despues de haberla lavado, no ha sido posible ver su cuerpo, y solo se han percibido los orificios indicados por Ruysch. Galeati fue el primero que notó estos tubos, que constituyen las glándulas de Lieberkuhn, y que Lacauchie propone llamar *glándulas digestivas*, porque las mira como los órganos secretorios de los jugos disolventes necesarios á la digestión. En los intestinos gruesos se encuentran además *glándulas solitarias*, folículos mucíparos tanto mas numerosos cuanto mas se aproximan á la estremidad terminal del recto. Cada uno de estos folículos, es un cuerpecito laticular, hueco y abierto en la cara que corresponde á la cavidad del intestino. Perdido en medio de las glándulas digestivas, se conserva á su nivel por dentro, mientras que por fuera, es decir, por su cara adherente, sobresale de ellas y se incrusta en la túnica fibrosa que se deprime para recibirlos. En el intestino delgado se notan: 1.º las *glándulas digestivas*, tubitos menos aproximados unos á otros que en el intestino grueso, y mas numerosos que las vellosidades; 2.º las *glándulas solitarias*, mas numerosas y mas desarrolladas tambien, que se encuentran principalmente en el duodeno ó cerca de la válvula ileo-canal; 3.º las *glándulas agmineas*, ó de *Peyero*, chapas impresas, tanto mas numerosas cuanto mas se acercan al fin del intestino delgado, y colocadas siempre en la línea de la mucosa que corresponde al borde libre del tu-

con el cerebro y la medula espinal. El principio y terminacion de este aparato son las únicas partes dotadas de músculos que obedecen al sistema cerebro-espinal, y por consiguiente estan sujetos á las órdenes de la voluntad. Por un lado son los músculos de la boca, de la masticacion y de la deglucion, y por el otro los del ano. La faringe se mueve todavía voluntariamente, pero no el esófago ni el estómago, aunque ambos reciben los nervios del par vago.

Todavía no se ha dado la esplicacion de este hecho. La estructura de las fibras musculares de estos órganos no es la misma, porque los músculos de la faringe tienen fibras primitivas nudosas y manojos primitivos trasversales, lo cual no se ve en el resto del tubo intestinal. Pero tambien puede atribuirse el fenómeno á una diferencia en el influjo nervioso: 1.^o admitiendo que la parte inferior del par vago, que forma los plexos esofágicos, pierde su carácter de nervio sujeto á la voluntad por su mezcla con los filetes del gran simpático que vienen á unirse con él, tanto en el trayecto del nervio recurrente como en el mismo estómago; 2.^o adop-

bo intestinal, excepto en la parte inferior del ileon en que forman un círculo irregular, pero completo, en la superficie izquierda de la válvula de Bauhin. Todas las chapas de cierta estension, estan prolongadas en el sentido del eje mayor del intestino; las menores guardan con bastante regularidad la forma circular. El órgano esencial de cada una, es un foliculito, diez á quince veces mas grueso que una glándula de Lieberkuhn, que se abre por un orificio ancho, perceptible á simple vista y en el cual se introduce fácilmente la punta de una aguja. Este foliculo forma debajo de la mucosa, una eminencia que sobresale de todos los otros órganos constituyentes de esta membrana y está muy adherido á la hoja subyacente. No hay glándulas agmíneas en las válvulas conniventes; 4.^o las *glándulas de Brunnero* no existen en el hombre mas que en la longitud del duodeno; son muy numerosas y estan muy aproximadas unas á otras. Cada una de ellas se presenta en forma de una masa pequeña blanquecina colocada en la capa celular submucosa. Vista con el microscopio, se parece á un racimo con un conducto escretor bastante largo que atraviesa la membrana mucosa para abrirse en la superficie por un orificio muy estrecho imperceptible á simple vista. Ignórase el papel fisiológico de los jugos segregados por las glándulas agmíneas y por las de Brunnero.

(N. del T. F.)

tando la hipótesis de Arnold, de Scarpa y de Bischoff (1), los cuales creen que la fuerza motriz del par vago no le pertenece originalmente; que este par es por sí mismo un nervio puramente sensitivo, y que la fuerza motriz le viene del nervio accesorio por los nervios faríngeo y laríngeo. Sin embargo, la raíz del par vago contiene ya fibras motrices y cuando se le irrita, determina convulsiones de la faringe, fenómeno de que ya he hablado hace tiempo, y que Volkmann ha observado últimamente (2).

El influjo motriz del par vago sobre el esófago y estómago no solo está fuera de la voluntad, sino que es limitado. Algunos observadores, Magendie, Volkmann y yo mismo, han demostrado que jamás se produce movimiento alguno en el estómago irritándole. Sin embargo, Tiedemann, Bischoff y Longet han visto lo contrario. Este último pretende que no se verifica el movimiento sino al cabo de algunos segundos, lo cual escita las partes sometidas al influjo del gran simpático (3).

(1) *Nervi accessorii anat. et physiol.* Heidelberg, 1832.

(2) *MULLER'S Archiv.* 1841, p. 347, 560.

(3) Longet, después de haber abierto el pecho y el abdomen de varios perros, irritó mecánica ó galvánicamente los cordones esofágicos del par vago, previamente separados del esófago (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 322). En cierto número de estos animales, sobrevinieron á veces contracciones, no instantáneamente sino al cabo de cinco ó seis segundos. El autor indicado ha visto á veces dividirse el órgano de este modo en dos porciones, la una pilórica y la otra esplénica, llegando á tal punto su coarctación que se hallaba como estrangulado por su parte media. En otros perros, los movimientos del estómago fueron difíciles de percibir y aun faltaron completamente á pesar de haber empleado el mismo modo de irritación. Buscando Longet la causa de esta diferencia, reconoció que si la irritación mecánica ó galvánica de los cordones esofágicos durante la quimificación, provoca en las paredes del estómago los movimientos mas intensos, estos son inapreciables á pesar de la irritación cuando la viscera está enteramente vacía, de donde dedujo que el par vago no tiene siempre la misma cantidad de fuerza nerviosa motriz, y que esta aumenta durante la digestión estomacal, hipótesis que parece poco satisfactoria. (*N. del T. F.*)

Deglucion.

La deglucion comprende tres actos. El primero hace caminar al bocado de alimentos entre la superficie de la lengua y la bóveda palatina, hasta detrás de los pilares anteriores del velo del paladar; el segundo le impele hasta los constrictores de la faringe, y el tercero determina su descenso al esófago. Estos tres actos se suceden con suma rapidéz. El primero se desempeña voluntariamente por los músculos de la lengua bajo el influjo del hipogloso; el segundo se verifica, á la verdad, por el concurso de músculos que obedecen á la voluntad, como los superiores é inferiores del velo palatino; mas no por eso deja de ser involuntaria, porque luego que un bocado de alimentos, una bocanada de bebida ó saliva ha pasado cierto punto de la lengua, se hace irresistible por efecto de un movimiento reflejo, porque el movimiento centrípeto propagado al cerebro por medio de la escitacion sensorial vuelve del encéfalo en una direccion centrífuga siguiendo el trayecto de las fibras motrices. El tercero se ejecuta involuntariamente por una serie de movimientos que jamás pueden depender de la voluntad.

El desempeño del segundo acto es una operacion muy complicada sobre la cual han emitido los autores opiniones muy diversas. Para comprenderla se necesita sobre todo tener una idea exacta de las situaciones que toman los pilares del velo del paladar en los diferentes movimientos de este órgano. Sábese que el velo palatino ofrece en cada lado dos especies de columnas (pilares) dispuestas en arco; los pilares anteriores estan formados por los músculos glosopalatinos, y los posteriores por los faringo-palatinos. Cada pilar anterior está separado del posterior por un espacio que aloja á la amígdala. Esta separacion es debida á que el pilar anterior se termina en los lados de la lengua y el posterior en los lados de la faringe, mientras que por arriba convergen uno hácia el otro hasta la campanilla que puede considerarse como su punto de partida. Segun Dzondi (1), los dos pilares anteriores hacen en union con la lengua el oficio de un músculo esfínter y con razon se les da el nombre de cons-

(1) *Die Functionen des weissen Gaumens.* Halle, 1831.

trictores del istmo de las fáuces. Los dos pilares posteriores producen el mismo efecto, cuando estan fijos por arriba y por abajo sus puntos de insercion; y como el velo del paladar está fijo por el músculo peristafilino esterno, cuando los dos pilares posteriores se aplican uno á otro en su parte inferior por la constrictcion de la misma faringe, la accion de los músculos faringo-palatinos debe hacer igualmente que se aproximen en toda su estension lo mismo que un par de cortinas, quedando de este modo el paso que dejan entre sí reducido á una especie de hendidura un poco mas ancha por abajo. Dzondi ha hecho ver que durante la deglucion los pilares se acercan uno á otro hasta el punto de llegar casi á tocarse. Si se explora el fondo de la garganta con el dedo cuando se quiere tragar, ó si despues de haberse colocado delante de un espejo y haber bajado la lengua, se hacen esfuerzos de deglucion, se ve que realmente se verifica esta aproximacion y que permite á los músculos faringo-estafilinos el producir un plano inclinado de delante atrás y de arriba abajo que se opone á que el bocado de alimentos se dirija hácia la parte superior de la faringe y la abertura posterior de las fosas nasales. Preséntase entonces relajada la campanilla y cuelga á lo largo [de la hendidura que todavía queda entre los pilares. He repetido estos esperimtot y los he encontrado exactos. Así pues, la mayor parte de los autores atribuyen sin razon la oclusion de las fosas nasales á la elevacion del velo del paladar, movimiento que no podria establecer una separacion completa entre las dos cavidades; el fenómeno es debido siempre á la aproximacion de los pilares posteriores.

Es cierto que Bidder (1) ha observado en un sugeto vivo, en quien una operacion permitia ver por las narices la superficie del velo del paladar, que este último se elevaba durante la deglucion hasta el punto de hacerse horizontal; mas no me parece que esto pueda producir un cambio esencial en el plano inclinado de los músculos faringo-palatinos, porque la elevacion del velo del paladar y la formacion de un pla-

(1) *Neue Beobachtungen ueber die Bewegungen des weichen Gaumens*. Dorpat, 1838.—Cons. á KOBELT en FRORIEP'S *Neue Notizen*, 1840, n.º 35, p. 220. C.-E. NOEGGEBATH, *De voce, lingua, respiratione, deglutitione observationes quædam*. Bonn, 1841.

no inclinado son dos fenómenos que no implican contradicción.

En el esófago, que no es susceptible de movimientos voluntarios, cada punto cuya ampliacion provoca el bocado es obligado por su presencia á contraerse; esta contraccion ondulatoria camina con suma rapidez, como podemos convencernos de ello en un caballo que bebe. Solo cuando los bocados son muy voluminosos, y los movimientos de deglucion demasiado próximos unos á otros, el movimiento se ejecuta con lentitud y la progresion del bolo causa dolor. Los bocados de alimentos y los tragos de líquido son envueltos á cada instante de paredes contractiles que se aplican inmediatamente sobre ellos; este fenómeno no se verifica en los moribundos cuando el esófago está ya paralizado porque entonces las bebidas le atraviesan produciendo un murmullo.

Los movimientos del tercer acto son puramente involuntarios. Dependen de fibras musculares del esófago que en ninguna circunstancia obedecen al imperio de la voluntad. Los músculos que obran durante el segundo son susceptibles de movimientos voluntarios, como los de la lengua, del velo del paladar y de la faringe; en efecto, con tal que la boca posterior esté húmeda se pueden ejercer movimientos de deglucion sin tomar alimento en la boca, aunque no es posible repetirlos muchas veces de seguido unos despues de otros. Tambien se puede provocar voluntariamente una parte de estos movimientos, por ejemplo la aproximacion de los pilares posteriores del velo del paladar, sin que para esto haya necesidad de tragar. Examinando el fondo de su garganta en un espejo, adquiere uno la conviccion de que, aun fuera del caso de deglucion, nuestra voluntad puede tener influencia en los músculos de la faringe; pero cuando muchos de estos movimientos, por ejemplo los de la lengua y pilares posteriores del velo palatino se ejecutan á la vez, ya sea por efecto de la voluntad ya por otra causa escitante, todos los músculos que pertenecen á la deglucion y los constrictores entran por sí mismos en accion, y la menor porcion de alimento, de saliva ó de bebida, que para cierto límite de la cavidad oral, debe ser tragada irresistiblemente (1).

(1) Los verdaderos ofidianos tienen las dos mitades de su

Durante la deglucion se eleva la laringe; y esta elevacion unida á la presion de delante atrás que ejerce la lengua, aplica la epiglotis á la entrada de la laringe, de modo que los alimentos no pueden entrar en esta última.

Magendie (1) ha confirmado lo que ya sabia Galeno, á saber, que la glotis se cierra durante la deglucion; pero ha aventurado demasiado sosteniendo, segun varios experimentos en animales, que la ablacion de la epiglotis no impide el desempeño de la funcion; pues, aun admitiendo que el hecho fuese cierto, los numerosos ejemplos que se conocen de tisis laríngea y los experimentos de Reichet (2) demuestran que la pérdida de la epiglotis ocasiona grande dificultad en la deglucion (3).

mandíbula inferior, y hasta cierto punto tambien las de la superior, susceptibles de separarse una de otra. Además los largos huesos articulares de su mandíbula inferior, que cuelgan de huesos temporales movibles, permiten á la faringe adquirir dimensiones enormes. De consiguiente, aquí es debida la deglucion, como lo ha dicho muy bien Rudolphi, á que los órganos encargados de desempeñarla se amoldan por sí mismos á la presa que se trata de engullir.

(1) *Mém. sur l'usage de l'épiglotte dans la deglutition.* Paris, 1813.

(2) *De usu epiglottidis.* Berlin, 1816.

(3) RUDOLPHI. *Physiologie*, t. II, p. 378.—LUND, *Vivisectionem*, Copenhague, 1825, p. 9.—Longet (*Arch. gén. de méd.*, 1844) ha reconocido despues de la escision de la epiglotis en los perros, que si los alimentos sólidos pasan fácilmente, no sucede lo mismo con los líquidos, cuya deglucion es seguida de una tos convulsiva. Refiere muchos hechos patológicos en apoyo de esta asercion y concluye que no ha habido razon para mirar á la epiglotis como necesaria á la deglucion. Este órgano sirve, dice, para dirigir por los dos surcos de la laringe las gotas de líquido que despues de la deglucion fluyen á lo largo del plano inclinado de la base de la lengua, y para prevenir su caída en el vestibulo supra-epiglótico. Ha comprobado además que en el segundo tiempo de la deglucion, en el vómito y en la rumiacion, la oclusion de la glotis continúa efectuándose despues de la parálisis de todos los músculos intrínsecos de la laringe por la accion de los constrictores inferiores de la laringe y de los palato-faríngeos, de donde resulta que los movimientos de la glotis que acompañan á estos tres actos, estan sujetos á otros agentes musculares que los que estrechan este orificio durante la produccion de los fenómenos vocales y respiratorios. (*N. del T. F.*)

En los cetáceos la parte superior de la laringe, que afecta aquí las formas de un pico, se levanta hácia las cavidades nasales, y los alimentos comprimidos por la lengua, bajan por los lados de la laringe para llegar á la faringe.

El velo del paladar, y generalmente tambien la epiglotis, faltan en los animales que no pertenecen á la clase de los mamíferos.

Movimientos del esófago.

