LIBRERIA DE RODRIGUEZ

15870

25/229

16118

TRATADO ELEMENTAL

DE

FISIOLOGÍA HUMANA.

2535

Es propiedad del autor, y todos los ejemplares irán sellados y rubricados.

TRATADO ELEMENTAL

DE

FISIOLOGÍA HUMANA

POR EL

Dr. D. Juan Magaz y Jaime,

Catedrático de Fisiología de la facultad de Medicina de Madrid;
Jefe superior honorario de Administracion civil;
Inspector general y consejero de Instruccion pública;
Caballero gran cruz de la Real órden de Isabel la Católica;
Comendador de número de las Reales órdenes de Cárlos III y de Isabel la Católica;
Antiguo Presidente de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona;
Académico electo de la de Madrid, etc.

Obra premiada por la Real Academia de Medicina de Madrid.

TOMO PRIMERO.

TERCERA EDICION

considerablemente aumentada con el resultado de los trabajos mas modernos, é ilustrada con gran número de grabados intercalados en el texto.

BARCELONA.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE NARCISO RAMIREZ Y COMP.ª
pasaje de Escudillers, número 4.

1877.

PUBLICACIONES DEL SR. MAGAZ.

INFORME ACERCA DEL DERRIBO DE LAS MURALLAS DE BARCELONA.—Publicado por acuerdo de la Academia de Medicina y Cirugía.—1854.

DESCRIPCION DE UN NUEVO APARATO PARA DESCUBRIR EL ARSÉNICO EN TODAS LAS SUSTANCIAS QUE LO CONTIENEN, SIN NINGUNO DE LOS INCONVENIENTES QUE PRESENTAN LOS PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS HASTA EL DIA.—Publicado por acuerdo de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona.—1855.

DIFERENTES CLASES DE PAUPERISMO Y SU INFLUENCIA EN LA SOCIEDAD.—Publicado por la Sociedad económica de Amigos del País de Barcelona.—1856.

INFLUENCIA DE LA EDUCACION EN LA MARCHA Y PROGRESO DE LOS PUEBLOS. DISCURSO INAUGURAL PRONUNCIADO EN LA SOLEMNE APERTURA DEL CURSO ACADÉMICO DE 1855 Á 1856.—Publicado por la Universidad de Barcelona.

CONTESTACION Á LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS EN LA *Revista Católica*, IMPUGNANDO UNA PARTE DE DICHO DISCURSO INAUGURAL.—Folleto publicado en 1856.

PRÓLOGO DE LA TERCERA EDICION.

La benevolencia inusitada con que ha sido acogido este trabajo, benevolencia de la que dan palpable testimonio, la rapidez con que se han agotado dos numerosas ediciones, y el voto de la Real Academia de Medicina de Madrid, que le ha concedido el mas apreciado de los premios que periódicamente ofrece á los autores de las mejores obras originales de medicina que se publiquen en el país, demuestran la conveniencia de que en esta nueva edicion no se introduzcan variaciones esenciales, á fin de que conserve el carácter de sencillez que la ha distinguido hasta ahora y la claridad en la exposicion sin la cual no hay ningun libro que pueda ser de verdadera utilidad para la enseñanza.

Conviene tanto mas tener en cuenta estas indicaciones, cuanto que la fisiología es tal vez la mas complicada de todas las ciencias naturales. La vida del organismo no es posible sin el concurso de fuerzas muy distintas, y para analizarlas es preciso poner á contribucion todos los datos de la mecánica, de la física, de la química, además de los que suministra el conocimiento de las partes constitutivas de la organizacion, y es indispensable, por lo mismo, procurar que la

esposicion de los hechos y la de los razonamientos que en ellos se fundan, quede desembarazada de todo ese atalaje de citas, de nombres y de reflexiones, que podrán demostrar la vasta erudicion de los autores, pero que, por regla general, perjudican de una manera considerable á la claridad de los conceptos.

Tampoco hemos variado en nada el órden de estudio de las diferentes funciones de la economía. De cualquier manera que se las considere forman todas una especie de cadena, cuyos eslabones unidos entre sí, no permiten distinguir el principio ni el fin; y puesto que de todos modos es preciso romper alguno para que sirva como de punto de partida en el exámen de los misterios del organismo, hemos empezado este exámen por las funciones nutritivas, para seguir despues el de las de relacion y reproduccion, consiguiendo de este modo no solo evitar innovaciones completamente innecesarias, sino marchar de lo sencillo á lo complicado, sin separarnos del órden establecido por la naturaleza, puesto que al fin y al cabo, las primeras manifestaciones de la vida en el niño que acaba de nacer, están reducidas á fenómenos de nutricion, y solo mas tarde se ponen en accion los sentidos y las facultades intelectuales y afectivas, quedando relegadas las funciones de reproduccion para cuando el organismo haya adquirido su completo desarrollo.

De todos modos, como cada dia se recogen nuevos materiales científicos, y como entre esa multitud de observaciones que incesantemente acrecentan el patrimonio fisiológico, hay algunas que arrojan nueva luz sobre hechos ya conocidos, y otras que corrigen errores que conviene destruir, hemos procurado enriquecer esta edicion con el resultado de los trabajos de estos últimos años en todo lo que tienen de mas exacto y provechoso, aumentando á la vez considerablemente el número de grabados, para hacer mas perceptibles las ideas emitidas en el texto.

Tal es, en resúmen, el objeto que nos hemos propuesto y los medios empleados para conseguirlo, á fin de reunir en esta obrita un cuadro fiel del estado actual de la fisiología que pueda servir de guia al alumno, de ayuda de memoria al médico y de consulta provechosa á todo el que, por aficion, por curiosidad ó por razonable deseo de ensanchar la esfera de sus conocimientos, aspira á conocer algo de lo que pasa en nosotros mismos, cumpliendo de este modo el sabio precepto de la antigüedad: *Nosce te ipsum*.

Juan Magaz.

Octubre de 1876.

TRATADO ELEMENTAL

DE FISIOLOGÍA HUMANA.

PRIMERA PARTE.

SECCION PRIMERA.

Fisiología general.

CAPÍTULO PRIMERO.

De la fisiología, de sus límites y de las divisiones que se han hecho de esta ciencia.

§ 1.º

La fisiología es la ciencia que tiene por objeto el estudio de los *fenómenos* de la vida en el estado de salud de los individuos, las causas de que dependen y las *leyes* que siguen en su manifestacion.

Decimos que la fisiología estudia los fenómenos de la vida en el estado de salud, porque las alteraciones que sobrevienen á consecuencia de las enfermedades, constituyen la fisiología patológica, cuyo estudio corresponde á la patología propiamente dicha; y hemos añadido que investiga las causas de los fenómenos vitales y las leyes que siguen en su manifestacion, por-

que sin elevarse, mientras sea posible, al conocimiento de estas causas y de estas leyes, no pueden conocerse bien esos fenómenos.

Aunque la significacion etimológica de la palabra fisiología es la de «ciencia de la naturaleza,»—φυσις naturaleza y λογος discurso,—hemos circunscrito, al definirla, los límites á donde alcanza su accion, porque la física, la química y las demás ciencias naturales estudian tambien la naturaleza, y tienen, sin embargo, un objeto completamente distinto del de la fisiología.

Para evitar este inconveniente emplean algunos la palabra *biología*, que significa «ciencia de la vida;» pero aunque las ciencias biológicas se ocupan todas en los séres vivos, los estudian con un objeto diferente: la fisiología los estudia para saber cómo funcionan; la anatomía para averiguar cómo están organizados; la botánica y la zoología para descubrir sus semejanzas y diferencias y clasificarlos metódicamente, y la química orgánica para apreciar la accion íntima de sus partes componentes y la de los elementos que los constituyen.

Á pesar de haber limitado, como lo hemos hecho, la verdadera significacion de la palabra fisiología, aun comprendemos dentro de su estudio el de los fenómenos que tienen relacion con el espíritu, que, aunque fisiológicos en su esencia, tienen tal importancia y tan íntimo enlace con otro órden de consideraciones, que forman por sí solos el objeto de la psicología.

Los fenómenos ó las manifestaciones de la vida no son iguales en todos los séres: en unos casos estos fenómenos están limitados á la nutricion y á la reproduccion en sus formas mas sencillas, en otros, los séres vivos no solo se nutren y reproducen, sino que sienten y se mueven en virtud de fuerzas propias; y en otros, no solo se nutren, se reproducen, sienten y se mueven, sino que piensan y quieren, obrando con arreglo á las determinaciones de su voluntad.

Cuando se estudian los fenómenos de la vida propios de los vegetales, la fisiología se llama *vegetal;* cuando se estudian los que corresponden á los animales, se llama *animal ó comparada,* y *humana,* cuando el estudio se limita al de los que tienen lugar en el hombre.

Por mas fundada que parezca esta division, la fisiología humana solo puede estudiarse con provecho examinando las funciones que se verifican en los diferentes tipos vegetales y zoológicos, y las modificaciones que experimentan á consecuencia de los diversos estados por que pasa cada uno de ellos antes de llegar á su forma definitiva. Comparando unas funciones con otras, apreciando sus semejanzas y diferencias, y marchando siempre de lo sencillo á lo complicado, es como se puede caminar con paso algo mas seguro por la escabrosa senda de las investigaciones fisiológicas.

La fisiología humana abarca en su estudio todos los fenómenos vitales que tienen lugar en el hombre desde su nacimiento hasta su muerte: á esos fenómenos, á ese conjunto de acciones que dependen de la actividad de dos ó mas órganos que contribuyen á un fin comun, se llaman *funciones.*

Esas funciones, ó tienen por objeto la conservacion del individuo, ó la de la especie á que pertenece. Las que tienen por objeto la conservacion del individuo, ó contribuyen al acrecentamiento y conservacion de los elementos que le constituyen, apropiándose las sustancias exteriores y trasformándolas en sustancia propia, ó le ponen en relacion con los objetos externos para que los utilice ó los deseche, segun sean adecuados ó perjudiciales para la satisfaccion de sus necesidades. De aquí el que las funciones se dividan en funciones de *nutricion,* de *relacion* y de *reproduccion.*

Las funciones de nutricion, llamadas tambien *orgánicas* y *vegetativas,* tienen por objeto el acrecentamiento

y conservacion del individuo, y son propias de los animales y de los vegetales. Las funciones de *relacion*, á las que tambien se dá el nombre de *animales*, son exclusivas del reino animal y sirven para ponerlo en comunicacion con los objetos exteriores. Las funciones de *reproduccion* son comunes á los animales y á las plantas y están destinadas á la conservacion de la especie. Las funciones de nutricion pueden ser mas ó menos complicadas, segun sea mas ó menos complicada la organizacion del individuo en que se estudian; pero su ejercicio es constante desde el nacimiento hasta la muerte. Las funciones de relacion y de reproduccion no son permanentes en su ejercicio: no se manifiestan sino durante un tiempo determinado, y pueden amortiguarse ó desaparecer en ciertas épocas sin que se comprometa la vida del individuo.

Entre las funciones de *nutricion* se comprenden la digestion, la absorcion, la circulacion, la respiracion, la calorificacion, las secreciones y la nutricion propiamente dicha.

Entre las funciones de *relacion* se estudian las sensaciones ó sea la accion de los sentidos, los movimientos, la voz, la palabra, las facultades intelectuales, las facultades afectivas, los instintos, el sueño y las demás funciones que al sistema nervioso corresponden.

Pertenecen, por último, á las funciones de *reproduccion*, la ovulacion, la copulacion, la fecundacion, la gestacion y la lactancia, á las que tal vez deberia añadirse el parto, si por el conjunto de trastornos mas ó menos graves que ocasiona no constituyera un estado casi patológico que debe estudiarse de una manera separada y especial.

Estos diferentes grupos, que, al parecer, comprenden funciones enteramente indépendientes entre sí, tienen, sin embargo, infinitas relaciones. La digestion, por

ejemplo, que es una funcion *orgánica,* no podria efectuarse sin la *sensibilidad* de la membrana mucosa que tapiza la parte interna del aparato digestivo y sin la *contraccion* de las fibras musculares del mismo aparato y aun de algunos músculos abdominales. Y como la sensibilidad y la contraccion muscular son funciones de relacion, se vé bien el íntimo enlace que existe entre las unas y las otras. Por eso la clásificacion que hemos adoptado, destinada exclusivamente á facilitar el estudio de los complicados fenómenos que tienen lugar en el organismo, no quiere significar que cada una de las funciones indicadas se ejerza con independencia de las demás, porque lejos de existir ese aislamiento, hay entre todas mútuo enlace y recíproca dependencia.

Puesto que la fisiología estudia los fenómenos vitales, conviene precisar bien lo que entendemos por *vida,* ya que solo de este modo se puede apreciar la participacion que le corresponde en el ejercicio de las funciones, en la conservacion de la salud, en la manera de obrar de las sustancias ó de los agentes que la trastornan y en la de los medios que se emplean para restablecerla.

CAPÍTULO II.

Idea general de la vida.

§ 2.º

La vida no ha sido considerada por todos los fisiólogos de una manera igual. Mientras que unos suponen que es una *fuerza,* y como tal, la causa productora de los fenómenos vitales, otros creen que es un *efecto,* consecuencia solo de la manera especial con que los agen-

tes físicos y químicos influyen en la materia de que los cuerpos vivos se componen.

Para los primeros, la vida es una entidad activa é inteligente. Encerrada en la semilla ó en el huevo, preside y dirige las trasformaciones sucesivas del gérmen hasta que se convierte en un individuo de su especie, y con el auxilio de los órganos que ella misma se elabora, diferentes en cada tipo vegetal ó zoológico, trasforma los alimentos en materia organizada, elimina al exterior las sustancias inútiles ó perjudiciales, regenera los tejidos, forma á veces otros nuevos, y en lucha incesante con los agentes morbosos, ó vence y conserva la salud, ó es vencida y el individuo muere, quedando abandonado á las solas fuerzas de la materia bruta. De aquí las enfermedades *dinámicas* de las escuelas vitalistas, cualquiera que haya sido el nombre con que se han reproducido en el trascurso de los siglos, y de aquí tambien la *dinamizacion* de los medicamentos, bajo el supuesto de que su accion es dinámica ó virtual, y el de que su fuerza especial y la de la vida son armónicas, se prestan mútuo apoyo y concurren al mismo fin.

Para los segundos, la vida no es mas que un resultado, un modo de ser de la materia influida de una manera especial por los agentes ó fuerzas físicas y químicas; y si el gérmen tiene aptitud para crecer y desarrollarse, si puede elaborar dentro de sí mismo los órganos ó tejidos que le caracterizan, si trasforma los elementos en sustancia propia, es solo debido á la influencia que sobre él ejercen las fuerzas físicas y químicas, con exclusion completa de toda fuerza vital, que, segun ellos, no se necesita para nada. Por eso, ni la salud se trastorna sino cuando se trastornan algunas de las partes componentes del organismo, ni es posible la curacion de las enfermedades sino por medios capaces de influir en las partes alteradas hasta devolverlas sus condiciones pri-

mitivas. De aquí, todas las alteraciones admitidas en los sólidos, y de aquí tambien los trastornos de la sangre y de los demás líquidos del cuerpo humano, con los que los solidistas y humoristas de todas épocas, ya se hayan llamado químicos, mecánicos ú organicistas, han venido explicando la esencia íntima de las enfermedades.

Estas opiniones rivales, que, con diferentes alternativas, han monopolizado el dominio de la ciencia, son, en el estado actual de conocimientos, igualmente inadmisibles. La vida es algo mas que el resultado de la accion de los agentes físicos y químicos sobre la materia. Las fuerzas físicas no darán jamás vitalidad á ningun cuerpo, si le falta ese *quid divinum,* esa fuerza desconocida que anima al organismo. La vida es algo menos que una actividad inteligente, árbitra soberana y causa única de los fenómenos de la vitalidad. Ese *quid divinum,* esa fuerza desconocida que reside en el gérmen, no podrá nunca por sí sola convertirlo en un individuo de su especie, ni podrá hacer que ese individuo se conserve, se acreciente y reproduzca, si le falta el concurso del calórico, de la luz, de la electricidad y de los demás agentes físicos que tan incuestionable influencia ejercen en la existencia de todos los séres animados.

La confusion que se observa en este punto depende en gran parte de que los fisiólogos han abandonado el estudio de los hechos, único que puede conducir al descubrimiento de la verdad, para engolfarse en el laberinto de las abstracciones. Han querido estudiar la vida como si fuera una cosa que tuviera existencia propia, aislada é independiente, y se han olvidado de que en el mundo de las realidades la vida no se presenta jamás sino unida á los cuerpos y que sin estos, siquiera sean microscópicos, como el de un gérmen ó el de una célula, no es posible ninguna de las manifestaciones de la vitalidad.

En vez, pues, de pretender descubrir la esencia de la vida, pretension inútil y que no conducirá á ningun resultado positivo, estudiemos las causas que contribuyen al modo de ser de la materia viva, así como los físicos estudian las que concurren al modo de ser de la materia inanimada, y aunque sea con dificultad, llegaremos á conocer lo que se llama vida algo mejor de lo que se ha conocido hasta aquí.

Entre los diversos cuerpos que nos rodean hay unos llamados *brutos* ó *inorgánicos* y otros á los que se les dá el nombre de *vivos*. Los cuerpos brutos están compuestos de materia; y bien porque esta materia tenga una actividad propia, bien porque esa actividad sea debida á fuerzas que obren sobre ella, el resultado es que adquieren forma, color, consistencia, peso y que son dilatables, compresibles, elásticos, reuniendo, en fin, ese conjunto de propiedades características de los cuerpos inanimados.

El modo de existir, pues, de los cuerpos brutos es un efecto de la materia de que están formados y de las actividades ó fuerzas que obran sobre ella; y de consiguiente, si la materia no es idéntica en los diferentes cuerpos, porque así lo haya querido la voluntad del Creador, ó si no son idénticas las fuerzas ó actividades que obran sobre la materia, los fenómenos ó caractéres que en ellos observemos no serán idénticos tampoco.

De aquí se deduce que en el mundo inorgánico no se puede concebir la existencia de ningun cuerpo sin materia que lo forme y sin fuerza ó actividad en los átomos de que está formado. Quitad á los cuerpos la atraccion, la afinidad, el calórico, y ya no tendrán volúmen, ya no tendrán forma, no tendrán peso, y las moléculas de sus partes constitutivas vagarán inciertas sin poder agruparse en el espacio. Estas mismas moléculas dejarian de existir. ¿Qué es una molécula sin fuerza de agre-

gacion entre los diferentes átomos ó cortísimas porciones de sustancia de que está formada? Quitad ahora á los cuerpos la materia; suprimidla por un esfuerzo de abstraccion, y ni la electricidad, ni el calórico, ni ninguna de las fuerzas físicas podrá dar lugar á la mas pequeña de sus manifestaciones. ¿Qué es la electricidad sin la materia en que se desenvuelve? ¿Qué es la atraccion sin la materia atraida?

Tan convencidos están los físicos de que no puede separarse la nocion de fuerza de la de materia, ni la nocion de materia de la de fuerza, que nunca han intentado esta separacion.

Al físico le importa poco conocer la naturaleza íntima de la atraccion. Lo que necesita conocer es la manera con que se manifiesta en la materia, y por eso ha dedicado todos sus esfuerzos al conocimiento de las leyes por las cuales se rigen constantemente estas manifestaciones.

Entre las leyes á que están sujetos lo mismo los fenómenos del mundo inorgánico que del organizado, ninguna es tan importante como la que establece *la indestructibilidad de la materia y de la fuerza.* La materia puede esperimentar diferentes trasformaciones, pero no se destruye jamás. Lo mismo sucede á las fuerzas; ya estén representadas por el movimiento, por el calor, por la luz ó la electricidad, podrán las unas trasformarse en las otras, de manera que el calor, por ejemplo, se convierta en trabajo mecánico, ó la electricidad en calor, ó el calor y la electricidad en luz, etc., pero nunca se destruyen, porque ni la materia ni las fuerzas pueden aniquilarse ó extinguirse.

Siguiendo las indicaciones anteriores, hagamos de ellas aplicacion al estudio de los fenómenos de la vida.

Los cuerpos vivos están compuestos de materia; esta, en cuanto á los elementos que la forman, es idéntica á

la que entra en la composicion de los cuerpos inorgánicos, y bien porque tenga una actividad propia, bien porque esa actividad sea debida á fuerzas que obren sobre ella, el resultado es que los cuerpos vivos adquieren forma, color, consistencia, peso; que son dilatables, compresibles, elásticos; que se organizan en una forma determinada; que se conservan y acrecientan; que sienten; que se mueven, y que adquieren, en fin, ese conjunto de caractéres que les distingue de los cuerpos inanimados.

El modo de existir de los cuerpos vivos es, de consiguiente, un efecto de la materia de que están formados y de las actividades ó fuerzas que obran sobre ella; y si la organizacion no es idéntica en los diferentes cuerpos, porque así lo haya querido la voluntad del Creador, ó si no son idénticas las actividades ó fuerzas que obran sobre esa organizacion, los fenómenos ó caractéres que observemos en los diferentes cuerpos vivos no serán idénticos tampoco. Por eso la vida del feto ó la del niño se diferencia de la del adulto y de la del viejo; la del hombre sano, de la del valetudinario ó enfermo: por eso no es igual la vida de las plantas y la de los animales, ni la de los animales y la del hombre, y por eso cambian las manifestaciones de la vida siempre que se modifica ó cambia el modo de ser de la organizacion.

De aquí se deduce que en el mundo organizado no se concibe la existencia de ningun cuerpo sin materia que lo forme y sin actividades que obren sobre la materia de que está formado; y de aquí se deduce tambien que esas actividades han de estar tan íntimamente unidas á la materia, que no se comprende la posibilidad de separarlas. ¿Qué son las fuerzas que dan lugar á las manifestaciones de la vida sin los cuerpos en que tienen lugar esas manifestaciones?

Si de acuerdo con estas ideas observamos los fenó-

menos que los cuerpos vivos ofrecen á nuestro estudio, en todos los momentos de su existencia, lo primero que notamos es que gran parte de estos fenómenos son completamente idénticos á los que caracterizan el modo de existir de los cuerpos inorgánicos. Este solo hecho nos demuestra que los séres vivos están sujetos á las fuerzas generales que rigen el universo, y que las manifestaciones de la vida son imposibles sin el concurso de esas fuerzas. El sér organizado se halla en relacion tan íntima con el mundo físico, que solo es posible su existencia por el auxilio que constantemente le prestan los agentes naturales que le rodean. Lejos, pues, de estar la organizacion en lucha incesante con los agentes físicos, lo que conviene averiguar es la manera que estos tienen de influir en los fenómenos de la vitalidad. Por eso las ciencias naturales son hoy los auxiliares mas poderosos de los estudios fisiológicos, y á ellas se deben los rápidos progresos que en estos últimos tiempos han alcanzado.

Conviene, sin embargo, ponerse en guardia contra las aseveraciones de ciertos fisiólogos, tan exageradamente químicos, que con solo el juego de las afinidades, ó con las solas fuerzas de la física, se atreven á explicar la formacion de los séres organizados y hasta las manifestaciones del pensamiento. Asegurar, como lo hace Moleschott, que la voluntad es la expresion necesaria de un estado del cerebro producida por influencias exteriores: que las buenas acciones y los crímenes son consecuencias forzosas en proporcion directa de causas ineludibles, como sucede con las revoluciones del globo; que un crímen es el resultado lógico, directo é inevitable de la pasion que le anima; que el pensamiento es un movimiento de la materia y que la conciencia es una de sus propiedades, nos parece, cuando menos, una lamentable aberracion.

Cuanto somos, cuanto sentimos, cuanto pensamos, depende indudablemente de nuestro organismo, y bajo este punto de vista, nuestra voluntad, nuestra inteligencia, nuestra conciencia, son la expresion necesaria de nuestra organizacion; pero nuestra organizacion es algo mas que un conjunto de materia sometido al influjo de las fuerzas físicas; nuestra organizacion es un compuesto de órganos que las fuerzas físicas por sí solas no saben *organizar;* nuestros órganos son un compuesto de tejidos que las fuerzas físicas no saben construir; nuestros tejidos son un compuesto de elementos anatómicos, cada uno de los cuales dá señales evidentes de su vitalidad propia, y las fuerzas físicas por si solas no han dado lugar nunca á que en la materia inorgánica se manifieste la más imperceptible huella de vitalidad. Nuestra organizacion, por consiguiente, es un conjunto de materia organizada, sometida al influjo de fuerzas físicas, de fuerzas químicas y de otras fuerzas diferentes, á las que llamamos orgánicas ó vitales, y de consiguiente lo que somos, lo que sentimos, lo que pensamos, depende de la materia de que estamos constituidos y de las actividades á que está sujeta, entre las que se encuentra nuestra alma, como veremos al hablar de estas actividades.

Aunque admitimos la necesidad de fuerzas físicas y vitales para que los fenómenos de la vida se realicen, no podemos admitir que estas fuerzas se alteren ó trastornen independientemente de los cuerpos en que ejercen su accion. Para nosotros, así como la gravedad no sufre trastornos ni alteraciones, tampoco las sufren las fuerzas vitales cualesquiera que estas sean; y así como para modificar alguna de las manifestaciones de la gravedad modificamos antes el modo de ser de los cuerpos, así para modificar alguna de las manifestaciones de la vitalidad necesitamos cambiar antes su manera de estar

constituidos, porque solo de este modo podemos cambiar las manifestaciones de las fuerzas que les animan. Por eso, si sometemos un grano de trigo á la accion del calórico hasta tostarlo, su fuerza vital no podrá ya manifestarse ni dar lugar al desarrollo y crecimiento del gérmen como lo hubiera hecho antes de la torrefaccion. Y por eso, si una herida, si un vicio de conformacion, si un estado patológico alteran ó modifican el modo de ser de la sustancia cerebral, las facultades de nuestra alma no podrán manifestarse como en el estado fisiológico, y nuestra inteligencia, nuestra voluntad, nuestra conciencia, podrán quedar abolidas ó profundamente trastornadas.

A este propósito recuerda Ligeois, que inyectando sangre desfibrinada al contacto del aire en las arterias de un cadáver rijido, reaparece la contractilidad que la muerte habia extinguido: que un animal asfixiado vuelve á la vida restituyéndole el oxígeno de que se le habia privado; y que por la trasfusion de la sangre se reanima el que está próximo á morir á consecuencia de una copiosa hemorragia: ¿Y se dirá en estos casos, ó cuando aplicamos á un veneno el antídoto ó el contraveneno correspondiente, que es la fuerza ó el principio vital lo que se reanima y vivifica?

Este modo de considerar las cosas tiene mas importancia de lo que á primera vista podria suponerse; la cuestion no es solo una cuestion de nombres: admitiendo las alteraciones de las fuerzas vitales con independencia del organismo en que radican, no solo nos ponemos en pugna con lo que dicta el buen sentido, puesto que ya hemos visto que las fuerzas, como fuerzas, no pueden trastornarse ni enfermar, sino que nos cerramos voluntariamente el paso en la senda del progreso. ¿Qué medios de investigacion hemos de emplear para descubrir las alteraciones inmateriales de que esas

fuerzas pudieran ser susceptibles? Y aunque las descubriéramos, ¿de qué recursos nos valdriamos para llegar directamente hasta las fuerzas enfermas, á fin de devolverles sus condiciones primitivas? ¿Pueden servir para esto los agentes medicinales de que podemos disponer?

Con razon dice Ligeois, que las doctrinas que combatimos destruyen toda terapéutica racional, entregan la medicina al mas ciego empirismo, y conducen necesariamente á sus adeptos al desden de la anatomía y de las ciencias físico-químicas. Si en vez de permanecer en las alturas de la metafísica descendiesen á la tierra, removiesen la materia muerta y viva, la interrogasen bajo todas sus formas, pasasen sucesivamente por el anfiteatro de diseccion, el laboratorio del físico, del químico, del histólogo, del fisiólogo y por las salas de clínica, desaparecerian por completo sus errores.

Admitiendo que las manifestaciones ordinarias de la vida no pueden trastornarse sin que se modifique ó trastorne antes la organizacion en que se manifiestan, no solo nos ponemos de acuerdo con lo que la experiencia diaria nos enseña con respecto á lo que sucede á las fuerzas físicas, sino que dejamos ya trazado el terreno de nuestras futuras investigaciones. Si las enfermedades llamadas vitales dependen primitivamente de un cambio en el modo de ser del organismo, aunque hoy no lo conozcamos, podrá descubrirse con el tiempo, y aunque no se descubra nunca, como se trata de una alteracion material, tenemos la seguridad de que nuestros medios de accion pueden llegar hasta el sitio donde se encuentre, y de consiguiente que, si la alteracion no es profunda, cabe en lo posible corregirla y colocar la organizacion en sus condiciones primitivas con medios racionales ó con medios empíricos; porque, para curar, no siempre se necesita conocer la manera de obrar de los medicamentos. Los físicos no saben tampoco qué

clase de modificaciones experimenta el cristal cuando se frota, pero saben que frotándole desarrolla electricidad, y esto les basta.

Como todas estas consideraciones están basadas en el supuesto de que, para que tengan lugar las manifestaciones de la vida, se necesitan cuerpos organizados y actividades ó fuerzas que obren sobre los mismos, conviene que procuremos ante todo resolver las siguientes cuestiones: *¿Qué son los cuerpos organizados? ¿En qué se diferencian de los cuerpos inorgánicos? ¿Cuál es su orígen? ¿Qué clase de actividades los caracterizan?*

CAPÍTULO III.

De los cuerpos organizados.

§ 3.º

Los *principios elementales* ó elementos químicos de los cuerpos organizados son de la misma naturaleza que los que entran en la composicion de los cuerpos inorgánicos.

Los *principios elementales* que entran en la composicion de los cuerpos organizados, son el oxígeno, hidrógeno, carbono, ázoe, azufre, fósforo, potasio, sódio, calcio, y aunque con menos frecuencia, el hierro, cloro, yodo, bromo, fluor, manganeso, aluminio, silicio y magnesio: los primeros tienen, al parecer, una grande aptitud para las manifestaciones de la vitalidad, puesto que se les encuentra en todos ó en casi todos los tejidos de los vegetales y de los animales; los segundos solo se encuentran en ciertos vegetales ó animales, y no en todos los tejidos, lo que parece indicar que no son aptos para la vida sino en ciertas y determinadas circunstancias.

Los *principios elementales* que entran en la composicion de los cuerpos organizados, se combinan entre sí obedeciendo al influjo de las fuerzas químico-vitales y forman compuestos como el almidon, el azúcar, la fibrina, etc., que se llaman *principios inmediatos*.

Los *principios inmediatos* entran en la composicion de los *elementos anatómicos*, que son las sustancias orgánicas mas elementales que pueden obtenerse por medio de la análisis anatómica, ó sea disociándolos sin alterar su forma.

Del agrupamiento y reunion de los *elementos anatómicos* resultan los tejidos y los humores: del agrupamiento y reunion de los tejidos resultan los órganos: del agrupamiento y reunion de los órganos y de los humores resulta la organizacion correspondiente á cada tipo vegetal ó zoológico.

El elemento anatómico fundamental parece ser la *célula*. La *célula* es una vejiguilla compuesta de una especie de membrana extraordinariamente fina, cerrada por todas partes, en cuyo interior hay un líquido en el cual sobrenadan el *núcleo* y la *nucleola*. Las partes constitutivas de la *célula* animal, son pues: la *cubierta celular*, el *contenido celular*, el *núcleo* y la *nucleola*.

La *cubierta celular* es una especie de membrana sin organizacion, compuesta de una materia azoada.

El *contenido celular* es una sustancia líquida y granulosa que se halla en el interior de la célula y á la que esta debe sus propiedades específicas. Es de naturaleza diferente en las distintas clases de células; y la contractilidad de la fibra muscular, lo mismo que la sensibilidad de la fibra nerviosa, parecen depender del líquido contenido en las células que las forman.

El *núcleo* es un cuerpo vesicular contenido en el interior de la célula y suspendido en el líquido de la misma. Las células que carecen de núcleo solo tienen una vida

transitoria, y se estinguen y desaparecen algun tiempo despues de su formacion.

La *nucleola* es una especie de mancha que se observa en el *núcleo*.

Hay células sin núcleo, y las hay con núcleos múltiples. Hay células sin nucleolas, y las hay con nucleolas múltiples. Hay núcleos sin célula, y hay células cuyos núcleos y nucleolas tienen tamaños muy diferentes.

Las células solo se forman en los cuerpos vivos, y de consiguiente su orígen y desarrollo es debido á la influencia de las fuerzas vitales, cualesquiera que estas sean.

Se dice que toda célula proviene necesariamente de otra célula. La formacion de las células se efectúa por *division*, cuando las células preexistentes se deprimen y dividen espontáneamente, desapareciendo la célula madre para ser reemplazada por dos ó mas células hijas; por *gemacion*, cuando las células preexistentes se prolongan ó ramifican, convirtiéndose en nuevas células cada una de estas ramificaciones; por *generacion endógena*, cuando en el interior de las células antiguas se forman células nuevas que van creciendo y desarrollándose hasta que la rotura de la célula madre las deja en libertad.

Las células tienen dimensiones microscópicas. Su diámetro varia entre uno y tres centésimos de milímetro, y solo el óvulo ó huevecillo llega á dos décimos de milímetro, por cuya razon puede verse con la vista natural.

Las células son ordinariamente incoloras, pero hay algunas que presentan una coloracion determinada, como los glóbulos rojos de la sangre ó las células pigmentarias de la piel.

Estos elementos anatómicos están dotados de grande elasticidad, y la resistencia que oponen á la accion de

los agentes esteriores y á todo cuando tiende á modificar su constitucion es tan considerable, que rechazan en unos casos ó se asimilan en otros las sustancias que les rodean como si hubiera en ellos verdadera seleccion.

La composicion química de las células es muy complicada y el agua que es el mas abundante de sus elementos componentes, se halla íntimamente combinada con la albúmina y la grasa que tambien figuran entre sus partes constitutivas. Al lado de estos elementos principales se encuentran, aunque en menor cantidad, todas las sustancias minerales que entran en la composicion general del cuerpo.

Los elementos globulares tienen primitivamente la forma de una pequeña masa redondeada, pero su figura puede modificarse por un gran número de causas diferentes, y como al mismo tiempo pueden unirse los unos á los otros constituyendo fibras, láminas ó tubos, es verosímil que en ellos tomen orígen todas las partes no celulares de la organizacion.

Los elementos globulares tienen dos órdenes de propiedades: el primero en correlacion inmediata con su forma, volúmen y estructura, lo constituyen las propiedades llamadas físico-químicas: el segundo mas en armonía con el carácter esencial del glóbulo que es su vitalidad, está formado por las propiedades vitales, sin cuyo auxilio no es fácil explicar ni comprender ninguno de los fenómenos que se observan en estos pequeños organismos, que nacen, que funcionan, que al cabo de un tiempo variable tienden á desaparecer por trasformaciones sucesivas, y cuya fisiología encierra, por decirlo así, la de toda la organizacion.

Ya provengan las células de otras células preexistentes, ó ya se admita, como parece probable, la existencia de un blastema primitivo ó líquido formador, en cuyo

seno puedan irse organizando tambien, el hecho es que las células, ó pueden agruparse uniéndose las unas á las otras, sin que haya entre ellas ninguna sustancia interpuesta, ó pueden agruparse de manera que se hallen separadas por una sustancia *intercelular*.

Cuando las células están en recíproco contacto, sin que entre unas y otras haya sustancia *intercelular*, constituyen por su agrupamiento los tejidos llamados *celulares simples*, como la epidermis, los epitelios, las uñas, los pelos, el pigmento, el cristalino.

Cuando las células están separadas por una sustancia intercelular, y esta sustancia es líquida, constituyen los *humores celulares*, como la sangre, la linfa, el quilo, el moco, la saliva, la leche, el esperma.

Cuando las células están separadas por una sustancia intercelular, y esta sustancia es sólida, constituyen los tejidos *conjuntivos*, como el llamado celular, el mucoso, el adiposo, el elástico, el cartilaginoso, el fibrocartilaginoso, el óseo.

Cuando las células poseen propiedades especiales, ya dependan de la diferente naturaleza del *contenido celular*, ó de la diferente composicion de la sustancia *intercelular* que las rodea, los tejidos que ellos forman están dotados de propiedades especiales, como el nervioso, el muscular, el glandular y el vascular.

Segun M. Rubin, los cuerpos organizados se componen de tejidos y de humores, estando formados los unos y los otros de principios inmediatos y elementos anatómicos.

Los humores los divide en *constituyentes*, *segregados*, *excrementicios* y *productos mediatos*.

Los *constituyentes* son tres: la sangre, el quilo y la linfa.

Los *segregados* proceden de los precedentes, no están organizados como ellos, no tienen elementos que les

sean propios como los glóbulos hemáticos lo son para la sangre, y encierran todos una ó varias sustancias orgánicas líquidas, á las que deben sus propiedades físicas ó químicas y su alterabilidad. En este grupo comprende, 1.° los productos de secrecion que tienen por objeto la conservacion de la especie, como el líquido de las vesículas de Graaf, el esperma, la leche, la clara y la yema del huevo, etc.: 2.° los humores que llama permanentes, como el acuoso, el de la hyaloides, la sinovia, etc.; y 3.° los productos excremento-recrementicios, como la saliva, bilis, jugo pancreático, etc.

Entre los *humores excrementicios* coloca la orina, el líquido amniótico, el alantoideo, y la exhalacion acuosa cutánea y pulmonal.

Y entre los *productos mediatos*, el bolo alimenticio, el quimo, la miel, las materias fecales y el mecónio.

Los tejidos se dividen segun el mismo M. Robin, en *constituyentes* y *producidos*. Estos últimos son de textura mas sencilla; están formados por simple justaposicion de elementos anatómicos de una sola especie; no son vasculares en el estado normal, ni sensibles ni contráctiles. Comprende en esta clase, el tejido epidérmico ó epitelial, el escamoso, el piloso, el pigmentario, etc.

Los *tejidos constituyentes* son de textura mas complexa; están formados de elementos anatómicos diferentes; son vasculares en la generalidad de los casos y además son sensibles ó contráctiles. Se subdividen en dos clases: *tejidos propiamente dichos* y *tejidos parenquimatosos* ó *parenquimas*.

Entre los constituyentes *propiamente dichos* coloca algunos tejidos transitorios, como el blastodérmico, el embrionario, etc., y algunos tejidos definitivos, como el adiposo, el fibroso, el córneo, el tendinoso, el muscular, el nervioso, etc.

Entre los tejidos *parenquimatosos* comprende el cor-

respondiente á los órganos glandulares, como foticulos, vesículas, glándulas vasculares ó sin conducto escretor, etc., y el correspondiente á parenquimas no glandulares; como el del pulmon, el ovario, etc.

Se vé, pues, que la célula entra en la composicion de los tejidos como elemento principal, y que las diferencias que en estos tejidos se observan dependen al parecer de tres causas diferentes. La primera es la diversidad de formas que las células pueden adquirir al tiempo de agruparse; ya conservando la que les es propia, ya alargándose y estirándose en sentidos diferentes, ya reuniéndose ó anastomosándose en la direccion de su diámetro longitudinal y formando fibras, conductos, tubos, etc. La segunda es la diferente naturaleza de la sustancia *intercelular*, que en unos casos es sólida, como en el hueso; en otros resistente y elástica, como en el cartílago; en otros blanda, como en el pus; y en otros líquida, como en la sangre. La tercera es la diferente naturaleza de la célula, bien dependa de la diferente composicion del líquido que contiene, bien de la presencia, de la falta, ó de la multiplicidad de los *núcleos* y de las *nucleolas*, ó bien del diferente volúmen que pueden adquirir, circunstancias todas cuya influencia en la formacion de los tejidos no es bastante conocida. Tanto por esto, como porque á pesar de las infinitas variaciones que pueden experimentar los *elementos globulares* no es posible explicar por ellas satisfactoriamente la multiplicidad de formas primitivas de la organizacion, se admite con bastante fundamento que hay algunos tejidos normales ó patológicos que no pasan necesariamente por el estado globular, sino que toman directamente orígen en los *blastemas*, es decir, en la materia amorfa que precede á los primeros bocetos orgánicos.

En medio de estas dudas que la ciencia procura di-

sipar, se trabaja sin descanso para fijar de una manera precisa las diferentes especies de células que existen, y el papel que cada una desempeña, á fin de presentar, de este modo, un verdadero schema del organismo que permita trazar las bases de un plan metódico para los estudios fisiológicos.

Acerca de este punto hé aquí lo que dice el profesor Küss en su curso de fisiología:

«El organismo se compone en su orígen de una cé»lula única, el óvulo, del cual hemos hablado ya, des»cribiendo rápidamente la segmentacion como tipo de »generacion ó de proliferacion de los glóbulos en gene»ral. De la segmentacion del vitellus ó contenido—pro»toplasma—del óvulo, resulta que la cubierta ó zona »pelucida encierra finalmente un gran número de gló»bulos semejantes, pero que al poco tiempo se estable»cen entre ellos algunas diferencias en cuanto á su for»ma y posicion.»

Espresa despues de qué manera se forman en el embrion la membrana blastodérmica y las tres hojas que la constituyen, y continúa:

«La hoja *esterna*, nombrada *córnea*, permanece en es»tado globular y es la que ha de formar nuestra *epider»mis* y los diferentes órganos que de ella se derivan.»

«La hoja *interna* dará el *epitelio del futuro conducto »intestinal del embrion* y como consecuencia el de los »numerosos anexos de este conducto, el de la mayor »parte de las glándulas y hasta del mismo pulmon.»