Magendie ha observado, y yo he comprobado el hecho, que la parte inferior del esófago ejecuta contracciones rítmicas fuera del tiempo de la deglucion. Estas contracciones se dirigen hácia el cardias y son rápidas; duran sobre medio minuto, y segun el autor citado, se prolongan tanto mas (hasta diez minutos), cuanto mas lleno está el estómago. Son reemplazadas poco á poco por un estado de relajacion que no tarda en ser seguido de una nueva contraccion. Magendie no ha podido conseguir que durante esta última pasase al esófago nada de lo contenido en el estómago. En la relajacion de los líquidos se deslizan por su propio peso. Lo que de este modo llegaba al estómago era arrojado en seguida (lo cual sucedia rara vez) ó caia al estómago por las contracciones del conducto (que era lo mas comun). De consiguiente no debemos representarnos el cardias cerrado siempre con la misma fuerza. La relajacion parece ser mas frecuente todavía en el caso de dispepsia y da razon de los fenómenos de la erupcion y regurgitacion, ya sea que las contracciones del estómago arrojen el contenido de la víscera en el momento de la abertura del cardias, ó que el achicamiento de la cavidad abdominal, consecuencia de la accion del diafragma, ejerza una compresion sobre el estómago.

Los esperimentos de Magendie, Legallois y Beclard han demostrado que durante el vómito, el esófago ejecuta un movimiento antiperistáltico, es decir, contrario al que se verifica durante la deglucion. Despues de haber inyectado emético en las venas, han visto continuar las contracciones de este conducto, aun quando habia sido separado del estómago.

Movimientos del estómago.

Tan enérgicas son las contracciones de la robusta molleja de las aves granívoras, y tan poderosa es la accion de los dientes que guarnecen el estómago de un gran número de crustáceos y de ortópteros, como débiles por otra parte los movimientos del estómago membranoso en el estado de salud. A la verdad, cuando se abre un perro ó un conejo vivo, se ve que las paredes de la víscera no forman una cubierta flácida á su contenido; mas no por eso dejaban de formar un contraste chocante con los movimientos peristálticos continuos de los intestinos, movimientos que escita principalmente la accion irritante del aire atmosférico. Sin embargo, la accion del estómago debe ser mas enérgica en los animales en que los egagrópilos, formados de los pelos que estos seres tragan, demuestran muchas veces vestigios sensibles de un movimiento de torsion ó de circundacion.

Síguese de aquí que se padece una equivocacion no pequeña cuando se atribuye á los movimientos del estómago una grande influencia en la conminucion de los alimentos. Nunca he visto distintamente los movimientos peristálticos de esta víscera (1); razon por la cual voy á dar su descripcion segun Magendie. Durante los primeros tiempos de la digestion, el estómago queda uniformemente distendido, y mas tarde la porcion pilórica se contrae en toda su estension: allí es donde se acumulan los alimentos convertidos en quimo, mientras que aquellas cuya alteracion no ha pasado tan adelante permanecen en la porcion esplénica. Los movimientos peristálticos persisten, segun Magendie, aun despues de la seccion del par vago (2). He aquí en qué con-

(1) Habiendo observado Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 318) que son mas manifiestas al fin de la quimificacion, cree que los que no los han visto, los han buscado demasiado pronto despues de la ingestion de los alimentos. Este autor los ha encontrado algunas veces muy marcados, sobre todo hácia el píloro, á pesar de que por lo comun se producen, aun en este punto, de un modo lento y poco sensible. (*N. del T. F.*)

(2) Bernardo de Villafranca ha reconocido positivamente lo contrario, como se verá mas adelante.

sisten : despues que el estómago ha permanecido algun tiempo inmóvil, el principio del duodeno se contrae, así como el píloro y la porcion pilórica; este movimiento impele el quimo hácia el duodeno, y franquea el píloro cuando los alimentos han sufrido una disolucion suficiente en el estómago. Los movimientos se repiten muchas veces; despues de lo cual cesan, para repetirse al cabo de un tiempo determinado. Cuando el estómago está lleno, el movimiento se limita á la parte mas inmediata al píloro; á proporcion que la víscera se vacia, el movimiento se estiende y concluye por llegar tambien á la porcion esplénica cuando el estómago está casi vacío.

Beaumont ha observado los movimientos del estómago en un hombre, que, á consecuencia de un balazo, llevaba una ancha fistula estomacal, cuyos bordes se adherian al bajo vientre (1). Fuera de la digestion, el estómago se halla contraido. Luego que los alimentos llegan á su interior se mueve de izquierda á derecha á lo largo de su corvadura mayor, y despues de derecha á izquierda á lo largo de su corvadura menor. Este autor ha reconocido que, al parecer, parten fibras circulares situadas á cuatro ó cinco pulgadas de la estremidad del píloro, y que estas fibras á que da el nombre de ligamento trasversal, producen entonces una especie de estrangulacion. Cuando al fin de la digestion introducía la bola de un termómetro en esta region, encontraba una resistencia debida á un principio de contraccion, pero no tarda en ceder; entonces la bola era atraída unas cuatro ó cinco pulgadas hácia el píloro con cierta fuerza, y en seguida empujada hácia fuera con un lijero movimiento de torsion, y que algunas veces llegaba hasta hacerle describir una revolucion entera: si dejaba libre el instrumento, le veia penetrar hasta un pie de profundidad, de congruente, muy adelante en el duodeno, costándole entonces trabajo sacarle; pero al cabo de algunos minutos el tubo salia espontáneamente cuatro ó cinco pulgadas y era fácil de sacarle enteramente. Cuando se le introducía á la izquierda del ligamento trasversal, se le podia mover en todos sentidos y se inclinaba la mayor parte de veces hácia el

(1) *Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion.* Boston, 1834.

fondo de saco, sin ser atraído y retenido como sucedía en el lado derecho. En este lado cada movimiento hacía el intestino duraba de dos á cinco minutos poco mas ó menos; durante el movimiento en sentido inverso, cuya duracion era la misma, el ligamento trasversal se relajaba y era impelido el quimo hacía el fondo de saco, en donde no tardaba en recibir una direccion opuesta. Estos movimientos se repetian hasta que se vaciaba la víscera.

El píloro parece estar enteramente cerrado al principio de la digestion; y su oclusion puede ser bastante fuerte para que, segun Wepfer, Tiedemann y Gmelin, no deje escapar nada, aun despues que el estómago ha sido separado del cuerpo. Abernethy sostiene que en el hombre, aun las bebidas le franquean con dificultad. En una persona que se habia envenenado con opio y que antes de morir habia bebido mucho, encontró todavía en el estómago la totalidad del líquido. Segun Magendie, el estómago absorbe la mayor parte de las bebidas; sin embargo, en el caballo, no solo atraviesa el agua con rapidez el píloro para llegar hasta el estenso ciego, sino que tambien le franquea una porcion del forrage antes de haber sido disuelto. Coleman hizo beber mucha agua á un caballo; y á los seis minutos halló que habia llegado hasta el ciego (1). Al fin de la digestion parece que opone menos resistencia esta abertura; pues sabemos que se abre, aun para dar paso á cosas no digeridas, tales como huesos de cerezas y otros cuerpos mas voluminosos todavía. Home pretende que el estómago no se estrecha en su parte media durante la digestion; Tiedemann no ha visto cosa semejante en los perros, ni yo tampoco (2).

Rumiacion ó ruminacion.

En los animales ruminantes el esófago conduce inmediatamente á la panza y al bonete á la vez, pero se conti-

(1) ABERNETHY, *Physiol. lect.*, 180.

(2) Longet (*loc. cit.*, t. II, p. 319) ha observado muchas veces en perros esta coartacion, que sin embargo dista mucho de ser constante, y que Beclard (*V. RICHERAND, Physiologie*, 10.^a edicion, t. I, p. 241) han encontrado una vez en un hombre muerto de accidente algunos momentos despues de su caida.

(N. del T. F.)

núa tambien con el librillo por un medio conducto. Segun las observaciones de Flourens en la oveja (1), los alimentos, de cualquiera naturaleza que sean, llegan desde luego á los dos primeros estómagos á la vez, en donde son reblandecidos por la saliva y las secreciones de estos órganos; despues vuelven á la boca por una especie de erupcion, sufren en ella una nueva masticacion y son tragados segunda vez. Para conocer lo que sucede despues de esta segunda deglucion, imaginó el autor mencionado hacer un ano preternatural en cada estómago en animales diversos. La abertura, que podia cerrar, le prometia observar lo que pasaba en la víscera. Los alimentos rumiados bajan todavía en parte á la panza y al bonete, pero los mas siguen el medio conducto del esófago y pasan al librillo. Este autor esplica del modo siguiente el diverso camino que los alimentos siguen despues de la primera y segunda deglucion. En la primera, el bocado es voluminoso, distiende el esófago á espensas del medio conducto, y llega necesariamente al primer estómago. La segunda vez los alimentos son blandos, y no distendiendo el esófago, siguen el surco que presenta, lo cual no se opone á que una porcion pequeña pueda llegar tambien á la panza. Si las contracciones ritmicas que Magendie y yo hemos observado en la parte inferior del esófago se verifican tambien en los ruminantes, deben aproximar los labios del canal que conduce al librillo y trasformarle en conducto, que pueden atravesar los alimentos muy desmenzados, pero que no pueden menos de distender (2) los bocados voluminosos, como los de la primera deglucion.

Con respecto al vómito, ha encontrado Flourens que, si los dos primeros estómagos arrojan fácilmente los alimentos para que vayan á sufrir la ruminacion, el cuarto, por cuya accion se verifica el vómito propiamente dicho, con dificultad puede producir este movimiento (3).

(1) *Revue encyclop.*, 1831, p. 542.—*Mém. d'anat. et de physiol. comp.* 1844, p. 30.—*Cons.* la crítica de los experimentos de Flourens, en G.-C. HAUGNER. *Ueber die Magenoerdauung der Wiederkaeuer nach Versuchen.* Anclan, 1837.

(2) *Cons.* á BERTHOLD, *Beiträge zur anatomie.* Gëttin-gue, 1831.

(3) *Mém. de l'Acad. des sc.*, t. XII.

Vómito.

El vómito es un movimiento antiperistáltico del estómago (á veces tambien de una parte del intestino) y del esófago, acompañado de náuseas y de contracciones violentas de los músculos abdominales y diafragma. Puede ser provocado por toda escitacion viva que obre sobre la faringe, esófago, estómago ó tubo intestinal, ya inmediatamente, ya de un modo indirecto por el intermedio de los nervios; tambien puede sobrevenir espontáneamente cuando la circulacion lleva los agentes propios para estimular estos órganos. En efecto, el vómito es provocado por la titilacion de la faringe con una pluma ó con el dedo, y aun por la presencia de un bocado de alimentos que se detenga demasiado en esta parte, por todas las causas capaces de ejercer un estímulo mecánico ó químico en el estómago, por la inflamacion de esta víscera y del tubo intestinal, por una hernia estrangulada ó una invaginacion del intestino, por la irritacion del cerebro, por la cesacion del influjo cerebral á consecuencia de la seccion ó ligadura del par vago; á veces tambien por los movimientos que se asocian á la tos, por las heridas de cabeza y por la inyeccion del tártaro emético en las venas. Todos los estimulantes cuya aplicacion local es moderada, favorecen los movimientos peristálticos de las partes con que se ponen en relacion; invierten la direccion de estos movimientos cuando obran con mas intensidad, haciéndolos antiperistálticos, y determinan tambien por el consensus de los nervios movimientos en otras partes que concurren al vómito, aunque estas últimas no se hayan resentido de la irritacion primera. Segun Dzon-di, la situacion de los pilares posteriores del velo palatino es la misma en el vómito que en la deglucion; se acercan uno á otro para producir un plano inclinado desde el paladar hasta la pared posterior de la faringe; por esta razon la parte posterior del velo palatino se encuentra un poco elevada, al mismo tiempo que se acorta la campanilla por la accion de su músculo propio; de suerte, que las materias vomitadas tienen un camino abierto para llegar á la boca, evitando la nariz; sin embargo, no siempre se llena esta última condicion en atencion á que los pilares posteriores del velo palatino, aunque se aproximen uno á otro, dejan

todavía entre sí un espacio libre, que permite el paso á las materias desde la parte inferior de la faringe á la abertura posterior de las fosas nasales. Los animales carnívoros vomitan con facilidad, y muy difícilmente los caballos.

Bayle, Chirac, Senac y J. Hunter habian suscitado contra la participacion del estómago en el vómito varias dudas, que Haller se propuso destruir. Magendie las ha reproducido, sosteniendo que el estómago no toma parte alguna en el vómito, que este depende únicamente de la compresion que experimenta la viscera cuando se reduce la cavidad del vientre por la contraccion reunida de los músculos abdominales y diafragma. Asegura no haber visto jamás contraerse el estómago en los perros, en cuyo ventrículo y venas se habia introducido un vomitivo: cuando se sacaba el órgano del abdómen, no se verificaba el vómito, pero sobrevenia tan luego como se le volvia á su situacion natural. La presion con la mano reemplazaba á los músculos abdominales, y cuando estos habian sido cortados, el diafragma efectuaba todavía el vómito con el auxilio de la linea blanca. La seccion de los nervios diafragmáticos impedia que se manifestase. Cuando se reemplazaba el estómago con una vejiga de cerdo ligada al esófago, sobrevenia el vómito por las mismas causas que obran estando sano el estómago. Maingault se levantó contra estas aserciones; habia observado el vómito despues de la seccion del diafragma y de los músculos abdominales, y su oposicion dió lugar á nuevas investigaciones. La comision de la Academia observó que sin una presion exterior sobre el estómago, no hay vómito, pero que esta presion no necesita ser fuerte; que despues de la seccion de los músculos del bajo vientre y la parálisis del diafragma, los líquidos pueden subir al esófago por el solo efecto de la aproximacion de las costillas inferiores en la region epigástrica; el mismo estómago, á escepcion de las contracciones circulares independientes del vómito á la region del píloro, no le ofreció el menor vestigio de movimiento, al paso que Rudolphi los ha observado aun despues de la seccion de los músculos del bajo vientre (1).

(1) Se puede consultar la obra de Longet para conocer los experimentos de Portal, Baurdon, Beclard y Merat contra la teoría de Magendie, y los de Rostan, Piedagnel y Gondret en favor de esta teoría. No han ilustrado mucho el estado de la cuestion.

El experimento de Magendie con una vejiga de cerdo nada prueba; y Rudolphi hace notar que la inyeccion del emético en las venas debe escitar al esófago á ejecutar movimientos peristálticos capaces de desocupar esta vejiga de su contenido, del cual, sin esto, solo saldria al exterior una porcion sumamente pequeña. Por otra parte, el mismo experimento queda sin ningun valor cuando se reflexiona que, siendo la contraccion del esófago en el cardias lo que impide que el contenido del estómago suba á dicho conducto, la seccion de este último en su union con la viscera debia destruir esta causa, de manera que todo el líquido, sea de la naturaleza que quiera, podia escaparse en seguida al menor esfuerzo. Una circunstancia importante, que no se ha apreciado hasta aquí, es la estrechez insensible que experimenta el estómago, cuyo volúmen disminuye sin que se perciban contracciones de ninguna de sus partes. He observado muchas veces este fenómeno en épocas en que no tenia lugar el vómito. Por lo demás, me parece indudable que el vómito ejecuta contracciones durante el vómito, porque se las percibe de un modo bien distinto; pero se ha exagerado el papel que entonces hace esta viscera, cuya irritacion puede transmitirse por simpatía á otros músculos, especialmente á los del bajo vientre y al diafragma. Esta transmision no es una simple congetura, porque he visto muchas veces á los músculos del bajo vientre contraerse cuando irritaba el nervio esplánico en el abdómen, en donde es muy fácil hallarle en los conejos al lado interno de las cápsulas suprarrenales. Y como este nervio establece una conexión entre el gran simpático y el plexo celiaco, como tambien el gran simpático, comunica con los nervios raquídeos, y por ellos con la medula espinal, se sigue de aquí que la irritacion del nervio esplánico puede transmitirse á los nervios raquídeos de los músculos del bajo vientre por el intermedio de la medula espinal, pudiendo estos músculos contraerse simpáticamente en las irritaciones del estómago por el intermedio del plexo celiaco y del nervio esplánico.