«En cuanto á las células de la hoja *intermedia* espe»rimentan trasformaciones mucho mas complicadas: »unas, se convierten, por el mecanismo ya estudiado á »propósito de los glóbulos en general, en fibras mus»culares, nerviosas, elásticas, conectivas y en todas »las formas del tejido conectivo; otras, permanecen en »estado de glóbulo, pero cambiando de forma, y enton-

»ces, ó se mezclan con los elementos fibrosos del tejido »conectivo—glóbulos embrionarios, células de cartíla»go, de hueso, de tendones;—ó nadan en un líquido— »glóbulos sanguíneos; — ó adquieren comunicaciones »por medio de las cuales se ponen en contacto con las fi»bras nerviosas—glóbulos nerviosos:— de manera que, »en resúmen, la hoja intermedia dá orígen á tres formas »globulares: el glóbulo *embrionario*, el *sanguíneo*, y el »*nervioso*: y como los elementos epidérmicos de la hoja »externa, y los epiteliales de la interna son análogos y »pueden reunirse bajo el nombre comun de glóbulos »epiteliales, solo hay que estudiar cuatro especies di»ferentes; el glóbulo epitélico, el nervioso, el sanguíneo »y el embrionario.»

Entrando en el estudio de estos glóbulos describe la manera de agruparse los epiteliales sobre la superficie de las membranas que les sirven de sosten, constituyendo en unos casos el epitelio pavimentoso, en otros el cilíndrico y en otros el estratificado.

Para M. Küss los glóbulos *epiteliales* no están todos destinados al mismo objeto. Los unos son impermeables y se oponen al paso de las sustancias líquidas ó gaseosas á través de los tejidos en que se encuentran. A estos glóbulos les llama *neutros*. Otros, al contrario, absorben rápidamente las sustancias con que se hallan en contacto, y les llama glóbulos de absorcion. Otros, por último, atraen diferentes sustancias, con las cuales forman productos diferentes, y á estos les llama glóbulos de secrecion que constituyen la mayor parte de las glándulas.

Los *glóbulos nerviosos* no se encuentran como los epiteliales en la superficie de las membranas, sino ocultos en la masa nerviosa y constituyendo lo que se llama *sustancia gris*. Tienen una figura en forma de estrella para unirse á los tubos nerviosos que les han de poner

en comunicacion con las diferentes partes del organismo.

Los *glóbulos sanguíneos* se hallan en la sangre en cantidad tan considerable que forman casi la duodécima parte de la masa total de nuestro cuerpo. Arrastrados con el líquido sanguíneo, sufren en su marcha diferentes trasformaciones, cambiando de composicion y apoderándose en ciertos puntos de productos químicos que parecen destinados á utilizarse en otro sitio diferente.

Los *glóbulos embrionarios* diseminados en la trama de los tejidos continúan sirviendo á la produccion de los mismos, formando en unos casos los mamelones carnosos y las cicatrices y dando lugar en otros á productos relativamente nuevos, la mayor parte de las veces patológicos, como el cáncer, diversos tumores, y en general los glóbulos purulentos de los abcesos.

De todos modos, lo que conviene hacer notar es que los *elementos anatómicos* de que se deriva la organizacion, ya tengan una forma determinada como el *glóbulo, la fibra, la célula, el tubo*, ya carezcan de forma como los *blastemas* ó como las *sustancias intercelulares*, están todos compuestos de oxígeno, de hidrógeno, carbono, etc.; y como este oxígeno, hidrógeno y carbono, lo mismo que los demás *principios elementales* que forman los cuerpos organizados, son exactamente iguales á los que entran en la composicion de los cuerpos inorgánicos, puede asegurarse que los unos y los otros están constituidos por elementos materiales que proceden de un orígen comun; que son idénticos, y de consiguiente que entre la materia inorgánica y la materia organizada no existe diferencia radical tomando la forma viva ó la forma mineral, segun las condiciones en que se encuentra ó las influencias á que está sujeta. Por eso el agua, el ácido carbónico, el amoníaco y al-

gunas sales que existen en la tierra y en la atmósfera, absorbidas por las raíces y por las hojas de las plantas, pasan de materia mineral á materia organizada, constituyendo los tejidos del reino vegetal, y por eso los animales, despues de haber utilizado como alimento esos tejidos, los devuelven á la tierra y á la atmósfera, convertidos otra vez en agua, ácido carbónico, amoníaco y sales minerales.

Precisamente porque la materia no puede hallarse en las mismas condiciones cuando toma la forma viva que cuando toma la forma mineral, es por lo que existen diferencias muy notables entre los cuerpos vivos y los cuerpos minerales. Si conociéramos la esencia íntima de esas diferencias, sabriamos en qué consiste la esencia íntima de la organizacion, y tendriamos resuelto el problema de la vida, puesto que, agrupando convenientemente los elementos químicos de que podemos disponer, sabriamos hacer materia organizada y dotarla de las condiciones que necesita para que en ella se manifieste la vitalidad. Por desgracia ese conocimiento no lo hemos adquirido todavía, y ya que no es posible señalar las diferencias íntimas, esenciales, que existen entre los cuerpos inorgánicos y los organizados, daremos á conocer las mas importantes entre las que hasta ahora ha sido posible descubrir.

CAPÍTULO IV.

Diferencias entre los cuerpos vivos y los cuerpos inorgánicos.

§ 4.º

Los cuerpos inorgánicos pueden ser elementales; pueden estar formados de una sola clase de materia, y por consiguiente pueden ser indescomponibles. Cada

uno de los *elementos químicos* conocidos forma por sí solo un cuerpo mineral. Los cuerpos vivos nunca son elementales; siempre están compuestos de materias diferentes. No hay ningun sér vivo, ningun órgano, ningun tejido, ningun *elemento anatómico,* por sencillo que sea, que esté compuesto de un solo *principio elemental.*

Los cuerpos inorgánicos pueden estar formados de cualesquiera de los *principios elementales* conocidos ó de las combinaciones á que estos principios pueden dar lugar. Los cuerpos vivos solo se forman de la combinacion de ciertos y determinados *principios elementales,* porque hay algunos que no tienen aptitud para vivir y hay otros que no solo no tienen aptitud para vivir, sino que son perjudiciales á la vida.

En los cuerpos inorgánicos las combinaciones de los *principios elementales* que entran en su composicion, ó son binarias, como la del oxígeno con el azufre para formar el ácido sulfúrico, la del potasio con el oxígeno para formar la potasa, etc., ó son el resultado de la union de dos composiciones binarias, como la del ácido sulfúrico y la potasa para formar el sulfato de potasa, etc. En los cuerpos vivos los *principios elementales* se unen entre sí formando combinaciones de tres, cuatro, cinco, seis y mas elementos reunidos. Estas combinaciones ternarias, cuaternarias, etc., que constituyen la fibrina, la albúmina, la grasa y los demás compuestos orgánicos llamados *principios inmediatos,* deben efectuarse bajo la influencia de fuerzas especiales, porque las fuerzas químicas por sí solas no las pueden producir. Por eso, cuando la vida cesa, estas combinaciones orgánicas se destruyen, y los *principios elementales* de que estaban formadas, ó quedan en libertad y aislados cada uno de por sí, ó se desprenden formando agua, ácido carbónico, óxido de carbono, hidrógeno carbonado, amoníaco, cianógeno, hidrógeno sulfurado, etc., que son todos compuestos binarios é inorgánicos.

Los cuerpos inorgánicos, ya sean elementales ó ya resulten de la combinacion de diferentes elementos, se presentan á nuestra observacion en el estado sólido, en el líquido ó en el gaseoso, mientras que los cuerpos vivos contienen sustancias sólidas, líquidas y gaseosas á la vez, constituyendo un todo orgánico con formas determinadas y constantes, peculiares á cada especie, que duran toda la vida de los individuos, á pesar del trabajo incesante de composicion y descomposicion á que están sujetos.

Las diferencias materiales ó de composicion que acabamos de indicar llevan consigo, como consecuencia necesaria, diferencias fenomenales, y por eso observamos en los cuerpos inorgánicos un conjunto de fenómenos, propiedades y caractéres distintos de los fenómenos, propiedades y caractéres que son peculiares á los cuerpos vivos, notándose en estos últimos que se nutren, que se forman y organizan, que se reproducen y que funcionan, mientras que los primeros ni funcionan ni se reproducen, ni se forman, ni se organizan, ni se nutren.

Los cuerpos inorgánicos se diferencian por último de los cuerpos vivos, en que estos proceden siempre de otros cuerpos vivos semejantes, sin que haya podido demostrarse hasta ahora la posibilidad de que la materia inorgánica sea capaz de engendrar un solo átomo de materia organizada; mientras que los cuerpos inorgánicos resultan de la union ó de la descomposicion de cuerpos cuya naturaleza es diferente de la suya, sin que sean nunca engendrados, sin que tengan ascendientes ni descendientes de su especie, siendo por lo mismo completamente inadmisibles, segun vamos á demostrar, las generaciones llamadas espontáneas.

CAPÍTULO V.

De la generacion espontánea.

§ 5.º

Se ha llamado generacion espontánea á la trasformacion de la materia inerte en materia viva por la sola influencia de las fuerzas físicas y químicas, y de consiguiente á la formacion de cuerpos vivos sin padres que los hayan engendrado.

La generacion espontánea ha sido aceptada como un hecho positivo por los filósofos de la antigüedad, y en todas épocas ha tenido defensores de talento, no siendo extraño que en la actualidad tenga tambien partidarios decididos, sobre todo si se tiene en cuenta que hay algunos insectos y gusanos parásitos cuya procedencia es todavía muy difícil de explicar.

Dejando á un lado las extravagancias de Kircher y de otros naturalistas parecidos, que creian poseer recetas para producir á su capricho culebras y escorpiones, es indudable que hay casos en que aparecen animales acuáticos, en balsas ó lagunas secas anteriormente, en las que por lo mismo no existian los padres que hubieran podido procrearlos; es indudable tambien, que en las carnes que entran en putrefaccion se forman millares de gusanos, cuya procedencia ó filiacion no se ha explicado con suficiente claridad hasta estos últimos tiempos; es indudable igualmente que en las infusiones de sustancias orgánicas se desarrolla un número prodigioso de séres animados de extraordinaria pequeñez y solo perceptibles con el microscopio, *los cuales no existian antes*, ni en el agua, ni en las sustancias orgánicas

empleadas en las indicadas infusiones; y es indudable, por último, que en el interior de nuestros órganos y tejidos aparecen parásitos—las lombrices, por ejemplo—que, segun todas las apariencias, toman orígen en el canal intestinal, ya que no existen fuera de la organizacion, al menos con los caractéres que les son propios, y de consiguiente ya que no se comprende que puedan venir del exterior, ni que hayan nacido por generacion específica en el interior de los órganos, puesto que no habia en ellos anteriormente otras lombrices á las que se pueda considerar como primogenitores.

Con estos hechos, cuya importancia reconocemos, se pretende demostrar que la generacion espontánea es posible en tres circunstancias ó condiciones diferentes: primera, convirtiéndose la materia mineral por sí sola y espontáneamente en materia viva, como cuando en una balsa formada en terrenos secos desde muchos años antes, aparecen séres que solo viven en el agua; segunda, trasformándose en cuerpos vivos los resíduos orgánicos, procedentes de animales ó vegetales muertos, como cuando aparecen gusanos en las carnes corrompidas, ó infusorios en las sustancias orgánicas que se hallan en maceracion, y tercera, cuando en los órganos ó tejidos de un sér vivo se desarrollan otros séres tambien vivos de naturaleza completamente distinta y sin padres ó progenitores de la misma especie que los hayan engendrado.

Para proceder con algun método en el estudio de esta complicada cuestion, conviene examinar separadamente cada uno de los tres casos que comprende. Primero: ¿pueden los cuerpos inorgánicos convertirse en séres vivos por la sola influencia del aire, de la humedad y del calor? Segundo: ¿pueden los resíduos orgánicos, procedentes de animales ó vegetales muertos, trasformarse en séres vivos por el solo influjo de las fuerzas

físicas y químicas? Tercero: ¿pueden desarrollarse en los órganos ó tejidos de un sér vivo otros séres tambien vivos de naturaleza diferente, sin padres de su misma especie que los hayan engendrado?

La primera de estas opiniones se halla hoy casi completamente abandonada, y los ejemplos que se citan para demostrar la existencia de las generaciones espontáneas, se refieren á las que se supone que tienen lugar en las sustancias orgánicas antes de que se hayan descompuesto por completo, ó de que se hayan convertido en elementos químicos ó en combinaciones minerales. Sin embargo, si no hay quien sostenga, como en tiempo de Aristóteles, que todo cuerpo seco que se humedece ó todo cuerpo húmedo que se seca es capaz de producir animalillos, aun hay quien asegura que pueden obtenerse infusorios del granito y aun de las piedras del Vesubio, préviamente humedecidas y electrizadas; pero como los datos en que esta opinion se funda no están en armonía con el resultado de los experimentos y de las observaciones que se han repetido posteriormente y que cualquiera puede comprobar, no es necesario insistir de nuevo en hacer evidente su falta de exactitud.

A pesar de todo, para demostrar que los cuerpos inorgánicos pueden trasformarse en séres vivos por la sola influencia de las fuerzas físicas, se cita el ejemplo de haber aparecido en ciertas regiones del globo algunas especies vegetales ó animales que eran allí desconocidas, ó se recuerda la existencia de séres acuáticos en lagunas de reciente formacion, cuyo terreno, seco anteriormente, no podia contener otros séres de la misma especie que hubieran sido los progenitores. Pero estos hechos, aun reconociéndolos exactos, se comprenden y se explican sin necesidad de suponer que las sustancias minérales se conviertan por sí solas en séres organiza-

dos, porque sabemos de una manera positiva que las corrientes atmosféricas trasportan á grandes distancias granos, gérmenes y semillas y hasta pequeños animales que crecen y se multiplican en los sitios donde caen, si encuentran el alimento y las condiciones físicas que para su desarrollo necesitan. Las cenizas del Vesubio han sido arrastradas de este modo hasta Siria y Constantinopla: en Persia y en el Ásia Menor han tenido lugar alguna vez lluvias de líquenes alimenticios, y son muchos los que han visto caer con la lluvia, en un dia de tronada, bastante número de pequeños sapos.

Por lo demás, ya hemos dicho que los cuerpos inorgánicos ó los elementos minerales pueden formar parte de nuestra organizacion, y ya hemos dicho tambien que algunos de estos cuerpos tienen tan grande aptitud para vivir, que con ellos nos alimentamos y nutrimos; pero si las sustancias minerales son susceptibles de convertirse en materia organizada, esta metamórfosis no se efectúa nunca á no ser en los cuerpos vivos, con el auxilio de cuya vitalidad se consigue la trasformacion.

Por eso los vegetales toman del aire y de la tierra, es decir, del reino mineral, el agua, el ácido carbónico y el amoníaco, sin los que no pueden crecer ni desarrollarse; y por eso la materia organizada que los vegetales forman á espensas del reino mineral, sirve á su vez de alimento á los animales, los que despues de haberla utilizado y descompuesto, la devuelven á la atmósfera en forma de amoníaco, agua y ácido carbónico, contribuyendo de este modo á que el reino mineral adquiera de una manera lenta, pero constante, los mismos elementos que constantemente tambien vá prestando al reino vegetal. Estos hechos demuestran, como hemos dicho anteriormente, que no hay distincion posible entre los principios elementales de los cuerpos vivos y los de los cuerpos inorgánicos, y que estos últimos pueden

tomar la forma viva en ciertas y determinadas condiciones; pero estos hechos demuestran tambien, que para que estas condiciones se presenten y para que los principios minerales puedan tomar la forma viva, se necesita que estén reunidos y combinados de una manera especial, lo que solo se consigue por la influencia de otros cuerpos que gocen de vitalidad, y nunca espontáneamente y por la sola influencia de las fuerzas físicas.

Ya que la generacion espontánea no es posible en los cuerpos minerales, ¿pueden, al menos, los resíduos orgánicos, procedentes de animales ó vegetales muertos, convertirse espontáneamente en séres vivos?

En apoyo de esta opinion se apela al raciocinio y se citan además hechos numerosos.

La vitalidad, se dice, es una propiedad indestructible de la materia organizada. Cada molécula de esta materia constituye una mónada, un organito que vive por sí mismo, y que se asocia á otros organitos para constituir séres mas complexos, animales ó plantas, con sus actividades fisiológicas correspondientes. Cuando muere uno de estos séres desaparece la vida del conjunto, pero queda inalterable la vida individual de cada una de las mónadas orgánicas que estaban antes asociadas, las cuales, ó viven aisladamente constituyendo los infusorios que observamos en las sustancias orgánicas maceradas, ó se asocian otra vez formando nuevos séres, como los gusanos que se desarrollan en las carnes corrompidas.

Esta teoría es tanto mas seductora, cuanto que en el estado actual de la ciencia se admite, como cosa demostrada, que los elementos anatómicos tienen una vitalidad propia que pueden conservar algun tiempo despues de separados del organismo de que formaban parte. Y no solo los elementos anatómicos, sino hasta algunos

tejidos, conservan por un tiempo mas ó menos largo su vida individual despues de separados del cuerpo humano, lo que permite en algunos casos en que falta la nariz formar una nueva con un colgajo de la piel, ó reunir y soldar porciones de las orejas ó de los dedos que habian sido antes violentamente arrancadas de su sitio. Se comprende, pues, la posibilidad de que los organitos que han quedado en libertad en los resíduos orgánicos procedentes de animales ó de vegetales muertos, vivan aisladamente cortísimo tiempo con el modo de vida latente y oscuro que les es propio; pero no se comprende ni se puede comprender que adquieran una actividad fisiológica y una organizacion diferentes de la suya; y como las manifestaciones vitales, propias de estos organitos, son completamente distintas de las que observamos en los infusorios, y como la extructura de estos últimos, mucho mas complicada de lo que se podia suponer, es completamente diferente de la de los primeros, que no tienen organizacion perceptible, no cabe duda que la teoría que venimos examinando no puede ser aceptada en el terreno del raciocinio. Por otra parte, los hechos que se citan en su apoyo, tampoco tienen la suficiente exactitud.

Hoy es una cosa perfectamente demostrada que los gusanos que aparecen en las carnes corrompidas no son mas que larvas: que esas larvas no nacen espontáneamente, sino que son el resultado del desenvolvimiento de huevos depositados por algunos insectos, las moscas principalmente; y que esas larvas, despues de crecer y desarrollarse, utilizando como alimento los resíduos orgánicos en que han nacido, se trasforman en moscas de la misma especie que las que les habian dado orígen. Cuando se deja que la carne entre en putrefaccion, colocándola de manera que los insectos no puedan depositar sus huevos sobre ella, los pretendidos gusanos no se

desarrollan nunca. Hoy se sabe tambien, sin ningun género de duda, que las abejas no nacen espontáneamente del seno de los cadáveres, cuya fábula habia tomado carta de naturaleza desde los tiempos de Virgilio, sino que la reina del enjambre pone los huevos, con cuyo desarrollo se regeneran los individuos; y hoy se sabe, por último, que los insectos y pequeños animales, susceptibles de ser observados y reconocidos directamente y sin el auxilio del microscopio, no son un producto espontáneo de los restos cadavéricos, sino que se reproducen por generacion como todos los demás. En cuanto á la pretendida generacion espontánea de los infusorios y de otros séres microscópicos, hé aquí el resúmen de las observaciones mas exactas.

Es indudable que en las infusiones de sustancias orgánicas se desarrollan al cabo de poco tiempo gran número de infusorios, pero es indudable tambien que pueden proceder de gérmenes ó huevecillos depositados con anterioridad en el agua ó en la sustancia orgánica destinada á la infusion. De consiguiente, para demostrar que estos séres proceden de generacion espontánea, se necesita demostrar que ni la infusion contenia gérmenes, ni ha podido tampoco recibirlos del exterior durante el experimento.

Para probar que las sustancias empleadas en la infusion no contienen gérmenes ó que si los contienen deben estar desprovistos de vitalidad, se ha hecho hervir el agua y la sustancia orgánica en ella depositada, y para impedir el acceso de gérmenes exteriores, se ha colocado la infusion bajo una campana de cristal llena de una atmósfera obtenida artificialmente. Este experimento, síntesis, por decirlo así, de los repetidos ensayos que en diferentes épocas han venido realizándose, se cree incontestable por los partidarios de la generacion espontánea, pero está muy lejos de tener la importancia que

se le atribuye; porque, en primer lugar, si el experimento se lleva á cabo con las referidas precauciones, los infusorios no se presentan nunca; y en segundo lugar, porque, si por haber descuidado algunas de estas precauciones se presentan alguna vez, se debe indudablemente á que han penetrado gérmenes ó huevecillos, ya por medio de la atmósfera artificial de que se llena el aparato, cuando no está pura, ó ya mezclándose con sustancias extrañas al atravesar el líquido de la cubeta con que se efectúa la traslacion del gas al interior de la campana.

Los experimentos que vamos á citar y que hace años venimos repitiendo ante los alumnos de nuestra cátedra, demuestran de una manera evidente, primero: que existen en la atmósfera los gérmenes ó huevecillos productores de los infusorios, y segundo: que la produccion de estos séres microscópicos se realiza ó no se realiza, á voluntad del operador, segun que se permita ó que no se permita que esos huevecillos se pongan en contacto con las infusiones orgánicas en que deben desarrollarse.

Para demostrar lo primero, se hace pasar una cantidad bastante considerable de aire á través de un tubo de cristal, en el que se coloca préviamente algodon cardado, y en este algodon quedan detenidos los gérmenes ó huevecillos, que, como veremos luego, pueden sembrarse despues, por decirlo así, en infusiones orgánicas, á fin de obtener su desenvolvimiento.

Para demostrar lo segundo, se toma un frasco de cristal que tenga una tubuladura en su parte superior y un orificio con llave esmerilada á un centímetro de su base. Se llena el frasco de agua destilada, en la que se echa una pequeña cantidad de fibrina: se hace hervir todo en el mismo frasco por espacio de quince minutos, y se pone entonces su abertura superior en relacion

con un tubo de porcelana, que se calienta hasta enrojecerle.

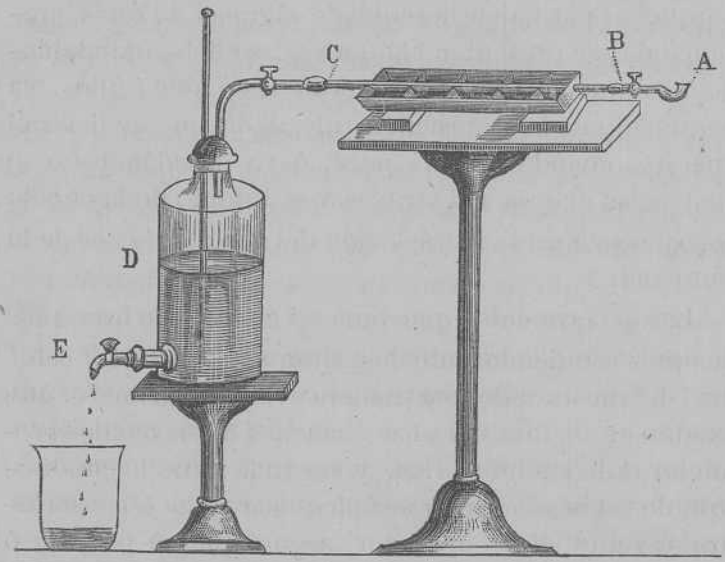

FIGURA 1.ª

A *orificio por donde penetra el aire.* **B** *y* **C** *tubo de porcelana enrojecido por el calor para que sean destruidas las sustancias orgánicas que arrastra consigo el aire.* **D** *frasco.* **E** *espita por donde sale el agua lentamente para que penetre el aire en el interior del frasco.*

Dispuesto así el aparato, se abre la llave esmerilada, y cada gota de líquido que sale por ella es reemplazada en el interior del frasco por una burbuja de aire que pasa necesariamente por el tubo de porcelana enrojecido. Cuando el volúmen de aire que de esta manera penetra en el aparato es igual, con corta diferencia, á la mitad de su capacidad, se cierran herméticamente la llave y la abertura superior.

De este modo se consigue que la infusion, desprovista ya de gérmenes por la ebullicion, esté rodeada de una atmósfera completamente privada de sustancias

orgánicas por la calcinacion que sufren al atravesar el tubo de porcelana enrojecido; y de este modo se consigue tambien, que en las infusiones, dispuestas de la manera que acabamos de indicar, no se presenten *nunca* ni infusorios ni ninguna otra clase de séres microscópicos.

Y no se diga que en esa atmósfera calcinada y sin renovacion se altera el aire haciéndose ineficaz para sostener la vida, porque con la misma atmósfera, con la misma infusion, con el mismo aparato, con las mismas condiciones que acabamos de expresar, se presentarán y desarrollarán los infusorios, si queremos que esto suceda, sin mas que introducir en el interior del frasco, con las precauciones convenientes y sin sujetarlo á la accion destructora del calor, una corta porcion de algodon en rama, del que ha servido para recoger los corpúsculos orgánicos ó gérmenes que revoloteaban en la atmósfera.

Por eso dice Liegeois, que si los corpúsculos contenidos en el aire son realmente gérmenes ú óvulos de infusorios, deben tener esos animalillos órganos genitales, y así lo ha demostrado Ehrenberg y principalmente Balbiani, el cual los considera como hermafroditas, pero necesitándose para la fecundacion el concurso de los dos sexos. No hay duda, pues, que los infusorios se propagan como los otros animales, reproduciéndose algunas especies con una facilidad prodigiosa por medio de huevecillos, que depositados en las aguas son trasportados á la atmósfera por evaporacion, hasta que, depositados en sitio conveniente, crecen y se desarrollan convirtiéndose en individuos de su especie, segun hemos visto en los experimentos que hemos citado anteriormente.

Estas pruebas, que se repiten siempre con los mismos resultados, demuestran de una manera evidente que los

infusorios y los demás animales y vegetales microscópicos no se reproducen por generacion espontánea, sino por medio de huevos y semillas como todos los demás séres animados, y demuestran al mismo tiempo, que los resíduos orgánicos, procedentes de animales ó vegetales muertos, no pueden convertirse en séres vivos por el solo influjo de las fuerzas físicas y químicas.

¿Podrán al menos desarrollarse en los órganos ó tejidos de un sér vivo otros séres vivos de naturaleza diferente, sin padres de su misma especie que los hayan engendrado? Esto es lo que vamos á examinar.

Las principales razones que se aducen para asegurar que los parásitos desarrollados en los tejidos de los diferentes animales proceden de generaciones espontáneas, son las siguientes:

Primera: que los entozoarios se diferencian completamente por su organizacion de los séres que viven fuera del cuerpo de los animales, lo que indica, al parecer, que no proceden del exterior.

Segunda: que la mayoría de los animales tiene sus entozoarios propios, de especies, al parecer, completamente diferentes, lo que no permite suponer que se trasmitan de los unos á los otros.

Tercera: que muchos entozoarios solo viven en ciertos y determinados órganos, lo que induce á sospechar que nacen allí mismo.

Cuarta: que en muchos de estos parásitos no se perciben ni aun vestigios de órganos genitales, lo que repugna á la idea de generacion ordinaria ó *específica*.

Quinta: que entre los parásitos que tienen órganos genitales y que ponen huevos, hay muchos en los que esos huevos no se desarrollan, ni dan lugar al nacimiento de nuevos individuos, al menos en el interior de la organizacion.

Y sexta: que se han encontrado parásitos en los órga-

nos del embrion y hasta en el interior de los óvulos ó huevecillos, siendo por lo mismo extraordinariamente difícil admitir que procedan del exterior.

Antes de contestar á la série de observaciones que acabamos de exponer, supongamos por un momento que existe una especie de parásitos que experimentan en las diferentes épocas de su desarrollo metamórfosis tan completas, que en cada una de ellas pierden sus caractéres típicos y aparecen como si fueran séres diferentes y como si pertenecieran á especies completamente distintas; supongamos, además, que estos parásitos necesitan, como condicion indispensable de su existencia, cambiar el lugar de su vivienda en cada una de las metamórfosis que experimentan durante su desarrollo; de manera que, procediendo de huevecillos que, parásitos de su misma especie, depositan en la tierra, se desenvuelven y nacen allí, para ser, primero, parásitos de las plantas que crecen junto al lugar donde han nacido; para ser, despues, parásitos de los animales herbívoros que se alimentan de aquellas plantas, y para ser, por último, parásitos de un animal carnívoro, á cuyo canal intestinal han ido á parar con la carne del herbívoro de que se ha hecho uso para su alimento, donde al fin adquieren su desarrollo completo y sus formas definitivas.

Dada esta suposicion, al encontrar en el animal carnívoro los parásitos de que acabamos de hablar, debemos notar, primero: que no tienen semejanza alguna con los séres que viven fuera del cuerpo de este animal, ya que no se parecen á sí mismos; puesto que en cada una de las evoluciones por que han pasado han adquirido caractéres típicos diferentes; segundo: que, al menos en apariencia son completamente distintos de los parásitos que se hallan en los herbívoros y en otros animales, porque ni pueden tener semejanza con los que son de distinta

especie, ni pueden parecerse á los de la suya propia, ya que adquieren caractéres distintos en cada una de sus evoluciones; tercero: que viven exclusivamente en el canal intestinal ó en aquellos órganos que reunen las condiciones necesarias para su existencia; cuarto: que no presentan ni aun vestigios de órganos genitales, al menos mientras son parásitos de la planta ó de los herbívoros, es decir, mientras no han adquirido su completo desarrollo; y quinto: que siendo ya parásitos del animal carnívoro y habiendo adquirido sus formas definitivas, entran en ejercicio sus órganos genitales, y ponen huevos que son eliminados al exterior ó depositados en la tierra, donde se desenvuelven para experimentar de nuevo las metamórfosis que acabamos de indicar, si encuentran condiciones á propósito; de manera, que pueden nacer y pueden vivir con todas las singularidades correspondientes á la vida de su especie, sin que por esto deban su orígen á ninguna clase de generacion espontánea.

Pues bien, por mas raro que parezca, lo que acabamos de admitir como una suposicion es precisamente lo que en muchas ocasiones nos presenta la naturaleza como un hecho completamente positivo. Así, los parásitos *Filaria insectorum*, nacen en la tierra, pasan despues al interior del cuerpo de los salta-montes ó langostas y al de las orugas, donde crecen y se desarrollan, adquiriendo caractéres que los hacen aparecer como séres distintos, y para alcanzar su completo desarrollo y adquirir la aptitud de reproducirse, tienen precision de volver otra vez á la tierra, donde ponen sus huevecillos y donde nacen las larvas, que mas tarde han de convertirse en parásitos como los primeros.

El *tenia* del perro nace tambien en la tierra en forma de un pequeño gusanillo, que se hace bien pronto parásito de las yerbas que crecen á su inmediacion; de aquí

se traslada al canal intestinal de algun conejo, si ha comido esas yerbas, y en este nuevo albergue pierde sus caractéres propios, convirtiéndose en parásito *Cisticerco,* que no puede reproducirse ni alcanzar su completo desarrollo hasta que pasa al canal intestinal del perro, para quien el conejo sirve de alimento, donde toma su forma definitiva de verdadero *tenia* y donde pone millares de huevos, que, arrojados al exterior con las sustancias estercoráceas, pueden experimentar la série de metamórfosis que son indispensables para convertirse otra vez en *tenias* como aquellos de que proceden, si encuentran de nuevo las condiciones que para esto necesitan. Causas idénticas dan lugar á que los *Cisticercos* de las ratas y ratones constituyan los *tenias* que encontramos en los gatos, y á que los *Cisticercos* del cerdo, y probablemente del carnero y de algun otro animal, lleguen á ser las lombrices solitarias ó los *tenias* que se encuentran en el canal intestinal del hombre.

Kuchenmeister dió de comer á un criminal condenado á muerte, algun tiempo antes de la ejecucion, carne de cerdo con *Cisticercos,* y al hacer la autopsia se encontraron en los intestinos cuatro *tenias* pequeños. Leuchart administró á dos personas que se prestaron á este esperimento, carne en iguales condiciones que en el caso anterior, y al cabo de cierto tiempo aparecieron *tenias* en las heces. Humber se sometió, él mismo, á la indicada experiencia y tambien arrojó con las heces fragmentos de *tenia.* El *tenia* es muy raro en los países que no usan la carne de cerdo ó que solo la comen despues de haberla cocido bien, y al contrario, es muy frecuente en todos aquellos puntos en que se come cruda, ya en embutidos, ya en cecina ó ya en forma de bolos con un objeto medicinal.

El *triquino spiralis* es otro de los entozoarios trasmigrantes que se encuentra en estado de larva en el

tejido muscular de diferentes animales, y que, cuando pasa al canal intestinal del hombre, por haber hecho uso de estas carnes, acaba allí su evolucion convirtiéndose en lombriz *tricocéfalo*, que adquiere los órganos genitales de que antes carecia. Los huevos de esta lombriz dan lugar al desarrollo de gran número de pequeños gusanos filiformes que perforan las membranas del tubo digestivo y se abren paso á través de los órganos hasta alojarse en el interior de los músculos, donde se encuentran á veces en grandísima abundancia.

La facilidad con que estas larvas, y las de otras muchas clases de lombrices, perforan y atraviesan los tejidos, permite comprender la posibilidad de que se encuentren á veces en el feto y hasta en el interior de los huevos, cuyas cubiertas atraviesan sin dejar la mas pequeña señal.

A pesar de estos hechos, y de muchos otros que podrian citarse, es indudable que la ciencia no posee todavía datos bastantes para precisar de una manera terminante el orígen de cada uno de los parásitos que se encuentran en los diferentes animales; pero así como se ha descubierto el de muchas especies, que era antes desconocido, lo que daba lugar á sospechar que nacian espontáneamente, así se descubrirá el de aquellas que presentan todavía alguna oscuridad.

Y aunque este orígen no se descubriera, y aunque se demostrara que hay algun entozoario sin padres que lo hayan engendrado, ¿qué es lo que se probaria en último resultado? ¿Que la materia inorgánica se trasforma por sí sola en materia viva? No: ¿Que la materia organizada muerta puede adquirir de nuevo, por sí sola, los caractéres de la vitalidad? Tampoco. ¿Que la materia, viva ya, puede reunir y agrupar sus elementos anatómicos de una manera distinta de la que los agrupa de ordinario y convertirlos en un entozoario en vez de

convertirlos en un glóbulo sanguíneo, en un tejido epitélico con pestañas vibrátiles, ó en un tejido muscular? Sea. A nosotros no nos parece posible, pero al fin y al cabo lo que conviene dejar sentado es, que la materia muerta no se convierte jamás en materia viva sino bajo la influencia de un cuerpo vivo preexistente. Dios mandó á la tierra, dice el Génesis, producir yerba verde y árboles de toda especie con su fruta y semilla: hé aquí el orígen del reino vegetal. Dios crió los peces del agua, las aves del aire, los cuadrúpedos de la tierra y además al hombre á su imágen y semejanza: hé aquí lo único que sabemos acerca del orígen del reino animal. Todos los hechos que la ciencia ha ido reuniendo, todos los experimentos que se han hecho para aclarar el misterio de este orígen, no han conducido á otro resultado que al de demostrar que los séres vivos, vegetales ó animales, proceden siempre de otros séres de la misma especie; que todo lo que vive en la superficie de la tierra ha sido engendrado, y de consiguiente, que la generacion espontánea no existe, que es solo una quimera.

CAPÍTULO VI.

Actividades ó fuerzas que obran sobre los cuerpos vivos y que dan lugar á sus propiedades características.

§ 6.º

Hemos dicho que tanto los cuerpos inorgánicos como los organizados están constituidos por elementos materiales que proceden de un orígen comun, y que entre la materia inorgánica y la organizada no existe diferencia radical, tomando la forma viva ó la forma mineral segun las influencias á que está sujeta: hemos dicho tambien que la materia mineral no toma la forma

viva por el solo influjo de las fuerzas químicas y físicas, sino que necesita además la influencia de un cuerpo vivo preexistente, y hemos dicho, por último, que las actividades ó fuerzas que radican en los cuerpos vivos, y en virtud de las cuales trasforman la materia mineral en materia viva y manifiestan los demás caractéres de su vitalidad, se llaman fuerzas orgánicas ó vitales, porque son peculiares á esos cuerpos y porque no se encuentran en los demás.

Preciso es que repitamos tambien que, al admitir fuerzas vitales, no las consideramos como entidades independientes de los cuerpos en que radican, sino como atributos ó propiedades tan inseparables de los mismos como lo es la gravedad. Esto quiere decir que no admitimos nada que se parezca á *espíritu rector, arqueo, impetum faciens,* ni ninguna otra de esas creaciones ontológicas con las que se han formado séres particulares á los que se les ha dado despues la facultad de producir los fenómenos de la vida. Para nosotros, las propiedades vitales son inherentes á los cuerpos vivos; radican en la materia que los constituye, porque así le plugo al Criador, y se trasmiten de unos á otros y de generacion en generacion desde el principio de los siglos.

Ya que las propiedades vitales son inseparables de todo lo que vive, han de encontrarse en el hombre lo mismo que en los animales y que en los vegetales. Y como en los animales y vegetales hay aparatos, órganos, tejidos, humores y elementos anatómicos que viven tambien, forzoso será que en cada una de estas partes se encuentren las propiedades características de su vitalidad. Además, como los elementos anatómicos constituyen, por decirlo así, el último límite perceptible de la materia organizada, en ellos es donde debemos buscar las propiedades características de la vida; en primer lugar, porque en ellos es donde podemos observarlas

en su forma mas elemental, y en segundo lugar, porque de este modo podemos apreciar mejor la influencia que la vida particular de cada uno de estos elementos ejerce en la vida de la colectividad, en la vida del individuo.

Siguiendo el órden de estas ideas, lo primero que notamos es que los elementos anatómicos son *excitables*, es decir, que son susceptibles de entrar en actividad por la influencia de los excitantes ó de los agentes exteriores. Por eso los humores que rodean la fibrilla, el tubo, la célula, solicitan la *excitabilidad* de estos elementos, y como consecuencia de esa *excitabilidad* puesta en accion, tienen lugar fenómenos activos de nutricion en unos casos, de formacion de nuevos elementos en otros, y de secrecion, de inervacion, ó de contraccion en otros.

El que los elementos anatómicos puedan nutrirse, es decir, el que puedan atraer los principios inmediatos que necesitan y eliminar los que ya les son inútiles, no quiere decir que la nutricion sea una propiedad vital característica de los mismos, puesto que pueden vivir sin que haya en ellos nutricion, como sucede en el huevo ó en la semilla, ó como sucede en el organismo, donde la nutricion presenta suspensiones, alternando períodos de actividad con períodos de reposo. La nutricion, pues, es un fenómeno *posible* que solo se realiza cuando, solicitada la *excitabilidad* por un excitante á propósito, se provoca la excitacion que podriamos llamar nutritiva. De consiguiente, si los elementos anatómicos se nutren, es porque radica en ellos, como propiedad inseparable, la *excitabilidad*, sin la cual y sin los excitantes, que son las sustancias nutritivas, no habria nutricion.

El que los elementos anatómicos pueden formar otros nuevos á expensas de su sustancia propia, no quiere decir que la formacion ó reproduccion sea una

propiedad vital; porque esta reproduccion es solo una posibilidad que se convierte en un hecho realizado, cuando, solicitada la *excitabilidad*, se provoca una excitacion formatriz. De consiguiente, en este caso como en el anterior, la verdadera propiedad vital, la que es inseparable de los elementos anatómicos, es la *excitabilidad*.

De que en los elementos anatómicos puedan tener lugar actos de secrecion, de inervacion ó de contraccion, no se infiere que la contraccion, la inervacion ó la secrecion sean propiedades vitales características de los mismos, porque en estos casos, como en los anteriores se trata solo de fenómenos posibles, que se realizan, si hay excitantes que soliciten la *excitabilidad* y que provoquen la excitacion correspondiente. Por lo mismo, lo constante, lo inseparable, lo verdaderamente característico de los elementos anatómicos, es su *excitabilidad*.

Solo distinguiendo la *excitabilidad* de los fenómenos activos provocados por la *excitacion*, es como se puede comprender la diversidad de estos fenómenos, segun las diferentes condiciones en que los elementos anatómicos pueden encontrarse. La *excitabilidad* es su propiedad fundamental, característica, invariable: la observamos lo mismo en los elementos anatómicos de los vegetales, que en los de los animales, que en los del hombre; y no la observamos solo en los elementos anatómicos de este ó de aquel vegetal, de este ó de aquel animal, sino en los de todos los vegetales, en los de todos los animales, en los de todo cuanto vive.

En cambio, los fenómenos activos provocados por la *excitacion*, deben ser distintos siempre que sean distintos los elementos anatómicos y siempre que sean distintas las condiciones naturales del agente excitador. Verdad es que sabemos muy poco todavía de lo que se

refiere á la naturaleza química, á las proporciones y al estado molecular de los principios inmediatos que entran en la composicion de esos elementos; pero sabemos sin género de duda que hay algunos diferentes de los otros, y esto nos basta. El *contenido celular* no es igual en todas las *células;* tampoco es igual el número, volúmen y disposicion de sus *núcleos* y *nucleolas,* ni la naturaleza de la *sustancia intercelular.* Estos elementos anatómicos conservan, sin embargo, su propiedad característica: la *excitabilidad;* pero aunque todos son excitables, aunque todos pueden entrar en actividad por la accion de los excitantes, los fenómenos que estos provocan son de diferente naturaleza, segun que sean de naturaleza diferente los elementos excitados. Por eso hay algunos en los que solo pueden desenvolverse fenómenos puramente vegetativos, como los de nutricion, reproduccion y, en algunos casos, de secrecion; por eso hay otros en los que pueden desenvolverse fenómenos animales como los de inervacion y contraccion, y por eso hay otros que ayudados de una fuerza superior, del alma, pueden dar lugar á fenómenos racionales, como los que caracterizan nuestra inteligencia. Despues de esto, se comprende con facilidad que los excitantes, ó los agentes que rodean los elementos anatómicos, han de influir en que los fenómenos de que están encargados se ejecuten con regularidad, constituyendo la salud, ó en que se modifiquen ó trastornen, dando lugar á las enfermedades, ó en que cesen y desaparezcan por completo, si por la desorganizacion de los elementos llega á desaparecer su *excitabilidad.*

Como los tejidos resultan de la reunion y agrupamiento de los elementos anatómicos, y como los órganos, aparatos, el organismo entero resultan de la reunion y agrupamiento de los tejidos, todas las partes constitutivas de la organizacion son excitables, y el todo

que ellas forman es excitable tambien y tiene como propiedad característica la *excitabilidad*. Por lo demás, los tejidos en cuya composicion no entran mas que elementos anatómicos *vegetativos*, no darán lugar, aunque se les excite, sino á fenómenos vegetativos; aquellos en cuya composicion entren elementos *vegetativos* y *animales*, podrán dar lugar á fenómenos vegetativos y animales, y aquellos en cuya composicion entren elementos *racionales* como en el cerebro, podrán dar lugar á los fenómenos de la inteligencia y á todas las manifestaciones del alma racional.