Esta observacion me hace parecer inverosímil la teoría que da Magendie del efecto de los vomitivos. Admite que estas sustancias, administradas por la via del estómago, empiezan por introducirse en la sangre, y que entonces afectan los órganos que concurren al vómito, como sucede cuando se inyecta una disolucion de emético en las venas.

Si el nervio esplánico puede excitar convulsiones en los músculos del bajo vientre, está casi probado que el vómito, á consecuencia de una dosis de vomitivo, resulta de la propagacion de la irritacion nerviosa, y no es posible explicar de otro modo el provocado por una irritacion mecánica del estómago, del intestino y de la faringe por la gastritis ó la enteritis (1).

Si es, pues, muy verosímil que cuando un vomitivo ha sido introducido en el estómago, los movimientos que caracterizan el vómito son el resultado de una simpatía nerviosa que tiene á la misma víscera por punto de partida, y, si además es cierto el hecho por lo concerniente á las irritaciones mecánicas de los órganos digestivos, la enteritis y gastritis, se pregunta, si determinado el vómito, el estómago y el intestino propagan la impresion por el par vago al cerebro, ó por los nervios gran simpático y esplánico al cerebro y á la medula espinal; de modo, que despues los movimientos cuyo concurso es necesario para producir el vómito, tengan lugar por la accion de los nervios raquídeos sobre los músculos abdominales y diafragma, cuyo punto de partida está en el cerebro y la medula espinal. La observacion precipitada sobre la aptitud del nervio esplánico para excitar convulsiones en los músculos del bajo vientre, prueba la parte que toma este nervio en la trasmision de que aquí se trata. El vómito, á consecuencia de una irritacion en la faringe, órgano en que principalmente se distribuyen ramos del par vago, atestigua igualmente que este participa de dicha trasmision. Es, pues, verosímil que la trasmision de la irritacion se verifica á la vez por el nervio esplánico y por el par vago cuando varios vomitivos obran sobre el estómago é intestinos.

El vómito que sucede á la seccion y á la ligadura del par vago (2) se explica del mismo modo. La ligadura de este nervio y tambien la contusion, inseparable de la seccion, obran sobre el cerebro, y como los extremos del cordón nervioso deben hacerse necesariamente el asiento de una inflamacion, la impresion que el extremo superior causa en el

(1) V. á MAGENDIE, en *Nouv. bul. de la Soc. philom.*, t. III, p. 360.—Art. VOMISSEMENT en *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. XV, p. 765.

(2) MAYER, en *TIEDEMAN'S Zeitschrift*, t. II, p. 62.

cerebro es la misma que la que se verifica cuando los filetes por los cuales el nervio termina en el estómago llegan á ser irritados en la gastritis, y el mismo fenómeno, es decir, el vómito sobreviene en ambos casos. La seccion de otros nervios, por ejemplo, la del nervio óptico en la estirpacion del globo del ojo, determina tambien algunas veces el vómito, que en este caso va acompañado de otros accidentes nerviosos.

Brachet cree que la trasmision de la impresion por los nervios vagos toma parte en el vómito, porque, dice, cualquiera que sea la dosis á que se administren los vomitivos y los purgantes en los perros, en quienes se ha practicado la seccion de estos nervios, la impresion es nula. Esta asercion está en contradiccion manifiesta con el hecho bien observado de que los perros vomitan espontáneamente despues de la operacion.

Aun se presenta una cuestion que resolver, la de saber cómo obran los vomitivos que llegan á la sangre sin haber pasado por el estómago. Este fenómeno es bastante oscuro, ó mejor, no tenemos hechos suficientes para dar razon de él. En el fondo, el resultado es el mismo, ya obre una irritacion sobre la superficie de un órgano ó inmediatamente sobre su parénquima por el intermedio de la sangre; porque, por ejemplo, el emético determina una gastritis, aunque se le haya puesto en contacto con órganos que no sean el estómago. Segun esto, pareceria que el emético introducido en la sangre obra por medio de los vasos sanguíneos sobre los órganos que efectuan el vómito. Mas aun nos queda la duda de saber si su accion se dirige á los escitadores orgánicos de los movimientos, el cerebro, la medula espinal y los nervios, ó inmediatamente á los mismos órganos movibles (1).

Movimientos del intestino.

Los movimientos vermiformes ó peristálticos del intestino, tan involuntarios como los del estómago, parecen débiles durante la vida, y no adquieren mas rapidez que en el caso de una irritacion nerviosa que se propaga al con-

(1) *Cons.* á BUDGE, *Die Lehre vom Erbrechen*, Bonn, 1840

ducto intestinal en la dispepsia, y especialmente en la diarrea. Apenas se los distingue en un animal cuyo cuerpo se acaba de abrir; pero la impresion del aire no tarda en comunicarles una vivacidad extraordinaria: los intestinos se elevan y deprimen, y hacen caminar su contenido generalmente de arriba abajo. Las contracciones ondulatorias se suceden á intervalos marcados. Si se hace obrar sobre el intestino una irritacion mecánica, química ó galvánica, se estrecha poco á poco en el punto en que recae esta última; la contraccion llega á su mas alto grado cuando ya ha obrado la irritacion, y disminuye en seguida tan gradualmente como se estableció. Cuando se dirige una fuerte corriente galvánica sobre el nervio esplánico ó sobre el plexo celíaco aislado, los movimientos adquieren mas fuerza; la seccion del par vago no los suprime, ni tampoco una lesion del gran simpático: persisten despues de la escision del tubo intestinal.

Recorriendo la longitud del conducto digestivo, el contenido de este órgano es despojado poco á poco de sus partes nutritivas por la absorcion, y el residuo, que constituye los escrementos, se hace cada vez mas consistente en el intestino grueso. El esfínter del ano está contraído continuamente excepto en el acto de la defecacion. Parece tener, como todos los músculos, un ligero grado de contraccion permanente, de lo cual se adquiere la prueba cuando se cortan los antagonistas de este órgano. Pero la acumulacion de los escrementos en el recto y la irritacion que en él determinan, contribuyen principalmente á aumentar la contraccion del esfínter, que persiste hasta que tiene que ceder á los esfuerzos que estas materias hacen para salir. La voluntad puede hacerla mas enérgica, mas no está en su mano el que cese. La espulsion de los escrementos, cuando estos últimos son blandos, puede á veces ser determinada por la sola contraccion involuntaria del recto sin el concurso de las paredes abdominales, como dicen haberlo visto Legallois y Beclard (1) despues de levantar los músculos del bajo vientre. Pero generalmente exige, por un lado, la accion de estos músculos y del diafragma para estrechar la cavi-

(1) *Bulletin de la faculté et de la soc. de médecine*, 1813, n.º 10.

dad ventral; y por otro, la del elevador del ano. Todos estos movimientos de músculos sometidos á la voluntad, se efectúan tambien de un modo involuntario y espasmódico, como el vómito cuando los escrementos ejercen en el recto una irritación prolongada y muy viva. Por otra parte, pueden estar paralizados por las enfermedades y las lesiones de la medula espinal y del cerebro; cuando entonces llega á relajarse el esfínter del ano, la defecación es involuntaria. Al contrario, un estreñimiento pertinaz es el resultado, tanto de una contracción espasmódica sostenida, como de la atonía del intestino grueso. Según Krimer, la sección de los nervios frénicos y la parálisis del diafragma no suprimen la defecación; pero esta no puede efectuarse ya en los perros cuando se destruyen los músculos del bajo vientre ó se corta la medula espinal entre las vértebras dorsales quinta y sexta.

CAPITULO IV.

DE LOS LIQUIDOS QUE SIRVEN Á LA DIGESTION.

Saliva.

La secreción salival parece efectuarse de un modo general en el reino animal, si se exceptúan los cetáceos y los pescados. Los insectos tienen utrículos, ciegos ó tubos encargados de desempeñarla. Los moluscos tienen uno ó muchos pares de glándulas salivales compuestas.

C. G. Mitscherlich ha publicado varias observaciones acerca de la cantidad de la saliva en uno que padecía una fístula del conducto de Stenon. El líquido deja de fluir cuando los músculos masticatorios y la lengua están en reposo perfecto y no há escitación nerviosa extraordinaria; en circunstancias opuestas sobreviene el flujo en mayor ó menor abundancia. La cantidad de saliva segregada en veinticuatro horas en un hombre sano, es de dos á tres onzas en una sola parótida: la que proviene de las otras cinco glándulas es seis veces mas considerable (1). Schultz ha obtenido en

(1) *Russl's Magazin*, 1832.

veinticuatro horas del conducto de Stenon del caballo cincuenta y cinco onzas y siete dracmas de saliva; doce despues de la primera comida, que duró dos horas, y once onzas y una dracma en las tres horas que mediaron entre esta comida y la siguiente (1).

Berzelius, Tiedemann, Gmelin y Mitscherlich han emprendido trabajos notables sobre la naturaleza química de la saliva del hombre y de los animales.

La saliva, tal como es arrojada de la boca, es un liquido misto compuesto de saliva propiamente dicha y de moco. Cuando se la recoge en un vaso de cristal alto y estrecho, y se la deja reposar, se divide en dos capas, de las cuales la superior está formada de un liquido claro, incoloro, un poco mucoso; y la inferior, del mismo liquido, mezclado con una masa blanca y opaca. Cuando se la agita con agua, el moco se divide en partículas, y en seguida cae completamente al fondo del vaso (2). Por el aspecto de las cualidades ácidas ó alcalinas no es siempre la misma. Tiedemann y Gmelin la han hallado en el hombre la mayor parte de veces lijeramente alcalina, algunas neutra y nunca ácida. Schultz la ha visto ácida en el hombre cuando habia permanecido mucho tiempo en la boca, y siempre alcalina en los niños. La saliva de los perros y ovejas, tal como fluye del conducto de Stenon, es alcalina segun Gmelin. C. H. Schultz la ha visto generalmente alcalina en el hombre; necesitaba una dracma de este liquido para saturar una gota de vinagre. Era igualmente alcalina en el caballo. Despues de saturada, se vuelve poco á poco alcalina segun se pretende. Mitscherlich la ha encontrado alcalina durante la bebida y comida, y aun despues del primer bocado: en cualquier otro tiempo era ácida. Schultz atribuye su alcalescencia al amoníaco; pero Mitscherlich asegura que cuando es fresca no da amoníaco, aun por la accion del calor, y que su álcali libre es fijo.

La saliva no contiene en sí misma ninguna sustancia dotada de testura orgánica; pero en la boca está mezclada con células epiteliales desprendidas de la cavidad oral y de los conductos salivales.

Segun Berzelius contiene menos de los tres cuarto de

(1) *De alimentorum concoctione*. Berlin, 1834.

(2) BERZELIUS, *Traité de chimie*, t. VII, p. 154. (1)

uno por ciento de sustancias disueltas. En los experimentos de Mitscherlich tenia un peso específico de 1,0061, á 1,0088: la del caballo, en los experimentos de Schultz, tenia uno de 1,0125.

El residuo de la desecacion de la saliva es trasparente. El alcohol estrae de él una corta cantidad de osmazono, con un poco de cloruro potásico y sódico y de lactato alcalino. La porcion que deja el menstuo es lijeramente alcalina y contiene sosa. Despues de separado el álcali, queda una mezcla de moco ($\frac{1}{3}$) y de una sustancia particular, la tialina. La disolucion de esta materia en el agua es un poco consistente y no se enturbia por la evaporacion. Evaporándola se obtiene la tialina pura, que es trasparente é incolora, segun Berzelius, y de un moreno claro y opaco, segun Tiedemann y Gmelin; Mitscherlich dice que es de un amarillo moreno cuando no se ha saturado el álcali, y que entonces atrae la humedad del aire, pero que cuando al principio del análisis se ha saturado el álcali libre, es casi enteramente blanco y no delicuescente. La tialina blanca, desecada con cuidado, se redisuelve en seguida completamente en el agua y no en parte solamente, como hace la tialina morena. La de la saliva neutralizada no tiene reacciones alcalinas, segun Mitscherlich, al paso que la que no lo está enverdece el jarabe de violetas. Cuando se vierte agua sobre la tialina, se redisuelve en un liquido claro, que, segun Berzelius y Mitscherlich, no precipita, ni por la infusion de nuez de agallas, cloruro mercúrico, cloruro férrico y el sub-acetato plúmbico, ni por los ácidos fuertes; pero que, segun Gmelin, es precipitada por la infusion de nuez de agallas, el agua de cal, la disolucion de alumbre, las sales neutras de cobre, plomo y hierro; el cloruro mercúrico y el azotato argéntico. Mitscherlich dice que el azotato argéntico precipita la tialina, y que el acetato plúmbico hace lo mismo; pero este último, solo cuando ha sido preparada con saliva no neutralizada previamente. El moco que resta despues de estraida la tialina por medio del agua fria, contiene una cantidad muy considerable de fosfato cálcico, del cual es probable, segun Berzelius, que se forme el tártaro de los dientes.

Tiedemann y Gmelin, haciendo evaporar la saliva humana, han obtenido 1,14 hasta 1,19 por ciento de residuo sólido, que despues de la combustion dejó 0,25 partes de

ceniza, de las cuales, 0,203 eran solubles en el agua, y 0,047 consistian en fosfato térreo; cien partes de residuo de saliva dieron:

Sustancia soluble en el alcohol y no en el agua (grasa fosforada), y sustancias solubles en el alcohol y en el agua (osmazomo, cloruro potásico, lactato potásico, sulfo-cianuro potásico).	31,25
Sustancia animal precipitada de la disolucion alcohólica hirviendo por el enfriamiento, con sulfato potásico y un poco de cloruro potásico.	1,25
Materias solubles en el agua solamente (tialina, con mucho fosfato y un poco de sulfato alcalino y cloruro potásico.	20,00
Materias que no son solubles en el agua, ni en el alcohol (moco, quizá un poco de albúmina, con carbonato y fosfato alcalinos).	40,00
	92,50

Segun Mitscherlich, la saliva contiene las sales siguientes: cloruro potásico 0,18, lactato potásico 0,094, lactato sódico 0,024, sosa combinada probablemente con moco 0,164, fosfato cálcico 0,017, sílice 0,015. Los materiales orgánicos inmediatos de la saliva se comportaron en la análisis de este químico como en la de Berzelius. Una sustancia hallada por él, que es soluble en el agua y el alcohol puro, y que tiene un tinte amarillo y rojizo, no precipita por los ácidos, la potasa, el amoníaco ni el sublimado; pero da un precipitado por el acetato plúmbico, el cloruro férrico y el azotato argéntico.