Se vé, pues, que considero los elementos anatómicos que constituyen la masa nerviosa central como instrumentos materiales de que el alma se vale para sus manifestaciones racionales, y admito la existencia del alma, no como una propiedad vital, puesto que no tienen alma todos los séres que viven, sino como una sustancia inmaterial unida al cuerpo humano, á la que este debe sus propiedades características.

No sé, ni importa gran cosa saberlo, el momento preciso en que el alma se une al cuerpo; no sé tampoco cómo se efectúa esa union tan admirable como incomprensible; pero en medio de esos misterios, que la ciencia no aclarará jamás, admito la existencia del alma como elemento inmaterial de nuestra organizacion, y admito que esa sustancia inmaterial dirige los actos del cuerpo *por medio de las propiedades de que por su influencia están dotados los órganos y tejidos*, así como Dios dirige el mundo por medio de las leyes y propiedades á que ha sujetado la materia. Por esto el alma, sin la que la inteligencia humana es imposible, no puede dar lugar á ninguna de sus manifestaciones sin el auxilio de los órganos que son sus instrumentos materiales, y por eso cuando los órganos encargados de esas manifestaciones están alterados ó abolidos, están alteradas ó abolidas las facultades de nuestra inteligencia.

La conviccion de que existe ese agente inmaterial, que vive con nosotros y que no muere con nosotros, no la tengo solo como cuestion de dogma: me lo dice la conciencia: lo siento así en el interior de todo mi sér. El hombre honrado que lucha á cada instante con sus instintos y pasiones; que sabe vencerse, y que consigue á fuerza de abnegacion y de sacrificios *no hacer nunca á los demás hombres sino lo que desea que ellos hagan con él*, presiente la existencia de otra vida donde sus acciones tengan la debida recompensa, y esa esperanza le alienta y fortifica sirviéndole de bálsamo consolador en sus adversidades é infortunios. Si creer esto es ser cándidos, como suponen algunos, que nos dejen con nuestra candidez, que al menos tiene la ventaja de ser completamente inofensiva.

Por lo demás, como el alma no interviene en nuestro sér sino por las propiedades de que por su influencia están dotados los órganos y tejidos, lo importante es conocer esas propiedades, que es lo que hemos venido haciendo al estudiar los fenómenos que tienen lugar cuando la *excitabilidad* es solicitada por la accion de los excitantes.

Segun hemos visto, los excitantes naturales de los elementos anatómicos son los humores de que se hallan rodeados. Los excitantes del organismo, considerado en su conjunto ó en alguno de sus tejidos, son esos mismos humores, y además los agentes exteriores, las influencias morales y la misma inervacion.

Esto indica que las condiciones indispensables de la vida, son por una parte la organizacion y por otra el medio ó los medios que la rodean. Sin organizacion la materia no adquiere las propiedades ó caractéres de la vida, es decir, la excitabilidad, y sin medios ó sin agentes exteriores, el organismo no puede renovar los elementos de que se compone, ni encontrar excitantes

que pongan en juego las variadas manifestaciones de la *excitabilidad.*

La *excitabilidad* es, pues, la única propiedad inseparable y característica de los cuerpos vivos. Un cadáver, aunque conserve su forma, su estructura y su organizacion, en cuanto de ella conocemos, es cadáver precisamente porque ha desaparecido su *excitabilidad.* Un músculo, un nervio, están vivos, aunque sea algun tiempo despues de haberlos separado del animal á que pertenecen, si conservan todavía su *excitabilidad.* El huevo, la semilla, están vivos, aunque en apariencia no den señales de vida, porque tienen *excitabilidad.*

Si la *excitabilidad* es la única propiedad inseparable de los cuerpos vivos, ¿en qué consiste que algunas enfermedades se curan por sí solas? ¿Podrá negarse en estos casos que existe una fuerza ó propiedad medicatriz?

Si lo que se quiere expresar es la existencia de un agente especial, encargado de conservar la salud ó de restablecerla cuando se ha perdido, no hay tal fuerza medicatriz. Esto no quiere decir que el organismo no oponga resistencia á la accion de las causas patológicas y á todo cuanto tienda á cambiar su manera de ser: esta resistencia la oponen todos los cuerpos de la naturaleza; pero si porque el organismo se opone á la accion de una causa perturbadora de su manera de ser, hemos de decir que tiene una fuerza conservatriz, tambien debe tenerla el hierro cuando resiste á los esfuerzos que se hacen para vencer su cohesion. El que haya enfermedades que se curen por sí solas, no significa mas sino que hay muchos casos en que la salud puede restablecerse por la sola manifestacion regular de las propiedades inherentes á los elementos anatómicos y á los humores y tejidos; ó lo que es igual, por la sola influencia de sus propiedades físicas, de sus propiedades químicas y de su *excitabilidad.*

SEGUNDA PARTE.

DE LAS FUNCIONES DE NUTRICION.

SECCION PRIMERA.

Digestion de los alimentos.

CAPÍTULO PRIMERO.

Consideraciones generales.

§ 7.º

El hombre, lo mismo que los demás animales, necesita reparar las pérdidas que contínuamente experimenta, ya por el sudor, ya por la orina ó ya por cualquiera otra de las diferentes secreciones; y para conseguirlo es preciso que se apodere de las sustancias alimenticias y que las haga sufrir trasformaciones sucesivas hasta convertirlas en sustancia propia.

La funcion por medio de la cual los animales elaboran los alimentos en el aparato digestivo, disolviendo y modificando las partes asimilables y eliminando las que no son aptas para formar parte de nuestros tejidos, se llama *digestion*.

Las plantas introducen y extienden sus raíces en el suelo y esparcen sus hojas por la atmósfera, en la cual, lo mismo que en la tierra, encuentran ya disueltas y preparadas las sustancias con que han de alimentarse,

y no tienen por lo mismo ni aparato digestivo ni digestion propiamente dicha.

Los animales, aun los mas pequeños y de organizacion menos complicada, tienen todos un aparato digestivo trasformador de las sustancias con que han de alimentarse. La cavidad interior en donde se efectúa la preparacion de las sustancias alimenticias presenta, en la mayoría de los casos, la forma de un tubo con dos aberturas, de las cuales una sirve para la ingestion de los alimentos y la otra para la expulsion de las porciones que no han sido aprovechadas. Á medida que la organizacion se perfecciona en los animales que pertenecen á las clases mas elevadas de la escala zoológica, su aparato digestivo se complica para ponerse en relacion con la naturaleza de los alimentos que ha de digerir; y el hombre, que hace uso de sustancias animales y vegetales á la vez, y que las prepara de cien maneras diferentes, por exigirlo así el refinamiento de la civilizacion ó de la moda en las distintas regiones del globo que recorre, necesita un aparato digestivo mas complicado que todos los demás.

Entre los animales hay algunos que, adheridos al sitio en que vejetan, se limitan á chupar los elementos asimilables que la Providencia pone en contacto con sus órganos digestivos. Bajo este punto de vista son muy parecidos á las plantas, y su nutricion y desarrollo dependen exclusivamente de las condiciones del lugar en que se encuentran. Fuera de estos casos, el animal busca las sustancias alimenticias que necesita, y para que esta necesidad no pase desapercibida y la organizacion no se trastorne ni por la falta ni por el exceso de alimentos, experimenta sensaciones especiales con cuyo auxilio conoce cuándo conviene y cuándo no es ya necesaria su ingestion. Estudiemos la naturaleza de estas sensaciones y digamos tambien algo acerca de los

alimentos antes de examinar el mecanismo de las funciones digestivas.

CAPÍTULO II.

Hambre y sed.

§ 8.º

El *hambre* es una sensacion interna que nos advierte la necesidad de alimentos sólidos para reparar las pérdidas del organismo, constituyendo un placer cuando se satisface, y una angustia mas ó menos dolorosa cuando se retarda su satisfaccion.

El hambre, lo mismo que las sensaciones externas de que nos ocuparemos al hablar de los sentidos, necesita, para manifestarse, el concurso de diferentes circunstancias. Es necesario, en primer lugar, un agente que provoque la impresion, y es preciso, además, un sitio en el organismo en que esa impresion sea producida, un conductor nervioso que la trasmita y un cerebro que la perciba, para que el individuo tenga de ella conocimiento.

Desgraciadamente, así como cuando se trata del órgano de la vista no queda la menor duda de que el agente que provoca la impresion es la luz y de que la parte del organismo en que se produce es la retina, no sucede lo mismo cuando se trata del hambre, porque aun no se conoce bien la causa de que depende ni el sitio en que se manifiesta.

Parece natural suponer que este sitio es el estómago, toda vez que á esta parte del cuerpo referimos la sensacion de malestar que se experimenta siempre que tenemos necesidad de alimentos reparadores; pero como esta víscera trasmite difícilmente al cerebro y de una manera confusa las impresiones que recibe, no es extraño que

ocurran dudas cuando se trata de localizar el punto de partida de esta sensacion.

Aunque estas dudas no existieran y aunque estuviera perfectamente demostrado que en la membrana mucosa del estómago es donde tiene lugar esta impresion, faltaria averiguar cuál es la causa que la produce. No puede ser el roce de las paredes del estómago, porque bastaria tenerlas separadas con cualquiera sustancia, aunque no fuera alimenticia, para que el hambre no se desarrollara, ó para que desapareciera por completo despues de haberse manifestado. No puede ser la accion ácida del jugo gástrico, al menos por sí sola, porque destruyendo este ácido desaparecerian los efectos que se le atribuyen. Acaso sea la *pepsina*, de cuya sustancia nos ocuparemos al hablar del jugo gástrico, la cual, no teniendo alimentos sobre qué obrar ni sobre qué ejercer su accion disolvente, excita las paredes del estómago, por pequeña que sea la cantidad de ácido libre que en él se encuentre, produciendo esa sensacion de incomodidad y desfallecimiento á que llamamos hambre. La circunstancia de reblandecerse y aun de perforarse las membranas del estómago cuando falta el epitelio de la mucosa ó en los casos de muerte por abstinencia completa de alimentos, dan á esta idea cierta verosimilitud.

Es de suponer que los nervios pneumo-gástricos son los encargados de trasmitir al cerebro la impresion producida en el estómago; pero se ha dicho que si se cortan estos nervios, no por eso dejan de comer los animales, ni de tener hambre, y de consiguiente que no es en el estómago donde tiene orígen esta sensacion. Aun aceptando la exactitud de este experimento, no hay necesidad de aceptar la consecuencia que de él quiere deducirse. Cortados los pneumo-gástricos no puede trasmitirse al cerebro la impresion provocada en el estómago, á no ser que esta trasmision se efectúe por las ramifica-

ciones del plexo celíaco del gran simpático, y por lo mismo, el animal no debe tener hambre; pero no por eso es absolutamente indispensable que deje de comer, porque puede hacerlo por solo satisfacer la sensacion del gusto: y aun en el caso de que las impresiones de este sentido no se trasmitan tampoco al cerebro, por haberse destruido con anterioridad los nervios correspondientes, como asegura haberlo efectuado Longet, se comprende la posibilidad de que los animales coman alguna sustancia semi-líquida, aunque no tengan hambre, toda vez qué necesitan apagar la sed provocada por la operacion y por el estado patológico, que es su consecuencia.

El cerebro debe percibir esta sensacion para que el individuo tenga conciencia de ella, y los frenólogos aseguran que el sitio donde reside la *alimentividad* es el que corresponde á la cuarta parte anterior del temporal, entre los órganos de la *crueldad* y de la *destructividad*. Por eso las sienes de los animales carnívoros y de los individuos comedores están muy abultadas, mientras que las de las personas sóbrias ó inapetentes, son planas ó cóncavas. Y aunque esto puede depender de que el músculo temporal se desarrolla extraordinariamente en los que comen mucho, imitando una eminencia cerebral que no existe, no es menos cierto que el cerebro, bien en su conjunto, bien en alguna de las porciones que le constituyen, está encargado de esta percepcion.

Aunque las ideas anteriores no se hallan plenamente demostradas, ni en consonancia con las admitidas por la generalidad de los fisiólogos, es preciso confesar que están de acuerdo con la mayoría de los hechos observados.

Segun ellas, la impresion del hambre no debe producirse sino cuando el estómago está desprovisto de

alimentos, desenvolviéndose con tanta mayor intensidad cuanto mas rápidamente sean digeridas las sustancias alimenticias, y esto es lo que sucede. Por eso el hambre es mas viva en el niño que en el adulto, y en el adulto mas que en el viejo; por eso se reproduce mas frecuentemente en el hombre activo y dedicado á trabajos corporales que en el de vida sedentaria; por eso es menos intensa en la mujer que en el hombre. En las aves, cuya digestion es rápida, no se resiste la falta de alimento pasadas algunas horas, mientras que los animales invernantes, como la marmota, no necesitan comer en muchos meses. La sanguijuela tarda un año en digerir la sangre que ha chupado, y puede pasar todo este tiempo sin comer: por la misma razon el sapo soporta una abstinencia de dos años sin que el hambre le atormente. Todas las circunstancias capaces de aumentar la actividad del estómago y la secrecion de sus jugos aumentan tambien la frecuencia con que el hambre se percibe. El aire seco y frio, la vida de la montaña, los baños, las fricciones y hasta la vista ó el recuerdo de cierta clase de manjares, pueden desarrollar el apetito.

Por el contrario, desde el momento que se introducen sustancias alimenticias en la cavidad estomacal, el hambre desaparece. El alcohol, los narcóticos y todo lo que contribuye á que las impresiones se perciban con mayor dificultad, embotan tambien la sensacion del hambre. El mismo efecto producen los trastornos patológicos que van acompañados de secreciones anormales en la mucosa estomacal, mientras la pepsina no recupera sus condiciones regulares.

Á pesar de todo, hay muchos fisiólogos para quienes el hambre es el resultado de una sensacion general trasmitida originariamente á los centros nerviosos por la depauperizacion de la sangre, que no contando con

los materiales necesarios para la nutricion de los órganos, reacciona sobre ellos y determina esa sensacion vaga, indefinible, generalizada en todo el organismo, ya que todo él experimenta en cada una de las partes que lo constituyen la necesidad de la alimentacion. Por eso, se dice, el hambre se siente aunque el estómago esté repleto de diferentes sustancias con tal que estas no sean alimenticias: por eso las heridas de la parte superior del intestino por las que se elimina al exterior y se pierde parte de la pasta quimosa, ocasionan un hambre insaciable; y por eso no es precisamente por las mañanas, al dispertar, ni inmediatamente despues de la digestion estomacal cuando se siente mas el hambre, á pesar de que entonces es cuando el estómago, por estar vacío, debia sentir mas que nunca la accion de los estímulos locales.

Sin negar la importancia de estas observaciones, bueno es sin embargo, recordar, que la primera no es completamente exacta, pues lo mismo en el hombre que en los animales, el hambre se aplaca con la ingestion en el estómago de sustancias extrañas, aunque sean inasimilables, lo que indudablemente no dependerá de los materiales de nutricion que proporcionen á la sangre; y si bien es cierto que su accion calmante dura poco tiempo, tambien lo es que las sustancias no pueden permanecer mucho en el estómago, porque ó se eliminan al exterior provocando el vómito, ó reaccionan sobre la mucosa, dando lugar á una irritacion patológica que no permite observar sus efectos ulteriores. Tampoco es completamente exacto que la pérdida de parte de la sustancia quimosa, á consecuencia de fístulas intestinales, sea, por sí sola, causa de que el hambre se exacerbe, pues son muchos mas los casos en que este fenómeno no tiene lugar; y en cuanto á si el hambre se manifiesta ó no por las mañanas con mas intensidad que en las

demás horas del dia, como no es precisamente el estado de vacuidad de esta víscera el que ocasiona la sensacion que estamos examinando, sino el estado de vacuidad y la presencia de la pepsina mas ó menos acidulada, claro es que no hay precision de que sea necesariamente por la mañana cuando el hambre se haga sentir con mayor violencia.

Por lo demás, y sirviéndonos de estos mismos argumentos, si el hambre es una sensacion general dependiente de la falta de materiales reparadores en la sangre, ¿en qué consiste que no es precisamente por las mañanas, al dispertar, cuando se siente mayor apetito, á pesar de que entonces es cuando la sangre debe estar menos provista de principios nutritivos? Y ¿en qué consiste, sobre todo, que el apetito mas violento desaparece por completo con la sola ingestion de alimentos en el estómago, mucho antes de que hayan sido digeridos, y de consiguiente mucho antes de que hayan podido suministrar á la sangre los materiales de nutricion que necesitaba y cuya falta se traducia por esa sensacion desagradable que se suponia existir en todos los tejidos? La verdad es que, segun todas las probabilidades, y á pesar de cuanto se dice en contrario, el hambre debe atribuirse á la excitacion periférica de los pneumo-gástricos, bastando algunas veces las influencias psíquicas ó las excitaciones anormales de las estremidades centrales de los mismos nervios para que aumente ó disminuya la intensidad de esta sensacion.

Pero no basta que el estómago esté vacío y que el jugo gástrico ó la *pepsina* estimulen sus paredes: es preciso que este estímulo se *trasmita* al cerebro y que el cerebro se halle en condicion de percibirlo. Si los nervios encargados de la trasmision ó el cerebro mismo se encuentran en un estado anormal, el hambre pasará desapercibida, ó por mejor decir, no existirá, porque el in-

dividuo no tendrá conocimiento de ella. El ópio, el tabaco y los narcóticos en general disminuyen el apetito. Todas las enfermedades que atacan mas ó menos directamente al sistema nervioso de la vida orgánica trastornan esta sensacion. Las ocupaciones profundas y cualquiera otra causa que preocupe fuertemente la imaginacion, hacen que el hambre no se sienta. ¿Quién tiene hambre cuando se halla bajo la influencia de un gran pesar ó de una grande alegría? ¿Quién se acuerda de la hora de comer cuando la inteligencia se consagra á la resolucion de un asunto que le preocupa por completo? En los padecimientos del cerebro, que dan lugar á las enajenaciones mentales, ¡cuántos son los locos que se resisten á la ingestion de toda clase de alimentos!

La percepcion del hambre, como la de todas las demás sensaciones, puede experimentar alguna aberracion. Si el estómago está enfermo y el estímulo no produce el efecto que debe producir; si el sistema nervioso no trasmite, ó si el cerebro no percibe como en circunstancias normales, habrá irregularidades en esta sensacion. Por eso á veces el hambre se exagera, como en la *bulimia*, ó se disminuye, como en la *anorexia*, ó se pervierte, como en la *pica* y *malacia*.

§ 9.º

La *sed* es tambien una sensacion interna que nos advierte la necesidad de alimentos líquidos ó de bebidas. Las condiciones necesarias para que se manifieste esta sensacion son las mismas que hemos indicado al hablar del hambre, con la sola diferencia de que es otra la causa que ocasiona el estímulo local, otro el sitio en que este estímulo se produce y otros los conductores nerviosos encargados de trasmitirlo al cerebro para que este órgano lo perciba.

La disminucion de la parte acuosa de la sangre parece ser la causa productora de la sed. La membrana mucosa que tapiza la boca, la garganta y la laringe es la que nos advierte, por su resecacion, la necesidad de sustancias líquidas, y los nervios sensitivos de estos órganos, pneumo-gástrico, trigémino y gloso-faríngeo, son los encargados de trasmitir al cerebro este estímulo especial. Esta resecacion puede sobrevenir á consecuencia de una causa local, inflamacion, introduccion de aire seco, etc., ó á consecuencia de la disminucion de la cantidad de agua de la sangre. Por eso la sed se manifiesta principalmente despues de las comidas en las que la proporcion de agua es muy escasa con relacion á la cantidad de alimentos sólidos y á las sales. Humedeciendo la mucosa de la faringe se calma momentáneamente la sed, pero para que desaparezca de una manera durable es preciso introducir una cantidad suficiente de agua en la masa de la sangre, bien sea por las vías digestivas ó por inyeccion directa en las venas. Aunque los perros continúan bebiendo despues de cortados los gloso-faríngeos de los dos lados y la porcion cervical del pneumo-gástrico, depende probablemente de que este nervio dá á poca distancia de su salida del cráneo filetes á la faringe que los recibe tambien del trigémino.

Todas las causas que contribuyen á gastar la parte acuosa de la sangre, ó todas las que hacen á la sangre mas estimulante, contribuyen tambien al acrecentamiento de la sed. Por eso cuando se suda ó se aumenta mucho la traspiracion, bien por lo elevado de la temperatura, bien por los ejercicios á que nos consagramos, se aumenta la sed. Por eso van acompañadas de sed la mayor parte de las enfermedades en que hay calentura, y de consiguiente respiracion acelerada y mayor traspiracion pulmonal. Por eso, en las grandes secreciones

como en los casos de *diábetes* en que la cantidad de orina es tan considerable, ó en las *hidropesías,* la sed es tan violenta; y por eso, en fin, los alimentos salados y las sustancias estimulantes exigen la ingestion de mayor cantidad de bebidas acuosas.

CAPÍTULO III.

Alimentos.

§ 10.

Es *alimento* toda sustancia que, introducida en el aparato digestivo, puede ser disuelta y hacerse apta para reparar las pérdidas que esperimenta la organizacion. Las sustancias gaseosas que penetran en el organismo por medio de la respiracion, el oxígeno, por ejemplo, no deben ser consideradas como alimentos, aunque sean asimilables, primero, porque la mayor parte son elementales y, además, porque no sufren en el aparato digestivo ninguna clase de trasformacion.

Los alimentos pueden ser sólidos y líquidos. A los alimentos líquidos se les designa con el nombre de *bebidas.*

Los alimentos proceden ordinariamente del reino animal ó del vegetal, y por eso se dice que hay alimentos *animales* y *vegetales.* Por la misma razon se debe decir que hay alimentos *minerales,* porque, aun sin contar el agua, existen algunas sales que pueden considerarse como alimentos, puesto que se hacen asimilables y se convierten en parte constitutiva de nuestra organizacion.

Atendiendo á su composicion, los alimentos se dividen en *azoados; poco azoados* y *no azoados.* Entre los

alimentos azoados se incluyen las carnes; entre los poco azoados las legumbres y verduras, y entre los no azoados los alimentos minerales y algunos principios inmediatos como el almidon, la grasa, etc.

Teniendo en cuenta el uso á que en el organismo se destinan los alimentos, se han dividido en *plásticos* y *respiratorios,* ó en alimentos que sirven para la constitucion de los tejidos y alimentos destinados á suministrar los materiales que se consumen en el acto de la respiracion. Los alimentos azoados y particularmente los albuminoideos se han comprendido entre los primeros y los no azoados orgánicos entre los segundos, y aunque este sea en efecto su destino primordial y fisiológico, no es ni puede ser su destino exclusivo porque las sustancias no azoadas se hacen plásticas—tejido adiposo—y las nitrogenadas se convierten en respiratorias, puesto que se oxidan y forman agua, ácido carbónico, urea, creatina, ecetera.

Los alimentos pueden ser *completos* ó *incompletos.* Llámase alimento *completo* al que contiene los diferentes principios que la organizacion pierde en el ejercicio de sus funciones, y por consiguiente basta por sí solo para conservar la vida, é *incompleto* al que no puede suministrar mas que algunos de los principios que la organizacion necesita, ó al que, aunque los suministre todos, no los proporciona en las proporciones convenientes, y por consiguiente no puede conservar la vida por sí solo. Los animales á quienes se ha querido alimentar con fibrina, ó con albúmina, ó con grasa, ó con azúcar, han muerto al cabo de cuarenta ó cincuenta dias, despues de un enflaquecimiento considerable y de trastornos orgánicos graves. Los mismos animales, alimentados con fibrina y azúcar á la vez, ó con albúmina y grasa, se han nutrido y han conservado perfectamente su salud. Cualquiera de las sustancias indicadas es

por sí sola un alimento incompleto: las mismas sustancias reunidas pueden bastar para satisfacer todas las exigencias de la alimentacion, ó al menos las mas indispensables.

En el sentido rigoroso de la palabra acaso no hay mas alimento completo que la leche, con cuyo exclusivo uso se conserva la vida en la primera infancia. El pan, las carnes, los huevos y algunos otros se han llamado tambien alimentos completos, pero ya veremos al hablar de la nutricion que, aunque tienen todos los principios que el organismo necesita, no los reunen en las proporciones necesarias, y de consiguiente que, aunque con el uso exclusivo del pan ó de las carnes puede conservarse la vida, hay que añadir siempre agua, y aun así la alimentacion no es fisiológica, y la salud, pasado algun tiempo, se deteriora.

Como los materiales que el hombre necesita para su conservacion son el oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el ázoe, el agua, algunas sales y algunos otros cuerpos elementales de que hemos hablado ya; como va perdiendo estos principios en cantidades determinadas y es preciso reponerlos en cantidades tambien determinadas, y como no hay ningun alimento que los contenga todos, ni tampoco en las proporciones convenientes, de aquí que el hombre no pueda alimentarse ni conservar su salud con el uso exclusivo de una sola sustancia alimenticia.

No basta, sin embargo, hacer uso de *diferentes* alimentos si, aunque *diferentes,* pertenecen todos al reino animal ó pertenecen todos al reino vegetal. Los vegetales, cualesquiera que ellos sean, tienen siempre menos ázoe del que el organismo necesita, y los animales, cualesquiera que sean tambien, contienen menos carbono del que reclaman las necesidades de la economía. Por eso, aunque la vida del hombre puede sostenerse con un

régimen exclusivamente vegetal, es á expensas del empobrecimiento y debilidad de su organismo. Tambien puede sostenerse con un régimen exclusivamente animal; pero la facilidad con que se adquieren enfermedades graves, tales como las apoplegías, los reumatismos, los cálculos de la vejiga, etc., indica bien el estado irregular y violento con que se ejecutan las funciones.

Bueno es advertir desde ahora, que aun los mismos individuos á quienes se supone alimentados *exclusivamente* con sustancias vegetales ó con sustancias animales, hacen uso, en mas ó menos cantidad, de las unas y de las otras. En las cárceles, en los presidios, en los cuarteles ó en las localidades pobres, en donde el pan y las legumbres forman la base de la alimentacion, se añade, siquiera sea de vez en cuando, el queso, el tocino, la sardina ó algun otro alimento animal. Tambien los que hacen uso preferente de sustancias animales, comen al mismo tiempo pan, frutas y verduras. Así y todo, el predominio de una clase de alimentos sobre la otra produce los inconvenientes que acabamos de citar.

Aunque hemos dicho que el hombre no puede conservar su salud con el uso exclusivo de una sola sustancia alimenticia, porque ninguna de ellas constituye aisladamente un alimento *completo* en la rigorosa acepcion de la palabra, no puede decirse lo mismo de algunos animales, porque el maíz, el trigo, el alpiste, etc., pueden, cada uno de por sí, servir para su alimentacion.

Tampoco tiene inconvenientes para los animales el uso exclusivo de una clase de alimentos. Los carnívoros no comen mas que sustancias animales, y los herbívoros solo utilizan los vegetales. El hombre mismo, segun la edad, el clima, las ocupaciones, ó mejor, segun el conjunto de circunstancias que le rodean, necesita emplear preferentemente unos ú otros alimentos. En los países cálidos, se comprende la existencia de cenobitas

que se hayan impuesto la obligacion de alimentarse con frutas y legúmbres y que la hayan cumplido sin peligro para su salud; pero en los climas frios no se puede prescindir del uso de las carnes y de los alimentos azoados.

Esto depende de que los alimentos simples ó los principios inmediatos nutritivos, se encuentran indiferentemente, aunque en distintas proporciones, lo mismo en los alimentos animales que en los vegetales. La leche, por ejemplo, tiene bastante azúcar para que se puedan obtener con ella bebidas alcohólicas fermentadas; y con la caseina de las leguminosas se hacen quesos en la China. Esto depende, además, de que no son solo los vegetales los encargados de formar los alimentos simples, puesto que tambien los animales forman, en unos casos, principios inmediatos albuminoideos, en otros, sustancias amiláceas, y en otros, como sucede á las abejas, sustancias grasas, puesto que elaboran la cera, aunque alimentadas exclusivamente con azúcar, segun veremos mas detenidamente al ocuparnos de los fenómenos nutritivos.

La resolucion de estos problemas es bien sencilla. El alimento no tiene mas objeto que contribuir al acrecentamiento y conservacion del individuo. La conservacion del individuo no puede efectuarse sino reemplazando las pérdidas que de contínuo experimenta. El oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el ázoe, etc,, que diariamente perdemos, hay que reponerlo tambien diariamente, y por lo mismo es preciso que lo contengan los alimentos de que hacemos uso. Las circunstancias que nos rodean pueden contribuir á que perdamos mas carbono que el ordinario, y entonces tendremos que emplear preferentemente sustancias vegetales; ó pueden contribuir á que necesitemos mas ázoe, y entonces no podremos prescindir de las sustancias animales. Al hablar de la nutricion trataremos mas extensamente de este punto.

De todos modos, para que las necesidades de la nutricion queden satisfechas, es indispensable, segun Milne Edwards: primero, que el organismo halle en la racion alimenticia diaria ó de un corto número de dias el equivalente de todo lo que pierde en ese tiempo, así como los materiales indispensables para la constitucion de los tejidos nuevos que van formándose durante el período de crecimiento. Segundo, que dicha racion alimenticia sea á propósito para excitar el trabajo digestivo, á fin de que los alimentos puedan ser absorbidos y llenen en la economía el papel fisiológico á que se hallan destinados. Tercero, que los alimentos empleados de este modo, puedan llegar al torrente circulatorio con cierta rapidez, y que en razon á la cantidad ó á la calidad de las sustancias que suministran á la sangre, no reciba el organismo nada que pueda oponerse al ejercicio regular de las funciones y al equilibrio fisiológico.

Estas mismas consideraciones demuestran la conveniencia de hacer uso de sustancias diferentes en nuestra alimentacion habitual, porque de este modo, si la racion de un dia es incompleta, bajo cierto aspecto se completa al dia siguiente con el uso de otros alimentos; porque las mismas sustancias alimenticias, empleadas con repeticion, dejarian de estimular la mucosa del estómago de una manera conveniente, y se haria mas difícil la secrecion de los jugos digestivos, y de consiguiente la digestion: y tercero, porque la mayor ó menor rapidez con que se absorbe una sustancia determinada, depende de la mayor ó menor cantidad que ya existe de la misma sustancia en los líquidos del organismo, y por lo mismo, la variedad en la alimentacion favorece el mecanismo regular de las absorciones.

Hay quien admite cierta clase de alimentos llamados *falsos* porque no sirven para nutrir, sino para moderar el movimiento de descomposicion de los tejidos, y de

consiguiente para disminuir las pérdidas habituales. El azúcar, que, segun se supone, contribuye á que sea menor la cantidad de ácido carbónico y de agua eliminados por la respiracion, y la de los fosfatos y materias animales que se hallan en la orina, economiza la cantidad de materiales reparadores que se necesitan, y bajo este supuesto *alimenta sin nutrir.*

El té, el árnica, el café, haciendo mas débil la traspiracion pulmonal y disminuyendo, á la vez que el ácido carbónico exhalado por el pulmon, la urea, el ácido úrico y las materias orgánicas expulsadas por la orina, moderan el movimiento de descomposion intersticial por un tiempo dado, y pueden contribuir á que sea suficiente una cantidad de comida que, sin este auxilio, hubiera sido escasa; por lo cual tambien se dice que *alimentan sin nutrir.*

El alcohol deprime la circulacion, provocando secundariamente ese estado de entorpecimiento conocido con el nombre de embriaguez, que se destruye con el amoníaco, el nitrato de potasa ó cualquiera otra sustancia que active la circulacion; y como la depresion circulatoria disminuye el movimiento de descomposicion de los tejidos, el alcohol es tambien un alimento *falso,* pues aunque no nutre, contribuye á que se necesiten menos materiales nutritivos.

La coca del Perú ó las hojas del Erythroxylun coca, arbusto cultivado en las regiones cálidas de la América meridional, parece obrar sobre la actividad del sistema muscular, mientras que los anteriores dirigen principalmente su accion sobre el sistema nervioso. Mascadas las hojas de este arbusto, permiten permanecer uno ó dos dias sin tomar alimento, y de consiguiente, calman la sed, el hambre y sostienen las fuerzas. Así, los peruanos habian divinizado este árbol, del cual los incas emplearon las hojas como moneda. Segun Cazeau, las pro-

piedades de la coca se deben á la anestesia del estómago, y segun Rabuteau, bajo la influencia de la coca, la urea se escreta en mayor cantidad, la temperatura se eleva y el pulmon late con mayor frecuencia; por lo cual deberia aumentar el apetito en vez de aplacar el hambre, y como es esto último lo que sucede hay que atribuirlo, al menos en parte, á la anestesia producida por la coca en la mucosa estomacal.

CAPÍTULO IV.

De los alimentos en particular.

§ 11.

Alimentos minerales. Los alimentos de orígen mineral son: la sal, el hierro, el fosfato de cal, algunos cloruros alcalinos, algunos fosfatos y carbonatos alcalinos y térreos, algunos compuestos ferruginosos, la sílice y el cloruro de calcio.

La sal es considerada como condimento, pero parece indudable que posee cualidades nutritivas. Se la encuentra en los humores y en las partes sólidas del cuerpo, y como contínuamente se pierden cantidades mas ó menos considerables que salen al exterior por medio de las excreciones, hay que reemplazarla contínuamente tambien para que la sangre conserve sus proporciones regulares. Además, la sal convierte una parte del fosfato de potasa que se encuentra en la sangre, en fosfato de sosa; y como el fosfato de sosa contribuye á la eliminacion del ácido carbónico, favorece de este modo el cambio de gases que tiene lugar en el acto respiratorio. Por esto la sal marina no solo es un excitante que dá sabor á los alimentos, desenvuelve las fuerzas digestivas y favorece la digestion, sino que es un verdadero alimento que goza de propiedades plásticas y respiratorias

á la vez. Solo así se comprende su importancia en la cria y cebo de los animales domésticos y que su falta se convierta en causa de gravísimas dolencias.

Tan generalizado está su uso, y de tal modo es la sal marina un artículo alimenticio de primera necesidad, que no hay pueblo conocido que no lo emplee en su alimentacion. Algunas órdenes monásticas se han impuesto privaciones de todo género en el régimen alimenticio, pero no hay ninguna que se haya privado de la sal, y hasta los Trapenses, en medio de la austeridad á que les obligan sus severos estatutos, no han pensado nunca en prescindir de esta sustancia, de la cual, en la Abadía de Pecquigny, consume cada religioso mas de una onza cada dia. No es extraño por lo mismo que los alemanes digan que la *sal y el pan crian los mofletes colorados*, ni que en tiempos mas antiguos se dijera: *sin sal todo sabe mal*, y *cum sale et sole omnia fiunt*.

El hierro puede ser considerado tambien como alimento, puesto que forma una parte constitutiva de la sangre, y aunque pequeña, su falta vá siempre acompañada de enfermedades graves. En circunstancias ordinarias los alimentos y bebidas proporcionan á la sangre las cortísimas porciones de hierro que necesita; pero hay algunos casos en que es conveniente administrarlo en preparaciones mas ó menos solubles, para que el organismo adquiera y conserve esta sustancia en las proporciones regulares.

El fosfato de cal se encuentra en la mayor parte de nuestros humores, se fija en cantidad considerable en la sustancia de los huesos, y como es eliminado al exterior en las excreciones, se hace preciso reemplazarlo, como se verifica con las demás pérdidas de la economía. Los vegetales de que hacemos uso suministran de ordinario el fosfato de cal que se necesita; pero hay casos en que no contienen suficiente cantidad, y si no se admi-

nistra de una manera directa, se hacen los huesos extraordinariamente frágiles, y sobrevienen otras enfermedades no menos peligrosas.

§ 12.

Alimentos animales. Los alimentos de orígen animal son: las carnes, los huevos, la leche y la miel.

Las carnes habitualmente empleadas son las de vaca, de carnero, de ternera y de cerdo; la de aves de corral, la de caza, la de los peces de mar y de rio; la de algunos moluscos y crustáceos, como la ostra, la almeja, el cangrejo y la langosta, y, aunque con menos frecuencia, de algunos reptiles, como las tortugas y las ranas.

La composicion de las carnes se diferencia muy poco entre sí. Todas están formadas de agua, fibrina, albúmina, myosina, de sustancias solubles en el agua y que no se coagulan por la ebullicion, de sustancias solubles en el alcohol, de grasas y de sales insolubles. Las carnes de pescado tienen generalmente mayor cantidad de agua que las demás. La carne de vaca es mas aromática, contiene mayor cantidad de principios extractivos y es mas nutritiva que las otras: la de ternera tiene menos fibrina y no nutre tanto: la de carnero es en algunos puntos tan buena como la de vaca: la de cerdo, aunque de gusto agradable, se digiere con dificultad.

Sensible es que, debiendo hacer uso de sustancias azoadas para nuestra alimentacion, y siendo tantas las familias que se ven privadas de la que es mejor entre todas, de la carne, por no estar al alcance de sus recursos, se desperdicien todos los años millones de kilógramos de excelente carne de caballo que se deja pudrir en los estercoleros. Hechos repetidísimos han demostrado hasta la evidencia que esta carne es tan saludable como las demás, siendo por otra parte de un gusto que

no tiene nada de desagradable. La repugnancia que su uso inspira en la actualidad no está justificada, y es hora ya de que vaya desapareciendo esa preocupacion en beneficio de las clases pobres, que son las mas directamente perjudicadas.

Los huevos son un alimento muy generalizado por su sabor agradable, por la facilidad con que se asocian á todas las demás sustancias alimenticias y por sus excelentes cualidades nutritivas.

Los huevos de las aves constan de la cáscara, cubierta porosa formada de gran cantidad de carbonato de cal, de carbonato de magnesia, fosfato de cal y óxido de hierro. En el interior de esta cubierta hay la clara y la yema. Los huevos se componen de agua, sustancias azoadas, sustancias grasas y sales. Las sustancias azoadas son la albúmina, el protagon, la vitelina y la materia colorante de la yema. La albúmina se encuentra en la clara del huevo formando una solucion acuosa bastante concentrada, contenida en celdillas membranosas trasparentes que le dan un aspecto gelatinoso. La vitelina se encuentra en la yema, formando una especie de emulsion acuosa, encerrada tambien en una membrana particular que lleva un cuerpecillo blanco llamado *cicatrícula*, ó vulgarmente *galladura*. Las sustancias grasas son: la oleina, margarina y colesterina, que se hallan suspendidas en la yema. Las sales y principios inorgánicos que se encuentran en la clara del huevo son: sosa, cloruro de sódio y vestigios de materia extractiva soluble en el alcohol; y en la yema, azufre y fósforo en estado de ácido fosfo-glicérico.

La leche, primero y exclusivo alimento de que hacemos uso al venir al mundo, está compuesta en cada cien partes, de ochenta á noventa de agua, y lo restante de una sustancia azoada, la caseina; de una sustancia grasa, la manteca; de una sustancia azucarada, el azú-

car de leche; y de algunas sales, como el cloruro de potasio, fosfatos alcalinos, fosfato de cal, magnesia é indicios de óxido de hierro. La naturaleza de los alimentos de que hace uso el animal influye en las sales que se encuentran en la leche.

La miel, alimento azucarado, blando ó semilíquido, de sabor agradable, es recogida en las flores por varios insectos del órden de los himenópteros, y principalmente por las abejas. La miel es soluble en el agua, puede fermentar como el azúcar y dá con el ácido nítrico casi idénticos productos que dicho compuesto. Es de mucho uso en la economía doméstica y entra en la composicion de algunas pastas, confituras y jarabes.

§ 13.

Alimentos vegetales. Los alimentos de orígen vegetal son: las harinas, las legumbres, las verduras y las frutas.

Las harinas mas usadas son las de los cereales, como el trigo, centeno, cebada, arroz, maíz y alforfon. Tambien se utilizan, aunque con menos frecuencia, la fécula de patatas, el arrow-root, la tapioca, el sagú y la harina de castañas. Las harinas están compuestas de agua, de sustancias azoadas, como el glúten, la albúmina y la caseina; de sustancias no azoadas, como la fécula, la celulosa, la dextrina y la glucosa; de materias grasas y de sustancias minerales, como fosfatos de cal y de magnesia, sales de potasa y de sosa y sílice. La harina de trigo es la mas rica en glúten ó fibrina; la de maíz en materias grasas, la de arroz en fécula; y la de patatas es la mas pobre de todas, tanto en glúten, como en fécula y en materias grasas.

La harina de los cereales, y principalmente la del trigo, mezclada con el cincuenta por ciento de su peso

de agua, forma una masa que, puesta en contacto con levadura y sometida á una temperatura conveniente, entra en fermentacion, dando lugar á que parte de la fécula se trasforme en dextrina y en glucosa: la glucosa se desdobla en alcohol y ácido carbónico, y este gas distiende toda la masa haciéndola esponjosa. Sometiendo la masa ya fermentada á la temperatura de doscientos cincuenta grados centígrados se forma el pan, que constituye, por decirlo así, la base de la alimentacion de las naciones del Occidente. Las condiciones alimenticias y sápidas del pan dependen de la clase de las harinas, de la calidad del agua, de la naturaleza del fermento, de la manera mas ó menos perfecta con que se amasa y de la mayor ó menor inteligencia con que se dirige la coccion.

Las legumbres que el hombre emplea preferentemente para su alimento son: las judías, los guisantes, las habas, las lentejas, los garbanzos y los altramuces. Las legumbres están compuestas de cierta cantidad de agua, de sustancias azoadas, de sustancias no azoadas, de materias grasas, de celulosa y de sales. Los altramuces son, entre todas las leguminosas, las que tienen mayor cantidad de sustancias azoadas; siguen despues en su órden las lentejas, las habas, las judías, los garbanzos y los guisantes. Las que contienen mayor cantidad de fécula son: los guisantes, los garbanzos y las judías. Los altramuces y las habas son los que contienen mayor cantidad de celulosa.

Las verduras contienen, además de la celulosa que forma la trama de su tejido, bastante cantidad de agua, sustancias azoadas en proporciones variables, aunque siempre en corta cantidad, sustancias amiláceas dextrinadas, algunas sustancias grasas y glucosa. Las verduras son alimentos poco nutritivos, por la escasa cantidad de sustancias azoadas que contienen y porque predomina en ellas el agua y la celulosa.

Las frutas contienen tambien mucha cantidad de agua, y su trama celulosa encierra en general sustancias azucaradas y algunos ácidos de diversa naturaleza, sin que se encuentren mas que vestigios de sustancias azoadas. Cuando están bien sazonadas son algo mas nutritivas que las verduras por los principios azucarados que contienen, pero hay muchas que resisten á los esfuerzos digestivos.

CAPÍTULO V.

Alimentos simples ó principios inmediatos que se encuentran en los alimentos compuestos.

§ 14.

En todas las sustancias alimenticias de que nos hemos ocupado, excepto las minerales, y lo mismo en las que son de orígen animal que en las que provienen de los vegetales, se encuentran principios comunes sobre los que obran los jugos digestivos de una manera idéntica. Es por lo mismo de grande interés formar grupos, cada uno de los cuales comprenda los principios inmediatos ó los alimentos simples que tengan semejanza de composicion, y que sufran iguales trasformaciones como consecuencia de la digestion, porque de este modo, desde el momento que conozcamos la manera de obrar de los jugos digestivos en las sustancias que corresponden á cada uno de estos grupos, será fácil conocer la accion que los mismos jugos deben ejercer sobre un alimento cualquiera.

Las clases ó divisiones á que hacemos referencia, lo mismo para los alimentos animales que para los vegetales, son tres: primera, sustancias *albuminoideas;* segunda, sustancias *amiláceas,* y tercera, sustancias *gra-*

sas. Hay además los alimentos ó sustancias minerales.

Entre las sustancias *albuminoideas* se comprenden la mayor parte de los principios inmediatos azoados, como la *albúmina,* la *fibrina,* la *caseina,* el *protagon,* la *miosina.* Entre las sustancias *amiláceas* se hallan los principios inmediatos no azoados, como la *fécula* ó *almidon,* la *dextrina,* las *gomas* y el *azúcar;* y entre las sustancias *grasas* se encuentran algunos principios inmediatos que tampoco tienen ázoe, pero que son de una naturaleza especial, como la *grasa,* la *manteca* y el *aceite.*

Preciso es ahora dar á conocer separadamente los principales principios inmediatos que corresponden á cada uno de estos grupos.

§ 15.

Principios inmediatos azoados comprendidos en el grupo de sustancias albuminoideas.—Albúmina: al recordar que la albúmina del huevo fecundado se convierte, con el auxilio del calor y del oxígeno que penetran á través de la cáscara, en células, en membranas, en vasos y en los demás tejidos que han de formar el nuevo sér, no puede menos de reconocerse la grandísima importancia de este principio inmediato en el desenvolvimiento y formacion del organismo. La albúmina se encuentra en el suero de la sangre y en el sistema nervioso, y forma parte del quilo, de la linfa, de las colecciones serosas y de los demás humores y tejidos del cuerpo humano, salvas ligeras excepciones. Es soluble en el agua y en los líquidos animales: precipita de sus disoluciones por el calor á los 70° centígrados, pero si el precipitado se hace hervir ochenta horas poco mas ó menos, se oxida, al parecer, y se disuelve: los ácidos enérgicos, el tanino, algunas sales metálicas y el alcohol la precipitan tambien; precipitada por el alcohol no se vuelve á di-

solver en el agua. La albúmina vegetal se halla en las semillas emulsivas y en la sávia de los vegetales. Probablemente la *sintonina* que se encuentra en los músculos es el resultado de la combinacion de un ácido con la albúmina, formando un albuminato ácido.

La *fibrina* entra en la composicion de la fibra muscular, de la que forma cuando está séca y desprovista de grasa, cerca de setenta centésimos de su peso. Se encuentra además en la sangre, en el quilo, en la linfa, y constituye la parte de estos humores y de los jugos vegetales que se coagula espontáneamente al separarlos de sus receptáculos naturales. El trigo, casi todos los cereales y algunas otras semillas contienen fibrina, que se llama tambien glúten, y cuanta mayor cantidad encierran, mayores son sus propiedades nutritivas. La fibrina es insoluble en el agua, y no se conocen las causas á que debe su disolucion en los líquidos animales. A. Schmidt afirma que la fibrina líquida está constituida por una sustancia llamada *fibrinógeno,* y que cuando se combina con otra sustancia llamada *fibrinoplástica* es cuando se coagula. Saparada de la sangre ó de los tejidos en que se encuentra, es sólida, filamentosa, de un color blanco sucio, y quebradiza cuando está seca. Su grande afinidad para con el oxígeno hace que descomponga con facilidad el agua oxigenada; y como su composicion solo se diferencia de la albúmina en contener algo mas de oxígeno, se cree que la fibrina es solo albúmina oxidada. Lo que parece indudable es que las materias albuminoideas pueden metamorfosearse las unas en las otras por influencias que no son todavía bastante conocidas.

La *caseina* constituye por sí sola el principio azoado de la leche, y excepto una cantidad algo menor de azufre, contiene los mismos elementos y en las mismas proporciones que la albúmina y que la fibrina de la

carne. La caseina se mantiene en disolucion en la leche á favor de un álcali, y se la puede hervir sin que se coagule, diferenciándose de la albúmina en esto y en que los ácidos diluidos la precipitan y separan de sus disoluciones. Los guisantes, las lentejas, las judías y algunas otras sustancias vegetales contienen caseina. Probablemente la caseina no es mas que un albuminato de potasa ó de sosa.

El *protagon* se parece algo á las sustancias grasas; pero se diferencia de ellas en su composicion, porque contiene ázoe. Se encuentra en la sangre, en la sustancia nerviosa, etc.; se disuelve en el alcohol caliente y en el éter y es susceptible de cristalizacion.

La *myosina* es un principio inmediato azoado que se halla en los músculos y cuya coagulacion produce la rigidez muscular.

Las sustancias albuminoideas, excepto el protagon, son incristalizables. Toman color amarillo con el ácido nítrico, y color rojo añadiendo una disolucion alcalina: el nitrato nitroso de mercurio, conocido con el nombre de reactivo Millon, las coagula, y su color blanco pasa al rojo elevando ligeramente la temperatura.

La *gelatina* y la *condrina* son productos artificiales derivados de las sustancias albuminoideas y obtenidos por medio de la coccion. La condrina se obtiene por la ebullicion, prolongada en el agua, de la parte orgánica de los huesos, de los ligamentos, de los tendones y de las membranas fibrosas; la gelatina por la ebullicion del dermis y del tejido celular. Estas sustancias se diferencian muy poco: dos partes de gelatina disueltas en cien de agua bastan para que esta adquiera por el enfriamiento la consistencia de jalea: de condrina se necesita doble cantidad para producir el mismo resultado: la condrina precipita de sus disoluciones por los ácidos minerales, y la gelatina por el tanino y las sales de pla-

tino. Hoy se considera la gelatina como completamente inútil para la nutricion, á pesar de haber gozado á principios de este siglo de gran estimacion como alimento eminentemente reparador. La ebullicion de la carne en el agua suministra diversas sustancias extractivas que constituyen la parte mas nutritiva del caldo.

§ 16.

Principios inmediatos no azoados comprendidos en el grupo de sustancias amiláceas. La *fécula* ó *almidon* es una sustancia blanca, pulverulenta, insoluble en el agua fria y en el alcohol: en el agua hirviendo se hincha, se disuelve y se convierte en un líquido espeso, semitrasparente y mucilaginoso, que se llama engrudo. Cada granito de almidon está formado de una especie de cubierta tegumentaria, cerrada por todas partes, llamada sustancia celulosa, que contiene una materia de aspecto gomoso, soluble en el agua, á la que se dá el nombre de sustancia granulosa: el almidon, molido en seco en un almirez, puede disolverse en el agua fria, porque se quebranta ó rompe la cubierta como cuando se le hace hervir.

Una de las propiedades mas notables del almidon es la de tomar el color azul con una disolucion alcohólica de yodo. Los ácidos nítrico, sulfúrico diluido y otros, disuelven completamente el almidon, y la disolucion toma por el yodo un color de violeta: haciéndola hervir, pasa al púrpura, y, prolongándose la ebullicion, el almidon se convierte sucesivamente en dextrina y en glucosa. La misma trasformacion puede obtenerse calentando la fécula al aire libre, en láminas de hierro colado, ó sometiéndola á la accion de la diastasa salival ó de la cebada germinada.

La fécula es el principio alimenticio de mas impor-

tancia que nos suministran los vegetales, y se encuentra en las harinas lo mismo que en las semillas de las leguminosas y de los cereales, formando por esta causa la mayor parte del pan y de las sustancias alimenticias de origen vegetal.

Los *azúcares* son de dos clases: el azúcar comun ó *prismático*, que cristaliza en prismas romboidales, como el que se extrae de la caña, de la remolacha, del maíz, de la palmera, etc., y el azúcar *glucósico* ó de uva, cuyos cristales agrupados en tubérculos ó mamelones no tienen forma determinada. Se admite además la *cullariosa* ó azúcar líquido que existe en los frutos agrios, y la *lactosa* ó azúcar de leche que se encuentra en la leche de los mamíferos, pero pueden ser colocados en la clase de *glucósicos*, al menos bajo el punto de vista fisiológico.

Las disoluciones del azúcar comun desvían el plano de polarizacion hácia la derecha; las disoluciones de glucosa hácia la izquierda. La glucosa, por mínima que sea su cantidad, se hace perceptible, porque tratada por el licor cupro-potásico en un tubo de ensayo y elevando la temperatura hasta la ebullicion, el licor se decolora y se obtiene un precipitado de óxido rojo de cobre.

El azúcar es uno de los alimentos de uso mas general, y aunque no tiene propiedades terapéuticas, sino en muy determinados casos, se emplea con mucha frecuencia, para hacer mas agradable el sabor de los medicamentos. El azúcar comun se trasforma en glucosa por la accion de los jugos que contribuyen á la digestion.

Las *gomas*, tanto indígenas como exóticas, se diferencian algo en sus propiedades, segun que predomine en ellas la *arabina*, principio soluble que constituye casi la totalidad de la goma arábiga ó que se halle mezclado con la *basorina*, que es insoluble en el agua fria

ó caliente, ó con la *cerasina,* que solo se disuelve en el agua por medio de un cocimiento prolongado. Á pesar de estas pequeñas diferencias podemos considerar las gomas como sustancias sólidas, insípidas ó de un sabor soso, inodoras y de fractura vidriosa. El agua las disuelve, y son insolubles en el alcohol, en el éter y en los aceites fijos y volátiles: las soluciones alcalinas las disuelven: los ácidos minerales puros las descomponen, y el nítrico las convierte en ácido múcico, diferenciándose en esto de la fécula y de la dextrina, que, calentadas con el mismo ácido nítrico, se convierten en ácido oxálico.

La mayor parte de los vegetales contienen goma, manifestándose á veces al exterior de los mismos, donde se presenta por resudacion en forma de gotitas, de lágrimas y aun de masa, sobre todo en los países cálidos. Puede servir de alimento unida á otras sustancias, tiene algunas propiedades medicinales y se utiliza en muchos casos por sus cualidades adhesivas.

La *pectosa,* que se encuentra en los frutos verdes, es insoluble; los ácidos y el calor la trasforman en *pectina* que es soluble y se encuentra en los frutos sazonados, siendo por esta causa de mas fácil digestion que los primeros.

§ 17.

Principios no azoados comprendidos en el grupo de sustancias grasas. La grasa, la manteca, el aceite y el sebo forman un grupo tan natural por sus propiedades físicas y químicas, que pueden estudiarse en conjunto, con el nombre de cuerpos grasos. Se reconocen con facilidad porque se funden si son sólidos; por el tacto untuoso que tienen; porque manchan el papel poniéndole traslúcido; por su insolubilidad en el agua, y porque son solubles en el éter.

Las grasas son sólidas, pero blandas, y se encuentran en los animales, como la grasa de cerdo. Las mantecas son de la consistencia de las grasas y proceden de las leches y de algunos frutos, como la manteca de vaca, la de cacao. Los aceites son líquidos á la temperatura ordinaria y se hallan en los vegetales y animales, como el aceite de almendras, el de hígado de bacalao. Los sebos son sólidos y duros y proceden de los animales.

Los cuerpos grasos, cualquiera que sea su orígen, están compuestos de tres sustancias particulares llamadas *oleina, margarina* y *estearina;* la primera es líquida á la temperatura de cero, la segunda se funde á los 40° y la tercera á los 60°. Los cuerpos grasos en que domina la *oleina* son líquidos, como los aceites; aquellos en que domina la *estearina* son sólidos y duros, como los sebos; aquellos en que la *oleina* y la *margarina* están mezcladas, predominando sobre la *estearina,* son blandos, como las grasas. La oleina, la margarina y la estearina son verdaderas sales, cada una de las cuales tiene un ácido distinto: el *oléico,* el *margárico* ó el *esteárico,* unido á una base comun llamada *glicerina.*

Aunque hay algunas sustancias grasas *insaponificables*, como la colesterina, puede decirse que todas son susceptibles de *saponificarse* ó de formar *jabones*, si se las trata por las legías alcalinas. Cuando esto sucede, la glicerina queda en libertad y los ácidos se unen á la sosa, á la potasa ó al amoníaco, segun los casos, formando oleatos, margaratos y estearatos de sosa, de potasa ó de amoníaco, que son jabones solubles. Las aguas calizas no disuelven estos jabones porque los descomponen, quedando la base alcalina en libertad y formando oleatos, margaratos y estearatos de cal, que son jabones insolubles.

Los cuerpos grasos agitados en el agua con algunos líquidos mucilaginosos ó albuminoideos, como los que se encuentran en el tubo digestivo, forman *emulsiones*, ó

lo que es igual, se dividen en partículas sumamente finas que permanecen por mas ó menos tiempo separadas.

CAPÍTULO VI.

Bebidas.

§ 18.

Llamamos *bebidas* á las sustancias líquidas que, introducidas en el aparato digestivo, apagan la sed, reparan las pérdidas líquidas del organismo y facilitan la disolucion de los alimentos.

Hay bebidas que contienen principios alimenticios en disolucion, y que, por lo mismo, pueden ser consideradas como verdaderos alimentos; hay otras que contienen naturalmente ó que adquieren sustancias medicamentosas, y que pueden colocarse entre los agentes terapéuticos. Aunque por estas razones es bastante difícil hacer una buena clasificacion de las bebidas, adoptamos como menos imperfecta la que las divide en *acuosas, alcohólicas, acídulas, emulsivas* y *aromáticas*.

§ 19.

El *agua* es entre todas las bebidas la mas natural, la mas necesaria y la de uso mas generalizado. Para que sea *potable* (1) para que pueda desempeñar en la organizacion los usos á que la naturaleza la destina, debe ser trasparente, porque en otro caso contiene sustancias extrañas que la impurifican; no debe tener olor, porque las sustancias olorosas no son tampoco propias de su composicion; ha de tener una temperatura igual ó algo menor que la de la atmósfera, para que no pierda con el calor el aire disuelto que encierra; ha de disolver bien el jabon, lo que equivale á decir que no debe

(1) Potable significa bebible, y como todas las aguas, por impuras que sean, se pueden beber, todas las aguas son potables, pero no higiénicas, que es el [illegible]

contener una cantidad excesiva de sales de cal, y ha de cocer bien las legumbres, porque cuando esto no sucede indica que hay, con exceso, sustancias salinas que se depositan en la superficie de las semillas y forman una incrustacion que se opone á su reblandecimiento.

Además de estos caractéres físicos, el agua potable no debe precipitar por la barita, porque ese precipitado indicaria el exceso de sulfatos; no debe precipitar por el nitrato de plata, porque seria señal de exceso de cloruros; y no debe precipitar por el oxalato de amoníaco, porque demostraria la presencia de abundantes sales de cal. A pesar de esto, el agua potable debe contener en disolucion algunas sales, como el cloruro de sódio y el sulfato y carbonato de cal, pero no han de pasar nunca de cuarenta ó cincuenta gramos por cada cien litros; tambien debe contener aire en mas ó menos cantidad.

El agua destilada no es potable porque no contiene aire ni las sales indicadas; la de lluvia, recogida en las cisternas, se halla en circunstancias análogas, y por lo mismo no es siempre de buena calidad. El agua cocida está desprovista de aire y contiene una cantidad tanto mayor de sales cuanto mas prolongada haya sido la coccion; la de pozo es comunmente cruda y selenitosa por la mucha cantidad de sulfato de cal que contiene. Las aguas estancadas son las peores, porque, además de no estar aireadas, pueden estar mezcladas con sustancias animales ó vegetales en putrefaccion. Las aguas de rio y las de fuente son casi constantemente de buena calidad, sobre todo si el cauce que recorren está limpio y tiene desnivel bastante para que, saltando de roca en roca, como sucede á las de montaña, vayan aprisionando parte del aire con que se ponen en contacto.

Las aguas *no potables* pueden utilizarse en muchas ocasiones como sustancias medicinales, y en este caso se encuentran la mayor parte de las conocidas con el nombre de aguas minerales.

§ 20.

Bebidas alcohólicas son aquellas que contienen una cantidad mas ó menos considerable de alcohol, y pueden dividirse en dos clases: *fermentadas* y *destiladas*.

Las bebidas fermentadas de que con mas frecuencia se hace uso en Europa son: el *vino*, la *sidra* y la *cerveza*.

El *vino* es una bebida que resulta de la fermentacion alcohólica del jugo de la uva: la uva mas azucarada es la que dá vinos mas alcoholizados y mas dulces: mas alcoholizados porque el mosto contiene glucosa suficiente para que, por medio de la fermentacion, se obtenga una grande cantidad de alcohol; mas dulces, porque cuando el mosto contiene de quince á veinte por ciento de olcohol, la fermentacion se suspende y la glucosa que no ha fermentado endulza el líquido. La uva agria ó poco sazonada solo puede dar vinos flojos á no ser que se añada al mosto la glucosa que le falta, en cuyo caso pueden adquirir la fortaleza conveniente.

Las diferentes calidades de los vinos dependen principalmente de las proporciones en que encuentran el agua, el alcohol, el tanino y el tartrato ácido de potasa que entran en su composicion como elementos principales. Las sustancias azoadas, los aceites esenciales, las materias colorantes, las sustancias grasas y las demás sales que tambien forman parte del vino, ejercen menos influencia porque solo se hallan en cortísima cantidad. Los vinos espumosos contienen ácido carbónico porque se les embotella antes de que haya terminado la fermentacion, y de consiguiente antes de que este gas pueda quedar en libertad.

En cuanto á la utilidad del vino y de las bebidas fermentadas, bajo el punto de vista fisiológico, solo dire-

mos que muchos millones de hombres, entre los que se encuentran los árabes y los turcos, no hacen uso de estas bebidas, sin que por eso sean menos vigorosos y robustos: lo mismo sucede en los países en que se usa el vino ú otras bebidas fermentadas á los que solo beben agua, pues no por eso se perjudica en nada su salud. Á pesar de todo, en ciertos casos pueden ser útiles tomadas con moderacion.

La *sidra* es la bebida que resulta de la fermentacion alcohólica del jugo de la manzana; la sidra contiene una gran cantidad de agua, alcohol, sustancias azoadas, dextrina, glucosa, ácido sucínico, ácido acético, glicerina y sales: embotellándola antes de que termine la fermentacion, se obtiene una sidra espumosa, por el ácido carbónico que conserva.

La *cerveza* es una bebida fermentada que se fabrica con la cebada y el lúpulo; cuando la cebada germina se produce un fermento que, favorecido por el calor y por el agua que se añade, dá lugar á la fermentacion del grano, á la trasformacion del almidon en glucosa y á la produccion de alcohol y de ácido carbónico. El lúpulo se emplea para dar á la cerveza el sabor amargo y aromático que le es propio; embotellada antes de que el ácido carbónico pueda desprenderse, se obtienen cervezas espumosas. El uso de esta bebida se remonta á los tiempos mas antiguos: los egipcios, los germanos y los galos conocian su preparacion, y estos últimos la llamaban *cerevisia*, vino de Ceres, de donde procede sin duda el nombre de cerveza que conserva todavía entre nosotros.

La cerveza está compuesta de gran cantidad de agua, una débil porcion de alcohol, glucosa, dextrina, materias azoadas, materias extractivas, colorantes, aceites esenciales, glicerina, ácidos sucínico, acético, carbónico y sales.

Las *bebidas alcohólicas destiladas* reciben nombres diferentes segun las sustancias de que proceden: al producto de la destilacion del vino se llama aguardiente: al que se obtiene con caña de azúcar, ron: al de las cerezas machacadas, marrasquino, etc., y las mezclas en proporciones variables de alcohol, agua, azúcar y principios aromáticos, se las designa con el nombre genérico de licores. Las bebidas destiladas, cualquiera que sea su naturaleza, son de utilidad muy dudosa, y es preciso usarlas en cortas cantidades y despues de las comidas, para evitar los gravísimos trastornos que pueden provocar cuando se toman con exceso, pues si á dósis moderadas favorecen la digestion y contribuyen á que sean menores las pérdidas que esperimenta el organismo haciendo mas soportables de este modo los gravísimos inconvenientes de una alimentacion insuficiente, en cuanto se hace de ellas un uso inmoderado predisponen á diversas alucinaciones, á la disminucion de la inteligencia, á la epilepsia, y hasta á la locura, y paralísis generales despues de algunos años.

§ 21.

Las *bebibas acídulas* pueden ser gaseosas y no gaseosas: las primeras deben sus principales propiedades al ácido carbónico que contienen, y pueden ser naturales ó artificiales. Como bebidas acídulo-gaseosas naturales, tenemos en nuestro país las de Alange, Alhama de Aragon, Hervideros de Fuensanta, Puerto Llano, San Hilario Sacalm, Segura de Aragon y otras. Nada mas decimos de estas aguas, porque los diferentes principios que entran en su composicion les dan propiedades terapéuticas cuyo estudio no es de este lugar. Las bebidas acídulo-gaseosas artificiales son aquellas á las que se añade artificialmente una cantidad mayor ó menor de ácido carbónico.

Las *bebidas acídulas no gaseosas* pueden ser vegetales y minerales: las vegetales se preparan con el jugo de frutos ácidos, como el de limon, de naranja, de grosella, ó con ácidos vegetales, como el acético, el tártrico, el oxálico, mezclados con el agua y azúcar ó jarabe. Las minerales se preparan con un ácido, el nítrico ó el sulfúrico, y suficiente cantidad de agua para que se acidule ligeramente. Las aguas acídulas son agradables al paladar, extinguen la sed y sirven para reparar las pérdidas acuosas lo mismo que el agua natural; á pesar de todo, sus efectos en la economía no son los mismos: las acídulas vegetales refrescan y debilitan, porque los ácidos que las forman, quemados en la combustion circulatoria dan, como producto, carbonatos alcalinos que aumentan la fluidez de la sangre. Las acídulas minerales no experimentan esta descomposicion y se consideran como tónico-temperantes. Las limonadas, lo mismo que las demás bebidas, pueden hacerse gaseosas saturándolas de ácido carbónico por medio del gasógeno de Briet: este aparato sencillísimo y de uso ya muy generalizado, permite la descomposicion del bicarbonato de sosa por medio del bisulfato de sosa, cuyas sales se colocan en la parte inferior del receptáculo en la proporcion de veinte ó veinticuatro gramos cada una, y el ácido carbónico desprendido se eleva hasta la parte superior del aparato donde se encuentra encerrada la bebida que se quiere convertir en gaseosa.

§ 22.

Bebidas emulsivas son aquellas que resultan de la disolucion en el agua azucarada de los jugos de algunas semillas albúmino-aceitosas ó feculentas, como las almendras, las chufas, el arroz, las pepitas de melon, etc. Las bebidas emulsivas calman perfectamente la sed y son inofensivas y agradables.

§ 23.

Las bebidas *aromáticas* de que se hace un uso mas frecuente son: el té, el café y el chocolate.

El té, conocido en muchas partes del Ásia desde los tiempos mas remotos, no fué introducido en Europa hasta mediados del siglo XVII: hoy se hace un consumo tan extraordinario de esta planta, que solo Inglaterra importó durante el año 1858 mas de treinta y cuatro millones de kilógramos.

La infusion de té es una bebida aromática, ligeramente astringente, de un color amarillo claro, que se enturbia un poco al enfriarse porque precipita algo de tanino y de *teina:* si se emplea el té negro la bebida es mucho mas oscura. El té llamado *de la caravana,* que es el que se remite á Rusia, de donde nosotros lo recibimos, es el mas fino y mejor. En Inglaterra, Holanda y Rusia se ha hecho el té de tal modo necesario, que esta infusion forma parte de la racion reglamentaria de los hospitales. La mayor actividad que imprime á los órganos digestivos, y el desarrollo de la calorificacion que excita por los materiales respiratorios que presta á la economía, pueden contribuir á que el organismo resista con mas facilidad la influencia de los climas frios.

El *café* es la infusion de las semillas del *coffea arábica.* El mejor es el de Moka, que debe reducirse á polvo machacándolo con mano de madera, y no moliéndolo como ordinariamente se hace, y que no debe estar muy tostado para que no se disipe el principio aromático que se desarrolla si se le tuesta convenientemente.

Los orientales son los que han introducido entre nosotros el uso de esta bebida, que se ha ido generalizando de tal modo, que hoy el consumo de café en Europa se calcula anualmente en mas de trescientos millones de kilógramos.

La infusion de café es una bebida agradable que favorece las funciones digestivas, combate el sueño y aumenta la actividad de las funciones intelectuales. El café debe tener algo en su manera de obrar que no es todavía suficientemente conocido: por haberle colocado algunos entre las sustancias nocivas, es por lo que decia Voltaire «que si era veneno, debia obrar con mucha lentitud, puesto que hacia muy cerca de ochenta años que le tomaba y no le habia envenenado todavía.» Á pesar de todo, y aun considerándole como completamente inofensivo, bueno es recordar que hay quien le atribuye, lo mismo que al té, la propiedad de disminuir el movimiento de descomposicion de los tejidos, contribuyendo de este modo á que se necesite menor cantidad de sustancias alimenticias y por lo mismo á que pueda ser un agente protector, aunque indirecto, de las clases mas necesitadas.

El *chocolate,* que se obtiene moliendo la almendra del cacao ligeramente tostada, y uniendo á la pasta una corta cantidad de canela y el azúcar necesario, constituye, despues de disuelto en el agua hirviendo, una bebida muy abundante en principios nutritivos: predomina en ella la manteca llamada de cacao, de la que esta semilla contiene cerca de un cincuenta por ciento de su peso, y se hallan tambien sustancias azoadas, una resina aromática, tanino, almidon y algunas sales. El chocolate, desconocido en Europa hasta que los españoles lo importaron de Méjico en el siglo XVI y que fué durante largo tiempo una delicada golosina reservada á las clases mas acomodadas, se ha ido poniendo despues al alcance de todas las fortunas y se ha hecho en el dia de un uso general en nuestro país.

CAPÍTULO VII.

Nociones generales acerca del aparato digestivo.

§ 24.

Los órganos principales del aparato digestivo son: la boca, la faringe, el exófago, el estómago y los intestinos.

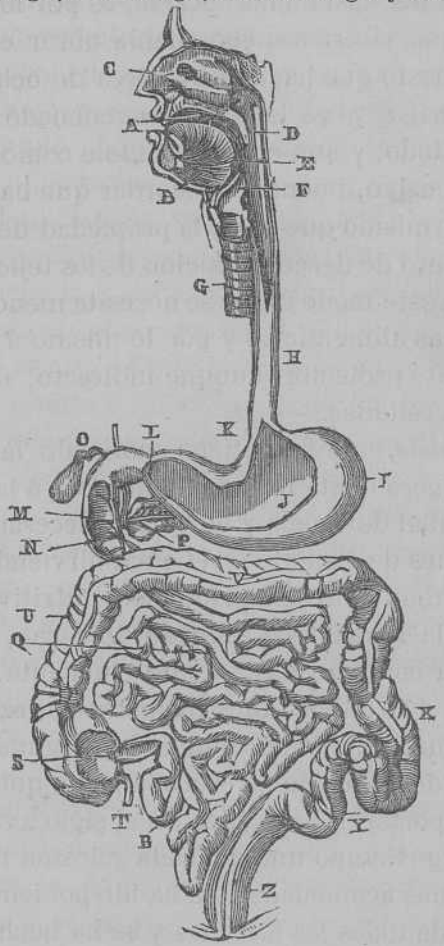

FIGURA 2.ª

A *Boca.* B *Lengua.* C *Fosas nasales.* D *Velo del paladar.* E *Faringe.* F *Epiglotis.* G *Tráquea.* H *Exófago.* I *Tuberosidad mayor del estómago.* J *cavidad del estómago.* K *Corvadura menor.* L *Píloro.* M *Segunda porcion del duodeno.* N *Orificio por el que se vierten en el duodeno la bilis y el jugo pancreático.* O *Vesícula biliar.* P *Páncreas.* Q *Circunvoluciones del intestino delgado.* R *Ultimas porciones del intestino delgado.* S *Válvula ileo-cecal.* U *Colon ascendente.* V *Colon trasverso.* X *Colon descendente.* Y *Colon iliaco.* Z *recto.*

Constituyen tambien parte del mismo aparato las glándulas salivales, los folículos mucosos, las glándulas pépsicas, las glándulas de Brunner, de Peyer y de Lieberkühn, el hígado y el páncreas.

Dejando para cuando nos ocupemos de las secreciones lo que á estos órganos se refiere, recordaremos brevemente la composicion y estructura del tubo digestivo.

La *membrana mucosa* que reviste la superficie interna del conducto alimenticio desde la boca hasta el ano, tiene una capa epitélica estratificada en la boca, faringe y exófago, cilíndrica en el resto del canal. El corion mucoso, al cual cubre el epitelio, está compuesto de tejido conjuntivo y tejido elástico, entrando tambien como elemento anatómico de su estructura algunas fibras musculares lisas.

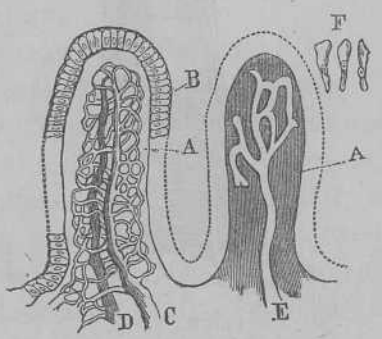

FIGURA 3.ª

AA *trama ó tejido de las vellosidades.* B *epitelio, alguna de cuyas células desprendidas de su sitio están representadas en* F. C *y* D *arteria y vena con su red capilar correspondiente, que envuelve y cubre al vaso quilífero* E *situado en el centro de la vellosidad.*

La superficie del corion está cubierta de papilas y vellosidades, bastante numerosas en los intestinos, sobre todo en el duodeno y en el yeyuno.—Cada vellosidad tiene debajo de su epitelio una red vascular que la envuelve, un vaso quilífero en su centro que termina en

una extremidad cerrada y algunas fibras musculares que rodean al quilífero en direccion paralela al eje de la vellosidad. Los folículos y organitos secretorios, cuyos jugos contribuyen á la digestion, afluyen á la superficie de la mucosa en diferentes puntos del conducto digestivo.

La membrana mucosa que ocupa la superficie interna del aparato digestivo, se halla cubierta exteriormente de una membrana muscular unida á la primera por medio de tejido conjuntivo.

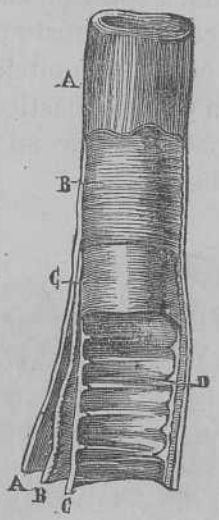

FIGURA 4.ª

AA *Fibras musculares longitudinales del intestino.* BB *Fibras circulares ó anulares.* CC *Túnica mucosa.* DD *Válvulas conniventes.*

La membrana muscular está formada en la boca y en la faringe por los músculos estriados de las paredes de estas cavidades: en lo restante del tubo intestinal las fibras son lisas: en el exófago tiene esta membrana dos ó tres milímetros de espesor y consta de dos capas: una superficial de fibras longitudinales y otra profunda de fibras anulares. En el estómago la membrana muscular se compone de tres capas: la externa, cuyas fi-

bras son longitudinales y continuacion de las del exófago en la extremidad cardíaca, y de las del duodeno en la pilórica; la media, cuyas fibras son anulares, y la interna, cuyas fibras son oblícuas, situadas á poca distancia de la pequeña corvadura, paralelas á la misma, extendiéndose desde la cara anterior á la posterior por debajo del cardias y del píloro, y formando una especie de anillo elíptico al que se ha dado el nombre de *corbata suiza*. Estas tres capas están íntimamente unidas entre sí y forman juntas una membrana de un milímetro de espesor.

La membrana muscular de los intestinos está formada solo de dos capas, la una longitudinal y anular la otra, que se prolongan hasta llegar á la parte inferior del recto, donde constituyen el esfinter interno, compuesto de fibras lisas que se entrelazan con las fibras estriadas del esfinter externo.

La membrana externa del tubo digestivo es de naturaleza serosa, puesto que la suministra el peritoneo, el cual contribuye á mantener los órganos abdominales en su posicion natural, por medio de los repliegues, mesenterio, epiplones, etc., y á facilitar la circulacion abdominal. La membrana serosa no existe en la parte correspondiente á la boca, faringe y exófago, y se hallan en su lugar tejido conjuntivo y fibras elásticas que unen esta porcion del conducto digestivo á los órganos vecinos, ó le forman cubiertas aponeuróticas.

CAPÍTULO VIII.

Mecanismo de la digestion.

§ 25.

La mayor parte de los órganos digestivos á que hemos hecho referencia obran de una manera especial en

el acto de la digestion, y conviene por lo mismo estudiar separadamente sus funciones, sin que se pierda de vista el íntimo enlace que hay entre las mismas, puesto que todas contribuyen á un objeto comun.

Las funciones digestivas á que nos referimos son: la *prension* de los alimentos, la *masticacion*, la *insalivacion*, la *deglucion*, la accion del estómago y jugos gástricos ó *quimificacion*, la accion de los intestinos delgados y la de los líquidos que afluyen á los mismos ó *quilificacion*, y la accion de los intestinos gruesos ó *defecacion*.

§ 26.

Prension de los alimentos.—El hombre toma los alimentos con la mano, sola ó auxiliada de instrumentos á propósito, y los conduce á la boca, que se abre para recibirlos, inclinando la cabeza ligeramente hácia adelante. Cuando los alimentos son líquidos, es preciso en unos casos formar en la boca una especie de vacío, como sucede al niño cuando mama, vacío que contribuye á que la presion atmosférica comprima el pecho de la madre vertiendo en la boca la leche que contiene. En otros casos se hace un movimiento de inspiracion, y la corriente de aire producida arrastra al líquido á la cavidad de la boca, como sucede siempre que *sorbemos;* y en otros, el líquido contenido en un vaso ó en otro receptáculo cualquiera, se deposita directamente y por la sola accion de la gravedad, dejándolo caer en la cavidad bucal.

Hay animales, y lo mismo puede hacer el hombre en caso de necesidad, que se sirven de los lábios y de los dientes para la *prension* de los alimentos: otros tienen órganos particulares, como el pico las aves, la lengua los camaleones, el estómago ciertos pólipos, que lo hacen salir al exterior de su cuerpo y lo introducen en seguida con los alimentos que á él se han adherido, la trompa el elefante, etc.

Se ha discutido mucho acerca de si la mandíbula superior contribuia ó no á la dilatacion de la boca: la cuestion es, sin embargo, de poca importancia y no muy difícil de resolver: cuando la boca se abre para recibir los alimentos, la mandíbula inferior es la única que se pone en juego; pero cuando queremos dar á la boca la dilatacion de que es susceptible, no solo desciende la mandíbula inferior, sino que se eleva la superior inclinándose ligeramente hácia atrás toda la cabeza. En un pequeño número de animales, los reptiles por ejemplo, son movibles las dos mandíbulas y esto permite que su boca se dilate considerablemente y que puedan apoderarse mas fácilmente de su presa.

§ 27.

Masticacion.—La masticacion tiene por objeto dividir los alimentos para que sean digeridos mas fácilmente. Los órganos encargados de la masticacion están relacionados con el género de alimentos de que los animales hacen uso y hasta con sus hábitos peculiares. Por eso los dientes molares son extraordinariamente anchos en los cuadrúpedos herbívoros, y los cóndilos de la mandíbula inferior están dispuestos de manera que permiten el movimiento de la misma en todas direcciones y sobre todo hácia los lados, mientras que en los animales carnívoros los tienen dispuestos de modo que el movimiento lateral ó de rotacion es casi nulo. Por eso el caballo, que pace la yerba cortándola con los dientes incisivos, tienen estos dientes anchos y muy afilados en su punta, mientras que los animales carnívoros tienen las muelas muy pequeñas, y los colmillos y dientes incisivos enteramente puntiagudos; por eso la masticacion es inútil y no tiene lugar en los animales que se nutren de alimentos de fácil digestion, ó en los

que provistos de un estómago de gran potencia muscular como sucede á las aves, pueden triturar y dividir las sustancias mas resistentes. El aparato de la masticacion del hombre ocupa un término medio entre el de los animales herbívoros y carnívoros.

El mecanismo de la masticacion es bien sencillo y no necesita una explicacion especial. Colocados los alimentos en la boca y llevados por la lengua sobre la arcada dentaria de la mandíbula inferior, que ha sido deprimida por los músculos de la parte anterior y superior del cuello, se pone otra vez en movimiento por la accion de los músculos maséteros y temporales que la elevan hácia la mandíbula superior, comprimiendo á la vez y triturando la sustancia alimenticia contenida entre las mismas. Los músculos pterigoideos internos contribuyen á que la mandíbula inferior se dirija de atrás adelante, y los pterigoideos externos hácia los lados, cuyos movimientos contribuyen tambien á la trituracion de las sustancias alimenticias. Los lábios y los carrillos colocan contínuamente entre los arcos dentarios las porciones de alimento que no han sido suficientemente trituradas, y lo mismo hace la lengua, comprimiéndolas además contra la bóveda palatina para favorecer su division.

La buena masticacion de los alimentos favorece la accion de los jugos gástricos y facilita las digestiones. Cuando faltan los dientes, como en la primera infancia y en la vejez, no puede hacerse uso, sin peligro, de los alimentos sólidos, á no estar muy reblandecidos por la coccion y casi en forma de papilla. La coccion es útil aunque la masticacion se haga bien, porque disgrega los alimentos y porque con su auxilio se facilita la disolucion de algunas de las sustancias que contienen. Así, la pectosa se cambia en pectina, y la fécula se hincha, se hidrata y se hace mas accesible á la accion de los jugos

digestivos. Tambien sirve la coccion para destruir los entozoarios que los alimentos llevan consigo, y que sin esta circunstancia, podrian ocasionar en el organismo efectos mas ó menos graves.

CAPÍTULO IX.

Insalivacion y deglucion de los alimentos.

§ 28.

Insalivacion.—Llámase saliva al líquido segregado por las glándulas salivales, é insalivacion á la mezcla de la saliva con los alimentos.

El líquido á que se dá el nombre de saliva no procede solo de la secrecion de las glándulas parótidas, submaxilares y sublinguales, sino del que suministran otras glándulas arracimadas, mas pequeñas que las precedentes, situadas en los carrillos, en los lábios y en otras partes de la boca, y del que segregan los folículos mucosos que se hallan en esta cavidad. Las pequeñas glándulas arracimadas de que acabamos de hablar tienen, segun Wundt, unas dos líneas de diámetro; están situadas en el tejido conectivo submucoso y reunidas en puntos determinados, ya al rededor de la boca, constituyendo las glándulas labiales, ya en los carrillos las bucales, ya en la bóveda palatina las palatinas, ya en los bordes de la lengua las linguales, sin diferenciarse de las anteriores sino por su volúmen y por el diámetro de su conducto excretor. Las glándulas salivales propiamente dichas reciben fibras nerviosas procedentes del simpático y del centro cerebro-espinal: las primeras llegan con los vasos sanguíneos ó proceden de los ganglios submaxilar y sublingual; las segundas toman orígen del facial ó del trigémino y llegan á las tres glándulas por la cuerda del tambor.