Tiedemann y Gmelin han demostrado en la saliva la existencia de una materia que ya Treviranus habia anunciado (1), y que creen ser sulfocianógeno. Este último autor habia notado que la saliva adquiria un color rojo muy oscuro cuando se la mezclaba con una disolucion neutra de una sal férrica. Tiedemann y Gmelin han visto que realmente se verifica esta reaccion; mas yo debo decir que en mis esperimentos toma este líquido un tinte no purpurino,

(1) *Biologie*, t. VI, p. 565.

sino solamente herumbroso, con las diversas sales que he usado. Kuehn pone en duda la existencia del sulfocianógeno, porque no ha visto producirse ácido sulfúrico, ni por el procedimiento de Ure, ni por el de Gmelin: cuando el producto de la destilacion de la saliva enrojece las sales ferricas puede ser efecto de la presencia de acetatos (1). Kastner hace notar, sin embargo, que la coloracion producida por el ácido acético nunca es enteramente semejante á la de la sangre, á lo cual añadiré yo que la saliva jamás tiene este tinte. Ure (2) mira la existencia del cianógeno como demostrada por sus experimentos (3).

(1) SCHWEIGGER's *Journal*, t. LIX, p. 378.

(2) *Journal of sciences*, t. VII, p. 60.

(3) Wright (*Lancet*, 1842) ha encontrado en 1000 partes de saliva: agua 998,1; tialina, 1,8; ácido craso 0,5; cloruros potásico y sódico 1,4; albúmina con sosa 0,9; fosfato cálcico 0,6; aluminato sódico 0,8; lactatos potásico y sódico 0,7; sulfocianuro potásico 0,5; moco 2,6; pérdida 1,2. La obtenia titilando la cámara posterior de la boca despues de haberse enjuagado esta cavidad. Su peso específico era 1,001 y menos de 1,003, anuncia un estado patológico. En general las reacciones son alcalinas. La cantidad total de la saliva es de 9 á 10 onzas en veinticuatro horas.—Garrod y Marshall han hallado en un hombre que tenia una fistula salival, la saliva ácida antes de la comida, durante la cual se hacia al principio neutra y despues alcalina, diferencias que atribuyen á la de las proporciones respectivas de saliva y de moco (*Lancet*, 1842, p. 834).—Rudge (*Medic. Zeitung*, 1842, n.º 16) dice que la saliva es siempre alcalina en el estado de salud, pero que está sujeta á variar muy facilmente y con suma prontitud, y á hacerse ácida. Es igualmente alcalina en los perros, gatos y conejos.—Blondlot (*Traité de la digestion*. Nancy, 1843, p. 123) sostiene que la saliva no contiene albúmina, porque filtrándola y haciéndola atravesar por una corriente eléctrica, no se verifica ninguna especie de coagulacion en la estremidad de los filetes conductores. Solo las ampollas de gas procedentes de la descomposicion del agua, levantan una espuma blanquecina, que pudiera tomarse por albúmina concreta, pero que no tarda en redisolverse espontáneamente ó por efecto de una lijera agitacion. Tampoco cree la existencia del sulfocianógeno en la saliva, que dice ser muchas veces, neutra y aun ácida fuera del tiempo de las comidas, pero que constantemente es alcalina durante la masticacion.

Aun no se ha examinado detenidamente la saliva de los insectos; parece ser alcalina, segun Renger (1).

Jugo gástrico.

Los jugos contenidos en el estómago son siempre ácidos en las épocas de la digestion, fuera de las cuales no tienen la mayor parte de veces este carácter. Carminati jamás ha encontrado ácido el jugo gástrico en los carnívoros sujetos á la abstinencia de alimentos; pero la reaccion ácida se manifestaba tan luego como el animal comia carne. Ha observado que el de los herbívoros era ácido, mas no ha reconocido esta propiedad en el del hombre y de los animales de alimentacion mixta, aunque la tiene durante la digestion. Segun Tiedemann y Gmelin, el líquido que se encuentra en el estómago de los caballos y de los perros en ayunas es casi neutro ó apenas ácido, mientras que basta una irritacion cualquiera como la que produce una piedra ó la pimienta, para comunicarle esta reaccion. Esto mismo han observado tambien Leuret y Lassaigue. En estos casos solo el jugo gástrico era ácido, y esta propiedad no provenia de las secreciones del esófago, pues no la tienen. Segun Schultz, una parte del quimo exige un poco mas de uno por ciento de carbonato potásico para su saturacion.

Los órganos que segregan el jugo gástrico son las glándulas simples y microscópicas de la cara interna del estómago, al menos en los animales que carecen de glándulas especiales destinadas á este fin. Han estudiado la estructura de estas glándulas Sprout, Boyd, Bischoff, Purkinje, Wassmann y Henle (2). Tiedemann y Gmelin han encontrado que la propiedad de coagular la leche no solo pertenece á la porcion pilórica, sino tambien á la porcion cardiaca del estómago. Por lo demás esta víscera ofrece glándulas particulares en muchos animales de la clase de los mamíferos; tal es la gruesa glándula del castor, cuyo jugo sirve probablemente para disolver las cortezas; hay órganos semejantes en la porcion cardiaca del estómago del *Myoxus*, *Halmaturus*, *Phascolumys* y otros. Tenemos que

(1) *Physiol. Untersuchungen ueber die therische Haushaltung der Insectin.* Tubingue, 1807.

(2) *Anat. gén.*, trad. por A.-J.-L. Jourdan, t. II, p. 516.

colocar aquí el proventriculo de las aves, entre cuyas membranas mucosa y muscúlosa se percibe una capa de glándulas, cada una con su orificio separado: son unos tubitos simples y terminados en fondo de saco (1).

A Prout (2) debemos la primera análisis un poco exacta del jugo gástrico. Este químico hizo ver que existe ácido clorhídrico libre en el del conejo, de la liebre, del caballo, de la ternera y del perro. Children (3) le ha encontrado también en el líquido vomitado por personas atacadas de dispepsia. Prevost y Leroyer han demostrado igualmente su presencia. Leuret y Lassaigue rehusan el creerlo, pero Prout ha refutado sus objeciones (4). Tiedemann y Gmelin han encontrado tres ácidos en el jugo gástrico; ácido clorhídrico en el perro y el caballo, ácido acético en los mismos, y ácido butírico en el caballo. Schultz ha destilado el quimo con agua y ha reconocido que en muchos animales el ácido es volátil en parte ó en totalidad. Se encontró un ácido volátil en un caballo alimentado con avena, en un cerdo que habia comido guisantes, y en una ternera y varios carneros á quienes se habia dado yerba; el ácido no era volátil en los carnívoros, los corderos de leche, los caballos alimentados con heno, y los conejos alimentados con pan, yerba y patatas; era volátil en el primer estómago y no volátil en el cuarto estómago de ovejas á quienes se habia dado heno y yerba fresca. El ácido libre le pareció ser ácido acético, y pretende que el ácido clorhídrico no está en estado de libertad en el quimo, sino que se encuentra combinado con la potasa.

El líquido que se reúne en los dos primeros estómagos de los rumiadores en ayunas contiene mucho carbonato alcalino, segun Prevost y Leroyer, cuya asercion confirman Tiedemann y Gmelin. El tercer estómago, y mas todavía el cuarto, son los únicos en que hay jugo gástrico ácido.

Nadie ha tenido mas ocasiones que Beaumont de estudiar el jugo gástrico en abundancia y en estado de pureza, pues uno de sus enfermos que padecia una fistula gástrica, le ha permitido hacer por espacio de muchos años una lar-

(1) HOME, *Lectures on comparative anatomy*, t. II.

(2) *Phil. Trans.*, 1824, p. 1.

(3) *Ann. of philos.*, 1824, julio.

(4) *Loc. cit.*, déc. 1826, p. 405.

ga serie de experimentos sobre este líquido (1). Los resul-

(1) Blondlot ha tenido la feliz idea de realizar en los animales, por medios artificiales, fistulas gástricas semejantes á las que la casualidad habia ofrecido en el hombre á Beaumont, y de que se conocian algunos ejemplos consignados en los fastos de la cirugía. Tomó un perro, le hizo sujetar por unos ayudantes y le practicó una incision que partia desde el apéndice jifoides hasta el pubis, siguiendo la línea blanca en una estension de unas tres pulgadas. Abierto el peritoneo, cogió el estómago con los dedos, le trajo hácia la herida, y le atravesó de parte á parte con la punta de un bisturí, de hoja estrecha; despues de lo cual pasó por esta abertura un hilo de plata de longitud suficiente para poder formar un asa, cuyos extremos confió á un ayudante. En seguida, despues de haber reducido las porciones de intestino, cerró la herida con algunos puntos de sutura; tomando á continuacion el hilo metálico que quedó fuera, colocó entre sus dos extremos un trocito de madera, sobre el cual terció uno contra otro hasta poner la porcion de estómago, comprendida en el asa, en contacto con el borde interno de la herida. De este modo el estómago contrae adherencias sólidas y á la caída de la escara se halla establecida una fistula (*Traité de la Digestion*, p. 202), y acaba por hacerse compatible con el estado de salud. Cuando el estómago está vacío, su túnica interna de un rojo pálido, está cubierta uniformemente de una lijera capa mucosa, que es fácil separar con un paño fino, pero que al momento se reproduce. Cuando por el contrario esta víscera contiene alimentos, y está á punto de verificarse la digestion, la membrana interna se hincha, se pone turgente y adquiere un tinte rojo, uniforme mas ó menos oscuro. Entonces, en lugar de la corta cantidad de moco espeso y mucoso, neutro ó alcalino que antes suministraba, vierte en abundancia un líquido claro, trasparente y de reacciones ácidas; que es el jugo gástrico. Blondlot dedujo de una serie de experimentos (pág. 220) que las materias alimenticias son el estimulante especial bajo cuya influencia el estómago vierte su quimificador, y que ellas solas tienen el poder de poner su túnica interna en el grado de sobre-escitacion estable y uniforme que constituye el estado turgente, mientras que los agentes puramente mecánicos ó químicos se limitan á una escitacion parcial y momentánea, cuyo resultado es provocar la formacion de un moco mas ó menos abundante y apenas mezclado con jugo gástrico. En cuanto á la cantidad del jugo gástrico que el estómago segrega, parece depender á la vez de la naturaleza y de la cantidad de los alimentos, á lo menos en el estado de salud, y mientras esta cantidad no esceda las necesidades del organismo. (*N. del T. F.*)

tados que ha obtenido son que el estómago no contiene jugo durante la abstinencia, y que el líquido que entonces le humedece no es ácido, pero que inmediatamente que los alimentos penetran en el órgano, empieza la secreción, y su producto da reacciones ácidas. El autor indicado ha promovido la secreción del jugo gástrico por medios mecánicos, tales como una cánula de goma elástica, ó una bola de barómetro, despues de estar bien convencido de que nada contenia la víscera y que sus paredes no enrojecían el papel de tornasol; cada vez que se repitió el experimento, se siguió una secreción ácida bastante considerable en general para poder recoger hasta una onza de líquido. Hasta entonces nunca se habia estudiado el jugo gástrico en semejante estado de pureza. He aquí la descripción que de él da Beaumont.

Es un líquido trasparente, sin olor, de sabor un poco salado y muy sensiblemente ácido, parecido al de un mucilago, en el cual se hubiese vertido un poco de ácido clorhídrico. El agua, el vino y el alcohol le disuelven, y los álcalis forman con él efervescencia. Deja precipitar albúmina, se pudre con mucha dificultad, y detiene la putrefacción de las materias animales: la saliva le comunica un color azul y le vuelve espumoso. Mezclado fuera del cuerpo con sustancias alimenticias, obra sobre ellas como un disolvente, lo cual prueban los numerosos experimentos de Beaumont. Duglison le ha analizado y ha encontrado en él ácido clorhídrico y ácido acético libres, fosfatos y cloruros de base de potasa, de sosa, de magnesia y de cal, y una materia animal soluble en el agua fría, pero insoluble en la caliente (1).

(1) En su mayor estado de pureza, dice Blondlot (*Digestion*, página 228), y despues de despojado por la filtración del moco y materias estrañas que pueda contener accidentalmente, el jugo gástrico es un líquido claro y trasparente de un ligero tinte citrino que se nota bien cuando se examina este líquido en cierta cantidad, de olor débil, como aromático, *sui generis*, de sabor á la vez salado y algo acidulo, y de peso específico variable, pero superior al del agua. Estos caracteres convienen al jugo gástrico del perro y del cerdo, y difieren poco de los que Beaumont asigna al del hombre. Provienga del animal que quiera, siempre enrojece los colores azules vegetales. Blondlot compara esta acidez

El líquido del buche de las aves es comunmente ácido, segun Tiedemann y Gmelin. El del ventrículo subcenturiado contiene tambien un ácido libre en las aves en ayunas. El jugo gástrico de estos animales coagula la leche; y debe sus cualidades al ácido clorhídrico y probablemente tambien al acético. Treviranus (1) ha suscitado la cuestion de saber si el jugo gástrico de las aves contiene ácido fluorhídrico, porque segun Brugnatelli, porciones de cristal de

al maximum de acidez que los líquidos azucarados son susceptibles de adquirir espontáneamente á consecuencia de la formacion láctica: y así por poco que se dilate el jugo en agua, su accion sobre los colores azules vegetales se hace tan débil, que deja de notarse; la atribuye no á ninguno de los diversos ácidos admitidos por sus predecesores, sino únicamente al fosfato ácido de cal. Sus principios constituyentes son, segun él, en 100 partes, 99 de agua y 1 solamente de fosfato ácido de cal, de fosfato de amoníaco, de cloruro de calcio, de principio aromático, de moco y de una materia animal particular.

Habiendo Payen podido disponer de una cantidad notable de jugo gástrico normal, aisló de él una sustancia blanca, ó con un ligero tinte de ámbar, diáfana, muy soluble en el agua, facil de desecar, y tan activa que puede disgregar mas de trescientas veces su peso de tejido muscular de buey cocido, con mucha mas rapidéz que lo haria el mismo jugo gástrico (*Comptes-rendus*, 1844, t. 17, p. 654). Propone designar este principio activo del jugo gástrico con el nombre de *gasterasa*, y advierte que no se la debe confundir con la pepsina preparada haciendo digerir un estómago de ternera en el ácido clorhídrico.

Lassaigne (*Journ. de chimie medicale*, t. X, p. 73 y 189) no cree que la acidez del jugo gástrico dependa de la presencia del bifosfato de cal; algunos esperimentos le inclinan á creer que el fosfato de cal está en él disuelto á favor de un ácido libre, diferente del ácido fosfórico: los productos de la destilacion del jugo gástrico contienen, segun él, ácido clorhídrico que, ciertamente, concurre á la acidez de este líquido. Esto es precisamente lo que niega Blondlot, el cual destilando con precaucion el jugo gástrico del perro (*Loc. cit.* p. 244), siempre ha obtenido un producto perfectamente neutro, y que por consiguiente no contenia ni ácido clorhídrico ni acético en estado de libertad. (*Consultese un interesante opúsculo de CL. BERNARD, Du suc gastrique et de son role dans la nutrition*, Paris, 1844).