Los excitantes de estos órganos secretorios contribu-

yen á que sea mayor la cantidad de saliva segregada, y por eso aumenta este líquido cuando se introducen alimentos en la boca. El tabaco, la raíz de pelitre, el uso de los mercuriales y hasta el solo recuerdo de algunos alimentos, como el del limon, por ejemplo, producen tambien un aumento considerable en la secrecion de la saliva, lo cual indica la grande influencia que el sistema nervioso ejerce en esta secrecion, como en todas las demás. Aunque se sabe poco acerca de la inervacion de las glándulas salivales parece que los nervios procedentes del simpático obran de una manera ligera y contínua, regularizando la marcha de la sangre indispensable para la secrecion, y que los nervios cerebro-espinales obran de una manera mas enérgica, aunque pasajera, excitando fuertemente los elementos glandulares y proporcionándoles, por la dilatacion de los vasos, una cantidad mas considerable de materiales de secrecion.

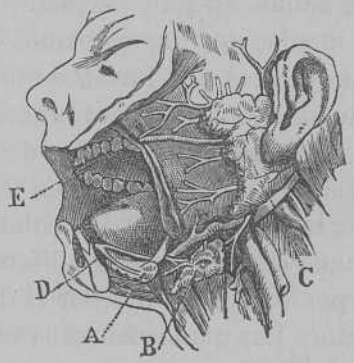

FIGURA 5.ª

Diseccion del lado izquierdo de la cara, que permite ver la posicion de las glándulas salivales. **A** *glándula sublingual y conducto de Rivinus.* **B** *glándula submaxilar y conducto de Warthon que se abre en* **D**. **C** *glándula parótida y conducto de Stenon que se abre en el punto* **E** *correspondiente á la parte interna del carrillo.*

Cuando se quiere examinar separadamente el líqui-

do segregado por cada glándula salival, es preciso practicar fístulas artificiales, ordinariamente en los perros, poniendo al descubierto el conducto de Stenon para recoger el que suministra la glándula parótida; el de Warthon para el que procede de la glándula submaxilar, y el de Rivinus para el que tiene orígen en la sublingual.

Para examinar la saliva parotidea del hombre se necesita, si no hay alguna fístula patológica que se pueda utilizar, introducir ligerísimamente en la abertura del conducto de Stenon una cánula de plata de un milímetro de diámetro, que es preciso separar al poco tiempo para que no produzca irritacion. Tambien puede obtenerse con facilidad aplicando á la abertura del mismo conducto la jeringa aspirante de Cl. Bernard, en la cual A representa el conducto de Stenon y B la extremidad de la jeringa que se aplica al orificio de este conducto.

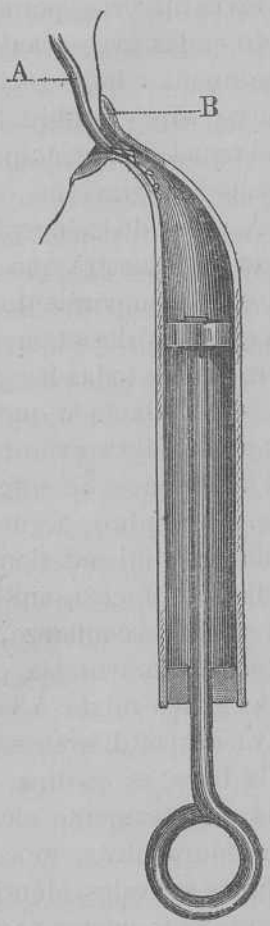

FIGURA 6.ª

En el acto de las comidas, las glándulas parótidas segregan por sí solas tanta saliva como todas las demás. La saliva parotidea es acuosa y flúida; la de las submaxilares y sublinguales es viscosa y mas densa. Para Cl. Bernard cada una de las glándulas salivales tiene un objeto diferente. La parótida segrega la saliva de la masticacion, y por eso no existe en los ani-

males que no tienen dientes, y es mucho mas abundante la secrecion de esta saliva en el lado con que se masca y en el acto de la masticacion. La saliva de la submaxilar está destinada á la gustacion; por eso no existe esta glándula en los animales que carecen del sentido del gusto, notándose que está muy desarrollada en los carnívoros, por ejemplo, y casi atrofiada por completo en las aves granívoras; y por eso el mejor medio de aumentar la secrecion de esta saliva, es colocar un cuerpo sápido sobre la lengua. Por último, la saliva sublingual está principalmente destinada á los fenómenos de la deglucion.

Á pesar de lo ingenioso de esta suposicion, la experiencia demuestra que el estímulo de los cuerpos sápidos y los movimientos masticatorios son las dos causas que mas directamente contribuyen al aumento de secrecion de todas las glándulas salivales.

Se ha calculado que la cantidad de saliva segregada por un caballo en veinte y cuatro horas, es de treinta y dos kilógramos. Se asegura que el buey segrega mucho mas. El hombre, segun se cree, segrega por término medio en el mismo tiempo un kilógramo ó kilógramo y medio. Es preciso, sin embargo, acoger estos cálculos con cierta desconfianza, porque no descansan sobre datos completamente exactos.

La saliva mixta ó la que resulta de la mezcla de la saliva de las diferentes glándulas con las mucosidades de la boca, es opalina, viscosa, algo mas densa que el agua y ligeramente alcalina. Está compuesta de agua, sales inorgánicas, moco, mucina, células de epitelio, glóbulos salivales, idénticos á los glóbulos blancos de la sangre, á los cuales se atribuye bastante importancia, pues se cree que cuanto mayor es su número mas aumenta la propiedad sacarificante de la saliva, y ptyalina ó diastasa salival.

En cien partes de saliva hay cerca de noventa y nueve de agua. Las sales que se encuentran en la saliva son: cloruros de sódio y de potasio, fosfatos de cal y de magnesia, carbonatos de potasa y de cal, fosfato tribásico de sosa, que es al que debe su alcalinidad, y una débil porcion de sulfo-cianuro de potasio que no se encuentra en ninguna otra parte del organismo y que se reconoce por el color rojo intenso que toma la saliva, tratándola con una corta cantidad de percloruro de hierro.

Habiendo manifestado algunos que la presencia de esta sal era debida á una alteracion espontánea de la saliva ó al resultado de las manipulaciones químicas á que se la sometia, se han hecho numerosos ensayos para disipar estas dudas, cuyo resultado segun Longet es el siguiente: 1.° El sulfocianuro de potasio existe normal y constantemente en la saliva del hombre. 2.° El sulfocianuro se encuentra lo mismo en la saliva mixta que en la de cada una de las glándulas salivales. 3.° Su presencia es característica del líquido salival, pues no se encuentra en ningun otro humor de la economía. 4.° Esta sal existe siempre en la saliva en proporciones muy pequeñas, aunque algo mayores cuando la saliva está mas concentrada. 5.° Cuando el sulfocianuro se hace inapreciable á los reactivos por estar muy diluida la saliva, basta concentrarla por evaporacion para obtener las reacciones características. 6.° El estado fisiológico ó patológico de los dientes no influye en la presencia del sulfocianuro. 7.° El sulfocianuro no es debido tampoco á la alteracion espontánea de la saliva. 8.° Para aislarlo con mayor facilidad, conviene analizar la saliva cuando el sugeto está en ayunas. 9.° El percloruro de hierro es el mejor reactivo para demostrar la presencia del sulfocianuro en la saliva, pues adquiere, cuando está suficientemente concentrada, un color rojo de sangre. Para obtener este color se pone en cinco cen-

tímetros cúbicos de saliva cuatro ó seis gotas de una disolucion de percloruro de hierro que contenga cuatro partes de agua por una de esta sal. 10.º Ninguna otra sustancia orgánica ó inorgánica, contenida en la saliva, da lugar á la misma reaccion con el percloruro de hierro. Los acetatos alcalinos dan una reaccion parecida, pero la cantidad de acetato que se necesita es mayor: por otra parte, la coloracion debida al acetato es persistente, mientras que la del sulfocianuro se disipa. Por lo demás, la confusion no es fácil, puesto que no hay acetatos en la saliva.

La saliva que se mezcla con los alimentos en la boca, no solo los reblandece, sino que favorece la masticacion y la deglucion de los mismos. Independientemente de esta accion mecánica, la saliva ejerce otra puramente química de la mayor importancia.

En primer lugar disuelve, por la accion del agua que contiene, los cloruros, los fosfatos y los sulfatos alcalinos contenidos en las sustancias alimenticias. En segundo lugar trasforma los alimentos feculentos en dextrina y en glucosa, haciéndoles solubles, y de consiguiente facilitando su digestion.

La accion de la saliva sobre las sustancias feculentas está perfectamente demostrada. El pan mascado contiene, al cabo de uno ó dos minutos, bastante cantidad de glucosa ó de azúcar de uva para hacerse perceptible por medio de los reactivos. El almidon cocido se convierte tambien fácilmente en glucosa por la accion de la saliva; lo mismo sucede al almidon sin cocer, con tal que esté bien triturado, y aunque esté sin triturar se trasforma en glucosa, no habiendo mas diferencia sino que se necesitan de cuatro á seis horas para que se verifique esta trasformacion. La saliva obra mas fácilmente sobre la fécula cocida ó triturada, porque de este modo se rompe la película que envuelve y protege los peque-

ños granos de almidon, mientras que en otro caso no se puede poner en contacto directo con la sustancia alojada en el interior de dicha película.

Cl. Bernard sostiene que la propiedad sacarificante de la saliva no se debe tanto á la saliva misma como á la presencia de partículas orgánicas en un grado mas ó menos avanzado de descomposicion; por lo cual añade que su propiedad sacarificante es tanto mas enérgica cuanto la boca está en un estado de salud ó de limpieza menos perfecto, pero Longet ha demostrado lo inexacto de estas indicaciones.

Se demuestra la presencia del azúcar de uva en las féculas sobre las que ha obrado la saliva, por el sabor azucarado que estas toman, y porque no dan la coloracion azul que les es característica tratadas por la tintura de yodo. Además, si se mezclan con saliva y un poco de agua destilada; si se filtra el líquido que resulta; si una corta cantidad de este líquido se coloca en una campanita de cristal y se añaden algunas gotas de licor cupro-potásico ó de Frommherz, y se somete la campanita ó tubo de ensayo á la accion del calor, el líquido que contiene va adquiriendo un color amarillento primero y rojizo despues, obteniéndose al fin un precipitado de este último color, característico de la glucosa.

Puesto que la saliva ejerce una accion mas directa sobre las sustancias feculentas cuando están cocidas ó trituradas que cuando están sin cocer, es fácil deducir que, para digerirla mejor, conviene no emplearlas sino despues de haber sido cocidas, y se comprende la conveniencia y aun la necesidad de que los animales que las comen crudas, las mastiquen antes y las trituren fuertemente, ó las tengan en maceracion en el buche ó panza, mezclándolas al mismo tiempo con grande cantidad de saliva por la doble masticacion y deglucion á que las sujetan, como sucede á los rumiantes.

Ya que la saliva facilita la digestion de las sustancias feculentas, parece natural que la secrecion de este líquido sea muy abundante en los animales herbívoros, que son los que las emplean como alimento, y que sea escasa en los carnívoros. Así sucede en efecto, y hasta puede faltar por completo en algunos animales, como en los peces y cetáceos. Tambien es necesaria la saliva para la digestion de las sustancias albuminoideas, porque siendo ligeramente alcalina, excita y favorece la secrecion del jugo gástrico, tan necesario para la disolucion de las sustancias indicadas. No es extraño, por lo mismo, que las causas que desnaturalizan la secrecion de este líquido, ó que contribuyen á que la salivacion sea exagerada, como el uso del tabaco, por ejemplo, ocasionen á veces malas digestiones. Si no llega al estómago la cantidad conveniente de saliva ó si la que llega es acuosa y alterada, no puede obrar eficazmente sobre las féculas y su digestion es mas difícil, sin que por esto deba entenderse que la accion de este jugo sea absolutamente indispensable, porque hay otros líquidos en el tubo intestinal, de los que nos ocuparemos mas adelante, que pueden reemplazarla. La saliva pura, obtenida directamente de cualesquiera de las glándulas salivales, no tiene accion sobre las féculas, segun el parecer de Cl. Bernard, y para que esta accion se manifieste, al menos en la saliva del hombre, es preciso emplear la que se halla en la boca, producto de las glándulas salivales propiamente dichas y de las demás glándulas que se hallan en la cavidad bucal.

Á pesar de todo, Schiff, Eckardt, Longet y la mayoría de los fisiólogos sostienen hoy que es errónea esta opinion, al menos en lo que se refiere á los mamíferos en general y al hombre en particular.

La parte de la saliva que obra sobre las féculas, es una sustancia orgánica azoada conocida con el nombre

de *ptyalina* ó *diastasa salival*. El método mas sencillo para preparar la ptyalina es el empleado por M. Mialhe. Se trata la saliva por el alcohol, que precipita entre otras cosas la albúmina y la ptyalina: el precipitado se trata por el agua, que vuelve á disolver la ptyalina: se filtra el producto para separar la albúmina que no ha podido disolverse y el líquido filtrado se evapora lentamente á la temperatura de 40° á 50° del termómetro centígrado para que pierda el alcohol y parte del agua que contiene. Desecado de este modo, se guarda en frascos bien tapados, y aunque no puede considerarse como un producto químicamente puro, tiene las mismas propiedades que la saliva con respecto á las sustancias feculentas.

§ 29.

Deglucion.—Divididos los alimentos á consecuencia de la masticacion, y humedecidos además por la saliva, forman una pasta que se amolda con facilidad al conducto que deben recorrer.

La deglucion tiene por objeto trasladar los alimentos desde la boca al estómago, y para comprender con mas facilidad el mecanismo de esta funcion, conviene estudiar separadamente los diferentes períodos en que se ejecuta, en virtud de los cuales, los alimentos pasan desde la boca á la entrada de la faringe, desde la entrada de la faringe al exófago y desde el exófago al estómago.

En el primer tiempo de la deglucion, el bolo alimenticio, colocado sobre el dorso de la lengua y comprimido por este órgano contra la bóveda palatina, se dirige hácia abajo y hácia atrás hasta colocarse en el istmo de las fauces. La falta de la lengua ó la parálisis de sus fibras musculares hacen indispensable el auxilio de medios artificiales para conducir los alimentos hasta la

cámara posterior de la boca. Las soluciones de continuidad de la bóveda palatina, hacen tambien difícil la deglucion, porque pueden permitir la entrada de las sustancias alimenticias en las fosas nasales.

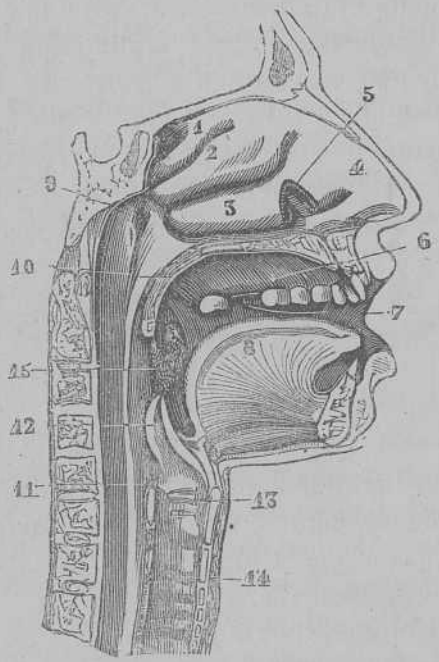

FIGURA 7.ª

1. *Concha superior.* 2. *Concha media.* 3. *Concha inferior.* 4. *Parte anterior de la pared esterna de las fosas nasales.* 5. *Porcion levantada de la concha inferior para presentar la abertura del conducto nasal.* 6. *Bóveda palatina.* 7. *Segundo molar mayor arrancado para descubrir el orificio del conducto de Stenon.* 8. *Corte de la lengua.* 9. *Orificio de la trompa de Eustaquio.* 10. *Velo del paladar.* 11. *Continuidad de la faringe con el exófago.* 12. *Epiglotis.* 13. *Laringe.* 14. *Traquea.* 15. *Amigdala.*

Aun cuando no exista ninguno de estos inconvenientes, como la lengua necesita comprimir los alimentos sobre un plano resistente, y como la bóveda palatina es membranosa en su parte posterior, es indispensable que se ponga distendida y tirante en este punto, para lo cual deben entrar en contraccion los músculos peristafilinos

externos y los gloso-estafilinos. Se necesita, además, que el suelo carnoso de la boca que se halla debajo de la lengua, constituido principalmente por los milo-hioideos, se contraiga enérgicamente para que comprima la base de la lengua contra la bóveda palatina y determine la marcha del bolo alimenticio hasta su entrada en la faringe.

En el segundo tiempo de la deglucion el bolo alimenticio comprimido por las paredes de la cámara posterior de la boca, es llevado de una sola vez hasta la entrada del exófago á consecuencia de un movimiento casi convulsivo, que consiste principalmente en la elevacion de la parte inferior de la faringe y en la contraccion de la parte superior y media de esta cavidad, debida á la accion de los músculos estilo-faringeos y faringo-estafilinos.

Como la faringe, además de comunicar con el exófago, comunica tambien con las fosas nasales, con las trompas de Eustaquio y con la laringe, y como es preciso que los alimentos pasen directamente de la faringe al exófago sin penetrar en ninguna de estas aberturas, conviene que estudiemos los medios de que se vale la naturaleza para conseguir este difícil é importante resultado.

El paso de los alimentos por la abertura posterior de las fosas nasales, ó sea por la que corresponde á la faringe, queda interrumpido, en primer lugar, por la fuerte tension del velo del paladar que se inclina hácia atrás y se eleva, poniéndose casi horizontal á consecuencia de la contraccion de los músculos peristafilinos; y en segundo lugar, por la contraccion de los músculos faringo-estafilinos, contenidos en los pilares posteriores del velo del paladar, que se aproximan entre sí hasta hacer casi nulo el espacio que ordinariamente les separa. De esta manera la faringe se encuentra dividida en

dos partes: la una superior, á la que corresponden las fosas nasales y á la que no pueden llegar los alimentos por estorbarlo el velo del paladar y los pilares posteriores, y la otra inferior que es la que los alimentos recorren para llegar hasta el exófago.

Los orificios de las trompas de Eustaquio son muy pequeños, y están además en una contraccion contínua que impide la entrada de las sustancias alimenticias, á no ser cuando se contrae el peristafilino externo, en cuyo caso obrando sobre la parte esterna, membranosa y móvil, del orificio, la separa de la interna que es cartilaginosa y fija.

En cuanto á la abertura que comunica con la laringe, que es la que mas conviene proteger para que los alimentos no penetren en las vías aéreas, se encuentra tambien fuertemente resguardada. En primer lugar se halla la epiglotis, especie de válvula fibro-cartilaginosa que se adapta á la abertura superior de la laringe y que la cierra al pasar el bolo alimenticio; en segundo lugar, los lábios de la glotis se unen como instintivamente en el acto de la deglucion á beneficio de las fibras tiro-aritenoideas y ariteno-epiglóticas que forman parte de los músculos tiro-aritenoideo y ari-aritenoideo, y en tercer lugar, la laringe se levanta en el mismo instante y viene á ocultar su abertura superior debajo de la base de la lengua.

Este movimiento de ascension de la laringe contribuye de una manera tan eficaz á impedir la entrada de los alimentos en las vias aéreas, que algunos fisiólogos creen que puede cortarse la epiglotis sin que sobrevengan graves accidentes en el acto de la deglucion, y que, aun cuando los lábios de la glotis permanezcan separados, ó aun cuando falten por hallarse destruidos, no penetran por eso en las vias respiratorias las sustancias deglutidas. La experiencia confirma en gran parte esta opi-

nion, porque se han visto casos en que la deglucion se hacia fácilmente, á pesar de estar destruidos por varias úlceras los lábios de la glotis. En cuanto á la epiglotis, si bien es cierto que puede destruirse ó que puede faltar accidentalmente, sin que los alimentos sólidos pasen á la tráquea, tambien lo es que los líquidos penetran entonces en las vias respiratorias y provocan una tos sofocante y convulsiva.

Este mismo fenómeno se reproduce tambien en circunstancias normales, es decir, sin que falte la epiglotis y sin que la glotis deje de cerrarse, si en el acto de la deglucion se efectúa algun movimiento respiratorio ó si se provoca la risa, porque no estando entonces el orificio de la laringe debajo de la base de la lengua, no estando completamente cerrados los lábios de la glotis y no estando tampoco tenso el velo del paladar, pueden los alimentos penetrar en la glotis y en las fosas nasales.

En el tercer tiempo de la deglucion los alimentos penetran en el exófago y lo atraviesan en toda su longitud hasta llegar al estómago. El paso de los alimentos á lo largo del exófago no ofrece dificultad alguna. Las fibras musculares de este órgano entran en contraccion y arrastran pausadamente el bolo alimenticio, que resbala con facilidad por la superficie mucosa, favorecido por la saliva de que está impregnado y por las diversas secreciones foliculares que se verifican en todo el trayecto que debe recorrer.

La saliva segregada por las parótidas está destinada principalmente á mezclarse con los alimentos en el acto de la masticacion, y la segregada por las maxilares á lubrificar la superficie de la lengua y á cubrir las sustancias alimenticias de una capa viscosa que facilita su paso por las vías de la deglucion. Por eso, á la primera se le ha llamado saliva de masticacion, y saliva de deglucion á la segunda, segun hemos indicado anteriormente.

Aunque para facilitar el estudio de la deglucion la hemos dividido en tres tiempos diferentes, conviene no perder de vista que esta division es completamente arbitraria. Desde que el alimento llega al istmo de las fauces, es arrastrado por un movimiento casi espasmódico, completamente involuntario, y los diferentes tiempos de que hemos hablado se suceden sin interrupcion, de manera que no existen.

Las sustancias líquidas se degluten con mas dificultad que los alimentos sólidos, porque pueden penetrar con mucha mayor facilidad por los diferentes orificios de la faringe, y porque no pueden ser comprimidos tan graduada y regularmente como se necesita. Por eso cuesta tanto trabajo tragar la saliva y los demás líquidos en las irritaciones de la garganta.

CAPÍTULO X.

QUIMIFICACION.

§ 30.

Accion mecánica del estómago sobre los alimentos.

Á medida que los alimentos llegan al estómago, esta víscera vá aumentando de volúmen y cambiando de forma y de direccion. Su cara anterior tiende á hacerse superior, y la gran corvadura se inclina hácia adelante hasta tropezar con las paredes abdominales.

La distension del estómago dá lugar á que se hallen comprimidos los órganos inmediatos, y de aquí que el diafragma no descienda con la facilidad acostumbrada, y que la respiracion sea algo mas difícil despues de la comida. La compresion de la vejiga de la orina produce las ganas de orinar, y la compresion del recto ocasiona la necesidad de excretar las sustancias estercoráceas. Tambien la vejiga de la bílis comprimida obliga al líqui-

do que contiene á dirigirse hácia el intestino duodeno.

La acumulacion de los alimentos en el estómago, es debida á que las aberturas pilórica y cardíaca de esta víscera se cierran despues de la comida. La resistencia del cardias basta en circunstancias ordinarias para impedir que los alimentos vuelvan á la boca, á pesar de la compresion del diafragma y de los músculos abdominales, que tiene lugar en la risa, en la tos y en algunos ejercicios violentos, pero queda vencida en otros casos, como sucede en el vómito. Siempre es digno de notarse que el píloro se opone, de ordinario, al paso de los alimentos cuando no están digeridos; que el quimo pasa sin dificultad hácia el duodeno, y que las sustancias contenidas en esta víscera retroceden difícilmente hácia el estómago.

El estómago no permanece inactivo desde la llegada de los alimentos. Provisto de fibras musculares, entran en contraccion y comprimen la masa alimenticia, trasladándola de un punto á otro y mezclándola íntimamente con los jugos gástricos.

Las fibras musculares del estómago no se contraen todas á la vez. Segun las observaciones que parecen mas exactas, las sustancias contenidas en la proximidad de la gran corvadura son empujadas hácia el píloro, mientras que las que se hallan cerca de la pequeña corvadura se dirigen hácia el cardias. Se han llamado movimientos peristálticos á los que se dirigen hácia el intestino, y antiperistálticos á los que se dirigen en sentido contrario, y parece que cuando la digestion está poco adelantada dominan estos últimos, mientras que van haciéndose predominantes los primeros á medida que avanza la digestion, contribuyendo á que el píloro se relaje y á que las materias alimenticias que han llegado á convertirse en flúidas ó pultáceas, sean empujadas hácia el duodeno. Las contracciones del estómago

pueden observarse en los animales muertos violentamente, pocos instantes despues de su muerte; pueden observarse tambien en los casos de fístulas estomacales, y por medios indirectos, como sucede cuando se dá á un animal cualquiera una gran cantidad de leche y se abre despues su estómago, en el que se encuentra esta leche coagulada y marcadas en la superficie del coágulo las impresiones de la membrana mucosa.

Cuando el estómago está repleto de sustancias alimenticias, las contracciones de su membrana muscular bastan por sí solas para que los alimentos vuelvan á la boca, teniendo algunos individuos bastante facilidad para hacerles sufrir de este modo una segunda masticacion. La *regurgitacion* de los alimentos es una cosa natural entre los rumiantes. Estos animales poseen muchos estómagos que comunican entre sí. El primero es un vasto receptáculo en el cual se acumulan los alimentos sin estar apenas masticados; cuando está suficientemente lleno entra en contraccion y la masa alimenticia vuelve á la boca para ser de nuevo masticada y deglutida á fin de que los jugos gástricos obren sobre ella con mayor facilidad. Tambien los gases se abren paso en ciertas circunstancias á través del cardias, constituyendo el fenómeno que se conoce con el nombre de *eructacion*. Hay, por último, algunos casos en que los alimentos son lanzados al exterior de una manera rápida, lo que constituye el *vómito;* pero ya no es el estómago la causa principal de este fenómeno, sino la contraccion violenta y convulsiva del diafragma y de los músculos abdominales. No creo por esto que deba considerarse al estómago como completamente pasivo, segun suponen muchos fisiólogos, porque en algunas ocasiones ha llegado á desgarrarse durante los esfuerzos del vómito, lo que no podria explicarse por la sola presion exterior, y además, porque los experimentos de

Budge han demostrado que las contracciones de la porcion pilórica empujan las sustancias alimenticias hácia la region cardiaca, siendo así mas fácilmente comprimidas y expulsadas al exterior. Tambien el exófago facilita la salida de las sustancias contenidas en el estómago, porque contrayéndose las fibras longitudinales de la extremidad inferior, el cardias se dilata. El vómito constituye una funcion natural en cierto número de animales. Muchas aves vomitan el alimento medio digerido para alimentar con él á sus hijuelos y en las abejas sucede lo mismo para que las larbas se nutran con mayor facilidad.

Despues que los alimentos han permanecido algun tiempo en el estómago se reblandecen y disgregan, trasformándose en una especie de pasta mas ó menos líquida, llamada *quimo*, que desprende un olor soso y nauseabundo. Esto demuestra que, independientemente de los fenómenos mecánicos de que acabamos de hablar, se verifica en el interior de esta víscera un trabajo distinto que conviene estudiar separadamente.

§ 31.

Causas á que se ha atribuido la quimificacion.—La digestion estomacal, ó digestion propiamente dicha, para los médicos de la antigüedad, porque no sabian que pudiera haber digestion en otras partes del aparato digestivo, se hacia depender en aquellos tiempos de causas diferentes. Sostenian unos que la digestion era una simple coccion. Decian otros que no era mas que un trabajo mecánico, una especie de trituracion de los alimentos. Hubo quien creia ver en ella un sencillo fenómeno de putrefaccion, y no faltó quien la consideraba como el resultado de una simple division de las partí-

culas alimenticias que de este modo se hacian aptas para su disolucion.

Ninguna de estas ideas, aunque sostenidas con calor en tiempos mas modernos, puede aceptarse en la actualidad.

Asimilar la digestion al fenómeno de la coccion es olvidar que en las nueve décimas partes de los séres la temperatura de su estómago no se diferencia sensiblemente de la de la atmósfera, sin que por eso deje de efectuarse en ellos la digestion estomacal.

No puede atribuirse el cambio que los alimentos experimentan en el estómago á la fuerza triturante de esta víscera, puesto que se verifican digestiones artificiales en receptáculos de cristal, y de consiguiente sin posibilidad de contraccion, y además porque ni esa fuerza triturante tiene la energía que se ha querido suponer, ni aunque la tuviera podria conseguir otra cosa que disgregar las sustancias alimenticias sin llegar jamás á disolverlas.

La teoría de la putrefaccion no es mas admisible que las anteriores, porque las sustancias digeridas, no solo no dan señales de putrefaccion, como las darian si se las dejara abandonadas á sí mismas, sino que basta colocar en contacto con el jugo gástrico una sustancia que empieza á descomponerse para que se suspenda su putrefaccion.

Por último, la hipótesis segun la cual la digestion consiste en una especie de fermentacion ó en otro trabajo análogo que permite la disolucion de los alimentos, sobre haber revestido diferentes formas, segun las ideas químicas dominantes en cada época, se ha explicado siempre con demasiada vaguedad, y ha entrañado demasiado poco el fondo de las cosas para que produjera una verdadera conviccion. Aun así, es indudable que esta última teoría es la que mas se acerca á la verdad y la

que se halla mas en consonancia con las ideas aceptadas, porque la digestion se considera hoy por la generalidad de los fisiólogos como una disolucion y una modificacion química de los alimentos, producida por el jugo gástrico y por los demás jugos que afluyen y se forman en las diferentes partes del aparato digestivo.

Al hablar de la insalivacion hemos visto cómo obra la saliva sobre las sustancias feculentas y cómo las trasforma en dextrina y en glucosa para hacerlas al fin asimilables.

Mientras los alimentos permanecen en el estómago experimentan nuevas trasformaciones, y para proceder metódicamente en el estudio de los fenómenos químicos que tienen lugar en esta víscera en el acto de la quimificacion, conviene examinar, en primer lugar, la naturaleza y propiedades del jugo gástrico; en segundo, el modo de accion de este jugo sobre cada uno de los principios inmediatos que se hallan en los alimentos, y en tercero, el conjunto de modificaciones que puede producir en los alimentos compuestos, ó sea en la asociacion de los diferentes principios inmediatos que contienen.

§ 32.

Del jugo gástrico y de sus propiedades.—Se considera generalmente como jugo gástrico al líquido que se encuentra en el estómago; pero por poco que se reflexione se conocerá que los diversos jugos que en esta víscera se encuentran, provienen de diferentes puntos y están dotados de distintas propiedades. Hay, en primer lugar, saliva, hay lágrimas, hay mucosidades, hay en algunos casos bilis, hay agua y otras bebidas, y hay, por último, jugo gástrico propiamente dicho, ó sea el líquido segregado por las glándulas pépsicas que se encuentran en la

membrana mucosa del estómago, principalmente en su porcion cardíaca, y que son distintas de las glándulas mucosas.

FIGURA 8.ª

A *cánula de fístula gástrica compuesta de dos piezas,* **B** *y* **C**, *para que pueda aumentarse ó disminuirse su longitud.* **E** *perro con fístula gástrica, provisto de su cánula, en cuyo orificio exterior se pone un tapon de corcho.*

Para obtener el jugo gástrico se han introducido esponjas en el estómago de los animales vivos ó en el de los que hacia poco que habian muerto, y se han hecho fístulas gástricas artificiales. Aunque este último método es el preferible, conviene hacer notar desde ahora que el jugo gástrico que se obtiene no es completamente puro.

En el estado de reposo del estómago, la cantidad de jugo gástrico segregada es poca, y el que se encuentra

en esta víscera se halla mezclado con gran parte de saliva y de mucosidades. Algunos autores aseguran que solo se encuentra verdadero jugo gástrico en el estómago durante el trabajo de la quimificacion; pero el líquido recogido por medio de fístulas en los animales sometidos á una abstinencia completa de alimentos durante treinta ó cuarenta horas, demuestra bien que esta opinion es equivocada. El jugo gástrico es segregado de una manera contínua; lo que sucede es que las glándulas pépsicas, lo mismo que todas las de la economía, funcionan con mas actividad cuando están sometidas á la accion de estímulos especiales.

El primero y el mas natural de estos estímulos es el producido por los alimentos. Por eso el jugo gástrico es mas abundante en el período de la quimificacion.

Los cuerpos sólidos, insípidos y refractarios á la digestion, pueden excitar tambien la secrecion del jugo gástrico. Por eso se introducen cuerpos extraños en el estómago cuando se quiere obtener mayor cantidad de jugo por medio de las fístulas artificiales.

Las disoluciones alcalinas débiles producen el mismo efecto: por eso la saliva es tan útil para las buenas digestiones, á causa de su ligera alcalinidad é independientemente de las demás propiedades físicas y químicas de que ya hemos hablado, y por eso el bicarbonato de sosa, administrado en pequeñas dósis despues de la comida, puede obrar como excelente digestivo.

Las bebidas frias en corta cantidad, y la accion de los cuerpos sápidos sobre los órganos del gusto, contribuyen tambien á la mayor secrecion del jugo gástrico. Por eso los condimentos son, en general, útiles, ya estimulando directamente la mucosa del estómago, ó ya indirectamente por medio de los órganos del gusto, y por eso la costumbre de tomar un helado durante la comida facilita la digestion. Como que los estímulos de que acaba-

mos de hablar no pueden ejercer accion alguna sino por la mediacion del sistema nervioso, parece inútil añadir que la secrecion del jugo gástrico puede aumentarse, disminuirse ó suprimirse por completo, segun que esta influencia se modifique ó falte.

Así como hay sustancias que favorecen la secrecion del jugo gástrico, hay otras que la disminuyen ó suprimen. Los excitantes mecánicos y los agentes químicos, como las disoluciones alcalinas algo concentradas, se encuentran en este caso, porque pueden determinar una irritacion en la mucosa. El frio prolongado y los ácidos debilitados producen el mismo efecto, aun sin ocasionar irritacion. Los dolores violentos, la seccion de los nervios pneumo-gástricos y todo lo que perturba la influencia nerviosa del estómago, perturba tambien la secrecion del jugo gástrico.

Segun la teoría de Schiff, aceptada por gran número de fisiólogos, la pepsina no se forma en las glándulas pépsicas de una manera contínua, en virtud de la simple nutricion de las paredes estomacales, puesto que el estómago pierde la facultad de segregar jugo gástrico con la pepsina correspondiente, siempre que se encuentra sin sustancias *peptógenas*, es decir, sin ciertos principios especiales, capaces de transformarse en pepsina. Por eso, el estómago en que se hayan agotado esos principios para atender á las exigencias de una digestion anterior trabajosa y difícil, queda sin fuerzas para satisfacer las necesidades de una nueva digestion, hasta que ingeridas sustancias peptógenas, absorbidas por él y mezcladas con la sangre, puedan llegar hasta las glándulas pépsicas, que ya en este caso, segregan un jugo gástrico completo, es decir, con la pepsina correspondiente.—Las sustancias peptógenas están principalmente representadas por los principios inmediatos de la carne solubles en el agua, por la gelatina, la dextrina. Así el caldo, la sopa

contienen gran cantidad de sustancias peptógenas y tal vez dependa de esto el que en algunas *dispepsias*, es decir, en algunos casos de pereza estomacal y de debilidad en las funciones de esta víscera, se hayan conseguido escelentes resultados con el uso del caldo tomado una ó dos horas antes de las comidas, ó con una disolucion de dextrina administrada una media hora antes de la ingestion de los alimentos.

La cantidad de jugo gástrico segregada no se puede calcular con exactitud. M. Schmidt la hace subir á seis kilógramos y medio en las veinte y cuatro horas; pero si se recuerda que en esta secrecion influyen diferentes causas que pueden acelerarla ó retardarla, si se tiene en cuenta que el jugo gástrico se halla siempre mezclado con otros líquidos mas ó menos abundantes, y sobre todo que es imposible hacer observaciones directas en el hombre, se comprenderá la facilidad con que los fisiólogos han podido equivocarse en sus apreciaciones.

El jugo gástrico, despues de haberlo separado de las mucosidades que contiene, es un líquido incoloro, de un olor débil, análogo al del animal de que procede, de una densidad ligeramente mayor que la del agua, y que enrojece constantemente el papel de tornasol. El jugo gástrico está compuesto de agua, algunas sales, uno ó dos ácidos libres y una sustancia orgánica particular, á la que se ha dado el nombre de *pepsina*.

En cada cien partes de jugo gástrico hay noventa y nueve de agua. Las sales que se encuentran en este jugo son cloruros alcalinos y térreos, carbonato y fosfato de cal, y segun Braconnot, vestigios de sales de hierro.

Los fisiólogos no están de acuerdo acerca de la naturaleza del ácido libre que se encuentra en el estómago. Chevreul en 1816 y antes que él Macquart, creian que era el ácido láctico, si bien este último suponia que habia tambien ácido fosfórico. Prout en 1824, y mas tarde

Tiedemann, Gmelin y otros muchos autores, admitieron la existencia del ácido clorhídrico. Bernard y Barreswil la negaron terminantemente, fundándose en que el jugo gástrico, tratado por el ácido oxálico, dá un precipitado de oxalato de cal, lo que no sucederia con solo una milésima parte de ácido clorhídrico libre que tuviera.

Á pesar de estas dudas—difíciles de resolver si se tiene en cuenta la facilidad con que puede producirse el ácido clorhídrico por la descomposicion de los cloruros, sobre todo elevando ligeramente la temperatura y en presencia del ácido láctico que se encuentra en el jugo gástrico accidentalmente y como producto de la digestion de algunas sustancias alimenticias—despues de las investigaciones recientes de Lehmann, que ha obtenido el ácido clorhídrico desecando el jugo gástrico en el vacío y á la temperatura ordinaria y que ha visto que el residuo es todavía ácido y proporciona por los reactivos una cantidad considerable de ácido láctico, parece lógico admitir que los ácidos libres que entran en la composicion de este jugo son el clorhídrico y el láctico.

La sustancia orgánica que se encuentra en el jugo gástrico es la pepsina, á la que algunos fisiólogos dan el nombre de cremosina y de gasterosa.

La pepsina es una materia orgánica azoada, de un color blanco sucio cuando se halla en estado sólido, soluble en el agua, insoluble en el alcohol absoluto, no coagula por la accion del calor, forma con la mayor parte de los ácidos combinaciones muy solubles, coagula el caseo soluble y no es precipitada de sus disoluciones por el cianuro férrico-potásico.

Á pesar de su semejanza con la albúmina, se diferencia, primero, en que no se coagula por el calor; segundo, en que, precipitada de sus disoluciones por el alcohol, se redisuelve otra vez en el agua, y tercero, en que

no precipita de sus disoluciones por el cianuro férrico-potásico.

Entre los diferentes procedimientos que se emplean para obtener esta sustancia, el mas sencillo es el siguiente: se tratan por el alcohol los líquidos que se encuentran en el estómago de una ternera, ó los que resultan de la maceracion de esta víscera en el agua, por cuyo medio se produce un precipitado de albúmina, de mucosidades y de pepsina: separado el precipitado, se trata por el agua, y la pepsina queda redisuelta en este líquido; la disolucion acuosa de pepsina se decanta para separarla de las demás sustancias que no han podido redisolverse y se la somete de nuevo á la accion del alcohol para que la precipite. Aunque la pepsina obtenida de este modo no puede considerarse como químicamente pura, conserva todas sus propiedades fisiológicas.

Beale recoge, raspando suavemente la superficie de la mucosa del estómago, el jugo que contienen las glándulas estomacales; lo hace secar al baño de maria y, cuando está seco, lo reduce á polvo, el cual retiene las propiedades de la pepsina. Danneey separa la membrana interna de la molleja de las aves; la deseca rápidamente al aire y la pulveriza despues, conservando este polvo, como el anterior, la pepsina con todas sus propiedades.

Como que el jugo gástrico está compuesto de agua, de algunas sales, de pepsina y de una corta cantidad de ácido clorhídrico y de ácido láctico, es fácil formar *jugo gástrico artificial*, y esto es lo que se ha hecho para poder observar su accion sobre las diferentes sustancias alimenticias.

§ 33.

Accion del jugo gástrico sobre los principios inmediatos que se encuentran en los alimentos.—El jugo gástrico

natural, lo mismo que el preparado artificialmente con la *pepsina* y el ácido clorhídrico disueltos en el agua, obra principalmente sobre las sustancias albuminoideas. En primer lugar, las hincha, las reblandece y las disgrega; y en segundo, las hace experimentar modificaciones mas ó menos profundas en su constitucion química, á consecuencia de las cuales se disuelven mas ó menos completamente.

Estas modificaciones no son bastante conocidas. Las digestiones artificiales han demostrado que la fibrina, el glúten y la albúmina coagulada se disuelven en el jugo gástrico despues de algunas horas. La caseina se solidifica primero, se disgrega despues, y por último se disuelve tambien. La albúmina líquida se enturbia y coagula ligeramente haciéndose soluble otra vez si continúa la accion del jugo gástrico. La gelatina se disuelve lo mismo que las sustancias anteriores.

Lo que hay aquí de notable es que los principios inmediatos azoados de que acabamos de hablar, no solo se disuelven, sino que experimentan modificaciones moleculares á consecuencia de las cuales pierden sus propiedades características para convertirse en una sustancia nueva, á la que se ha dado el nombre de *peptona* ó *albuminose*, que, aunque con caractéres propios y especiales, conserva sensiblemente la misma composicion química que los principios inmediatos de que procede. Las metapeptonas, parapeptonas y dispeptonas, de que se habla tambien en las obras de fisiología, son productos transitorios de la trasformacion que esperimentan las sustancias albuminoideas hasta pasar al estado de peptonas y en esto consiste que desaparezcan poco á poco á medida que la accion del jugo gástrico produce todos sus resultados.

La albuminose ó peptona se parece mucho á la albúmina. Es soluble y precipita de sus disoluciones por el

alcohol, por el tanino y por el deuto-cloruro de mercurio lo mismo que la albúmina. Se diferencia de esta sustancia en que no precipita por los ácidos fuertes, ni se coagula por el calor. La circunstancia de que tampoco la albúmina precipita por el calor cuando se la calienta en la marmita de Papin, y la mas notable de que forma á veces con los ácidos combinaciones solubles poco conocidas, ha hecho sospechar que la peptona no es mas que albúmina combinada con algunos de los ácidos del jugo gástrico. Esta opinion se hace mas probable si se tiene en cuenta que la disolucion acuosa de la peptona enrojece el papel de tornasol; que si se satura el ácido por la adicion de un álcali se obtiene por el calor un precipitado análogo al que dá la albúmina; y sobre todo, que en el momento de ser absorbida la peptona y de ponerse en contacto con las sustancias alcalinas de la sangre, queda trasformada en albúmina; pero á pesar de eso, la ciencia no ha demostrado todavía la verdadera metamórfosis de las sustancias que nos ocupan. En todo caso, puesto que basta una pequeña cantidad de pepsina para trasformar en albuminose grandes cantidades de sustancias albuminoideas, sin que esta pepsina se modifique ella misma, es preciso considerar la digestion estomacal como el resultado de un verdadero fenómeno de fermentacion.

El jugo gástrico no ejerce accion alguna ni sobre los aceites, ni sobre las grasas, ni sobre los azúcares, ni sobre las sustancias amiláceas ó feculentas, ni sobre las gomas, ó lo que es igual, no tiene influencia sobre los principios inmediatos no azoados.

Como el jugo gástrico natural se halla unido á la saliva, y como la saliva no pierde por eso ninguna de sus propiedades, sigue obrando en el estómago sobre las sustancias amiláceas convirtiéndolas en azúcar, y á esta causa se debe el que se haya atribuido al jugo gástrico

idéntica propiedad. Por eso en las digestiones artificiales en las que no interviene la saliva no experimentan las sustancias amiláceas la trasformacion sacarina.

El azúcar de caña se convierte en parte en el estómago en azúcar de uva ó glucosa, y tambien se forman á expensas del mismo los ácidos butírico y láctico; pero estas reacciones no se producen precisamente por el jugo gástrico, sino por la influencia de las sustancias albuminoideas que en el estómago se encuentran.

Las grasas y los aceites pueden tambien sufrir trasformaciones en el estómago, pero es solo en los casos en que la bilis está mezclada con el jugo gástrico.

§ 34.

Accion del jugo gástrico sobre los alimentos compuestos de diferentes principios inmediatos.—Conocida la accion del jugo gástrico sobre los diferentes principios inmediatos, azoados ó no azoados, de que se componen los alimentos, es fácil calcular lo que debe pasar en el estómago cuando se hallen allí reunidos muchos de estos principios inmediatos. Supongamos que se haya comido pan, carne y sustancias vegetales; que se haya tomado leche y que se haya bebido agua y una corta cantidad de vino. Estas diferentes sustancias se mezclarán íntimamente entre sí, uniéndose al mismo tiempo al jugo gástrico, á la saliva y á las mucosidades del estómago ó á las del trayecto mucoso que los alimentos han debido recorrer.

El jugo gástrico con la pepsina y con el ácido ó ácidos libres que contiene, empezará á obrar sobre las sustancias albuminoideas. La albúmina, la fibrina, la gelatina, el glúten, la caseina, se irán convirtiendo en peptonas. Las materias grasas, los aceites vegetales y la

manteca de la leche irán quedando en libertad á medida que las celdillas en que se hallaban encerradas vayan siendo digeridas. El almidon estará en parte convertido en dextrina y en glucosa, por la accion de la saliva, que no pierde su propiedad sacarificante al mezclarse con los ácidos del estómago, como se ha querido suponer. El azúcar de la leche y de la glucosa se disolverán dando lugar al mismo tiempo á la formacion de cierta cantidad de ácido láctico. La celulosa, la fibra vegetal, los granos de fécula no triturados, los fragmentos tendinosos y en general todas las sustancias refractarias á la accion de la saliva y de los jugos gástricos estarán reblandecidas y mas ó menos disgregadas.

Á este trabajo de elaboracion en virtud del cual los jugos gástricos reblandecen y disgregan los alimentos, disolviendo parte de las sustancias asimilables que contienen, y preparando la restante para que sea mas fácilmente disuelta por la accion de los jugos intestinales que han de completar el trabajo digestivo, es á lo que se llama *quimificacion*. Y á esa masa pultácea, heterogénea, de un olor soso y ágrio, compuesta de alimentos disgregados y reblandecidos, cuyos principios inmediatos se van haciendo solubles; compuesta, además, de los detritus de las sustancias refractarias á los jugos gástricos, y de estos mismos jugos unidos á las mucosidades, á la saliva y á las bebidas que no han sido aun absorbidas, es á lo que se llama *quimo*.

La quimificacion de las sustancias alimenticias se realiza con mas ó menos facilidad, segun circunstancias especiales que pueden favorecerla ó retardarla.

Ya hemos visto anteriormente que el jugo gástrico puede ser segregado con mayor ó menor actividad. En el estado normal del organismo y suponiendo que todas las demás condiciones sean iguales, puede establecerse en principio que todo lo que favorece la secrecion de

este jugo favorece tambien la quimificacion. Como la actividad disolvente del jugo gástrico depende en gran parte del ácido libre que contiene, hay ocasiones en que la digestion se paraliza porque las sustancias ingeridas saturan este ácido. La albúmina se encuentra en este caso por la sosa que contiene, siendo esta tal vez la principal causa de que se paralice ó de que se interrumpa la digestion despues de las comidas abundantes en sustancias albuminosas.

Los alimentos se convertirán en quimo con tanta mayor facilidad cuanto menor cohesion tengan y cuanto menos voluminosos sean. El caldo y las demás bebidas nutritivas se absorben rápidamente, restableciendo con prontitud, aunque siempre en pequeña escala, las fuerzas generales del organismo. La albúmina líquida se digiere con mas rapidez que la coagulada. La que se solidifica en una masa compacta es mas refractaria que la que se coagula en forma areolar. La carne de los animales jóvenes es mas fácilmente digerida que la de los viejos. La carne de pescado se digiere tambien con mas facilidad que la de los otros animales. El tejido celular, cuya textura es blanda y esponjosa, se disuelve fácilmente por el jugo gástrico, mientras que la piel, las aponeurosis, los tendones resisten mas á la accion de las fuerzas digestivas, y mientras que los tejidos epitélicos compactos como las uñas, los pelos, las plumas, son completamente refractarios á las indicadas fuerzas lo mismo en el hombre que en los animales.

Aunque las grasas no se digieren en el estómago, porque ya hemos visto que son tambien refractarias á la accion de los jugos gástricos, no por eso dejan de ejercer una influencia considerable en la quimificacion. Experimentos repetidos nos han demostrado que la disolucion de las materias azoadas se acelera en las digestiones artificiales añadiendo grasa, lo que nos hace con-

siderar esta sustancia como un agente que favorece la digestion de las sustancias albuminoideas.

El calor influye eficazmente en la digestion estomacal, venciendo la cohesion de las sustancias alimenticias. En las digestiones artificiales permanecen inalterables las sustancias albuminoideas si la temperatura no pasa de 4° ó 5° sobre cero. Á los 15° ó 20° se van ya reblandeciendo y disolviendo lentamente, y á los 40° la reaccion se establece con regularidad y rapidez. Esta debe ser la causa de que los animales de sangre caliente, en los que la temperatura es constante, digieran bien en todas las estaciones, mientras que los invertebrados y los vertebrados inferiores, cuya temperatura es, con corta diferencia, igual á la de la atmósfera, digieren con mucha lentitud en las estaciones frias, conservando á veces en su estómago durante el invierno y sin que sufran la menor alteracion, los alimentos que por falta de calor no pueden digerir.

La coccion aumenta la digestibilidad de las sustancias vegetales porque las reblandece. En cuanto á las sustancias animales, como hay ocasiones en que se hacen mas duras y compactas por la coccion, deben digerirse tambien en estos casos con mayor dificultad.

La coccion de los alimentos influye, además, ventajosamente en las digestiones, destruyendo la vitalidad de los gérmenes que en ellos se encuentran, y que pueden desarrollarse en el interior del organismo, dando lugar á la formacion de lombrices intestinales ó á la de séres microscópicos que, segun se sospecha, pueden obrar como fermentos.

CAPÍTULO XI.

Quilificacion ó modificaciones que los alimentos experimentan en los intestinos delgados.

§ 35.

Á medida que la digestion estomacal avanza se establecen en el piloro movimientos vermiculares á consecuencia de los cuales la abertura pilórica se abre, y la pasta quimosa encerrada en el estómago pasa poco á poco al tubo intestinal. Las contracciones peristálticas del intestino, provocadas por la contraccion de sus fibras musculares, trasladan lentamente las sustancias alimenticias desde el duodeno á las diferentes porciones de los intestinos delgados, mezclándolas al mismo tiempo íntimamente con el jugo pancreático, con la bílis y con el jugo intestinal.

La pasta quimosa se encuentra de este modo sometida, en primer lugar, á la accion de la saliva y del jugo gástrico, que continúan elaborando azúcar y peptonas, y en segundo lugar, á la accion del jugo pancreático, á la de la bílis y á la del humor segregado por los intestinos, cada uno de cuyos humores está encargado de un trabajo fisiológico especial.

§ 36.

Influencia del jugo pancreático en la quilificacion.— El jugo pancreático recogido por medio de fístulas pancreáticas es un líquido incoloro, viscoso, de consistencia análoga á la del jarabe y susceptible de coagularse por la accion del calor, como si fuera una disolucion de albúmina. Su composicion química no se conoce exactamente, pero se sabe que es alcalino y que contiene en disolucion sales minerales y sustancias orgánicas albuminoideas.

Se asegura que la composicion del líquido pancreático varía segun el método empleado para recogerle. Sirviéndose de una fístula pancreática en plena digestion se obtiene un líquido mas alcalino, mas viscoso, y con mayor cantidad de sustancias sólidas. Cuando se recoge el jugo pancreático por medio de una fístula permanente del conducto de Wirsung, el líquido es menos espeso, menos alcalino, contiene menos cantidad de materias sólidas y en vez de tres fermentos diferentes solo contiene dos, uno que obra sobre el almidon y otro sobre las grasas. Pero el jugo pancreático obtenido por cualquiera de estos dos procedimientos ¿es un jugo normal ó patológico?

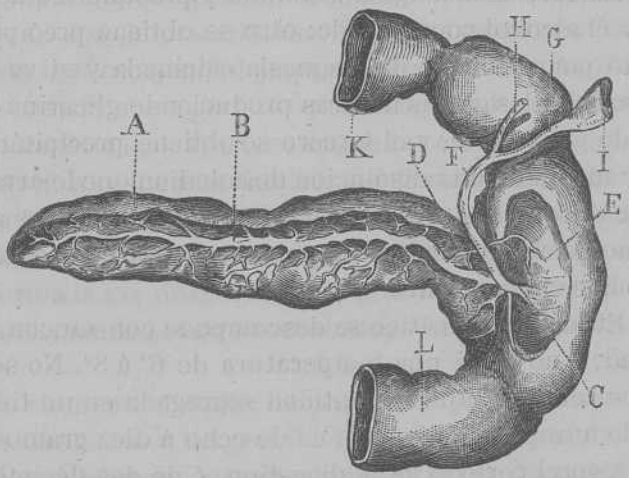

FIGURA 9.ª

A *páncreas del hombre, visto por la cara posterior.* **B** *conducto pancreático ó conducto de Virsung.* **C** *orificio de este conducto en el duodeno.* **D** *conducto azygos ó suplementario, que tambien se abre en el intestino en el punto* **E.** **F** *conducto colédoco que se junta al pancreático en la proximidad de su abertura.* **G** *conducto cístico.* **H** *conducto hepático.* **K** *extremidad pilórica del estómago.* **L** *duodeno.*

Entre las sustancias orgánicas del jugo pancreático, hay una que tiene mucha analogía con la diastasa sali-

val y se le ha dado el nombre de *pancreatina*. La pancreatina, á la que el jugo pancreático debe probablemente la mayor parte de sus propiedades, es soluble en el agua. El alcohol, los ácidos minerales enérgicos y algunas sales metálicas la precipitan de sus disoluciones. El precipitado obtenido por el alcohol se disuelve en el agua. El calor la coagula, volviéndose á disolver en los álcalis, y sometida, cuando no está fresca, á la accion del cloro, toma un color rojizo, cuya reaccion le es característica. Danilewsky cree que hay en el jugo pancreático tres cuerpos diferentes, que obran como fermentos y que pueden separarse los unos de los otros. Uno de estos fermentos sirve para trasformar el almidon en azúcar; es análogo á la tialina y precipita como ella por el alcohol concentrado; otro se obtiene precipitándolo por medio de la magnesia calcinada y sirve para desdoblar las grasas neutras produciendo glicerina y un ácido graso libre, y el tercero se obtiene precipitándolo por medio de una disolucion de colodion que le arrastra mecánicamente, y sirve para disolver los cuerpos albuminoideos coagulados, sin hincharlos préviamente como hace la pepsina.

El jugo pancreático se descompone con mucha facilidad, á no ser á una temperatura de 6° á 8°. No se conoce con exactitud la cantidad segregada en un tiempo dado aunque se cree que es de ocho á diez gramos por hora en el período de la digestion, ó de dos décimos de kilógramo en las veinticuatro horas; pero segun las observaciones que parecen mas exactas, disminuye mucho esta secrecion en el estado de vacuidad ó de reposo del estómago.

En cien partes de jugo pancreático hay de noventa á noventa y ocho de agua: lo restante está formado de cloruros y fosfatos de sosa y de potasa, carbonatos y sulfatos alcalinos, carbonatos y fosfatos térreos, vesti-

gios de sustancias grasas, cuerpos albuminoideos y pancreatina.

El jugo pancreático, bien se haya obtenido directamente por medio de una fístula pancreática, ó bien indirectamente, por la infusion en el agua de fragmentos de páncreas de un animal muerto en plena digestion, que es cuando la secrecion de este jugo es mas abundante, obra sobre las sustancias feculentas de una manera análoga á la saliva, y de consiguiente las convierte en dextrina y en azúcar. Estos hechos, perfectamente comprobados en las digestiones artificiales, se demuestran tambien por medio de la extirpacion del páncreas ó por la desorganizacion de esta víscera, á consecuencia de inyecciones de aceite ó de grasa en el conducto excretor de los animales vivos. En estos casos, es decir, cuando la secrecion del jugo pancreático está paralizada, ó cuando no se permite que este jugo llegue al conducto intestinal, las féculas ingeridas en el estómago se encuentran casi en su totalidad entre las sustancias estercoráceas, lo que indica que no han sido descompuestas, ó que solo una pequeña parte de las mismas ha sido trasformada en dextrina y en glucosa, y aun esto no por la accion del jugo pancreático, sino por la de la saliva.

No es menos notable la accion del jugo pancreático sobre los aceites y las grasas. Agitando estas sustancias, préviamente mezcladas con una corta cantidad del espresado jugo, se dividen en partículas extraordinariamente pequeñas, cada una de las cuales permanece separada de las otras, dando un aspecto lechoso al líquido en que se hallan suspendidas. Pero como la agitacion bastante violenta que para esto se necesita acaso no puede tener lugar en los intestinos, es probable que la accion del jugo pancreático sobre las grasas sea, en el estado fisiológico, menos enérgica de lo que se supone.

Esta especie de emulsion que experimentan los aceites y las grasas favorece indudablemente su absorcion, y, por lo mismo, desde el momento que están emulsionadas pueden considerarse ya como digeridas; pero no es posible aceptar, como algunos fisiólogos suponen, que el jugo pancreático sea el único agente de la digestion de estas sustancias, porque, en primer lugar, la mayoría de los peces no tiene páncreas ó lo tiene solo rudimentario, y á pesar de esto las digieren con la mayor facilidad; en segundo lugar, porque muchos líquidos albuminoideos, y aun la misma disolucion de albúmina, producen en las grasas una division y una emulsion análoga á la provocada por el jugo pancreático, y en tercer lugar, porque hay hechos positivos que demuestran que la bílis y el jugo intestinal, ó sea el líquido segregado por las glándulas de Brunner y los folículos de Peyer y de Lieberkühn, producen efectos parecidos. De todos modos, es indudable que el jugo pancreático normal, lo mismo cuando está solo que cuando se halla mezclado con el jugo gástrico ó con la bílis, ejerce sobre los aceites y las grasas una accion emulsiva mas enérgica que los demás líquidos que afluyen al conducto intestinal, y de consiguiente que desempeña el papel mas importante en la digestion de las sustancias indicadas.

Se ha supuesto que el jugo pancreático disolvia los cuerpos grasos convirtiéndolos antes en jabones; pero ni la saponificacion puede efectuarse en las primeras porciones del tubo intestinal porque hay ácidos libres que se oponen á esta reaccion, ni tiene lugar tampoco en nuestros laboratorios cuando, además del jugo pancreático y de un aceite ó de una grasa, se añade un ácido cualquiera. Sin embargo, como el contenido intestinal vá perdiendo su acidez á medida que se aparta del estómago, y como es ya alcalino al llegar á la segunda mitad de los intestinos delgados, no será extraño que

en este punto los ácidos grasos que pueden quedar en libertad por la accion del jugo pancreático formen jabones uniéndose á las sustancias alcalinas libres.

L. Corvisart sostiene que para la secrecion pancreática son indispensables principios pancreatógenos, así como se necesitan sustancias peptogenas para la secrecion de la pepsina que contiene el jugo gástrico. Schiff es de parecer que la pancreatina solo se encuentra en el jugo pancreático mientras el bazo funciona regular y fisiológicamente, pues la extirpacion de esta víscera quita al indicado jugo pancreático su influencia sobre las sustancias albuminoideas, si bien se nota en este caso la particularidad de que aumenta al mismo tiempo considerablemente la potencia digestiva del jugo gástrico. Segun Vulpian la accion del jugo pancreático sobre las grasas y sustancias albuminoideas es tanto mas enérgica cuanto mas disminuye la accion sobre las materias azoadas. Tal vez por esto sostiene Stintra en una tesis escrita bajo las inspiraciones de Van Deen que la cantidad de grasa aumenta considerablemente en el cuerpo de los animales desprovistos de bazo, razon por la cual hay la costumbre en algunos puntos de Inglaterra, segun Schmidt, de extirpar esta víscera cuando se quiere que aumente la gordura.

Muchos fisiólogos afirman que el jugo pancreático disuelve tambien las sustancias albuminoideas convirtiéndolas en peptonas, á la manera que lo hace el jugo gástrico, y hasta hay quien asegura que la fuerza digestiva de la pancreatina, con relacion á los alimentos azoados, es tres ó cuatro veces mayor que la de la pepsina. Los experimentos no confirman esta opinion. El jugo pancreático reblandece los alimentos azoados; pero en vez de ser digeridos, entran pronto en una verdadera putrefaccion.

§ 37.

Influencia de la bilis en la quilificacion.—La bilis es un líquido ligeramente alcalino, de un color verde oscuro y de un sabor amargo y azucarado á la vez. Su composicion química no es bastante conocida, pero segun se desprende de los resultados analíticos mas dignos de inspirar confianza, en cada cien partes se encuentran noventa de agua y diez de sales minerales, de sales orgánicas, de materias colorantes, de materias grasas y de moco. La cantidad de bilis segregada en las veinte y cuatro horas parece ser de kilógramo y medio.

Entre las sales minerales que contiene la bilis, la mas abundante es el cloruro de sódio. Hay tambien fosfatos y carbonatos alcalinos, cortas proporciones de fosfatos térreos y vestigios de sales de sílice y de hierro.

Las sales orgánicas están formadas por los ácidos cólico y coléico unidos á la sosa y á la potasa. Estos ácidos son azoados y el último contiene además azufre, tal vez porque está unido á la *taurina*. Al ácido cólico se le dá por algunos el nombre de glico-cólico, y al coléico, el de tauro-cólico.

Los colatos y coleatos alcalinos, llamados tambien glico-colatos y tauro-colatos, son solubles en el agua, y á ellos debe la bilis el sabor amargo y azucarado que la caracteriza. Los colatos precipitan de sus disoluciones por el acetato de plomo y por el nitrato de plata.

Las materias colorantes son tres: una de color moreno llamada *bilirubina;* otra verde, *biliverdina,* y otra amarilla, *bilifulvina*. Son insolubles en el agua y si se hallan disueltas en la bilis, es por medio del coleato de sosa.

Las materias grasas son la colesterina, la oleina y la margarina, y se hallan disueltas tambien por la influen-

cia del coleato de sosa. La colesterina debe fijar la atencion de los fisiólogos, porque si el hígado la segrega en poca cantidad y de consiguiente no la separa de la sangre, se acumula en este líquido dando lugar á trastornos graves, y si la segrega abundantemente, la bílis cística no puede contenerla toda en disolucion y se precipita en parte, formando pequeños cristales ó concreciones amorfas llamadas cálculos biliares. Tambien se encuentra en la bílis *glicerina fosfórica,* producto, al parecer, de la descomposicion del protagon.

No están de acuerdo los fisiólogos en cuanto á la influencia de la bílis en los fenómenos de la digestion intestinal. Para los unos, es pura y simplemente un líquido excrementicio, por medio del cual se descarta la naturaleza de las sustancias inútiles ó perjudiciales, sin que contribuya en nada á la quilificacion. Para los otros, saponifica y disuelve las grasas, modifica favorablemente los alimentos feculentos, lo mismo que los albuminoideos, y contribuye directamente á facilitar los fenómenos de la absorcion.

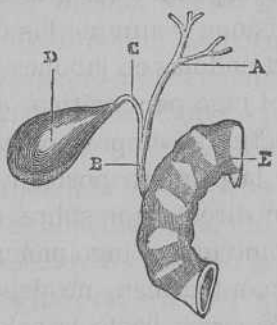

FIGURA 10.ª

A *reunion de los conductos biliares formando el conducto hepático.* **B** *conducto colédoco.* **C** *conducto cístico.* **D** *vesícula biliar.* **E** *duodeno.*

Cada una de estas opiniones, aceptada exclusivamente, nos parece inadmisible.

La bilis afluye por el conducto colédoco á la segunda porcion del duodeno, y esto por sí solo demuestra ya que debe ser de alguna utilidad en la digestion, porque si fuera un líquido excrementicio, y nada mas que excrementicio, desembocaria en las últimas porciones del tubo intestinal. Además, el adelgazamiento de los animales en los que se hace salir la bilis al exterior por medio de una fístula adecuada, y las materias grasas, no digeridas, que se encuentran en las sustancias estercoráceas de los mismos, indican bien que cuando la bilis no llega al conducto intestinal, la digestion no se efectúa como en circunstancias ordinarias.

Á pesar de esto, ni creemos que la influencia de la bilis en la quilificacion sea tanta como algunos han querido suponer, ni creemos tampoco que sea absolutamente indispensable.

Por de pronto, los experimentos directos han demostrado que la bilis no ejerce ninguna accion notable sobre los alimentos albuminoideos, amiláceos, ni azucarados, como no sea la de retardar la putrefaccion de los primeros. Con respecto á las grasas, aunque es verdad que las emulsiona y aunque las disuelve en parte, —no tanto convirtiéndolas en jabones, porque ya hemos dicho al hablar del jugo pancreático, que la saponificacion no podia efectuarse en presencia de los ácidos libres que hay en la primera porcion de los intestinos sino por la accion directa que sobre ellas ejerce el coleato de sosa,—como que el jugo pancreático y el intestinal las emulsionan tambien, no debe causar sorpresa el que en algunos casos baste la sola accion de estos jugos para reemplazar, aunque incompletamente, la del líquido biliar.

Se ha dicho tambien que la presencia de la bilis en el intestino provoca los movimientos peristálticos de este conducto y excita la secrecion de los líquidos ela-

borados por la mucosa, completando el trabajo digestivo y facilitando la evacuacion de los residuos alimenticios, pero ambas ideas necesitan confirmacion.

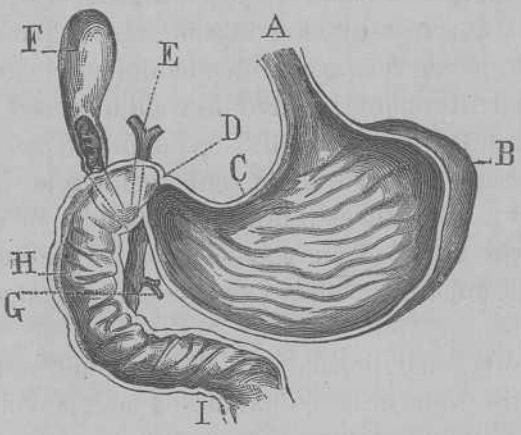

FIGURA 11.ª

A *exófago.* **B** *dilatacion cardiaca del estómago.* **C** *pequeña corvadura.* **D** *píloro.* **E** *conductos biliares.* **F** *vejiga de la hiel.* **G** *conducto pancreático, que se abre en el mismo orificio que el conducto colédoco.* **H I** *duodeno.*

Se ha dicho, por último, y esto se nos figura mas exacto, que la bilis aumenta la permeabilidad de las membranas con respecto á las sustancias grasas y favorece de consiguiente la absorcion de las mismas. La experiencia demuestra, en efecto, que el aceite atraviesa con mucha mayor facilidad los tejidos orgánicos cuando están empapados de una disolucion alcalina que cuando lo están de agua solamente, y como la bilis es un líquido alcalino, parece natural suponer que facilita el paso de las sustancias grasas á través de los vasos capilares absorbentes. Además, como la bilis se mezcla lo mismo con el agua que con las sustancias grasas resulta que un tabique poroso mojado por la bilis se hace endosmótico para las grasas y pueden ser absorbidas con mayor facilidad.

Por su parte Küss, dando muy poca importancia á todas estas opiniones, sostiene que la bílis sirve esencialmente para renovar el revestimiento epitélico de la mucosa, ayudar á la caida de los antiguos elementos de epitelio y á la restauracion de los nuevos, para que de ese modo pueda verificarse mas fácilmente la absorcion despues del trabajo digestivo de cada dia.

Es indudable que la bílis sirve tambien para que la naturaleza se descarte de las sustancias que ya no necesita, y tal vez por esto mueren los animales con mucha mayor facilidad cuando se liga el conducto colédoco, que cuando se corta y se permite que salga la bílis al exterior.

Entre las sustancias de que la economía se descarta por medio de la bílis, se hallan los ácidos cólico y coléico y además la colesterina, y esta grasa tiene, como elemento excrementicio, mucha mayor importancia de la que hasta el dia se le ha dado. Al parecer, la colesterina se forma principalmente en la sustancia nerviosa, y de allí es arrastrada por la sangre como elemento de desecho que el hígado aprovecha para formar parte de la bílis. Al llegar este líquido al tubo intestinal, la colesterina se convierte en *estercorina,* y en esta forma es arrojada con las heces. Se sigue de aquí, que, como el sistema nervioso forma incesantemente colesterina, la sangre la recibe incesantemente tambien y el hígado necesita separarla ó segregarla sin cesar para que sea eliminada al exterior, pues en otro caso, sobrecargada la sangre con esta sustancia excrementicia, podrian sobrevenir accidentes graves y aun la muerte, como consecuencia de una verdadera intoxicacion. Tal vez por esto mueren con tanta facilidad los animales á quienes se liga el conducto colédoco, imposibilitando la excrecion de la colesterina, y tal vez depende de esto tambien el que ciertas variedades de ictericia vayan acompañadas

de síntomas graves y ocasionen la muerte, mientras que otras son casi inofensivas.

En todos aquellos casos en que los trastornos orgánicos del hígado imposibilitan la excrecion de la colesterina, se acumula esta en la sangre dando lugar á la *colesteremia,* que bien pronto produce síntomas nerviosos graves, por la accion tóxica que sobre el cerebro ejerce la colesterina acumulada. Cuando el hígado experimenta cambios orgánicos que no le imposibilitan para separar de la sangre la colesterina, no hay *colesteremia,* ni hay síntomas nerviosos graves, y la ictericia desaparece cuando cesa el estado patológico de que depende. Esta es al menos la opinion de Flint.

§ 38.

Accion del jugo intestinal en la quilificacion.—Otro de los líquidos que influyen en la quilificacion de los alimentos es el jugo intestinal, ó sea ese líquido complexo que resulta de la secrecion de los tubos de Lieberkühn, de las glándulas de Brunner y de los folículos de Peyer, mezclado además con las mucosidades del conducto intestinal y con el de cierto número de glándulas acinosas que vierten en el intestino un líquido absolutamente análogo al pancreático.

Estas glándulas pancreáticas accesorias fueron descubiertas por Cl. Bernard antes que por ningun otro en el perro, y por Kloben en el hombre.

Para recoger este líquido sin que esté mezclado con la bilis, ni con el jugo pancreático ni con la pasta quimosa formada por los alimentos, es preciso aislar por medio de dos ligaduras una porcion del intestino delgado, préviamente desprovisto de todas las sustancias que contenia, para lo que se le comprime metódica y convenientemente desde el punto en que se ha puesto la

primera ligadura hasta aquel en que ha de colocarse la segunda. De este modo, ó siguiendo el procedimiento de Thiry, que aun tiene mas ventajas, se consigue tener aislada una porcion del tubo intestinal que no contiene nada en su interior y que no puede recibir tampoco nada de las partes inmediatas.

Á pesar de todo, al cabo de algunas horas, el espacio comprendido entre las dos ligaduras se llena mas ó menos completamente de un líquido especial, que es el que ha recibido el nombre de jugo intestinal.

Este líquido es trasparente, incoloro, viscoso, albuminoso, muy alcalino y contiene de dos á tres por ciento de materias sólidas: la cantidad de jugo intestinal segregada en el espacio de veinticuatro horas es próximamente de dos décimos de kilógramo.

El jugo intestinal, aunque no bien conocido todavía ni en sus propiedades químicas ni fisiológicas, lubrifica las paredes de los intestinos, protegiéndolas contra la accion irritante de algunos cuerpos extraños; facilita el paso de las sustancias alimenticias, desde el estómago hasta el ano, y obra, por último, químicamente sobre las mismas, completando la accion de los demás agentes químicos que hemos examinado hasta ahora. Por eso emulsiona las grasas á la manera de la bílis y del jugo pancreático; convierte en azúcar las sustancias amiláceas, como el mismo jugo pancreático y como la saliva; disuelve, en parte, los alimentos azoados á la manera de la pepsina, y trasforma en glucosa el azúcar cristalizado.

Esto al menos parece deducirse de los experimentos de Bidder y de Schmidt. Abierto el abdómen de un perro, ligan fuertemente el intestino duodeno para impedir el paso de la bílis y de los jugos gástrico y pancreático. Colocando despues en una porcion de los intestinos delgados á donde no puedan llegar estos jugos, sustan-

cias alimenticias diferentes, las han visto algunas horas mas tarde, digeridas en totalidad ó en su mayor parte. Busch asegura tambien que en un caso de fístula duodenal por la que se escapaban, saliendo al exterior, lo mismo los alimentos que los jugos de que acabamos de hacer mencion, consiguió salvar al enfermo, próximo ya á una muerte inevitable, introduciendo por la misma fístula, y en la porcion del duodeno á la que no podian llegar ni el jugo gástrico, ni la bílis, ni el jugo pancreático, los alimentos con que consiguió nutrirlo y reanimar sus fuerzas.

Á pesar de todo, estos experimentos no nos parecen decisivos, y seria conveniente que nuevos ensayos vinieran á poner en claro la verdad, sobre todo despues que Thiry cree haber demostrado que el jugo intestinal solo tiene accion sobre la fibrina, y no sobre los demás cuerpos albuminoideos, ni sobre las féculas ni las grasas.

La accion de los diferentes líquidos de que nos acabamos de ocupar, modifica necesariamente la composicion de la pasta quimosa, dándole nuevos caractéres. La disolucion de las materias albuminoideas se hace mas completa; las sustancias amiláceas se trasforman en dextrina y en glucosa; las grasas se emulsionan; se forman los ácidos láctico y butírico, y en una palabra, aumenta considerablemente la cantidad de sustancias asimilables y disueltas, que se hacen así aptas para ser absorbidas y satisfacer en el organismo las necesidades á que la naturaleza las destina.

Á este trabajo complexo es al que se llama *quilificacion*, y á ese conjunto de sustancias disueltas y absorbibles es á lo que se llama *quilo*.

CAPÍTULO XII.

Fermentacion láctica y butírica.—Formacion de gases.—Accion de los intestinos gruesos sobre los alimentos.—Defecacion.

§ 39.

Cuando las materias alimenticias experimentan las modificaciones que acabamos de indicar, se observa constantemente que van acompañadas de cierta cantidad de ácido láctico y de ácido butírico y que llevan consigo algunos gases entre los que se hallan el ácido carbónico y el hidrógeno.

La formacion de los ácidos láctico y butírico parece depender de las metamórfosis que el almidon, las sustancias azucaradas y las gomas experimentan en presencia de algunos cuerpos orgánicos. Mr. Pasteur asegura que la fermentacion láctica, lo mismo que la butírica, se provocan por la presencia de ciertos séres microscópicos de extraordinaria pequeñez, que tienen mucha analogía con los corpúsculos de que se compone el fermento alcohólico, y que, existiendo en gran cantidad en los intestinos, obran sobre las sustancias azucaradas á la manera de un fermento especial, dando lugar á la formacion de los ácidos láctico y butírico y al desprendimiento del ácido carbónico y del hidrógeno; porque en la fermentacion butírica, un equivalente de ácido butírico ($C^8H^7O^3HO$), mas cuatro equivalentes de ácido carbónico 4 (CO^2), mas cuatro equivalentes de hidrógeno, corresponden á un equivalente de azúcar de uva, que es igual á ($C^{12}H^{12}O^{12}$).

En la fermentacion láctica, el azúcar ($C^{12}H^{12}O^{12}$) se trasforma en ácido láctico ($C^{12}H^{10}O^{10}$,2 HO) sin perder ni ganar nada. Como la presencia de gran número de

infusorios en las materias contenidas en los intestinos se halla demostrada por muchos observadores, y como la misma fermentacion alcohólica parece debida, segun afirma Caignard de la Tour, á la presencia de ciertos vegetales microscópicos de forma globulosa, la opinion de Mr. Pasteur adquiere cada dia mayores probabilidades de exactitud. Esto no obstante, el ácido carbónico que se encuentra en los intestinos, puede provenir tambien de una verdadera endosmose gaseosa, en virtud de la cual el oxígeno del aire atmosférico tragado con los alimentos pasaria á la sangre y esta se desprenderia del ácido carbónico que contiene.

Las vegetaciones microscópicas que se desenvuelven en algunos casos, en grande abundancia, tanto en el estómago como en los intestinos, podrán tal vez ocasionar, obrando como fermentos, ese gran desarrollo de ácidos que se observa en algunas digestiones anormales y ese gran desprendimiento de gases — ácido carbónico ó hidrógeno—que serian la consecuencia de fermentaciones patológicas.

Además de los gases de que acabamos de hablar, se desarrollan tambien durante la digestion ázoe, oxígeno, hidrógeno carbonado y ácido sulfhídrico.

El oxígeno y el ázoe parece que provienen del aire tragado con la saliva y los alimentos, y como estos gases son absorbidos por endosmose, segun hemos manifestado anteriormente, ó como entran en combinacion con otras sustancias á medida que avanzan en el tubo intestinal, de ahí el que se hallen en mayor cantidad en el estómago y en los intestinos delgados, y el que desaparezcan por completo ó solo se hallen en corta cantidad en los intestinos gruesos.

La formacion del ácido sulfhídrico se cree que está subordinada á la presencia de materias alimenticias ó excrementicias, ricas en azufre y de fácil descomposi-

cion, y el hidrógeno carbonado, lo mismo que el anterior, parece que se forma mas fácilmente en los intestinos gruesos donde esas materias permanecen mas tiempo y se alteran mas profundamente.

En circunstancias ordinarias, los gases, ó son absorbidos ó expulsados al exterior, y parece que no ejercen otra influencia en los fenómenos de la digestion que la de favorecer la marcha de las sustancias alimenticias hácia el ano y comprimir uniformemente las vísceras de la cavidad abdominal. En algunos casos la cantidad de gases que se desarrolla es muy considerable, y aunque no son bien conocidas las causas de que depende este fenómeno, parece ser debido, como hemos dicho anteriormente, al desarrollo de fermentaciones anormales.

Conducidas las sustancias alimenticias por las contracciones peristálticas del tubo digestivo hasta el ciego, y en la imposibilidad de retroceder hácia los intestinos delgados por impedirlo la válvula ileo-cecal, experimentan nuevas modificaciones en todo el trayecto de los intestinos gruesos.

En primer lugar, aunque las materias digeridas son ya bastante consistentes al salir del ileon por que ha sido absorbida, casi en su totalidad, la parte soluble que en ellas se encontraba, se hacen aun mas consistentes al llegar al ciego, porque todavía abandonan á la absorcion parte de los líquidos que contienen.

La pasta semisólida que constituye las heces, está principalmente formada por las sustancias alimenticias que han escapado á la digestion y que no han podido ser absorbidas. Por eso puede decirse de un modo general, que las heces serán tanto mas abundantes, suponiendo que se tomen cantidades iguales de diferentes alimentos, cuanto mas refractarias sean á la accion de los jugos gástricos. Las carnes y la mayor parte de las sustancias albuminoideas tienen pocos principios que

no sean digeridos y por eso dejan poco residuo estercoráceo. Los vegetales dejan casi siempre un residuo estercoráceo mayor, porque la celulosa, que constituye la parte mas considerable de su tejido, es inatacable por los jugos digestivos. Las semillas son de difícil digestion y pueden ser arrojadas por el ano sin perder su facultad germinativa, ni aun en las aves, explicándose así la diseminacion de ciertas plantas por la superficie del globo. Y como la mayor ó menor digestibilidad de algunas sustancias cambia completamente, segun las diferentes clases de animales, de ahí el que la cantidad de excrementos que en cada uno de ellos se produce con los mismos alimentos, sea completamente diferente. El castor, que trasforma la celulosa en materia soluble, la absorbe casi por completo y sin dejar residuo, en circunstancias normales, mientras que dejaria sin digerir la carne de que hiciera uso y la encontrariamos casi intacta en sus deyecciones.

En los excrementos encontramos tambien sustancias que, aunque digeribles, no han sido digeridas por cualquiera causa, ó que, aunque digeridas y disueltas, no han sido absorbidas. Así hallamos ácido margárico y cuerpos grasos, materias albuminoideas, almidon, bílis mas ó menos degenerada, mucosidades y sales inorgánicas solubles é insolubles en el agua, lo que parece demostrar que la facultad de digerir y de absorber estas sustancias está sujeta á ciertos límites, y que solo se absorbe una parte mayor ó menor, segun los casos y las diferentes especies animales, mientras que la restante es expulsada por el ano, confirmándose de este modo que no nutre lo que se come, sino lo que se digiere, ó mejor aun, que solo puede nutrir lo que, además de ser digerido, es absorbido.

Los excrementos toman en los intestinos gruesos un color particular que es debido á la materia colorante

de la bílis. Saturada la sosa de este líquido por el ácido libre del jugo gástrico que los alimentos llevan consigo al conducto intestinal, la materia colorante de la bílis precipita bajo la forma de corpúsculos amorfos, que van tomando un color mas oscuro á medida que la materia excrementicia se acerca al ano.

El uso de las aguas minerales ferruginosas ó de otras preparaciones marciales, puede dar lugar á que las evacuaciones alvinas tomen un color verde oscuro por el sulfuro de hierro que se forma y que se mezcla con ellas. Lo mismo sucede con el uso de los calomelanos, á consecuencia del sulfuro de mercurio que se forma y de la mayor secrecion de bílis que provoca.

El ácido libre del jugo gástrico, obrando sobre la bílis, puede dar lugar á otras reacciones, produciendo, segun aseguran algunos, los ácidos colínico y felínico, la dislisina, una materia cristalizable llamada por Mr. Marcet *excretina*, ó la llamada por Flint *estercorina*, que resulta de la descomposicion de la colesterina de la bílis.

La bílis ó los productos que provienen de su descomposición, parece que ejercen una grande influencia en el olor de los excrementos, pero contribuyen al mismo objeto los humores segregados por las glándulas de la túnica mucosa del intestino y los diferentes gases que pueden haberse formado durante el trabajo digestivo.

Si se tiene en cuenta la gran cantidad de agua que bebemos y la no menos considerable de saliva, bílis, jugo gástrico, jugo pancreático y jugos intestinales que constantemente se depositan en el tubo intestinal, y si se advierte al mismo tiempo la corta porcion de sustancia líquida que sale con los excrementos, podremos convencernos de dos cosas. Primera: la grandísima importancia de la absorcion que se efectúa en las vias digestivas; y segunda: la poderosa influencia que el ejercicio normal de esta absorcion ha de tener en el res-

to del organismo, puesto que elevándose á cerca de diez kilógramos la cantidad de jugos segregados que se vierten en el tubo intestinal en el espacio de veinticuatro horas, si la reabsorcion de estas sustancias se efectúa de una manera normal, la economía nada pierde, sino que las recupera de nuevo; pero si esa absorcion se interrumpe ó debilita, en vez de recuperarlas, son eliminadas con las heces, lo mismo que los principios alimenticios que han disuelto, y la organizacion no puede menos de resentirse de esas pérdidas que no le es dable reparar.