(1) *Biologie*, t. IV, p. 362.

roca y de ágata encerradas en tubos habian sido atacadas sensiblemente despues de diez dias de permanencia en el estómago de gallinas y pavos y habian perdido de doce á catorce granos de su peso; el mismo ha observado una cosa análoga en un vaso de porcelana en que se habia hecho digerir quimo de gallina. Tiedemann y Gmelin no pudieron llegar á una solucion positiva. Hicieron digerir jugo gástrico de ánade en un crisol de platina cubierto con una chapa de cristal lacrada y sellada; pero al cabo de veinticuatro horas nada anunciaba que el cristal hubiese sido atacado; sin embargo, no deducen de aquí que el jugo gástrico de las aves no contenga ácido fluorhídrico, porque ya se ha encontrado fluoruro cálcico en diferentes partes animales, por ejemplo en la orina y los huesos (1).

El jugo gástrico de los reptiles es casi siempre ácido. El de los pescados contiene tambien un ácido libre, sobre todo cuando el estómago está lleno. Era probable por otros motivos que los ácidos clorhídrico y acético sirviesen tambien aquí de disolvente. Leuret y Lassaigue (2) creen que el ácido libre del jugo gástrico es ácido láctico en las cuatro clases de animales vertebrados.

Segun el descubrimiento de Eberle, no es al ácido libre á quien pertenece el poder disolvente del jugo gástrico, sino que está en la naturaleza del moco estomacal, como en la de todo otro moco el producir, cuando está modificado, la descomposicion y en seguida la disolucion de las materias alimenticias (3). He aquí por qué este mismo moco puede producir una digestion artificial, aun fuera del cuerpo animal (4). No es sin embargo cierto el que, como ha dicho Eberle, cualquier otro moco, que no sea el del estómago, pueda, despues de acidificado, bastar para producir una digestion artificial, debiéndose deducir de esto solo que el principio digestivo no es el mismo moco, sino una sustan-

(1) *Rech. exp. sur la digestion*, trad. por A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1827, t. II.

(2) *Rech. physiol. sur la digestion*. Paris, 1825.

(3) *Physiologie der Verdauung*. Wurzburg, 1834.

(4) Véanse los experimentos de Muller y Schwan sobre la digestion artificial de la albúmina coagulada, en MÜLLER'S *Archiv*, 1836, p. 66.

cia particular que en él se encuentra contenida. Esta materia, que se llama *pepsina*, es la misma que la que hace coagular la leche en el estómago, y no manifiesta su poder disolvente mientras no está acidificada. Mas tarde nos ocuparemos de ella.

Como es constante que el jugo gástrico ejerce una acción disolvente sobre las materias animales, aun fuera del cuerpo vivo, no nos debe sorprender el que algunas veces ataque al estómago despues de la muerte, y que reblandezca esta víscera antes que otras partes, cuyos fenómenos se observan principalmente en los conejos y los niños de poca edad, y que Rudolphi mira sin fundamento como un efecto de la putrefacción.

Bilis.

La secreción de la bilis está tan esparcida en el reino animal, y sus relaciones con la función digestiva le dan tanta importancia, que es de sumo interés saber si los animales inferiores pueden pasarse sin ella. Farre ha observado glandulitas morenas en el estómago de los pólipos (1), hay una capa análoga en el conducto intestinal de muchos anélidos, y otros como los afroditas y los palmarios tienen su intestino guarnecido de apéndices en forma de ciegos (2).

En los insectos, á una altura mas ó menos considerable del tubo alimenticio, pero siempre detrás de la parte ensanchada de este tubo, que se mira como el estómago, se abocan largos tubos enroscados, terminados en fondo de saco, y casi siempre pares, que llevan el nombre de *vasa malpighiana*, ó vasos biliares; sin embargo, contienen, no bilis, sino ácido úrico, segun Andouin (3) y Chevreul (4);

(1) *Phylos. trans.*, 1837.

(2) Los asterios, independientemente de los apéndices en forma de ciegos, que su estómago envía á los brazos tienen tambien en el dorso de estos órganos una glándula de la misma configuración que segrega un jugo moreno, y que algunos miran como el análogo del hígado.

(3) *Annales de sciences naturelles*, 1836, t. XI, p. 254.

(4) STRAUS, *Consid. gén. sur l'anat. des anim. artic.* Paris, 1828, p. 251.

además se verifica en ellos una secrecion muy activa durante el desarrollo de la ninfa, en cuya época el animal no digiere. Estos son evidentemente órganos secretorios ó vasos urinarios (1). Abocan detrás de la porcion del intestino

(1) Leon Dufour, que ha estudiado la *vasa Malpighiana* en unas setecientas especies de insectos pertenecientes á casi todos los grupos naturales de esta clase (*Ann. des sc. nat.* 1843, t. XIX, p. 145.), ha obtenido los resultados siguientes: en los ortópteros, labiduros, himenópteros, neurópteros, hemípteros, dípteros y lepidópteros, estos vasos no tienen mas que una insercion, por lo comun en la estremidad del ventriculo quílfico. El órden de los coleópteros seria, pues, el único en que se encontrarían fijos por una parte á este ventriculo, y por otra al recto; pero este doble modo de insercion no se encuentra mas que en la mitad poco mas ó menos de los géneros de este órden, pues todos los coleópteros pentámeros entran en la categoría de los insectos de insercion esclusivamente ventricular; la doble insercion no se ve sino en los coleópteros, heterómeros, tetrámeros y trímeros. Estos vasos, vistos con el microscopio, se parecen á tripas unas veces lisas, otras mas ó menos plegadas ó varicosas, cuyas paredes delgadas, pelúcidas y contractiles tienen de un extremo al otro una testura como celulosa ó esponjosa. Aun en su mayor simplicidad, y cuando tienen inserciones aisladas, se vuelven lisos antes de su embocadura cuando en el resto de su estension son varicosos, ó bien se prolongan formando cuello. En ambos casos forman antes de su insercion una especie de conducto escretor. El grillo y la grillotalpa, sobre todo, tienen un conducto escretor único bien marcado. Aun en muchos géneros existen uno y á veces dos receptáculos comparables á la vejiga de la hiel. Por lo que toca á los insectos, en quienes los vasos de Malpighio se insertan simultáneamente en el ventriculo y en el recto, Leon Dufour ha confirmado la observacion hecha ya por Ramdohr y Posselt; á saber que las inserciones rectales, lejos de ser perforantes ó penetrantes, se continúan por debajo de la túnica esterna del intestino en otros tantos filetes tubulosos de una finura estremada, cuyas flexuosidades culebream entre esta túnica y la membrana subyacente, y terminan en un extremo libre y cerrado. Ha demostrado este hecho en la *Mordella fasciata*, el *Ergastes faber*, el *Hammaticherus Heros*, el *Prionus coriarius*, la *Lamia lugubris* &c. Y así las túnicas del recto no estan perforadas por estos vasos inferiores, en los cuales Leon Dufour jamás ha visto bilis, ó por lo menos bilis colorada, y que siempre estan mucho mas pronunciados en las larvas que en el insecto

en que se forma el quilo y muchas veces en las larvas cerca del ano; pero ciertos insectos estan provistos de otros ciegos que se abocan mas arriba en el intestino, y que pudieran llamarse *vasa malpighiana superiora*. Me veo inclinado á considerar á estos últimos con Meckel (1), como los órganos encargados de segregar la bilis. Hállanse ciegos de esta especie en el estómago membranoso que viene despues del estómago musculoso de los coleópteros carnívoros, y otros muchos insectos que los tienen igualmente. En muchos ortópteros (*Mantis, Gryllus, Blatta*), los hay detrás del estómago musculoso, y en las especies de los géneros *Locusta, Acheta* y *Grylotalpa*, se abocan igualmente detrás de este estómago en apéndices utriculiformes particulares del intestino. Lo que se llama estómago en los insectos, aquella parte media y dilatada del tubo alimenticio, que unas veces existe sola y otras viene despues de la molleja, es enteramente distinto del estómago de los animales su-

perfecto. Los considera como destinados á transmitir al cuerpo del vaso los elementos de sangre blanca absorbidos en la cavidad abdominal. Por último, con respecto á los insectos en quienes los vasos de Malpighio parecen abocarse directa y únicamente en el recto, el autor establece, segun una larga discusion anatómica, que tampoco hay allí mas que una pura apariencia, que los vasos se abren en la estremidad posterior del ventriculo quilifico delante de la válvula ventriculo-rectal, y que la bilis, obedeciendo á un movimiento vermicular ó á una impulsión retrógrada que determina su progresion, recorre la larga estension del ventriculo para mezclarse en el con el quimo y convertirle en quilo. Asi es que para él los vasos de Malpighio son siempre y en todas partes los representantes del higado. Andouin se habia fundado para atribuirles una funcion mista uro-biliar en cálculos de ácido úrico hallados en los conductos biliares de un lucano (ácido cuya presencia ha sido comprobada tambien en el líquido biliar de los insectos por Chevreul y Wurzer); pero precisamente, como lo hace notar Dufour, el lucano pertenece á la numerosa categoria de los insectos en que estos conductos no solo estan privados de toda insercion rectal que pudiera inducir á equivocacion, sino que tambien tienen una forma de asas continuas, de manera que sus cuatro embocaduras tienen lugar únicamente en el ventriculo quilifico, disposicion anatómica que aleja toda idea de una secrecion urinaria. (*N. del T. F.*)

(1) *Archiv*, 1826.

periores; en él se disuelven los alimentos, y pasan despues al cuerpo adiposo que envuelve todos los órganos: es la parte quilopoiética del intestino, mientras que la formacion de los escrementos empieza á la altura del abocamiento de los *vasa malpighiana*. Asegúrase uno mas todavía de esta interpretacion cuando, como en los aragnides, especialmente los escorpiones, se encuentran verdaderos vasos biliaris en la parte superior del intestino, y vasos urinarios en la inferior (1).

La secrecion de la bilis se efectúa principalmente á espensas de la sangre de la vena porta, como puede deducirse de la distribucion de los vasos sanguíneos en el hígado. Los fisiólogos que tambien hacen tomar parte en ella á la sangre arterial, se fundan en casos en que la vena porta, en lugar de distribuirse por el hígado, abocaba á la vena cava superior, de lo cual Abernethy (2) cita un ejemplo en un niño de diez meses, y Lawrence (3) otro en un niño de algunos años. Sin embargo, en el individuo de Abernethy la vena umbilical estaba todavía permeable y se ramificaba en el hígado; puede ser, segun observa Kiernan (4) que la sangre arterial, hecha venosa despues de haber alimentado á la glándula por los *vasa vasorum*, haya pasado á los ramos de la vena umbilical en lugar de introducirse, como de ordinario, en los de la vena porta, y que así, aun en este caso, los materiales de la secrecion biliar hayan sido suministrados por la sangre venosa.

La ligadura de la vena porta suspende la secrecion de la bilis (5). Sin embargo, Phillips asegura que continúa todavía produciéndose bilis, pero en menos cantidad. Este fenómeno se esplica en parte por el abocamiento de las venillas nutricias que vierten la sangre de la arteria hepática en los ramos hepáticos de la vena porta, y en parte por el papel subordinado que la arteria hepática desempeña en la formacion de la red capilar de los lóbulos. La ligadura de

(1) MULLER, *De penit. gland. struct.*, tab. 8, fig. 8.

(2) *Philos. Trans.*, 1793.

(3) *Med. chir. Trans.*, 5, 174.

(4) *Philos. Trans.*, 1833, P. II.

(5) SIMON, *Nouv. bull. de la Soc. philon.*, 1825.—PHILLIPS, *Lond. med. Gaz.*, 1833.

esta arteria ningun cambio produce en la secrecion biliar. La vesícula biliar de los animales vertebrados se desarrolla en forma de un divertículo ó de una escrescencia del conducto escretor del hígado. En el hombre y en muchos mamíferos, la bilis que baja del conducto hepático al colédoco, cuando el orificio intestinal de este último está cerrado ó las paredes experimentan una contraccion sostenida, puede pasar por el conducto cístico y acumularse en la vesícula, lo cual sucede principalmente cuando el estómago no contiene alimentos; pero ocurre muchas veces en los animales que en el cuello ó en el bajo fondo de la vesícula abocan conductos particulares llamados hepato-císticos, de que no se encuentra ningun vestigio en el hombre (1). En las aves, el conducto hepático se abre en el duodeno, aislado del conducto cístico; la vejiga de la hiel recibe su contenido por conductos hepáticos particulares que tienen su embocadura, ya en su fondo, ya en su cuello. En los reptiles la bilis llega á su receptáculo por ramos análogos al conducto hepático. En los pescados la totalidad de los ramos de este último se une á la vesícula ó á su conducto escretor (2).

Muchos animales no tienen vesícula biliar. Tales son entre los mamíferos los solípedes, los ciervos, el camello, el elefante, el rinoceronte, el hamster, muchas especies del género *Mus*, los tardígrados, el manatí del Norte, el marsopa y el delfín; entre las aves el papagayo, el cuclillo, el avestruz, el pichón, la paloma zorita y la polla engorgada; entre los pescados la lamprea (3). Nada hay pues de regu-

(1) Rudolphi (*Physiologie*, t. II, p. 2, 153) no admite verdaderos hepato-císticos mas que en el buey entre los animales domésticos, y son en número de ocho á diez.

(2) CUVIER, *Anat. comp.*, t. IV, p. 43.

(3) Cuvier (*Anat. comp.*, t. IV, p. 36) cita algunos otros pescados que dice carecen tambien de vesícula biliar; pero sus indicaciones necesitan ser revisadas, y Stannius ha demostrado ya que son exactas. Yo encuentro la vesícula biliar en el *Ammonoetes*, en quien la habia negado Rathke. No se conoce ningun ejemplo cierto de falta de este órgano en los reptiles. No le he visto en una *Testudo nigra s. elephantopus*; pero en otra tortuga grande terrestre la he hallado casi cubierta por la sustancia hepática.

lar en su falta, aunque la mayor parte de los animales que carecen de ella son herbívoros y digieren continuamente; pero muchos herbívoros tienen una vesícula biliar. Cuando no existe, el conducto escretor del hígado es por lo común muy ancho, como en el caballo.

La bilis es verde: tiene un sabor amargo y un olor nauseabundo. La del hígado tiene un tinte mas claro, y la de la vesícula es mas verde y mas consistente á causa de la reabsorción de las partes líquidas; el moco que en ella se encuentra la hace filamentosa. El principio que tiñe á la bilis de verde se halla en estado de disolución y Schultz afirma que este humor es siempre alcalino en el estado fresco. No se coagula por la ebullición.

Los principios constituyentes de la bilis varían mucho segun los métodos analíticos que se emplean y á las influencias á que están espuestos, lo cual no ha permitido hasta ahora llegar á tener un conocimiento exacto de este humor. En tal estado de cosas, lo mejor es presentar una historia sucinta de las diversas opiniones emitidas sobre este punto.

Si se evapora bilis de buey hasta la consistencia de extracto y se mezcla con alcohol, queda una sustancia de un gris amarillo que no se disuelve. Como esta sustancia es precipitada tambien de la bilis por el ácido acético, no puede ser albúmina, sino mas bien moco de la vesícula biliar, porque se conduce absolutamente lo mismo que el moco que se desprende de las paredes del órgano raspándole.

La disolución alcohólica de la bilis desecada contiene las sustancias principales de este humor. Se destila el alcohol en el baño maria, se disuelve el residuo en un poco de agua, y se mezcla el líquido con ácido sulfúrico algo dilatado; de donde resulta un precipitado de un gris verdoso, que consiste en una combinación del ácido sulfúrico con la sustancia que da á la bilis su amargor característico. Obtiene esta misma combinación cuando despues de haber despojado á la bilis de su moco por medio de un ácido muy dilatado, se vierte un ácido que lo esté menos en el líquido filtrado; el líquido que resta despues de una nueva filtración, contiene osmazoma, cloruro sódico y lactato sódico, como el suero de la sangre.

La combinación de ácido sulfúrico y de materia amar- (1)
ga de la bilis se disuelve en el alcohol, como una resina,

del cual es precipitada en gran parte por el agua y ofrece todos los caracteres exteriores de una resina blanda. Si se hace digerir la disolucion alcohólica con carbonato barítico y se filtra en seguida el líquido, este no contiene ya mas que la materia amarga, á la cual ha dado Berzelius el nombre de *materia biliar*, y que Gmelin mira como una mezcla de muchas sustancias. Contiene cierta cantidad de grasa que se puede estraer por medio del éter, con cuyo reactivo Chevreul y Gmelin han hecho ver que consiguen estraerla igualmente de la misma bilis despues de evaporada esta hasta la consistencia de jarabe. Esta grasa consiste en una mezcla de grasa saponificada (ácidos crasos) y de una grasa biliar particular no susceptible de combinarse con el álcali. La materia biliar tiene un color amarillo moreno verdoso que parece depender de un principio colorante mezclado con ella, porque se la puede obtener casi incolora. Cuando se la calienta, se funde esponjándose, se carboniza, humea, se enciende, arde con una llama brillante y fuliginosa y deja un carbon poroso difícil de reducir á cenizas. Es soluble en todas proporciones en el agua y en el alcohol, pero insoluble en el éter. Los álcalis la disuelven, y Berzelius cree que el carbonato sódico disuelto en la bilis se encuentra combinado químicamente con ella. La infusion de agallas no la precipita de su disolucion acuosa, pero sí las sales metálicas.

Segun la análisis de Berzelius (en 1807), la bilis de buey contiene:

Agua.	90,44
Materia biliar (comprendida en ella la grasa).	8,00
Moco de la vesícula.	0,30
Osmazomo, cloruro y lactato sódicos.	0,74
Sosa.	0,41
Fosfato sódico y cálcico, con vestigios de una sustancia insoluble en el alcohol.	0,11

100,00

La análisis de la bilis por Prout está conforme en los puntos esenciales con la del químico sueco; pero la de The-nard (1806), practicada por otro método, ha dado resultados diferentes (1).

(1) *Mém. de la Soc. d'Arcueil*. Paris, 1807, t. I, p. 43.

Despues de haber experimentado por medio del ácido azoótico una sustancia, que miraba como albúmina, Thenard añadió agua al líquido filtrado, y vertió en él una disolucion de subacetato plúmbico. Lo que quedó sin disolverse por la adición de ácido azoótico tomó el nombre de *resina biliar*. Añadiendo de nuevo subacetato plúmbico al líquido, se precipitó otra sustancia que despues de haber sido disuelta en el ácido acético y privada de la sal plúmbica escedente por el gas sulfido-hídrico, se presentó en forma de un extracto dulzaino, amargo y enteramente soluble en el agua, que recibió el nombre de *picromel*.

La resina biliar es verde y tiene un sabor muy amargo. Cuando se la funde se vuelve amarilla: es soluble en corta cantidad en el agua de donde la precipita el ácido sulfúrico. Su disolucion en el alcohol es precipitada por el agua: es soluble en los álcalis, de donde la precipitan los ácidos.

El picromel es viscoso, de un amarillo claro y tiene las cualidades exteriores de la trementina. Es muy soluble en el agua y en el alcohol, mas no en el éter: el subacetato plúmbico, las sales férricas y el acetato mercurioso le precipitan. Disuelve la resina biliar, reproduciendo de este modo bilis.

Berzelius cree que en lugar de estas dos sustancias, la resina biliar y el picromel, no se debe admitir mas que una, y que la propiedad que esta tiene de formar una resina por su combinacion con un ácido mineral es la única causa que ha hecho suponer la existencia de una resina biliar. Por otro lado Gmelin se pronuncia en favor de la opinion de Thenard: que, independientemente del picromel, la bilis contiene una resina ó una sustancia que se convierte en resina por las menores influencias exteriores. Coloca la resina biliar entre las sustancias no azoadas y el picromel entre las que contienen ázoe.

Los resultados de la análisis de Gmelin, respecto de la bilis de buey, son:

1.^o Sustancia de olor de almizcle que se obtiene evaporando la bilis hasta la sequedad en una retorta; pasa con el agua.

2.^o Colesterina, grasa particular descubierta por Green en los cálculos biliares, cuya existencia ha demostrado despues Chevreul en la bilis fresca, que tambien se ha encontrado en otras partes, por ejemplo en la sangre,

según Bondet, pero que no se encuentra las mas veces sino como producto morboso, por ejemplo en el líquido de muchas especies de hidropesías locales y en el fungus medular. Se obtiene bilis evaporando este hasta la consistencia de extracto y agitándole en seguida con éter; destilase el líquido etéreo, y el residuo da al enfriarse cristales de colesterina, enturbiada por el ácido oléico, del cual se la despoja disolviéndola en alcohol hirviendo, en cuyo seno se cristaliza al enfriarse. Cristaliza en hojuelas blancas de un brillo nacarado; no tiene olor ni sabor y sobrenada en el agua. La potasa cáustica no la disuelve, ni la saponifica, lo cual forma uno de sus principales caracteres; por este aspecto se parece á la grasa cerebral, pero no contiene fósforo. Es de todas las grasas conocidas la mas rica en carbono.

3.^o Acido oléico, aceite de un amarillo pálido, semi-transparente, que enrojece el papel de tornasol.

4.^o Acido margárico, que cristaliza en pajitas incoloras y nacaradas, y cuya disolucion alcohólica enrojece el tornasol.

5.^o Acido cólico, sustancia nueva, que cristaliza en agujas delgadas, de sabor á la vez azucarado y acre, y que contiene ázoe: es un poco soluble en el agua hirviendo y la disolucion enrojece el tornasol. El alcohol le disuelve fácilmente; tambien le disuelve el ácido sulfúrico, del cual se precipita por el agua. Los colatos son solubles y azucarados. El ácido cólico es mas fuerte que el úrico: descompone en fin los carbonatos alcalinos.

6.^o Resina biliar. Quebradiza en frio, blanda á un calor moderado, y de color moreno, parece trasparente cuando está en láminas delgadas. Es soluble en el alcohol y precipitable por el agua. Calentada hasta mas de 100 grados, arde con una llama fuliginosa y un olor aromático, dejando un carbon poroso y fácil de reducir á cenizas. El ácido sulfúrico concentrado la disuelve lentamente y el agua la precipita en copos de un amarillo moreno. No se disuelve ni en el ácido clorhídrico ni en el acético. Se combina fácilmente con la potasa, resultando de aquí un grueso magma moreno, soluble en el agua. El carbonato potásico no la ataca en frio, pero el carbonato amónico y el amoníaco cáustico la disuelven. Es casi insoluble en el éter privado de alcohol.

7.^o Taurina. Sustancia nueva, en gruesos cristales in-

coloros y transparentes, que son prismas exhaedros irregulares, terminados en pirámides de cuatro ó seis caras. Estos cristales crujen comprimiéndolos entre los dientes y tienen un sabor picante: ni son ácidos, ni alcalinos, ni se alteran al aire, aun á la temperatura de 100 grados. Calentada sobre las ascuas la taurina, se funde en un líquido espeso, se pone morena, se esponja y deja un carbon fácil de quemar. Es soluble en el agua, lo es muy poco en el alcohol hirviendo, y no lo es casi nada en el alcohol anhidro: contiene un poco de ázoe.

8.^o Picromel.

9.^o Materia colorante. Esta sustancia, que contiene ázoe, da con el ácido azoótico una reaccion que la caracteriza y que sirve tambien para darla á conocer cuando en un icterico pasa á la sangre y á la orina. La orina que la contiene y á la cual se añade un volúmen igual al suyo de ácido azoótico, se pone al principio verde, despues azul violeta, y en fin roja.

10.^o Osmazomo.

11.^o Una materia que esparce el olor de orina cuando se la calienta.

12.^o Una materia análoga al glúten.

13.^o Albúmina.

14.^o Moco de la vesícula biliar.

15.^o Materia caseosa.

16.^o Tialina.

17.^o Bicarbonato sódico, carbonato amónico, acetato sódico, oleatos, margaratos, colatos, sulfatos y fosfatos potásicos y sódicos, cloruro sódico y fosfato cálcico.

Gmelin ha encontrado en la bilis humana colessterina, resina biliar, picromel y ácido oléico. Frommherz y Guggert le asignan además materia colorante, tialina, caseina, osmazomo, colatos, oleatos, margaratos, carbonatos y sulfatos sódicos y potásicos, fosfato y carbonato cálcicos.

Berzelius ha dicho hace mucho tiempo que es probable que las partes constituyentes de la bilis tengan tanta tendencia á cambiar de composicion, que la accion de reactivos diversos produzca á sus espensas cuerpos que varien segun los métodos analíticos empleados, absolutamente lo mismo que los aceites y las grasas se convierten en azúcar y ácidos crasos por la accion de las bases.

Esta opinion está confirmada. En efecto, Demar-

çay (1) ha hecho ver que el principio amargo y soluble en el agua puede convertirse en amoniaco, en taurina y en resina biliar por una ebullicion prolongada con ácidos minerales, y en ácido cólico con la producida por la potasa. A imitacion de los antiguos considera á la bilis como una combinacion jabonosa de sosa con un ácido particular que llama cólico, y que dice ser idéntico al picromel.

Segun la última análisis de Berzelius (2), la composicion de la bilis no es tan sencilla. El químico sueco continúa sosteniendo que el principal cuerpo constituyente de este humor es la materia biliar, la *bilina*. Despoja á la bilis de su moco por medio del alcohol, despues de su materia colorante y de los ácidos crasos por la barita. Los principios colorantes son la *biliverdina* y la *bilifulvina*. La primera ocasiona el color verde de la bilis y es precipitada por el cloruro barítico; la otra, de tinte naranjado, lo es por el agua de barita. Despues de haber verificado la separacion de estas dos sustancias, se obtiene una disolucion alcohólica de bilina combinada con dos ácidos resinosos, el *felínico* y el *colínico*. Despójase la de la barita, de la sosa y de las otras bases, y en seguida se la descompone por el óxido plúmbico, que forma una combinacion emplástica con los dos ácidos, mientras que la bilina queda en la disolucion. La bilina tiene la propiedad de descomponerse por sí misma, cuando está disuelta, en ácidos felínico y colínico. Por la accion de los ácidos no solo produce estos dos ácidos, sino tambien taurina y dislisina, materia nueva, resiniforme, poco soluble en el alcohol. El ácido cólico de Demarçay es una combinacion de bilina con los dos ácidos resinosos. La bilina es idéntica al picromel puro de Gmelin, y tampoco se diferencia de la sustancia que Berzelius obtuvo en 1807 en estado impuro y que entonces llamaba materia biliar. Es de un amarillo pálido y aun incoloro; tiene sabor amargo; es soluble en alcohol y agua, mas no en el éter.

En vista de esto, se debieran considerar como principales materias de la bilis, la bilina, los ácidos resinosos (felínico y colínico), las combinaciones de estos ácidos con

(1) *Ann. de chim.*, 1838, p. 171.

(2) *K. Vet. Acad. Handlingar*, 1841, p. I, p. 64.

la bilina y con la sosa, y las combinaciones de los ácidos crasos (oléico y margárico) con la sosa (1).

La opinion de Demarçay ha vuelto á prevalecer en estos últimos tiempos. Kemp (2) y Liebig (3) han sostenido que la bilis está compuesta esencialmente de un cuerpo eléctrico-negativo y de sosa, y que las otras sustancias que de ella se han sacado, no existen ya formadas en este líquido, sino que son los productos de los tratamientos á que se la somete. Este cuerpo eléctrico-negativo es el ácido cólico de Liebig, el ácido bilifelinico de Berzelius, el ácido coléico de Demarçay. Segun Platner (4), la bilis es una sal doble, compuesta por un lado de sosa con carburo de ázoe y los elementos del agua, y por otro de sosa con carburo de hidrógeno y los elementos del agua. Al primero de estos cuerpos da

(1) Blondlot (*Traité de la digestion*. Nancy, 1843, p. 146) mira á la bilis como un compuesto de agua, de moco (que, en contraposicion á la opinion de Berzelius, dice serle esencial y no provenir de la vesicula), de sales neutras y alcalinas semejantes á las que forman parte de todos los fluidos mucosos, de una materia colorante, y de un principio resinóide especial. Todos los otros principios que varios autores le han asignado, son, á su modo de ver, resultados de descomposicion ó de productos morbosos. Indica los medios sencillísimos de aislar el principio resinóide y da á conocer sus propiedades. Segun él, este principio se parece á las resinas por su aspecto, blandura, viscosidad, su fragilidad cuando seco, su modo de producirse con el calor, su solubilidad en el alcohol y los álcalis, y por su insolubilidad en los ácidos; pero se diferencia de ellas esencialmente por su grande solubilidad en el agua, por el ázoe que contiene en abundancia, y en fin por su propiedad conductora de la electricidad. Este autor no encuentra relacion alguna entre el modo como este principio se conduce con los reactivos y el de los jabones resinosos. De consiguiente, la bilis no puede considerarse segun él, como un jabon, como un coleato de sosa. Desecha pues, la hipótesis de los antiguos, puesta en hoga por Demarçay; hipótesis que por otro lado ha adoptado Bouisson (*De la bile, de ses variétés physiologiques et de ses altérations morbides*. Montpellier, 1843, p. 40) pero sin exámen. (*N. del T. F.*)

(2) ERDMANN y MARCHAND, *Journ. fuer prkltiecre Chemie*, t. XXVIII, p. 154.

(3) *Ann. fuer Chemie und Pharmacie*, t. XLVII, p. 2.

(4) HÆSER, *Archiv.*, t. VI, p. 274.

el nombre de *natroncolina*, y al otro el de *natroncoloidina*. Ha obtenido el primero en forma cristalina (1). Por lo demás, no decide si la coloidina, ó lo que es lo mismo, el ácido coloidínico es idéntico el ácido coléico de Demarçay (2).

Me parece fácil el demostrar con mas claridad que hasta aquí se ha hecho por ninguna análisis química, que las combinaciones jabonosas hacen el principal papel en la composición de la bilis. Dos hechos bastan para esto. El primero es que se emplea bilis en lugar de jabon, y que la del lobo marino (*Anarrhichas Lupus*) hace este oficio entre los irlandeses; el segundo es que la colessterina se halla en disolución en la bilis (3), y que los jabones tienen, como todos saben, la propiedad de disolver este cuerpo craso, lo cual pone en claro la producción de los cálculos biliares.

Huenefeld ha hecho la interesante observacion de que la bilina disuelve los glóbulos de la sangre, lo cual recuerda una asercion de Werner: que la bilis añadida á la sangre determina la disolución de la materia colorante roja en el suero.

Jugo pancreático

En los pescados el jugo de los ciegos es viscoso y no ácido, ó al menos lo es muy poco, como lo han observado Wammerdam, Tiedemann y Gmelin. Háse destruido el páncreas en totalidad ó en gran parte en varios perros, sin

(1) MULLER's *Archiv*, 1844, p. 94.

(2) Gmelin ha descubierto una materia biliar en la bilis de muchos ciprinos (*C. Leuciscus*, *Alburnus*, *Barbus*). La bilis de serpiente contiene segun Berzelius, una materia biliar particular que no es precipitada por los ácidos ni por los alcalis. Hállase en ella además una materia particular cristalina precipitable por el carbonato potásico como en la bilis de los ciprinos.