La excitacion producida por las materias fecales en la parte inferior del recto, determina una sensacion mas ó menos imperiosa que precede á la defecacion. Las fibras circulares de este intestino se contraen para vencer la resistencia que los músculos esfínteres oponen á su salida. La glotis se cierra para que no salga el aire contenido en los pulmones y para proporcionar un punto de apoyo al diafragma con el objeto de resistir la presion desenvuelta por la contraccion de los músculos rectos, transversos y oblícuos del abdómen, y las materias contenidas en el intestino, comprimidas por todas partes, salen al exterior.

Si la sensibilidad de la mucosa del recto está exaltada, basta la menor cantidad de líquido para provocar en este órgano la necesidad de evacuarlo, dando lugar á lo que en patología se llama *tenesmo*. Á veces la sensibilidad del recto está debilitada y la sensacion que precede á las evacuaciones no se hace sentir en muchos dias. En circunstancias normales, esta necesidad se experimenta cada veinticuatro horas, poco mas ó menos, si bien tiene en sus manifestaciones una grande influencia la costumbre.

SECCION SEGUNDA.

Absorcion.

CAPÍTULO I.

Vasos absorbentes.

§ 40.

La absorcion es una funcion en virtud de la cual las sustancias líquidas ó gaseosas, puestas en contacto con nuestros tejidos, son trasportadas al interior del organismo hasta penetrar en el torrente circulatorio.

La absorcion no se limita á recoger en el tubo intestinal los productos solubles obtenidos de los alimentos por los órganos digestivos. Lo mismo la piel que las membranas mucosas, y lo mismo las membranas serosas que el tejido celular, ó que cualquiera otro de la economía, todos son susceptibles de chupar las sustancias flúidas que con ellos se ponen en contacto y todos son aptos tambien para trasladarlas al interior de los vasos que constituyen parte de su trama.

Hasta estos últimos tiempos ha sido grande la divergencia entre los fisiólogos acerca de si eran los vasos linfáticos ó los sanguíneos los encargados de la absorcion.

Antes del descubrimiento de los vasos linfáticos, hecho por Aselli en 1622, se creia que la absorcion

se efectuaba por las venas. Despues de haberse demostrado que los vasos linfáticos existen casi en todas las partes del cuerpo; que van reconcentrándose en troncos mas gruesos hasta terminar en el conducto torácico, llegando de este modo á ponerse en comunicacion directa con las venas, y despues de haber visto que los productos de la digestion pasan desde el tubo intestinal á los vasos linfáticos del mesenterio y de aquí al citado conducto torácico y á la vena subclavia izquierda, se creyó que estos vasos constituian lo que se llamaba el sistema absorbente y que eran los únicos encargados de todas las absorciones, con exclusion completa de las venas.

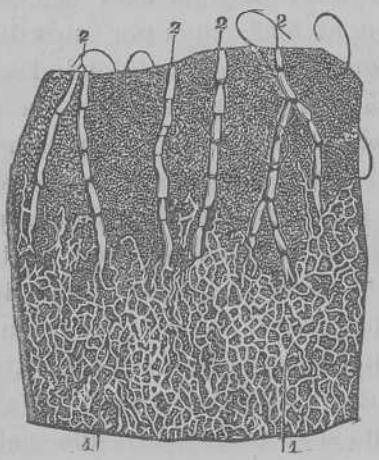

FIGURA 12.ª

1, 1. *Red linfática de donde nacen los vasos linfáticos* **2, 2, 2, 2.**

Sin embargo, los experimentos de Magendie, que datan de 1809, demostraron de una manera indudable que no habia exactitud en tal opinion, porque colocando un veneno en la pierna de un perro, separada com-

pletamente del cuerpo del animal con el que no tenia mas comunicacion que por la arteria y por la vena crurales, desprovistas de sus vasos linfáticos, se presentaron todas las señales del envenenamiento, suspendiéndose los síntomas del mismo cuando, por medio de la presion en la vena crural, se interrumpia el curso natural de la sangre hácia el cuerpo del animal. Los experimentos de Magendie demostraron de una manera tan concluyente la absorcion venosa, que hasta se llegó á creer, como se habia creido anteriormente, que los vasos linfáticos eran completamente extraños á esta funcion.

Á pesar de estas exageraciones, la generalidad de los fisiólogos está hoy de acuerdo en que la absorcion se efectúa por los linfáticos y por las venas, si bien se asegura que es mucho mas activa por estos últimos vasos, escepto en el conducto intestinal donde la absorcion de los linfáticos es mas considerable. No se puede dejar de admitir la absorcion venosa, porque ya hemos visto que está completamente demostrada. No se puede tampoco negar la absorcion por los linfáticos, porque parte de los productos de la digestion se encuentran en estos vasos; porque el cianuro férrico-potásico depositado en la pierna de un animal, en la que se haya imposibilitado la circulacion sanguínea, se encuentra, á pesar de esto, en la linfa del conducto torácico algun tiempo despues; porque si se coloca la misma sustancia en el tejido celular subcutáneo de la cabeza de un caballo, aparece al cabo de algunos minutos en el tronco linfático cervical del lado derecho; porque el yoduro de potasio, introducido en el canal digestivo de un cordero, aparece en seguida en el conducto torácico, y no es presumible que estas materias hayan sido absorbidas por las venas, y trasladadas despues á los linfáticos, cuando sabemos que entre estos vasos no hay otras comunica-

ciones directas, al menos en el hombre, que las que tienen lugar en el conducto torácico y en el tronco linfático del lado derecho del cuello.

Antes de estudiar las causas de que depende la absorcion y las leyes á que está sujeta, será conveniente que examinemos cada una de las absorciones en particular.

CAPÍTULO II.

Absorcion de los productos de la digestion.

§ 41.

Sitio de la absorcion digestiva.—La absorcion de las sustancias alimenticias digeridas puede efectuarse en todo el trayecto del tubo intestinal; pero esta absorcion es muy débil en aquellos puntos en que los alimentos permanecen poco tiempo ó en los que no se ha efectuado todavía su completa disolucion.

En la boca, lo mismo que en la faringe y que en el exófago, solo puede ser absorbida una pequeña parte del agua y de las sales solubles que acompañan á los alimentos. Posible es tambien que se absorba una corta porcion de la glucosa que empieza á formarse por la accion de la saliva sobre las féculas.

En el estómago la absorcion es ya mucho mas activa, pues no solo se absorben las bebidas, sino los productos de la digestion de los alimentos sólidos trasformados por el jugo gástrico en peptonas, y las disoluciones del azúcar formado á expensas de las materias amiláceas. La ligadura practicada en la porcion pilórica del estómago de un perro no impide que desaparezca el agua y la mayor parte del alcohol introducido en esta víscera. En algunos casos de fístulas duodenales se ha podido

comparar el peso y la naturaleza de los alimentos introducidos en el estómago con el de las sustancias que salian por la fístula, y se ha podido demostrar que casi la totalidad del azúcar y gran parte de la albúmina habian sido absorbidas antes de llegar al tubo intestinal. La absorcion estomacal se ha negado por Bouley, fundándose principalmente en observaciones hechas en el caballo de las cuales parece resultar que la ingestion en el estómago de grandes cantidades de estricnina no ocasiona el envenenamiento, con tal que se haya ligado anteriormente la parte correspondiente al píloro. Tambien Koss participa de esta opinion atribuyendo al epitelio cilíndrico del estómago con relacion á esta víscera un papel tan exageradamente protector que no solo impide que se digiera á sí misma, sino que aquí, como en otras superficies, la de la vejiga, por ejemplo, se opone por completo á la absorcion. Á pesar de todo, sin negar á los epitelios su influencia protectora sobre las superficies que tapizan, los últimos experimientos de Schiff, de Colin y de algunos fisiólogos italianos no permiten poner en duda la absorcion estomacal.

En los intestinos delgados la absorcion adquiere, por decirlo así, toda su importancia, pues no solo son absorbidas las bebidas, las materias albuminoideas, las amiláceas y azucaradas que el estómago no ha podido absorber, sino los aceites y las grasas, los ácidos butírico, láctico y los demás productos secundarios que se van formando á expensas de las sustancias digeridas.

La absorcion es mucho menos activa en los intestinos gruesos, pero no por eso puede considerarse como nula. El aumento de consistencia que adquiere la materia alimenticia durante su permanencia en el ciego y en el colon, demuestra que sigue cediendo al organismo una parte de los líquidos y de los principios solubles que aun lleva consigo. Además, las sustancias nutriti-

vas líquidas que se depositan en la porcion terminal del tubo alimenticio, son tambien absorbidas, y los efectos que resultan de la inyeccion por el ano de sustancias tóxicas ó medicinales no permiten dudar de la absorcion efectuada por el recto y por los demás intestinos gruesos.

La facultad absorbente del estómago y de las demás porciones del tubo intestinal no puede ser igual en todos los casos ni en todos los animales. La mayor ó menor densidad del epitelio en los diferentes puntos de la mucosa y otras particularidades de estructura, lo mismo que el mayor ó menor tiempo que las sustancias alimenticias permanecen en las diferentes porciones del tubo digestivo, ejercen grande influencia en la absorcion. El caballo, por ejemplo, absorbe poco por el estómago, y la absorcion es muy enégica en los intestinos gruesos. Los dos primeros estómagos de los rumiantes parecen dotados de poquísima permeabilidad para los líquidos, siendo esta la causa de que el camello pueda pasar muchos dias sin beber, porque conserva en estos receptáculos el agua ingerida anteriormente, utilizándola cuando la necesita para apagar la sed.

§ 42.

Del quilo.—Hasta hace muy poco tiempo se creia que todas las sustancias alimenticias quedaban convertidas por la digestion en un producto único, al que se daba el nombre de quilo, y se creia además que este producto era exclusivamente absorbido por los vasos linfáticos del intestino. De ahí el que se les diera el nombre de quilíferos y el de que se considerara como quilo, ó sea como producto útil de la digestion, á todo el líquido que conducen estos vasos.

Este modo de resolver la cuestion dá lugar á que se cometan tres graves errores. En primer lugar, el producto útil de la digestion no es uno solo, sino que son varios.

En segundo lugar, estos productos no se absorben exclusivamente por los vasos quilíferos, sino por los quilíferos y por las venas; y en tercer lugar, el líquido contenido en los vasos quilíferos no procede exclusivamente de los productos de la digestion, sino que se compone de una parte de estos productos y de *linfa* absorbida en diferentes partes del organismo.

Para demostrar que son varios los productos de la digestion, basta recordar que la mayor parte de las sustancias azoadas quedan convertidas en albuminose; que las féculas se convierten en glucosas; que los aceites y las grasas se digieren sin descomponerse, y que se forman además algunos productos secundarios, como el ácido láctico, el butírico, etc.

Para convencernos de que los productos de la digestion no son absorbidos exclusivamente por los vasos quilíferos, citaremos los hechos siguientes: Dando á un perro el cianuro férrico-potásico mezclado con los alimentos, desaparece del conducto intestinal al poco tiempo, y se reconoce su presencia en la sangre de la vena porta y aun en las del resto del organismo por medio del cloruro de hierro, con cuya reaccion se forma el color azul de Prusia.

Tambien se encuentra el azúcar en el sistema circulatorio general, y aunque esto podria atribuirse á que ha sido segregado por el hígado, el hallarse como se halla en la vena porta en mayor cantidad que en la sangre arterial, demuestra sin negar que el hígado segregue azúcar, que el orígen del que contiene la vena porta se halla en la absorcion de las sustancias glucósicas del conducto intestinal. Las materias albuminóideas pasan del mismo modo á la vena porta, cuya sangre contiene despues de las comidas una cantidad de albúmina mucho mayor que la ordinaria, y hasta las sustancias grasas se encuentran en la sangre de la referida vena,

segun se observa examinándola con el microscopio. Por lo demás, bastaria tener en cuenta que hay muchos animales que carecen de sistema quilífero y en los que la absorcion de todos los productos digeridos se efectúa por las venas, para que no se hubiera puesto en duda la propiedad absorbente de estos vasos.

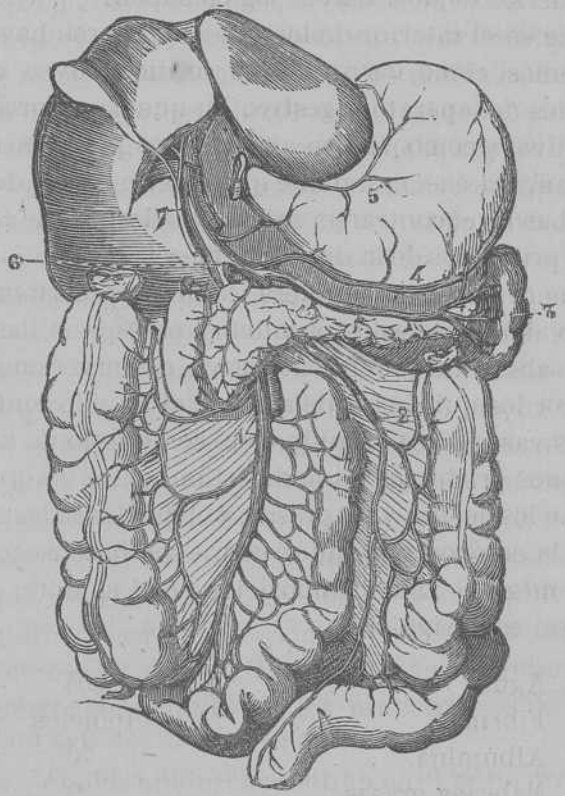

FIGURA 13.ª

Vena porta y sus raices.

1. *Meseráica mayor.* 2 *meseráica menor.* 3 *esplénica.* 4 *gastro-epiploica izquierda.* 5 *coronaria estomática.* 6 *origen del tronco de la vena porta.* 7 *conducto colédoco.*

Esto no quiere decir que los vasos quilíferos no absorban á su vez; pero, ¿qué absorben? ¿Qué es lo que

contienen en su interior? En una palabra: ¿Qué es el quilo?

Los vasos quilíferos forman parte del sistema linfático que se distribuye por casi la totalidad de nuestro organismo, y estos vasos linfáticos están encargados de conducir al conducto torácico la linfa que recogen en la trama de los tejidos. Parece lógico suponer, por lo mismo, que en el interior de los vasos quilíferos hay linfa.

Además, como los quilíferos se distribuyen en las porciones del aparato digestivo en que la absorcion es mas activa, y como pueden absorber los productos de la digestion, parece indudable que en el interior de esos vasos, han de encontrarse, sobre todo despues de las comidas, productos de la digestion mezclados con la linfa, de manera que esta adquiera caractéres particulares. Y como alguno de estos productos, en especial las grasas, son absorbidos preferentemente, segun veremos despues, por los quilíferos, de ahí que el líquido contenido en estos vasos ó sea el quilo, esté compuesto de linfa y de algunos productos de la digestion, entre los que predominan los aceites y las grasas, y el que tenga los caractéres y la composicion química que son la consecuencia de esta mezcla. Esta composicion en el hombre, segun Mr. Rees, es la siguiente:

Agua.	904
Fibrina.	Indicios.
Albúmina.	70
Materias grasas.	9
Materias, extractos y sales.	14

El quilo es efectivamente un líquido blanco ligeramente rosáceo, opaco y parecido á la leche. Se coagula espontáneamente, lo mismo que la linfa, cuando se le extrae del cuerpo. Se enrojece ligerísimamente al contacto del aire ó agitándole en una atmósfera de oxígeno.

Examinándole con el microscopio se descubren glóbulos plásmicos de apariencia glutiosna, algunos glóbulos rojos parecidos á los de la sangre, mas ó menos alterados, y una grande cantidad de corpúsculos esféricos muy pequeños, constituidos por partículas de grasa revestidas de una cubierta delgada de materia albuminoidea.

La proporcion de materias grasas que se encuentran en el quilo varía, segun los casos, y esto contribuye á que su aspecto sea diferente. En los animales herbívoros, en las aves y en general siempre que los alimentos contienen pocos principios grasos, el quilo es claro y casi trasparente. En los animales carnívoros y en aquellos casos en que son absorbidas en el intestino cantidades notables de grasa, el quilo se hace opaco y toma los caractéres de una emulsion cremosa.

El quilo debe la propiedad de coagularse á la corta cantidad de fibrina que contiene. Probablemente la fibrina que se encuentra en el quilo procede de la linfa que está mezclada con él y no de la que entra en la composicion de los alimentos, porque esta se trasforma en albuminose en el acto de la digestion: porque hay mayor cantidad de fibrina en el quilo del conducto torácico, que es donde abunda la linfa, que en el de los quilíferos del mesenterio, y porque ni la abstinencia ni la ingestion considerable de sustancias albuminoideas influyen de una manera perceptible en las proporciones de fibrina que contiene.

Los glóbulos que se encuentran en el quilo proceden, segun todas las probabilidades, del mismo orígen, es decir, de la linfa. Estos glóbulos son mas numerosos en el quilo recogido en las inmediaciones del conducto torácico, y por esta causa el que se extrae de este punto tiene un color rosado, se enrojece ligeramente al contacto del aire y presenta, formando parte de su composicion, una cortísima cantidad de hierro.

Las materias albuminoideas que se encuentran en el quilo proceden indudablemente, en su mayor parte, de las que han sido absorbidas en el tubo intestinal, y el resto, de las que la linfa lleva consigo. Trommer asegura haber hallado azúcar en el quilo, lo que nada tendria de extraño, y en este caso no podria tampoco explicarse su presencia sino por la absorcion de este principio en las vias digestivas.

No es fácil calcular la cantidad de quilo que entra en el torrente circulatorio cada veinticuatro horas: primero, porque los experimentos que seria preciso efectuar son imposibles en el hombre; segundo, porque la cantidad de quilo debe variar extraordinariamente segun la alimentacion y otras circunstancias en que se hallan los animales; y tercero, porque, como ya hemos dicho, se halla mezclado con la linfa.

Mr. Goodsir, fisiólogo de Edimburgo, tiene acerca de la absorcion del quilo una opinion particular. Cree que el quilo es el producto de una verdadera secrecion; que las vellosidades del intestino son glándulas recrementicias encargadas de tomar al quimo los materiales con que han de elaborar el quilo, y que el conducto excretor de estas glándulas está formado por las raicillas linfáticas que se abren en el eje de cada una de estas vellosidades. Por mas ingeniosa que parezca esta opinion, es difícil aceptarla en el dia por completo.

CAPÍTULO III.

Absorciones serosas.

§ 43.

De la trasudacion y de la absorcion de la serosidad.— Hemos visto que el quilo no es probablemente otra cosa

que la linfa unida á varios principios de los que se obtienen en el acto de la digestion, y como no sabemos nada todavía acerca del orígen, composicion y usos que desempeña en el organismo la linfa, conviene que digamos algo acerca de este punto. Para comprenderlo mejor, será preciso que hablemos antes de la *trasudacion*.

Los vasos que conducen la sangre no son impermeables. El líquido que circula en su interior comprime, de dentro á fuera, las paredes de estos vasos, y como estas paredes son porosas, la sangre se filtra, por decirlo así, saliendo al exterior su parte mas ténue y delicada, ó sea la serosidad plásmica, que viene á depositarse en las areolas de los tejidos inmediatos.

La trasudacion de la serosidad es tanto mas fácil cuanto mayor es la tension con que la sangre comprime las paredes de los vasos, cuanto mas grande es la fluidez de este líquido ó la cantidad de agua que contiene, y cuanto mayor permeabilidad adquieren las paredes vasculares.

La tension de la sangre depende principalmente del impulso comunicado á la misma por las contracciones del corazon y de los obstáculos que se oponen á su paso. Al hablar de la circulacion veremos que en el estado normal estos obstáculos se encuentran principalmente en el sistema capilar, y por lo mismo la trasudacion se efectúa en este sistema.

En algunos estados patológicos, el edema ó la infiltracion serosa de las extremidades reconoce casi siempre por causa algun obstáculo mecánico que dificulta el paso de la sangre hácia el corazon en las venas de la parte enferma. En los últimos meses del embarazo, el útero comprime las ilíacas; la sangre así detenida aumenta su fuerza de tension contra las paredes de los vasos y la trasudacion es mucho mayor, produciendo una infiltracion serosa que solo desaparece despues del parto, ó

cuando la matriz vuelve á sus condiciones normales. Los tumores que se desarrollan en la inmediacion de las venas producen tambien edemas de esta clase, que desaparecen con la extirpacion de aquellos.

Las inyecciones acuosas en las venas hacen mas fácil y mas abundante la trasudacion, y cuando disminuye la densidad del suero de la sangre, por tener en disolucion menor cantidad de albúmina, la trasudacion es tan abundante, que se forman infiltraciones generales.

Como los troncos vasculares tienen sus paredes bastante gruesas, la trasudacion no se efectúa por ellos, ni aun en los casos en que se aumenta la tension de la sangre á consecuencia de obstáculos accidentales como los que acabamos de citar. En los vasos capilares las paredes son mucho mas ténues, y tanto por esto como porque la sangre encuentra en este sistema mayores dificultades á su paso, segun hemos dicho ya, la extravasacion de la serosidad se efectúa en ellos de una manera exclusiva. El estado de relajacion ó de falta de tonicidad en que se encuentran á veces los tejidos, favorece la trasudacion.

Si la serosidad no es, como acabamos de indicar, mas que el plasma de la sangre extravasado por entre las paredes de los capilares, y depositada en los intersticios del tejido conjuntivo ó en las cavidades viscerales, la composicion química de estos dos líquidos debe tener grande semejanza, y las diferencias que entre ellos se noten han de ser puramente accidentales.

El plasma de la sangre contiene mayor cantidad de sustancias albuminoideas que la serosidad; pero en primer lugar, así como el agua pierde gran parte de sus sales al atravesar una capa de arena de bastante espesor, así el plasma al pasar por entre las túnicas vasculares pierde, segun ha demostrado Hoppe, fisiólogo ale-

man, parte de su albúmina. Además, si las experiencias de Mr. Mialhe son exactas, la albúmina se halla en el plasma en dos estados diferentes: *disuelta,* que es la que pasa á través de las paredes capilares y la que encontramos en la serosidad; y en *estado globular,* que no puede atravesar el filtro y que falta de consiguiente en el líquido filtrado. La fibrina tropieza tambien con dificultades á su paso y por eso no se halla en la serosidad sino en muy cortas proporciones. Por lo demás, la analogía entre el plasma de la sangre y la serosidad es tanta que cuando en el primero de estos líquidos hay glucosa, como sucede en algunos casos de diabetes, ó pigmento biliar, como sucede en la ictericia, ó urea ó productos amoniacales, tambien se encuentran en el segundo.

La serosidad depositada de este modo en la trama de todos los tejidos, tiene sin duda algun objeto, porque la naturaleza no hace nada por capricho, y si como acabamos de ver está formada por el plasma de la sangre, no debe sorprendernos que sirva para la nutricion de esos tejidos en cuyo interior se aloja y que intervenga en las secreciones y en la traspiracion. Como consecuencia de este trabajo intersticial en la trama de los órganos, la serosidad cede algunos de sus elementos constitutivos y adquiere en cambio otros nuevos, siendo al fin absorbida por las raicillas de las venas ó por los vasos linfáticos para volver al torrente circulatorio de donde anteriormente habia salido. A esa serosidad mas ó menos modificada, absorbida por los linfáticos y contenida en el interior de estos vasos, es á lo que llamamos *linfa.*

§ 44.

La *linfa* es un líquido trasparente, amarillento, viscoso, salado, compuesto de agua, fibrina, glóbulos, al-

búmina, materias grasas, materias extractivas, algunos gases y sales; puesta en contacto con el aire forma un pequeño coágulo gelatinoso.

La cantidad de agua que se encuentra en la linfa es de noventa y dos á noventa y siete por ciento: la de fibrina es, con corta diferencia, igual á la que se halla en el plasma de la sangre, y como hemos visto ya que en la trasudacion pasa poca fibrina y que se encuentra tambien poca en la serosidad, parece natural suponer que la que hallamos en la linfa procede de los cambios que la serosidad experimenta como consecuencia del movimiento de descomposicion de los tejidos. Á la fibrina que contiene debe la linfa la propiedad de coagularse; pero como su coagulacion no tiene lugar en el interior de los linfáticos, y únicamente se verifica cuando se la extrae de los mismos y se la pone en contacto con el aire, se cree que la fibrina de este humor no es coagulable en los vasos porque no está allí aun completamente formada, por faltarle oxígeno; y para diferenciarla de la fibrina de la sangre se la ha llamado *fibrinógeno*, por unos y *bradyfibrina* por otros, suponiéndola producida como la de la sangre, por el desdoblamiento mas ó menos espontáneo de la plasmina de Denis.

Los glóbulos que se encuentran en la linfa son de tres clases: los unos son esféricos, incoloros, de un centésimo de milímetro, poco mas ó menos, y muy parecidos á los glóbulos plásmicos de la sangre; los otros, mucho mas reducidos en número, tienen toda la apariencia de los glóbulos rojos: los terceros son de una pequeñez extraordinaria y parecen consistir en partículas de grasa cubiertas de una película de materia albuminoidea. El orígen y la formacion de los glóbulos plásmicos no es bien conocido. Se sospecha,—aunque no somos de esta opinion, como veremos al hablar de la sangre,—que se forman en el interior de los gánglios,

de donde la linfa los toma á su paso y se dice que quizás por esto la hipertrofia de los gánglios linfáticos produce con frecuencia la *leucocythemia*, ó abundancia de glóbulos plásmicos en la sangre.

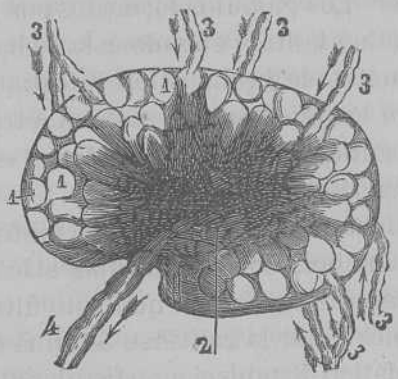

FIGURA 14.ª

Estructura de un gánglio linfático segun Kolliker.

La capa superficial ó caverna está formada de areolas, **1, 1** *que comunican entre si.* **2** *sustancia profunda.* **3, 3, 3, 3** *vasos linfáticos aferentes.* **4** *vaso linfático eferente que sale del iles procedente de la sustancia central del gánglio.*

Tampoco es bien conocido el orígen de los glóbulos hemáticos. Sospechan algunos fisiólogos que son los mismos glóbulos plásmicos que se convierten en hemáticos por un trabajo mas adelantado de organizacion. Generalmente se cree que son glóbulos que proceden de la sangre mezclados accidentalmente con los de la linfa; pero como no hay aberturas en las extremidades originarias de los linfáticos, y como tampoco existe comunicacion directa entre la red inicial de estos vasos y la de los capilares sanguíneos es forzoso admitir, ó que los glóbulos hemáticos se forman en el interior de los vasos

linfáticos, ó que se introducen allí accidentalmente mezclándose con algo de sangre de la que afluye al conducto torácico cuando la linfa se recoge en este punto, ó de la que resulta de la pequeña hemorragia que se produce al poner en descubierto el vaso linfático de donde se la quiera extraer. Los glóbulos formados por la grasa solo se encuentran en la linfa cuando esta se halla mezclada con los productos de la digestion intestinal. Los gases de la linfa son los mismos que se encuentran en la sangre, pero la cantidad de ácido carbónico es menor que el contenido en la sangre venosa.

La linfa tiene menor cantidad de albúmina que el plasma de la sangre, con las mismas sales y asociadas en las mismas proporciones que este último líquido. No es posible calcular la cantidad de linfa contenida en el sistema linfático. Estableciendo fístulas en el conducto torácico de algunos animales, se ha visto que en el caballo pasa por este conducto un kilógramo de linfa cada hora. En la vaca tres kilógramos.

§ 45.

Absorcion pulmonal.—Hemos dicho que la absorcion no se limita á recoger en el tubo intestinal los productos de la digestion, sino que todos los tejidos son susceptibles de chupar las sustancias flúidas que con ellos se ponen en contacto, como por ejemplo la linfa, y ahora debemos añadir que no son solo las sustancias propias del organismo las que pueden ser absorbidas, sino que lo son tambien las sustancias extrañas que accidentalmente se pongan en relacion con las superficies vivas.

El aparato respiratorio es, entre todas las partes de la economía, la que reune mejores condiciones para la absorcion. Basta aproximar á las narices de un perro un frasco con algunas gotas de ácido cianhídrico puro.

para que el vapor que desprende sea absorbido rápidamente y quede muerto el animal. Las mas pequeñas cantidades de hidrógeno arsenicado producen un efecto análogo, y el sábio Gehlen murió desgraciadamente á consecuencia de haber querido reconocer, por el olor, si habia ó no desprendimiento de este gas en el aparato en que lo preparaba. Las sustancias olorosas producen á veces trastornos mas ó menos graves. La inspiracion del cloroformo y del éter dan lugar á la anestesia; y la respiracion de miasmas pantanosos ó de un aire impuro, ocasiona enfermedades graves y dá lugar probablemente al desarrollo de algunas epidemias. Las sustancias líquidas se absorben tambien con mucha rapidez por la mucosa pulmonal, y las disoluciones salinas inyectadas en este sitio se encuentran á los pocos segundos en la sangre.

§ 46.

Absorcion por la piel.—La piel, sobre todo cuando la epidermis es fina, ó mejor aun, cuando falta, posee en alto grado cualidades absorbentes, como lo demuestra la facilidad con que pasan al interior del organismo las sustancias medicinales que en ella se colocan. En los puntos de la piel en que la epidermis es gruesa, la absorcion se efectúa con mas dificultad. Lo mismo sucede cuando está cubierta de unto sebáceo, porque los líquidos acuosos encuentran en este caso dificultades á su paso. La piel absorbe tambien los gases, y basta colocar á un animal en una atmósfera de hidrógeno sulfurado para que sucumba á su accion, aunque la cabeza esté fuera del aparato y respire aire puro. Desde hace mas de un siglo la teoría de la absorcion cutánea ha tenido, á la vez que entusiastas defensores, detractores decididos. En estos últimos tiempos la cuestion se ha

estudiado algo mas científicamente de lo que lo habia sido hasta aquí y el resultado de los experimentos y trabajos de Rabuteau, Warlam, Roussin, etc., puede reasumirse en la siguiente regla general. La absorcion cutánea de las sustancias gaseosas ó volátiles es grande; la de las sustancias sólidas y fijas disueltas en el agua ó unidas á los cuerpos grasos es muy pequeña ó casi nula.

§ 47.

Absorcion por las membranas mucosas.—Las membranas mucosas, tanto internas como externas, reunen excelentes condiciones para la absorcion. Ya hemos visto la facilidad con que son absorbidos los productos de la digestion en las diferentes partes del aparato digestivo por mas que la naturaleza del epitelio que recubre la mucosa, y su diferente modo de ser en los distintos animales y en los diversos puntos de este aparato, influye poderosamente en la mayor ó menor actividad de estas absorciones, hasta el punto de que en ciertos y determinados sitios, como el estómago del caballo, aparezca casi nula. Las sustancias medicinales, lo mismo que los venenos que se introducen en el tubo intestinal, son tambien absorbidos rápidamente. El ácido cianhídrico, colocado en la conjuntiva de un perro, obra con una violencia extraordinaria, lo que demuestra la celeridad con que en esta mucosa se efectúa la absorcion. En la que reviste los conductos excretores de los receptáculos de las glándulas, son en parte absorbidos los líquidos segregados. La bilis de la vesícula biliar es por esta causa mas oscura y mas viscosa que la que afluye directamente al intestino. La orina es mas densa cuanto mas tiempo permanece en la vejiga.

§ 48.

Absorcion por las membranas serosas.—Las membranas serosas reunen igualmente condiciones anatómicas favorables á la absorcion. Los derrames pleuríticos y peritoneales desaparecen en algunos casos. La nuez vómica, introducida en la cavidad de la pleura ó del peritoneo de un perro, provoca fácilmente el envenenamiento de este animal.

§ 49.

Absorcion por el tejido celular, por las superficies accidentales, por los huesos, por los tendones, por las aponeurosis y por el sistema nervioso.—Las sustancias solubles depositadas en la superficie de una herida ó de una úlcera son igualmente absorbidas. El tejido conjuntivo que ocupa los intersticios que los diversos órganos dejan entre si ó que entra en la formacion de estos órganos, es tambien apto para introducir las sustancias absorbibles hasta el torrente de la circulacion.

En los huesos se observa durante casi toda la vida un trabajo lento de reabsorcion. En los cartílagos, tendones, aponeurosis y sistema nervioso, las absorciones son tambien lentas y difíciles, porque su tejido es muy compacto y porque son pocos los vasos que los riegan.

§ 50.

Consideraciones generales acerca de la importancia de la absorcion.—La sola circunstancia de que las absorciones se efectúan en todos los tejidos de la economía, demuestra ya la grandísima influencia que ejercen tanto en el estado normal como en el estado patológico de los individuos.

Hemos visto que el plasma de la sangre sale por trasudacion de los receptáculos que lo contienen para regar todas las partes del organismo. Al hablar de la nutricion veremos que el plasma cede á los tejidos los elementos que estos necesitan, recogiendo en cambio los productos ya inservibles, y como es preciso que ese plasma mas ó menos modificado vuelva al torrente circulatorio, la absorcion se encarga de recogerlo y trasladarlo hasta el interior de los vasos, sin lo cual se ocasionarian los trastornos mas graves. Por otra parte, como la sangre pierde contínuamente en la nutricion y en las secreciones parte de los elementos que la forman, la absorcion se encarga de recoger otros nuevos, elaborados préviamente en el aparato digestivo, para que de este modo pueda regenerarse y conservar sus cualidades primitivas, pues en otro caso sobrevendria la inanicion y la muerte. Cuando la cantidad de alimento que se toma es insuficiente, la absorcion recoge dentro del organismo el tejido adiposo y los demás productos absorbibles que encuentra, manifestándose de este modo la utilidad de la dieta en algunos casos, puesto que la absorcion se hace mas activa y desaparecen por su medio algunos productos morbosos sólidos ó líquidos, depositados en el seno de los tejidos, como los que constituyen la hepatizacion pulmonar, el engurgitamiento del testículo, las infiltraciones serosas, etc. Cuesta trabajo comprender cómo se efectúan por las paredes de los vasos sanguíneos dos fenómenos tan diferentes como la absorcion y la trasudacion; sin embargo, la explicacion no es difícil. Los intersticios de los vasos no son todos de igual diámetro. Los mas grandes permiten el paso á la serosidad plásmica de la sangre; los mas pequeños, que son los que constituyen los intersticios capilares, no permiten esta salida, pero en cambio ejercen sobre los líquidos con que se hallan en

contacto esa série de atracciones moleculares que determinan los fenómenos de endosmose, dando lugar á que se establezcan las corrientes del exterior al interior.

La absorcion es un medio eficacísimo para que los medicamentos lleguen hasta los órganos enfermos; pero tambien puede servir para que se abran paso los venenos y otras sustancias nocivas, capaces de comprometer nuestra salud.

Los trastornos de la absorcion ó la falta de armonía entre su actividad funcional y la de la trasudacion, ocasionan siempre alteraciones mas ó menos graves. Una de las circunstancias mas necesarias á la absorcion es la de que se ejecute de una manera constante, pero con cierta lentitud, porque para que las sustancias absorbibles pasen al interior de los vasos, bien por imbibicion y presion, ó bien por endosmose, se necesita cierto tiempo.

Esta lentitud es en parte conveniente porque así pueden eliminarse por el ano, antes de que hayan sido absorbidas, las sustancias asimilables en el caso de que sea su cantidad mayor de la necesaria.

Es conveniente, además, porque las materias introducidas en la sangre no cambian la composicion normal de este líquido sino en límites determinados, y no se encuentra de pronto sobrecargado de productos que tendria que eliminar por las secreciones.

Es conveniente, por último, porque las sustancias absorbibles se han de emplear en la nutricion y en las secreciones, y como este empleo es gradual y sucesivo, gradual y sucesivo ha de ser tambien su reemplazo, sin lo cual estas funciones podrian trastornarse.

CAPÍTULO IV.

Causas determinantes de la absorcion.

§ 51.

La absorcion es un fenómeno complexo cuyas causas no son todavía suficientemente conocidas.

Bichat supuso que habia un sistema especial de vasos absorbentes; que estos vasos tenian abiertas sus boquillas terminales en la trama de los tejidos, y que estas boquillas se abrian ó se cerraban, segun los casos, recogiendo ó rechazando las sustancias que se habian de absorber. El gran nombre de Bichat pudo conseguir que los fisiólogos aceptaran por algun tiempo estas ideas, pero hoy son insostenibles. No hay un sistema especial de vasos absorbentes; la anatomía no ha podido descubrir esas boquillas terminales ni en los linfáticos ni en las venas, y no hay tampoco esa sensibilidad electiva, al menos en el sentido que la admitia Bichat.

Lo que sabemos hasta ahora de la absorcion nos hace presumir que las causas de que depende son físicas, si bien en esta funcion como en todas, hay siempre una parte misteriosa que las causas físicas no pueden explicar, y que se debe única y exclusivamente á la vitalidad de que están dotados los tejidos, por mas que no conozcamos todavía la manera de obrar de esta vitalidad.

La mas importante entre estas causas es la imbibicion. Los tejidos del cuerpo humano, lo mismo que los de los demás séres, se dejan empapar por los líquidos que con ellos se ponen en contacto, pero esta imbibicion, así como todos los fenómenos de la naturaleza, está sujeta á condiciones especiales.

Para que un cuerpo sólido se deje empapar por un

flúido, se necesita que entre las moléculas del flúido y los poros del cuerpo sólido, haya relaciones de figura y de capacidad. La esponja se deja empapar por todos los líquidos; en el mármol, á la presion ordinaria, no penetra el agua, y sin embargo, penetra el aceite. En el oro no penetra el agua ni el aceite y penetra el mercurio. El cristal no permite el paso á ningun líquido, y sin embargo, pasan fácilmente á través de sus poros el calórico y la luz. En el cuerpo humano sucede una cosa parecida. Los tejidos mas compactos son los que tienen menor facilidad para la absorcion. Ya hemos visto que las raicillas venosas permiten el paso al plasma de la sangre, en la trasudacion, pero que no consienten que lleve consigo toda la parte de fibrina que contiene.

En igualdad de circunstancias puede sentarse en principio que la absorcion debe ser tanto mas activa cuanto mas dividida se halle la sustancia absorbible y cuanto mas libres se encuentren sus moléculas componentes. Por eso los cuerpos sólidos no pueden ser absorbidos y pueden serlo los flúidos con tanta mayor facilidad cuanto mayor sea su fluidez. La absorcion debe ser además tanto mas enérgica cuanto mayor sea la porosidad del cuerpo absorbente y cuanto mas próximo se halle el sistema circulatorio á donde deben ir á parar las sustancias absorbidas, siendo esta la causa de que los tejidos menos densos y aquellos que están surcados por mayor número de vasos absorban con mayor facilidad.

Cuando los poros de un tejido están ocupados por un líquido, no puede atravesarlos ningun otro si no se mezcla fácilmente con el primero; y así como un papel empapado de agua no permite el paso al aceite, así los receptáculos membranosos cuyas paredes están empapadas de mucosidad, no permiten la extravasacion de los líquidos, orina, bílis, etc., que contienen en su interior. Si el agua no penetra fácilmente á través de la piel,

es porque se opone á su absorcion el unto sebáceo que segregan sus folículos.

La presion contribuye á que la imbibicion se verifique con mayor facilidad, y esta es la causa de que las fricciones favorezcan la absorcion de algunos medicamentos y de que, por una razon inversa, para impedir la absorcion de los venenos se haga la succion ó se apliquen ventosas en la superficie en que han sido depositados.

La capilaridad es otra de las causas que facilitan la absorcion. Si se toma un tubo de cristal en forma de U, cuyas dos ramas tengan igual diámetro y se coloca en su interior cierta cantidad de agua, este líquido toma el mismo nivel ó se eleva hasta la misma altura en las dos ramas; pero si una de ellas es capilar, conservando la otra su diámetro ordinario, el agua se eleva á mayor altura en la rama de diámetro capilar. En el primer caso, el líquido está sometido á la accion de tres fuerzas: la gravedad, la cohesion y la adhesion; y como estas tres fuerzas obran con igual intensidad en las dos ramas, el líquido se eleva en las dos á la misma altura. En el segundo caso, el líquido se halla sometido tambien á la accion de la gravedad, de la cohesion y de la adhesion; pero como la adhesion es mucho mayor en la rama capilar, porque la circunferencia del vaso solicita á la vez casi todas las moléculas del líquido, pierde parte de su peso y se eleva á mayor altura en esta rama para equilibrarse con la otra.

No todos los líquidos se elevan á igual altura en la rama capilar, porque no todos tienen la misma adhesion para con las paredes de cristal, y cuando esta adhesion es nula, descienden en vez de elevarse en las ramas capilares.

Tampoco un líquido determinado, el agua, por ejemplo, se eleva siempre á la misma altura, cualquiera que

sea el receptáculo capilar, porque si este, por ser de diferente naturaleza, tiene en algun caso poca adhesion con el agua, el líquido se eleva poco en el tubo capilar.

Los tejidos orgánicos contienen espacios mas ó menos perceptibles, que forman por su reunion un sistema completo de cavidades ó de tubos capilares; y estos tubos, aunque no son inflexibles, y aunque su diámetro no es siempre igual, no dejan por eso de estar sujetos á las leyes de la capilaridad, favoreciendo, con arreglo á las mismas, la elevacion de los líquidos que mojan sus paredes y de consiguiente los fenómenos de la absorcion. Así, el aceite colocado en la parte inferior de una lámpara, se eleva por entre los intersticios capilares de la torcida hasta el mechero donde se efectúa la combustion, y así tambien, los diferentes jugos de que las plantas se alimentan, se elevan desde las raíces hasta los tallos y las hojas.