(3) Bouisson (*De la bile, de ses variétés physiologiques de ses altérations morbides*, Montpellier, 1843, p. 21) no cree que la colessterina esté disuelta en la bilis; solo la considera en estado de suspension en forma de pajitas cristalinas muy delgadas, que él ha observado con el microscopio, y cuya figura presenta.

que la digestion y aun la salud de los animales sufriesen en lo mas mínimo: solo se ha observado que á veces su voracidad se hacia mayor (1).

Mayer, Magendie, Tiedemann y Gmelin han estudiado en estos últimos tiempos el jugo pancreático de los animales superiores. El primero de estos autores le ha encontrado en el gato, alcalino y trasparente (2). El segundo le ha visto en el perro, amarillento, inodoro, de sabor salado, alcalino y susceptible, como tambien en las aves, de coagularse por el calor (3). El tercero y cuarto recogieron el jugo pancreático de un perro grande y robusto por medio de un tubo de cristal introducido en el conducto previamente hendido. Cada seis ó siete segundos fluia una gota, lo cual componia poco mas de dos dracmas en cuatro horas; el líquido era claro, un poco opalino, viscoso como clara de huevo dilatada en agua, y tenia un sabor lijeramente salado. El mismo experimento se repitió en una oveja y en un caballo. En los tres casos el jugo pancreático enrojeció al principio lijeramente la tintura de tornasol; solo las últimas porciones en el perro y el caballo dieron una débil reaccion alcalina (4). A. Schultz ha encontrado este jugo ácido en el perro, el gato y el caballo; solo una vez se presentó neutro en el perro. La análisis comparativa del de los tres animales en quienes experimentaron Tiedemann y Gmelin, dió los resultados siguientes: el jugo pancreático es muy rico en albúmina, y no contiene sulfo-cianuro, como la saliva. Las partes sólidas suben á 8,72 en el perro, y á 4 ó 5 por ciento en la oveja. Son como sigue: 1.^o osmazomo; 2.^o una materia que se enrojece por el cloro, hallada solo en el perro, y que no existia en la oveja; 3.^o una materia análoga á la caseína, y probablemente asociada á tialina; 4.^o mucha albúmina que casi formaba la mitad del residuo seco; 5.^o muy poco ácido libre, probablemente acético. La ceniza ascendió en el perro á 8,28 del residuo seco, y en la oveja á 27,7. Contenia en sales solubles, carbonato alcalino que sin duda existia en el jugo en estado de

(1) AUTENRIETH, *Physiologie*, t. II, p. 69.

(2) MECKEL'S *Archiv*, t. III, p. 170.

(3) *Physiologie*, t. II, p. 367.

(4) *Rsch. exp. eur la digestion*, t. I, p. 24.

acetato, y que, muy abundante en el perro, era escaso en la oveja; mucho cloruro alcalino; muy poco fosfato alcalino en el perro, y mucho en la oveja; por último, muy poco sulfato alcalino. Las sales no solubles en el agua son un poco de carbonato y de fosfato cálcicos (1).

De estas investigaciones resulta que el jugo pancreático es diferente de la saliva; porque la saliva contiene moco y tialina; el jugo pancreático mucha albúmina (2), con caseína sin moco y con poco ó nada de tialina; la saliva es alcalina, y el jugo pancreático en estado fresco es ácido; la saliva de la oveja contiene un poco de sulfocianuro alcalino, que no existe en el jugo pancreático. Las otras sales son casi las mismas.

Leuret y Lassaigne han obtenido de un caballo vivo tres onzas de jugo pancreático en el espacio de media hora. Era un líquido claro, de sabor salado, que ponía verde el jaraabe de violetas y solo contenía $\frac{9}{10}$ por ciento de partes sólidas que los dos experimentadores miraron como que eran las mismas de la saliva, pero en vista de un exámen que parece haber sido bastante superficial. Agua 99; materia animal soluble en el alcohol, materia animal soluble en el agua, vestigios de albúmina, moco, sosa libre, cloruro sódico, cloruro potásico y fosfato cálcico 00,9.

Jugo intestinal.

Tiedemann y Gmelin han examinado este jugo en animales á quienes habian hecho ayunar. En los perros, la ca-

(1) TIEDEMANN y GMELIN, *loc. cit.*, p. 41.

(2) Habiendo obtenido Blondlot (*Traité de la digestion*, p. 125) una dracma de jugo pancreático en un perro, y habiéndola dilatado en su volúmen de agua, la sometió á la acción de una corriente eléctrica; y como no sobrevino coagulación alguna, dedujo que este líquido no contiene mas albúmina que la saliva, á la cual por otra parte se parece bajo todos aspectos. Para él, el jugo pancreático no es mas que un simple líquido mucoso, destinado á diluir la bilis y á disminuir la acritud que presenta antes de haberse precipitado la materia resinóides por el ácido que predomina en la pasta quimosa.

ra interna de la membrana mucosa parecia cubierta de una capa sumamente delgada de materia muy consistente, blanquecina y lijeramente amarilla, y la cantidad de bilis era poco considerable. Cuando el animal habia tragado piedrecitas ó pimienta, se encontraba mayor cantidad de moco difluente y viscoso, y la bilis era mas abundante. Notábase hácia el fin de los intestinos delgados un líquido mas consistente y amarillento ó de un amarillo moreno, que contenia copos de moco, con el principio colorante, la resina y la grasa de la bilis. El líquido mucoso del intestino delgado de los perros y de los caballos contenia un poco de ácido libre en el primer tercio ó la primera mitad; en todo lo restante no era ácido ó lo era muy poco en los perros, y aun contenia bicarbonato sódico en los caballos. Este líquido daba tambien mucha albúmina, que acaso procedia del jugo pancreático, en los caballos, una sustancia análoga á la caseina y una materia precipitable por el cloruro de estaño, que sin duda era tialina con osmazomo; una sustancia que se enrojecia por el cloro y el cloruro mercúrico; poca resina biliar; y en fin, en la parte superior del tubo, una materia lijeramente ácida y azoada. Además, las sales ordinarias de los líquidos animales (1).

El moco del ciego dió reacciones ácidas en todos los perros sujetos al experimento; pero en lugar de ácido libre, el de los caballos contenia bicarbonato sódico. Viridet habia hallado en el ciego de los conejos la misma reaccion ácida que en el estómago.

Schultz ha hecho nuevas investigaciones sobre la reaccion ácida de las sustancias contenidas en el ciego de los animales; y ha encontrado que cuando estos últimos habian sido sometidos al ayuno, este líquido era alcalino ó neutro; lo atribuye á su neutralizacion por la bilis que bajaba mas durante el ayuno; por lo demás, siempre era ácida durante la digestion; sin embargo esta reaccion se verifica ordinariamente en los herbívoros, que estan provistos de un largo ciego, y faltaba casi siempre en los carnívoros, cuyo ciego es incompleto. La saturacion del ácido del quimo de un conejo, alimentado con patatas y yerba, y que se abrió dos

(1) TIEDEMANNS y GMELIN, *Recherches sur la digestion*, t. I, p. 172.

horas y media despues de muerto, exigió tres onzas y media de bilis de buey para dos onzas de quimo tomadas en el estómago: una onza del contenido del ciego de este animal exigió cinco dracmas. Diez y ocho onzas de quimo estomacal de un caballo necesitaron quince granos de carbonato potásico para su saturacion; dos onzas y media de bilis de buey fueron necesarias para saturar una onza; y la misma cantidad del contenido del ciego exigió cinco. El quimo del estómago de un cerdo exigió de 1,04 á 1,11 por 100 de carbonato potásico, y el contenido del ciego 0,78 para su saturacion.

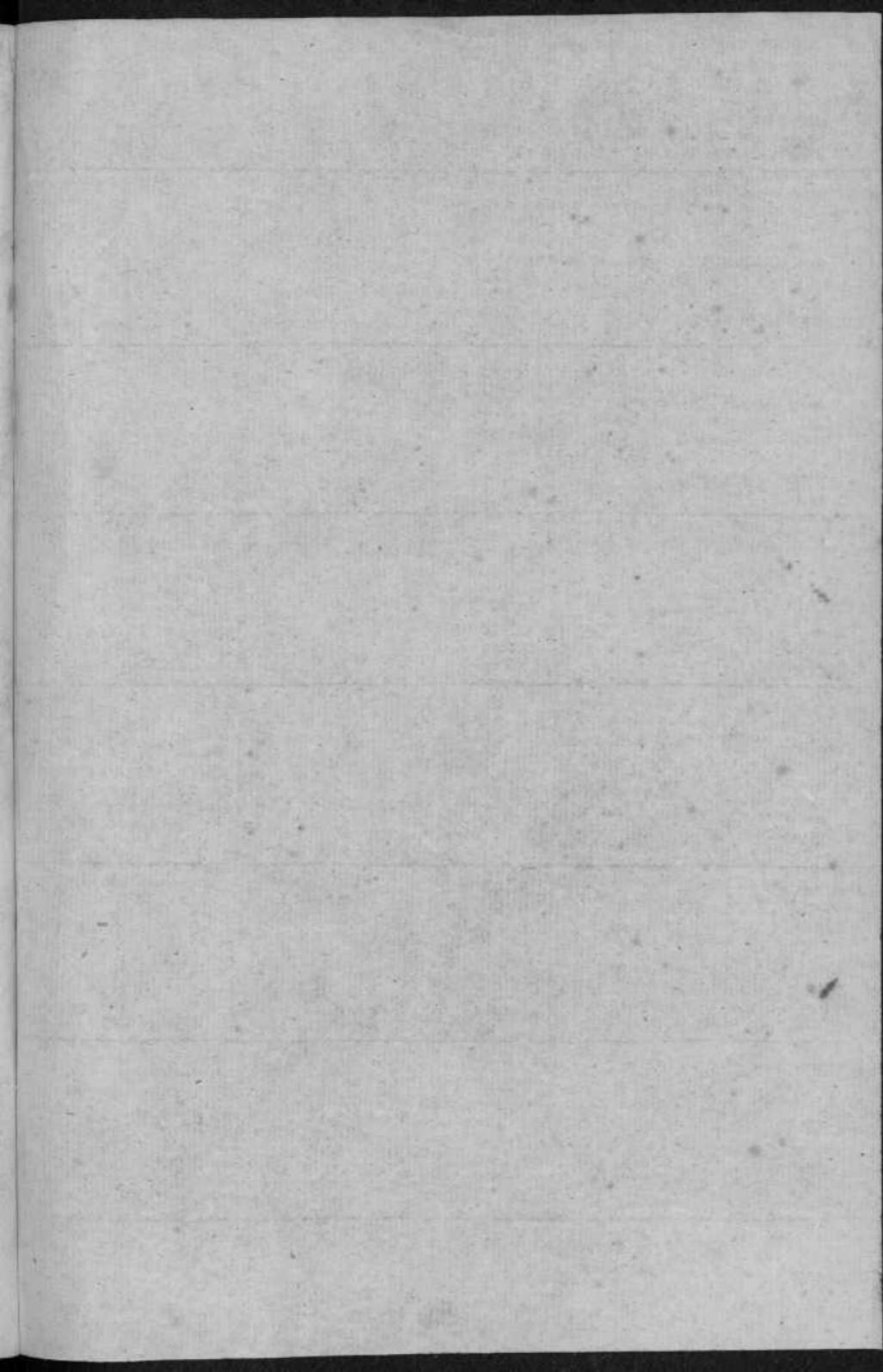
FIN DEL TOMO SEGUNDO.

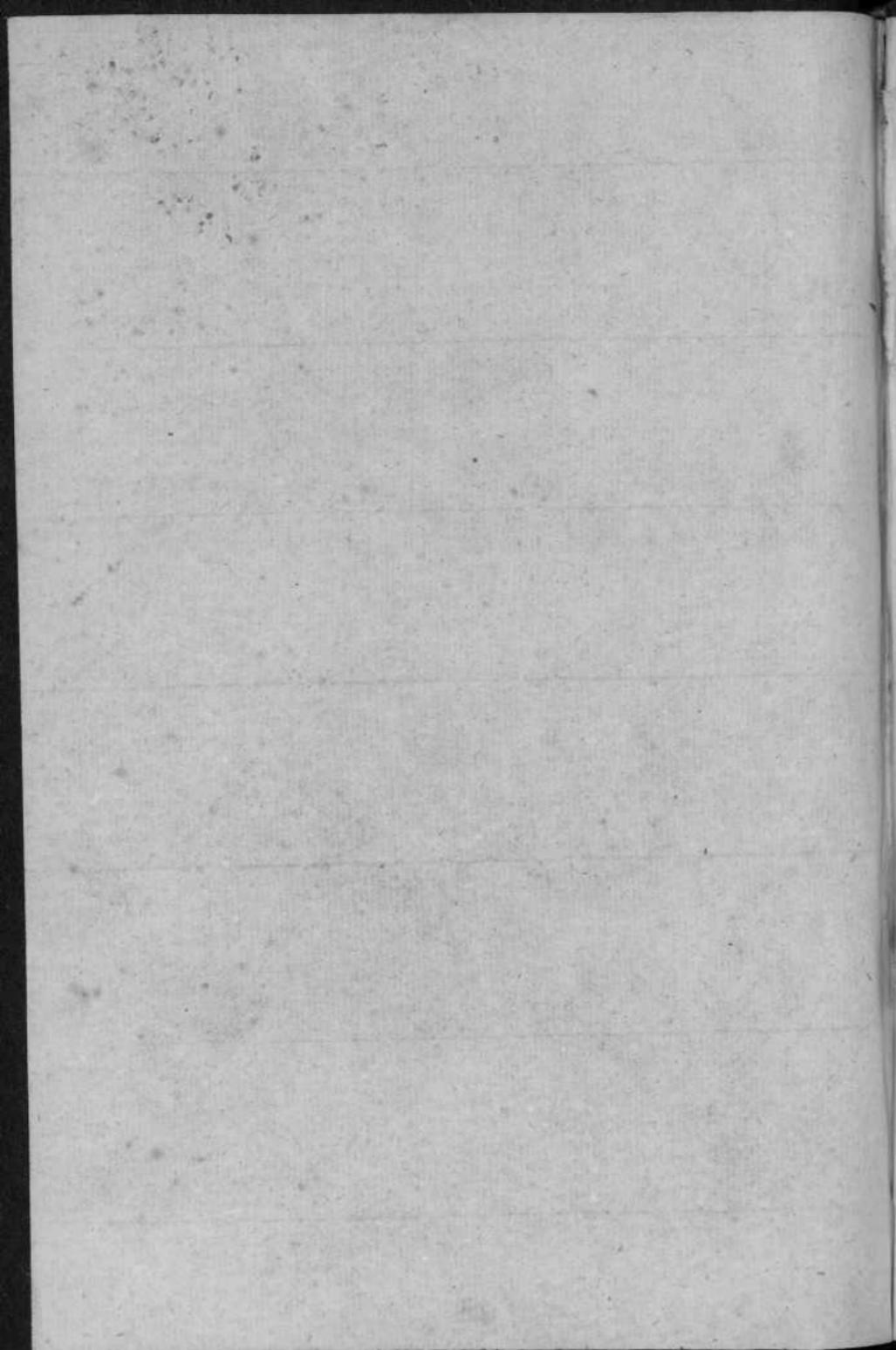
INDICE

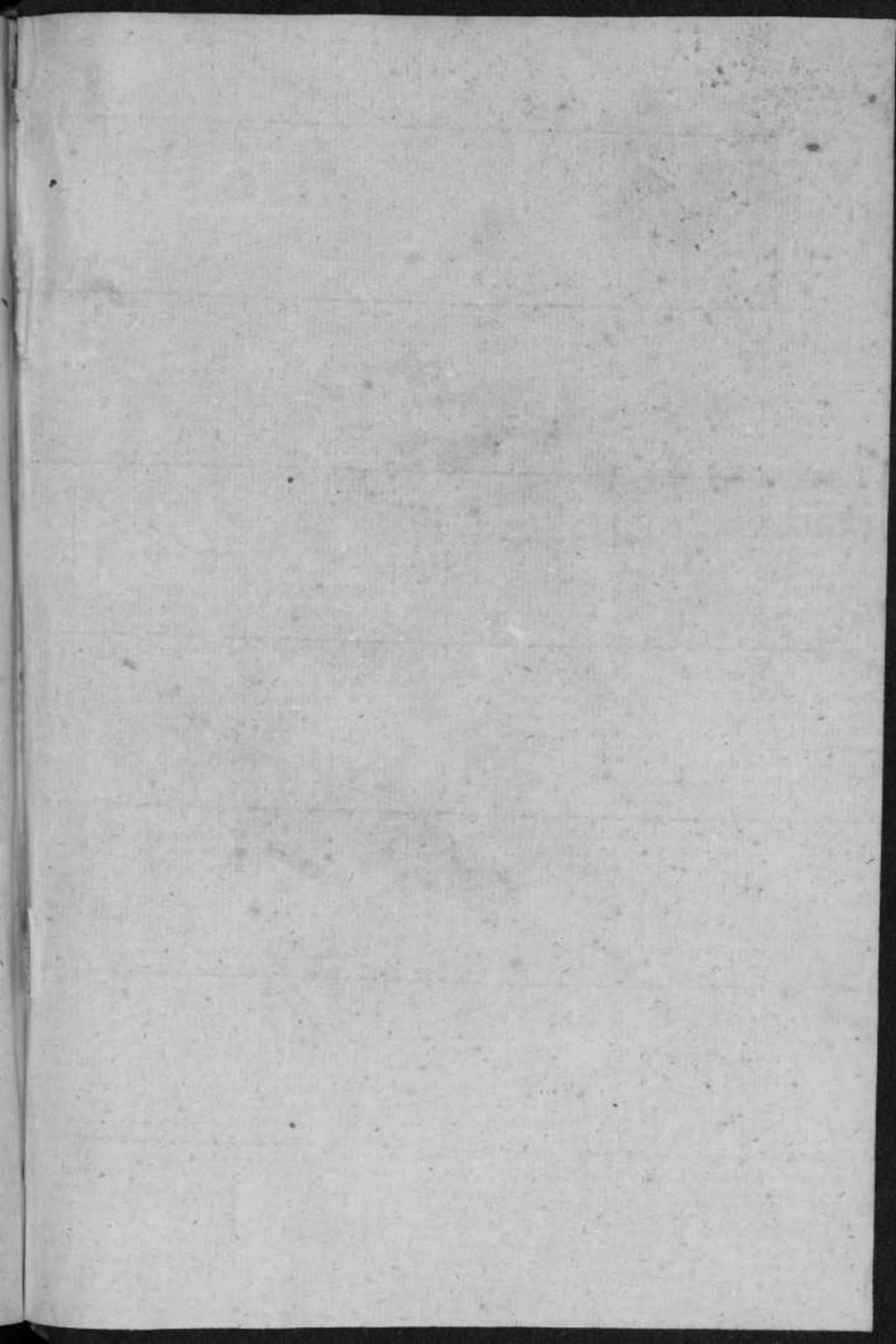
DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO SEGUNDO.

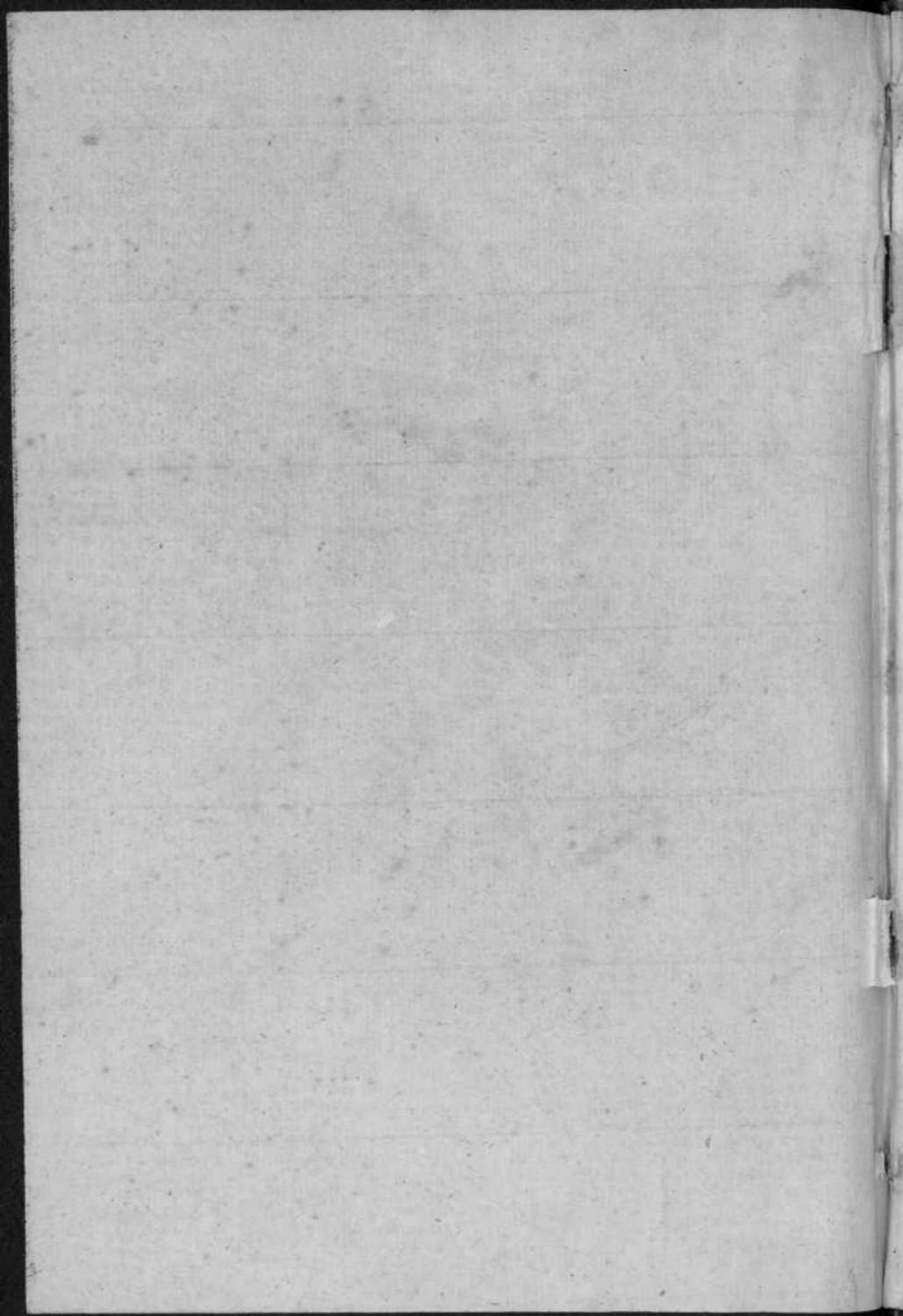
	<u>pág.</u>
LIBRO SEGUNDO. <i>De los cambios químicos que sobrevienen en los líquidos orgánicos y los tejidos organizados bajo la influencia de la vida.</i>	1
SECCION I. <i>De la respiracion.</i>	ib.
CAPITULO I. <i>De la respiracion en general.</i>	ib.
CAPITULO II. <i>Del aparato respiratorio.</i>	8
CAPITULO III. <i>De la respiracion del hombre y de los animales.</i>	18
I. <i>Respiracion en el aire.</i>	ib.
II. <i>Respiracion en el agua.</i>	27
III. <i>Respiracion de los huevos de los animales.</i>	31
CAPITULO IV. <i>De los cambios que la sangre experimenta durante la respiracion.</i>	36
<i>Cantidad de gases en las dos sangres.</i>	37
<i>Fenómenos químicos de la respiracion.</i>	42
<i>Metamorfosis de las materias animales por la respiracion.</i>	58
<i>Relaciones de la respiracion con los alimentos.</i>	60
<i>Esencia de la respiracion.</i>	64
CAPITULO V. <i>De los movimientos y de los nervios de la respiracion.</i>	69
<i>Movimientos respiratorios.</i>	ib.
<i>Influencia de los nervios en la respiracion.</i>	70
SECCION II. <i>De la nutricion, del incremento y de la respiracion.</i>	89
CAPITULO I. <i>De la nutricion.</i>	ib.
I. <i>Acto de la nutricion.</i>	ib.
<i>Renovacion de la materia.</i>	95
A. <i>Renovacion de la materia en los humores.</i>	ib.
B. <i>Renovacion de la materia en las partes orgánicas.</i>	ib.
II. <i>Composicion química de las partes orgánicas.</i>	98
A. <i>Tejidos de base albuminosa.</i>	ib.
B. <i>Tejidos que dan gelatina.</i>	ib.
<i>Influencia de los nervios.</i>	112
CAPITULO II. <i>Del incremento.</i>	114
<i>Incremento por intususcepcion.</i>	117

<i>Incremento por aposicion.</i>	121
CAPITULO III. De la regeneracion.	139
<i>Reproduccion de los tejidos.</i>	144
<i>Regeneracion sin inflamacion.</i>	145
<i>Regeneracion con inflamacion.</i>	149
<i>Regeneracion á consecuencia de una inflamacion exudatoria.</i>	<i>ib.</i>
<i>Regeneracion en la inflamacion supurativa.</i>	165
SECCION III. De la secrecion.	169
CAPITULO I. De la secrecion en general.	<i>ib.</i>
CAPITULO II. De la estructura íntima de las glándulas secretorias.	180
<i>Consideraciones generales sobre la estructura de las glándulas</i>	186
CAPITULO III. Del acto de la secrecion.	224
<i>Causas de la secrecion.</i>	<i>ib.</i>
<i>Influencia de los nervios en la secrecion.</i>	235
<i>Cambios de la secrecion.</i>	239
<i>Evacuacion de las secreciones.</i>	243
SECCION IV. De la digestion, de la quilificacion y de la escrescion.	245
CAPITULO I. De la digestion en general.	<i>ib.</i>
<i>Hambre y sed.</i>	258
CAPITULO II. De los órganos digestivos.	263
<i>Conducto intestinal en general.</i>	<i>ib.</i>
<i>Membrana interna del intestino.</i>	274
CAPITULO III. De los movimientos del tubo alimenticio.	277
<i>Deglucion.</i>	280
<i>Movimientos del esófago.</i>	284
<i>Movimientos del estómago.</i>	285
<i>Rumiacion.</i>	287
<i>Vómito.</i>	289
<i>Movimientos del intestino.</i>	293
CAPITULO IV. De los líquidos que sirven para la digestion.	295
<i>Saliva.</i>	<i>ib.</i>
<i>Jugo gástrico.</i>	300
<i>Bilis.</i>	306
<i>Jugo pancreático.</i>	183
<i>Jugo intestinal.</i>	320

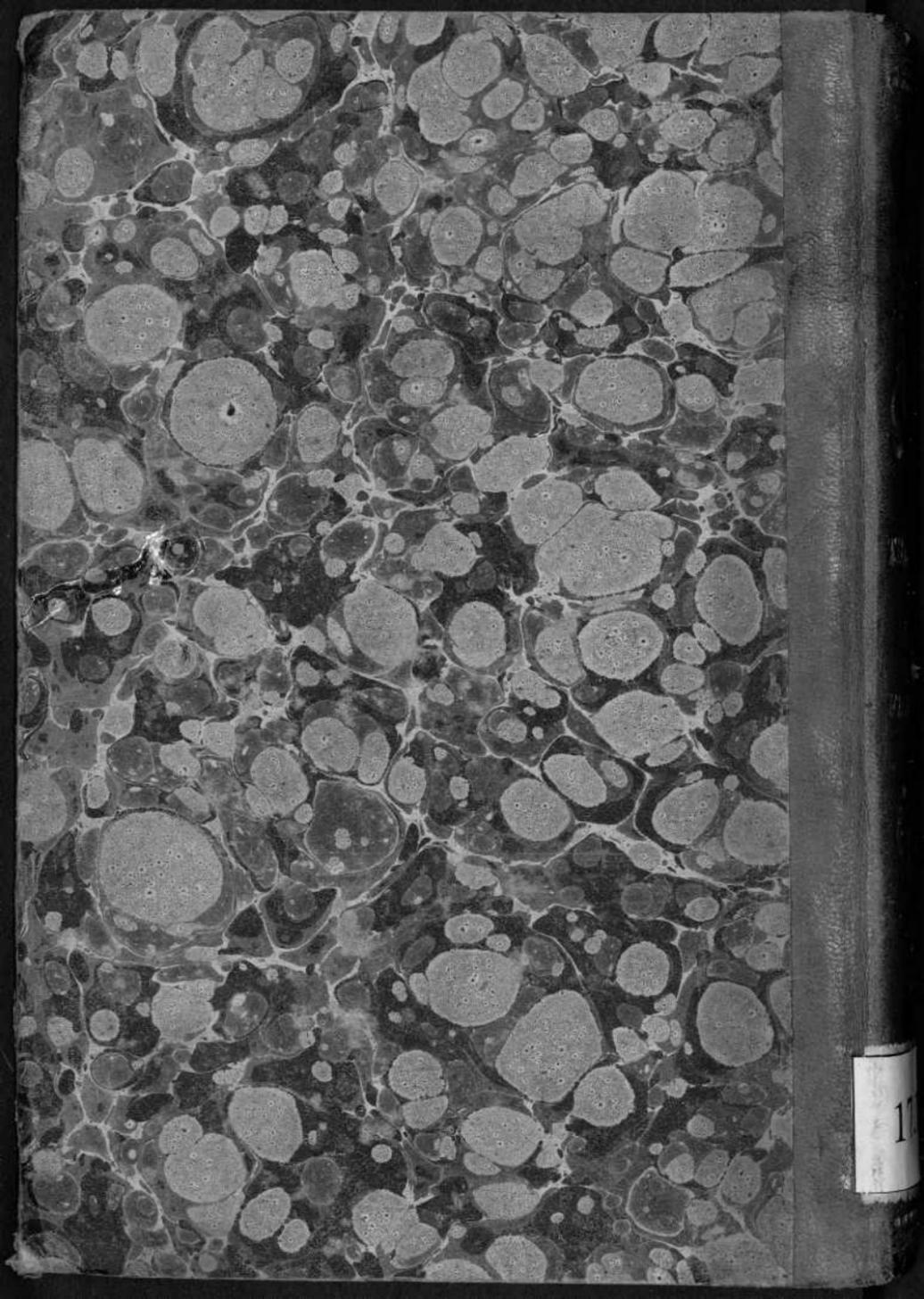








two - by - the



1



TRATADO

DE

FISIOLOGIA



17.156