Segun todas las probabilidades, aunque la imbibicion y la capilaridad son suficientes para atraer los líquidos desde la superficie externa hasta la superficie interna de los vasos absorbentes, aun se necesita otra fuerza que contribuya á que estos líquidos se viertan en el interior de los citados vasos, á fin de que, mezclándose con los líquidos que por ellos circulan, se complete el fenómeno de la absorcion. Esta nueva fuerza está relacionada con el fenómeno á que se ha dado el nombre de *endosmose,* y para comprenderlo es preciso que demos á conocer antes las causas de que depende.

Así como las moléculas de un líquido se atraen las unas á las otras, con mas ó menos energía, segun es mayor ó menor su *cohesion,* y así como las moléculas del mismo líquido se adhieren con mas ó menos fuerza á las paredes del receptáculo en que se halla, segun tiene con las mismas mayor ó menor *adhesion,* así tam-

bien las moléculas de dos líquidos diferentes pueden reunirse cuando se les acerca lo bastante para que se manifiesten sus atracciones moleculares. Si se aproxima una gota de agua á otra de alcohol se unen inmediatamente, porque la fuerza con que el agua atrae las moléculas del alcohol y la fuerza con que el alcohol atrae las moléculas del agua, son mayores que la de cohesion con que están unidas entre sí las moléculas de cada uno de estos líquidos. Si se aproxima una gota de agua á otra de aceite no se unen, porque la cohesion de cada uno de estos líquidos es mayor que la fuerza de atraccion ejercida por las moléculas del uno sobre las moléculas del otro. Se comprende, pues, que puede haber líquidos que se mezclen con facilidad, líquidos que se mezclen difícilmente y líquidos que no se mezclen.

Cuando se mezclan los líquidos en proporciones iguales, cada molécula del uno es atraida por la molécula del otro y la distribucion se hace con igualdad; pero si las cantidades de los líquidos que han de mezclarse son desiguales, por ejemplo, una parte de ácido sulfúrico y mil de agua, cada molécula de ácido será solicitada á la vez por mil moléculas de agua, y para que la distribucion se haga de una manera conveniente, se necesita que las moléculas del ácido se dividan, esparzan y difundan á la manera que lo hacen los gases en el espacio, y al fenómeno que entonces tiene lugar se le ha llamado *difusion*.

Conocidos estos datos, supongamos que se toma un tubo de cristal en cuya extremidad inferior se coloca una membrana, de manera que tape la abertura, y cuya extremidad superior quede abierta. Si en el interior de este aparato, conocido con el nombre de *endosmómetro*, se echa un líquido cualquiera, por ejemplo, agua, y se sumerge la parte inferior en otro líquido diferente que sea capaz de mezclarse con el primero, por ejemplo,

alcohol, estos dos líquidos, separados por la membrana del endosmómetro, podrán dar lugar á fenómenos de endosmose, que serán diferentes en los tres distintos casos que pueden ocurrir.

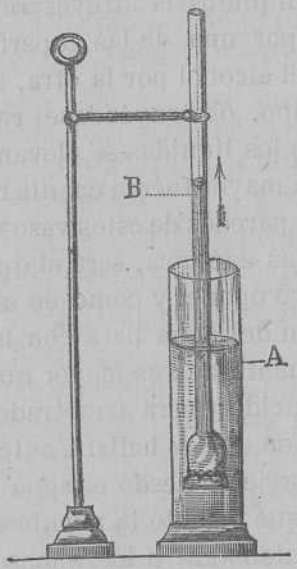

FIGURA 15.ª

A *receptáculo lleno de agua destilada.* B *tubo que contiene una disolucion de albúmina, azúcar ú otra sustancia diferente, cerrado en su extremidad inferior por una membrana animal.*

Si la membrana del endosmómetro es solo permeable para el agua y no lo es para el alcohol, el agua, obedeciendo las leyes de la capilaridad, atravesará la membrana, y al llegar á la superficie opuesta será atraida por el alcohol, puesto que son líquidos que se mezclan, dando lugar de este modo á que se establezca una corriente desde el agua hácia el alcohol, cuyo nivel se elevará en el receptáculo que le contiene.

Si la membrana es solo permeable para el alcohol y no lo es para el agua, el alcohol será el que atraviese la membrana, y al llegar á la superficie opuesta será

atraido por el agua que la baña y se establecerá una corriente desde el alcohol hácia el agua, cuyo nivel aumentará en este caso.

Si la membrana es permeable para el agua y para el alcohol, los dos líquidos la atravesarán en parte, penetrando el agua por una de las superficies del tabique membranoso y el alcohol por la otra, hasta que tropiecen en el camino, obstruyéndose recíprocamente el paso; pero como los líquidos se elevan en los vasos capilares con tanta mayor fuerza cuanta mayor es su adhesion para con las paredes de estos vasos, aquel que tenga esta adhesion mas enérgica, será el que venza la resistencia que el otro opone; y como en el caso de que se trata, la adhesion del agua para con las paredes de los capilares de la membrana es mayor que la del alcohol, este quedará vencido y será arrastrado hasta la superficie del tabique en que se hallaba antes colocado, estableciéndose la corriente desde el agua hácia el alcohol.

Se vé, pues, que cuando la membrana es permeable para los dos líquidos entre los que se halla colocada, que es lo que sucede de ordinario, los dos intentan atravesarla, y que aquel que encuentra menos resistencia en su camino, ó lo que es igual, que es atraido y solicitado con mayor energía por la adhesion de los capilares, es el que vence la resistencia del otro, estableciéndose en ese sentido la corriente.

Conviene advertir, sin embargo, que al mismo tiempo que se establece la corriente de que acabamos de hablar, tiene lugar otra mas pequeña, que marcha en direccion opuesta á la primera; de modo, que cuando en el endosmómetro se dirige la corriente desde el agua hácia el alcohol, hay siempre una corta cantidad de alcohol que se dirige hácia la parte del tabique bañada por el agua. Esto consiste en que al mezclarse dos líquidos, en cantidades desiguales, quedan sujetos á la *difusion*

de que nos hemos ocupado anteriormente; y como al atravesar el agua los conductos capilares del endosmómetro tropieza con el alcohol, que tambien intenta atravesarlos, una parte de este alcohol que no es arrastrada por la corriente, se esparce, dispersa y llega por difusion hasta la parte del endosmómetro ocupado por el agua.

Llámase corriente *endosmótica* á la corriente mayor, es decir, á la que se dirige hácia el líquido cuyo volúmen aumenta en el endosmómetro; y corriente *exosmótica* ó de *difusion*, á la corriente menor ó á la que se dirige hácia el líquido cuyo volúmen disminuye. Al líquido hácia el que se dirige la corriente endosmótica se le llama *agente osmógeno*.

Segun todas las probabilidades, los fenómenos endosmóticos de que acabamos de hacer mencion, dependen principalmente de los efectos combinados de las mismas fuerzas que influyen en la capilaridad, y además, de la atraccion que pueden ejercer entre sí las moléculas de los dos líquidos que se hallan separados por la membrana ó tabique poroso que sirve de diafragma.

Fácil es calcular, por lo mismo, que los efectos endosmóticos deben ser diferentes, aun suponiendo que todas las demás condiciones sean iguales, cuando cambie ó varie la naturaleza de la membrana que sirve de diafragma. Si este diafragma está formado por la membrana mucosa de la vejiga, y se echa alcohol en el receptáculo del endosmómetro, sumergiendo en agua la parte exterior del instrumento, el líquido interior, ó sea el alcohol, aumenta de volúmen á expensas del agua. Si se sustituye el diafragma membranoso, colocando en su lugar la membrana interna de la molleja de un pollo, la corriente endosmótica no se dirige ya, segun ha observado Dutrochet, del agua hácia el alcohol, sino en sentido contrario, es decir, del alcohol hácia el agua. Si

se carga el endosmómetro con una disolucion de ácido sulfhídrico y se le introduce en un baño de agua, la corriente endosmótica se dirige siempre hácia el agua cuando el diafragma está formado por una membrana animal, y hácia el ácido, cuando el diafragma está compuesto de un tejido vegetal. Lo mismo sucede cuando sin variar la membrana se cambian sus condiciones impregnándola de antemano de líquidos diferentes. Si se pone agua en un vaso de tierra y se le sumerge en un baño de alcohol, se establece una corriente de dentro á fuera, es decir, del agua hácia el alcohol; pero si al vaso poroso se le impregna antes de una materia grasa, el fenómeno cambia por completo y la corriente se establece desde fuera hácia dentro, es decir, desde el alcohol hácia el agua.

Esta circunstancia basta por sí sola para demostrar que la corriente endosmótica no se dirige, como habia creido notar Béclard, del líquido cuya capacidad calorífica es mayor, hácia el líquido cuya capacidad calorífica es menor, por mas que sean dignos de atencion sus curiosos experimentos. Tambien demuestra que la corriente endosmótica no se dirige del líquido menos denso hácia el líquido mas denso, segun han supuesto otros fisiólogos, pues si fuera cierta la una ó la otra de estas opiniones, la corriente endosmótica no variaria de direccion, con solo cambiar la naturaleza del diafragma.

Por lo demás, cuando los líquidos son de idéntica naturaleza y tienen en disolucion las mismas sustancias, diferenciándose solo en la mayor ó menor concentracion de sus disoluciones, es indudable que la corriente endosmótica se dirige desde el líquido menos denso hácia el que tiene mayor densidad, porque el primero es el que encuentra menos obstáculos á su paso por los capilares del diafragma, efecto de su mayor adhesion con los mismos. Los fenómenos endosmóticos deben ser

diferentes tambien, suponiendo que todas las demás circunstancias sean iguales, cuando cambia ó varía la naturaleza química de los líquidos con que se carga el endosmómetro. Suponiendo que el baño externo sea de agua destilada, si en la parte interior del aparato vertemos una disolucion de diferentes cloruros en la proporcion de una parte, en peso, por ciento de agua, el agente osmógeno será siempre el cloruro; pero segun los experimentos de Mr. Graham, la disolucion de cloruro de sódio se elevará á expensas del agua del baño á 12 milímetros; la de cloruro de potasio á 18; la de estroncio á 26; la de manganeso á 36; la de niquel á 88; la de deuto cloruro de mercurio á 112; la de cloruro de cobre á 351; y á 540 la de cloruro de aluminio.

Deben ejercer, por último, una influencia mas ó menos considerable en los fenómenos de endosmose, el calórico, la electricidad, las reacciones químicas, y en general, todo lo que sea capaz de influir en las atracciones moleculares de que dependen los fenómenos de la capilaridad. La division de los cuerpos en *cristaloides y coloides* y la admision de la *diálisis,* dan mucha importancia á la teoría moderna de la difusion aplicada á los fenómenos de absorcion.

Haciendo aplicacion de estos principios al estudio de la absorcion, lo primero que notamos es que los vasos absorbentes, linfáticos y venosos, pueden considerarse como verdaderos endosmómetros; las paredes de estos vasos constituyen el tabique ó diafragma poroso que separa los dos líquidos susceptibles de mezclarse: el uno, que circula en el interior de los citados vasos, y el otro, que baña la superficie externa de sus paredes; y como estos dos líquidos están sujetos á las leyes de la capilaridad y de la endosmose, han de establecerse corrientes del interior al exterior, y del exterior al interior, que serán fáciles de preveer segun los casos y circunstancias.

Por de pronto no debe sorprendernos que el veneno de la víbora, por ejemplo, pueda introducirse sin peligro en el aparato digestivo, mientras que ocasiona la muerte ó trastornos graves si se le deposita en el tejido celular ó en la superficie de una herida sanguinolenta, porque ya hemos visto que hay tejidos que se dejan empapar por ciertos y determinados líquidos, mientras que son completamente impermeables para otros. Lo mismo sucede con las demás absorciones que parecen electivas.

Esto no quiere decir, volvemos á repetirlo, que no haya todavía muchos puntos oscuros en lo que se refiere á los fenómenos de la absorcion: pero de todos modos, insistimos en que esa oscuridad no desaparecerá nunca si nos separamos del camino de la observacion y si, desdeñando la legítima influencia que corresponde á las fuerzas físicas en la manifestacion de estos fenómenos, nos empeñamos en atribuirlos casi de una manera exclusiva á la accion vital del epitelio que recubre las membranas en que de ordinario tienen lugar las absorciones.—Por lo demás hé aquí lo que Cl. Bernard manifiesta en uno de sus últimos escritos:

«Como consecuencia de nuevas investigaciones, no publicadas todavía, yo creo que *la absorcion digestiva* es de distinta naturaleza que todas las demás. He visto en la rana desaparecer las glándulas pilóricas durante el invierno, cuando cesa la digestion, y volver á aparecer en la primavera al comenzar de nuevo esta funcion. Mis experimentos personales me hacen creer que en la superficie de la membrana mucosa intestinal hay una verdadera generacion de elementos epiteliales que atraen los líquidos alimenticios, los elaboran y los vierten en seguida en los vasos.»

Si los vasos linfáticos absorben la serosidad que se encuentra en la trama de nuestros tejidos, consiste en

que este líquido es acuoso y de igual naturaleza que la linfa; y como la corriente endosmótica entre dos líquidos de igual naturaleza, separados por una membrana, se establece desde el líquido menos denso hácia el que tiene mayor densidad, la serosidad es arrastrada hasta el interior del vaso linfático, obedeciendo á las leyes de la capilaridad y de la endosmose. Lo mismo sucede, y por idénticas razones, á los líquidos acuosos de composicion análoga á la del plasma de la sangre cuando se ponen en contacto con un vaso sanguíneo: la corriente endosmótica se establece del exterior al interior, si el líquido que está fuera del vaso tiene menor densidad que el plasma de la sangre.

Cuando los líquidos absorbibles tengan en disolucion sustancias diferentes de las que están disueltas en la linfa ó en la sangre, se conducirán de distinta manera segun sea su adhesion para con las paredes de los intersticios capilares que han de atravesar. Si su adhesion es mucho mayor que la que tiene el plasma de la sangre para con las mismas paredes, se producirán corrientes endosmóticas poderosas que determinarán la entrada rápida de estas sustancias en el torrente circulatorio. Los productos de la digestion y la mayor parte de las disoluciones que se introducen en el aparato digestivo son fácilmente absorbidas, porque el plasma de la sangre obra como un agente osmógeno poderoso, atrayendo hácia sí esas sustancias, cuyas cualidades ácidas las hacen mas á propósito para obedecer á esa atraccion, atravesando con facilidad los intersticios capilares de los vasos. Si la adhesion de los líquidos absorbibles para con la pared vascular es poca, la corriente endosmótica cambiará de direccion, y la sangre, en vez de atraer hácia sí el líquido circunvecino, será atraida por él y habrá endosmose centrífuga, pasando el plasma de la sangre á las aréolas del tejido conjuntivo inmediato,

donde se aloja el líquido que obra como agente osmógeno, mientras que una corta cantidad de este líquido atravesará por difusion las paredes del vaso, formando corriente exosmótica, y se mezclará con la sangre.

Esta circunstancia explica en parte la manera de obrar de las sales purgantes. Colocadas en el tubo intestinal, obran como agente osmógeno atrayendo la serosidad de la sangre con la albúmina y los demás principios que tiene en disolucion, mientras que ellas se trasladan por difusion y en cortas cantidades al torrente circulatorio, donde los reactivos químicos demuestran su presencia. Y decimos que esta explicacion solo es satisfactoria en parte, con respecto á la manera de obrar de los purgantes, porque segun los experimentos de M. Aubert, aunque no han sido del todo confirmados por los ensayos de M. Knapp, basta la inyeccion directa de las indicadas sales en las venas para que obren tambien como purgantes, lo que indicaria que no es necesaria su presencia en el tubo intestinal, ó al menos que no obran por endosmose.

Hay sustancias, como el aceite, la manteca, las grasas, el mercurio, que no se mezclan ni con la sangre ni con la linfa; que no pueden dar lugar, al parecer, á fenómenos de endosmose, y que, sin embargo, son absorbidas. ¿Cómo se efectúa esta absorcion? En cuanto á las grasas, comprimidas por las paredes musculares del tubo digestivo y por la masa alimenticia, se introducen por imbibicion y por presion en la sustancia blanda y esponjosa de las vellosidades intestinales. Esta imbibicion es favorecida por el jugo biliar de que están empapadas las mismas vellosidades, porque la experiencia ha demostrado que cuando una sustancia permeable, en vez de estar mojada por el agua, lo está por la bilis, la accion capilar, no solo no se opone á la entrada de la materia grasa, sino que puede atraerla á las cavidades

intersticiales de la sustancia permeable. Tal vez dependa esta particularidad de que la bilis tiene la propiedad de mezclarse al mismo tiempo con el agua y con los cuerpos grasos, favoreciendo de este modo los fenómenos de endosmose entre estos cuerpos y los líquidos contenidos en los vasos absorbentes, fenómenos de endosmose que en otro caso no podrian realizarse. La primera condicion, pues, para que las grasas sean absorbidas, es que sean de antemano emulsionadas y despues, que se infiltren, por el mecanismo que acabamos de indicar, hasta el interior de las células cilíndricas de que se compone el revestimiento epitélico de las vellosidades, para que atraviesen en seguida la sustancia amorfa situada entre el epitelio y las cavidades adyacentes que constituyen las raíces de los linfáticos y la red capilar sanguínea.

Conviene tener en cuenta, además, que la *tension* de la sangre no permite la entrada de las grasas en los vasos con tanta facilidad como se efectúa en los quilíferos, donde el quilo no ejerce ninguna clase de tension. Por eso los vasos quilíferos absorben mayores cantidades de grasa que las venas.

En cuanto al mercurio en estado de vapor, se absorbe fácilmente mezclado con el aire; en estado líquido, su absorcion es mas difícil, y algunos creen que no puede efectuarse sin formar antes combinaciones solubles. Sin embargo, mezclado con manteca, lo que contribuye á atenuar y dividir extraordinariamente sus moléculas, y aplicado á la piel por medio de fricciones, penetra en el interior y hasta puede encontrarse en la sangre.

Algunos sospechan que las materias sólidas, insolubles, reducidas á polvo muy fino, como el carbon, etc., son tambien absorbibles; pero aunque se comprende que estando muy divididas pueden abrirse paso hasta penetrar en los vasos sanguíneos, es preciso para esto

que intervenga la presion ó alguna otra fuerza extraña, y el fenómeno es siempre diferente, en su esencia, de la absorcion propiamente dicha.

CAPÍTULO V.

De la circulacion del quilo y de la linfa.

§ 52.

La mayor parte de los linfáticos del cuerpo conducen la linfa al conducto torácico, que desemboca en la vena subclavia izquierda. Los vasos linfáticos del brazo derecho, de la mitad derecha del pecho y de la del cuello y de la cabeza, forman el *tronco linfático derecho* que desemboca en la vena subclavia derecha.

Las paredes de los vasos linfáticos y quilíferos están formadas como las de las venas y arterias de tres túnicas: la externa ó celulosa es delgada y sumamente fina, y la media y la interna tienen las mismas propiedades que en las venas. Estos vasos están dotados de una especie de irritabilidad muscular que provoca contracciones activas en virtud de las cuales se disminuye su calibre por la aproximacion de sus paredes. El galvanismo provoca tambien estas contracciones, y el simple contacto del aire frio basta para que los linfáticos del mesenterio se contraigan y se hagan casi invisibles por la disminucion de su diámetro. Los troncos quilíferos del mesenterio se reunen detrás del pancreas, por delante de la parte superior de la aorta abdominal, y entremezclándose con los numerosos gánglios linfáticos que hay en este sitio forman un plexo del que parte un tronco mas voluminoso que llega hasta el conducto torácico. Por lo mismo, este conducto está formado del tronco

comun de los quilíferos y de los troncos linfáticos que conducen la linfa de la mayor parte del cuerpo.

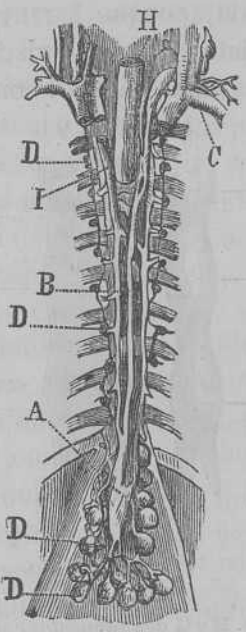

FIGURA 16.ª

A *receptáculo del quilo.* **B** *tronco del conducto torácico que se abre en* **C** *en el punto de union de las venas yugular y sub-clavia.* **D D** *gánglios linfáticos.* **H** *exófago cortado.* **I** *ramo venoso que se bifurca pasando por debajo del conducto torácico.*

M. Colin y algunos otros fisiólogos sostienen que las contracciones de los linfáticos se suceden con regularidad, y que se repiten con cortos intérvalos en todos los mamíferos. Esta opinion, por mas que aun no se halle completamente confirmada, parece tanto mas verosímil cuanto que en los vertebrados inferiores y aun en algunas aves, como el avestruz, existen receptáculos llamados *corazones linfáticos* que se contraen con regularidad y ritmicamente, observándose en la rana, segun asegura Müller, que estas contracciones se repiten cerca de sesenta veces por minuto.

Al contraerse los vasos linfáticos comprimen el líquido contenido en su interior y lo empujan en una direccion determinada, porque las numerosas válvulas de que están provistos hacen imposible el retroceso, y se vé obligado á marchar hácia el conducto torácico.

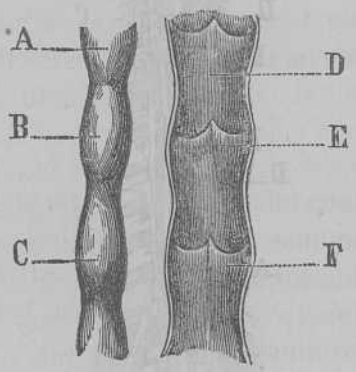

FIGURA 17.ª

A *vaso linfático intacto.* **B** *y* **C** *abultamientos correspondientes á las válvulas.* **D** *vaso linfático, abierto en el sentido de su longitud, permitiendo ver su superficie interna.* **E** *y* **F** *válvulas.*

Las válvulas de los vasos linfáticos son de forma semilunar; se hallan colocadas, en algunos puntos, de dos en dos milímetros de distancia y están apareadas; de manera que el borde libre de la una tropieza con el borde libre de la otra, formando una especie de cono membranoso que oblitera por completo la luz del vaso, y cuyo vértice mira hácia el conducto torácico. El líquido que se dirige desde la base del cono hácia el vértice, separa con facilidad el borde libre de las válvulas y encuentra espedito el paso; pero el que se dirige en sentido contrario, comprime el borde libre de una válvula contra el borde libre de la otra y no puede retroceder.

Las contracciones musculares y las que accidental-

mente y por cualquiera otra causa se provocan en el organismo, pueden comprimir las paredes de los vasos linfáticos y obligar al quilo y á la linfa á que caminen en la única direccion que permite la estructura especial de las válvulas. Los movimientos de locomocion, las contracciones arteriales y las peristálticas del aparato digestivo deben contribuir, en mayor ó menor escala, á favorecer la marcha de estos líquidos.

La dilatacion del pecho en el acto de la inspiracion determina una especie de vacío, y el quilo y la linfa contenidos en los vasos linfáticos abdominales, son, por decirlo así, atraidos hácia las porciones superiores del conducto torácico. Durante la espiracion los vasos linfáticos se hallan mas ó menos comprimidos por las paredes torácicas y abdominales, y esta es otra causa que contribuye al movimiento de la linfa en la única direccion que le es permitido tomar, ya que las válvulas impiden todo retroceso.

Tambien se admite como causa productora del movimiento del quilo y de la linfa, la fuerza de impulsion que estos líquidos reciben á su entrada en los linfáticos. Esta especie de *vis a tergo* seria en este caso producida por la presion que los líquidos ejercen, al penetrar en las extremidades radiculares del sistema linfático, sobre los humores ya preexistentes en los mismos tubos.

La linfa, durante su trayecto atraviesa los folículos y gánglios linfáticos. No se sabe que estos órganos ejerzan influencia alguna en la circulacion linfática, como no sea la de retardar su movimiento, á causa de las numerosas inflexiones de los vasos linfáticos que en ellos se distribuyen, de su pequeño diámetro, y de la falta de comunicacion directa entre los vasos que llegan al gánglio y los que salen de él.

Se ha creido que las raicillas linfáticas y venosas comunicaban entre sí en el interior de las glándulas lin-

fáticas; pero las observaciones microscópicas mas minuciosas no han podido demostrar esta comunicacion. Por lo demás, los elementos vesiculares que existen en los gánglios, semejantes á los de las glándulas vasculares sanguíneas, modifican mas ó menos particularmente la linfa que los atraviesa, puesto que segun todas las probabilidades se unen á ella y constituyen los elementos figurados ó glóbulos blancos que se encuentran en el quilo y en la linfa.

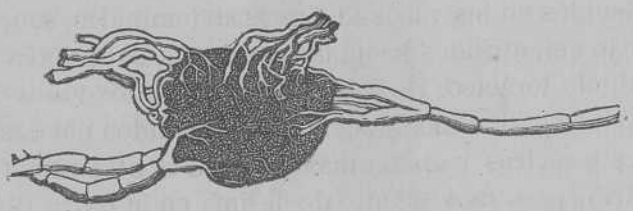

FIGURA 18.ª

Gánglio linfático con sus vasos aferentes y eferentes.

Esta opinion, sin embargo, no está completamente demostrada. Probablemente la sangre cede tambien algunos de sus elementos al líquido linfático al pasar por el interior de los indicados gánglios y tal vez se retarda su marcha en este sitio con el objeto de que estas modificaciones, sobre cuya esencia nada sabemos de positivo, se efectúen con mas facilidad.

§ 53.

Velocidad de la circulacion linfática.—La circulacion de la linfa no puede efectuarse con regularidad en todos los puntos del sistema linfático. Faltando un órgano central de impulsion, y obrando desigualmente las fuerzas que contribuyen al movimiento de la linfa, hay va-

sos hinchados de líquido y hay otros en los que apenas puede percibirse la mas ligera tension.

Tampoco es fácil calcular con exactitud la velocidad del curso de la linfa, sobre todo si se tiene en cuenta que esta velocidad es diferente en los diversos puntos de la economía. Segun las observaciones de M. Colin recogidas en la escuela de veterinaria de Alfort, abriendo el conducto torácico en la base del cuello y colocando una cánula para establecer una fístula linfática, se ha visto que en el caballo sale de este modo al exterior medio kilógramo de linfa por hora; en el buey, cerca de dos kilógramos; en una vaca jóven, cerca de treinta litros en el espacio de veinticuatro horas. Segun los experimentos de M. Krause, el peso del líquido absorbido por los linfáticos de las diversas partes del organismo, en el espacio de veinticuatro horas, equivale próximamente á la tercera parte del peso total del animal.

SECCION TERCERA.

Circulacion de la sangre.

CAPÍTULO PRIMERO.

Descubrimiento de la circulacion.

§ 54.

La sangre se halla en un movimiento constante en el interior de los vasos que la contienen. Lanzada por el corazon á las arterias, llega hasta los capilares, en donde cede á los órganos, por trasudacion, los materiales disueltos en el plasma, y vuelve por las venas hasta el corazon, recogiendo antes en su camino los productos de la digestion y los absorbidos por los linfáticos en las diferentes partes del cuerpo.

La circulacion de la sangre no era conocida en la antigüedad.

Hipócrates y los Asclepiades solo podian tener ideas confusas acerca del uso y de la estructura de los órganos, porque el respeto religioso que en su tiempo se tenia á los cadáveres, imposibilitaba las investigaciones anatómicas.

Aristóteles estableció que las venas no nacian de la cabeza, como se habia supuesto, sino del corazon.

Los discípulos de la escuela de Alejandría dieron á conocer el fenómeno del *pulso;* notaron el isocronismo de los latidos del corazon y de las arterias; llamaron

vena arteriosa á la que vá desde el ventrículo derecho á los pulmones; arteria venosa á la que en nuestros dias se llama vena pulmonal; y hablaron de las válvulas del corazon, pero creian que solo las venas contenian sangre y que las arterias estaban destinadas á llevar aire.

Galeno descubrió que las arterias contenian sangre y que habia comunicaciones entre estos vasos y las venas; pero creia que los ventrículos del corazon comunicaban directamente entre sí, y que la sangre de las arterias no venia de otra parte, sino que existia allí naturalmente.

Durante la edad media, los comentadores de Hipócrates y de Galeno no hicieron adelantar la ciencia un solo paso, y es preciso llegar hasta mediados del siglo XVI para encontrar algo nuevo acerca de la circulacion.

Miguel Servet, natural de Villanueva de Aragon, en su obra *De Trinitatis erroribus*, impresa en Basilea en 1531, aseguró por primera vez que la sangre del ventrículo derecho pasaba al pulmon por medio de la vena arteriosa y de allí volvia por la arteria venosa al corazon. Sostuvo que el tabique del corazon era sólido y no tenia orificio alguno, de acuerdo con lo que ya habia demostrado Vesalio; dijo que el espíritu vital de las arterias se regenera en los pulmones, penetra en las venas por medio de las anastomoses que unen estas dos especies de vasos, añadiendo que no habia una sola parte en nuestro cuerpo, por mínima que fuera, en la que no existiera un enlace íntimo de una vena con la arteria correspondiente. Servet, como se vé, no solo describió con una exactitud que asombra la circulacion pulmonal, sino que adivinó, por decirlo así, la circulacion general.

Luis Lovera de Ávila, en su *Tratado de anatomía*, escrito en 1544, dice: «la sustancia del corazon es muy

»dura; tiene á cada lado un ventrículo, derecho é iz-»quierdo; cada uno de estos tiene dos orificios; por el »lado derecho entra un ramo de la vena ascendente y »*conductora de la sangre,* y del mismo sale una vena lla-»mada arterial, la cual vá á nutrir el pulmon y lo res-»tante de ella, ascendiendo mas arriba, se ramifica por »muchas partes. Del lado izquierdo sale la vena pulsá-»til, de la cual un ramo vá al pulmon y se llama arteria »venal; el otro se ramifica en las partes superiores é in-»feriores del cuerpo. Sobre estos dos orificios hay tres »películas ó membranillas que se abren y cierran, y al »lado de ellas dos aurículas por las cuales *entra y sale* »la sangre preparada por el pulmon, y los sobredichos »vasos se dividen y ramifican en el pulmon hasta lo »mas íntimo de su sustancia.»

Pedro Gimeno, en sus *Diálogos de re anatómica,* obra impresa en Valencia en 1549, dice lo siguiente: «El pulso »viene de la dilatacion de las arterias cuando se contrae »el corazon, por mas que parezca lo contrario á la razon, »pues lo he visto muchas veces en las disecciones vivas que »hemos hecho. Dilatado el corazon, absorbe el aire del »pulmon; en seguida se contrae, y por medio de este im-»pulso lo arroja juntamente con la sangre por medio de »la grande arteria á todo el cuerpo. *Quem concomitatum »sanguine per magnam arteriam universo corpori distri-»buit.*»

Bernardino de Montaña y Montserrat, natural de Barcelona y catedrático de Anatomía de la Universidad de Valladolid, publicó en 1551 una obra de anatomía.—Libro de la anothomia del hombre nuevamente compuesto por el Doctor Bernardino Montaña de Montserrate, médico de su Magestad.—Impreso en Valladolid en casa de Sebastian Martinez. Año de 1551.—El ejemplar que hemos podido examinar, lo debemos á la amabilidad de nuestro amigo el Dr. Diaz Benito, práctico eminente de

esta capital; y en esta obra, entre otros fragmentos importantísimos, se leen los siguientes:

«El ventrículo derecho sirve de rescebir la sangre que »viene del hígado á primera estancia para cocerla y »aparejarla al ventrículo izquierdo.»

«El ventrículo izquierdo sirve para depurar la dicha »sangre que viene del ventrículo derecho y adelgazarla y »hacer de ella sangre *arterial*, de la cual, como adelante »veremos se mantienen los miembros sólidos del cuer»po, y asimismo se engendran en el dicho ventrículo »los espíritus vitales de la sangre arterial, *y de allí se »reparten con la sangre á todo el cuerpo.*»

«El camino por donde pasa esta sangre del un ven»trículo al otro es la misma substancia del corazon, la »cual, mediante sus poros, dá lugar al dicho paso.»

«En cada uno de estos ventrículos hay dos agujeros: »por el un agujero del ventrículo derecho entra la san»gre que viene del hígado al dicho ventrículo mediante »la vena cava, la cual se junta con el corazon en el dicho »agujero; y del otro agujero sale una vena del corazon, »que llamamos vena arterial, porque es quieta como »vena y tiene dos cubiertas como arteria, la cual vena vá »á los livianos y se esparce por su sustancia para que la »parte carnosa de dichos livianos se mantenga de aque»lla sangre que la envía el corazon por la dicha vena.»

«En el ventrículo izquierdo entra por el un agujero »la arteria venal, por la cual *entra al corazon el aire fresco »del pulmon* para refrescar el corazon, el cual corazon »tambien envía por la dicha arteria *sangre arterial* y es»píritus vitales para mantenimiento de las partes sóli»das del pulmon, y del otro agujero sale del corazon la »arteria grande, que llamamos *adorti, la cual lleva la san»gre delgada y espíritus vitales á todo el cuerpo.*»

Siguen en la obra siete párrafos en los cuales se trata de los agujeros del corazon y luego continúa:

«Para entendimiento de lo cual, es de saber, que »cuando el corazon se aprieta, echan de sí los ventrícu»los toda la cantidad de sangre que tienen dentro, y á »vueltas de ellos los espíritus vitales, y poca ó ninguna »sangre queda en los dichos ventrículos.»

«Tambien es de considerar que para conservacion »de la vida es cosa necesaria que haya siempre en el »corazon cierta cantidad de sangre, así *arterial* como »*venal,* sin la cual no se podria conservar el calor natu»ral del corazon, y por consiguiente peresceria la vida »de todo el cuerpo.»

«Pues digo, que las dichas *orejas* principalmente sir»ven de tener cada una de ellas guardada la sangre que »ha menester el corazon para el un ventrículo y para el »otro, de suerte que aunque el corazon se apriete y »eche la sangre que está en los ventrículos, quede toda»vía en las orejas la cantidad de sangre que ha menester »el corazon, y este es beneficio muy notorio, porque por »esperiencia vemos que las dichas orejas ambas se hin»chan de sangre cuando el corazon se aprieta, y cuando »el corazon se ensancha vuelven las orejas la dicha san»gre á los ventrículos: de lo cual paresce claramente »que son las dichas orejas medida de la sangre que ha »menester el corazon en cada uno de sus ventrícu»los, etc.»

«La utilidad del corazon como habemos dicho princi»palmente es para que de la sangre que le va del hígado »se engendre en él la sangre arterial, y de la sangre arte»rial se engendren tambien en él espíritus vitales. Y por »esta razon tuvo necesidad de los dichos ventrículos, el »derecho, para que rescibiese la sangre del hígado me»diante la vena cava, y el izquierdo, para que hiciese en »él la sangre arterial y de la sangre arterial los espíritus »vitales.»

«Asimismo sirve el corazon para enviar la sangre ar-

»terial y los espíritus vitales á todas las partes del cuerpo »para conservacion de su calor natural de cada una, que »se hace mediante los espíritus vitales y para manteni- »miento de los miembros sólidos que se mantienen de la »sangre arterial, para el cual oficio hubo necesidad del »arteria grande por la cual arteria mediante sus ramos »destribuye cuasi á todo el cuerpo la sangre arterial y »espíritus que le conviene.»

No es extraño, despues de estas citas, que tanto Chinchilla como otros escritores españoles hayan querido reivindicar para nuestro país la gloria del descubrimiento de la circulacion de la sangre.

Por nuestra parte nos hemos detenido en este punto algo mas de lo que pensábamos, porque tambien nos duele que no se haga justicia á nuestra patria. Ya que se reconoce que el descubrimiento de la circulacion pulmonal se debe al español Miguel Servet, reconózcase tambien que Harveo, á quien generalmente se atribuye el descubrimiento de la circulacion general, no escribió su obra *Exercitacio anatómica de motu cordis et sanguinis in animalibus,* hasta el año 1628, es decir, un siglo despues que los escritores que acabamos de citar, y de consiguiente que es justo que se les dispense la gloria que real y positivamente les corresponde.

Hoy que la circulacion de la sangre se demuestra de cien maneras diferentes; que se hace visible por medio del microscopio y que se considera como un hecho del que parece imposible que se haya podido dudar, hemos creido conveniente pagar este tributo de consideracion y de respeto á los que antes que nadie han tenido la suerte de comprenderlo y de explicarlo.

§ 55.

Del plasma de la sangre.—La sangre es un líquido ligeramente alcalino, de un color rojo mas ó menos oscuro,

de un sabor ligeramente salado y de un olor especial que varía algo en las diferentes especies de animales.

La sangre está contenida en los vasos llamados sanguíneos, y es tan importante el papel que desempeña en la economía, que basta la pérdida de cierta cantidad para que sobrevengan los trastornos mas graves y aun la muerte.

No todos los animales tienen la sangre roja; la mayor parte de los moluscos, los crustáceos y los insectos la tienen blanca. Entre los anélides hay unos que la tienen roja, otros blanca y otros verde.

Á la parte líquida de la sangre se llama *plasma*. A los corpúsculos microscópicos que acarrea el plasma se llaman *glóbulos*.

Para obtener el plasma separado de los glóbulos debe elegirse, la sangre de caballo; porque enfriándola hasta 0 grados, permanece bastante tiempo sin coagularse, lo que da lugar á que se precipiten los glóbulos y á que por decantacion se obtenga el plasma casi completamente puro.

El plasma es incoloro y está compuesto de agua, materias albuminoideas, materias grasas, materias azucaradas, una sustancia colorante, sales, gases y sustancias accesorias. En mil partes de sangre hay de setecientas ochenta á setecientas noventa de agua. En los animales de sangre fria la proporcion de agua es mayor. Los que se aletargan durante el invierno tienen tambien mayor cantidad de agua, y por regla general puede decirse que cuanto mayor sea la cantidad de este líquido con relacion á las sustancias orgánicas, menor será la actividad vital del organismo.

Entre las sustancias albuminoideas disueltas en el plasma la mas importante es la fibrina, y como esta se coagula espontáneamente cuando se extrae la sangre de los vasos, aprisiona los glóbulos y forma con ellos el

coágulo. La parte líquida que rodea al coágulo se llama *suero*. El coágulo, de consiguiente, está formado por la fibrina coagulada y por los glóbulos. El suero no es mas que el plasma de la sangre desprovisto de su fibrina.

Si se filtra sangre de rana, los glóbulos quedan detenidos en el filtro y solo le atraviesa el plasma, pero para obtener este resultado es preciso que el papel de filtro esté préviamente impregnado de agua azucarada. Mezclando partes iguales de sangre y de una disolucion de sulfato de sosa y dejando la mezcla en reposo, los glóbulos se depositan en el fondo del vaso algun tiempo despues, y si al líquido se le añade agua de fuente se separa una masa fibrinosa. La sal comun y algunas otras sales determinan fenómenos semejantes. La fibrina disuelta en el plasma se coagula al poco tiempo y el coágulo es blanco. Esto demuestra que la fibrina está en el plasma, y explica, además, la causa de que depende la costra blanca que se observa algunas veces en la parte superior del coágulo, conocida con el nombre de costra inflamatoria. Cuando la sangre se coagula con mucha rapidez, los glóbulos, cuya densidad es algo mayor, no tienen tiempo de bajar al fondo del receptáculo, y como se hallan distribuidos con igualdad en el coágulo, este tiene el mismo color en todas sus partes. Cuando la sangre se coagula lentamente, los glóbulos descienden á la parte inferior, y como la porcion superior del coágulo está formada solo de fibrina, toma el color blanco, mientras que la inferior, que tiene glóbulos, toma el rojo. Por eso en los animales cuya sangre se coagula lentamente, como en el caballo, se observa siempre una gran costra inflamatoria, y en aquellos en que se coagula rápidamente como en las aves, la costra inflamatoria no se observa nunca.

Las causas de la coagulacion espontánea de la fibrina de la sangre son desconocidas. ¡No depende del enfria-

miento, porque se coagula tambien cuando se la mantiene á la temperatura del cuerpo. No depende del contacto del aire, porque se coagula en el vacío. No depende solo de la salida de los receptáculos que la contienen, porque en algunos casos patológicos se coagula en el interior de los mismos. Se dice que depende exclusivamente de la vitalidad, y que cuando esta falta es cuando se coagula la sangre con mayor facilidad, pero para que esta explicacion fuera medianamente satisfactoria se necesitaria dar á conocer al mismo tiempo de qué manera la falta de vitalidad influye en la solidificacion de la fibrina, con tanto mas motivo cuanto que hay casos en que la sangre se coagula con mucha dificultad, precisamente en sugetos débiles ó enfermizos, que es cuando al parecer deberia ser mas fácil esta coagulacion por la falta de vitalidad de los mismos. Así es que en estos casos, la aplicacion de una ventosa, la cisura de una sanguijuela ó un simple rasguño en la piel bastan para producir hemorragias que no siempre se pueden contener.

La circunstancia de que, agitando la sangre, ó lo que viene á ser igual, mezclándola con el aire, se retarde la coagulacion de la fibrina y aun se convierta en parte en una materia albuminoidea soluble, nos ha hecho sospechar si los gases que circulan con la misma y que se escapan cuando se la extrae del cuerpo, podrán ejercer alguna influencia en su fluidez. Parece esto tanto mas natural cuanto que son varias las sustancias que ejercen sobre la fibrina una influencia parecida. Las disoluciones de sosa ó de potasa poco concentradas, la accion del rayo, la de algunos venenos sépticos la privan de la facultad de coagularse. Si hay, pues, causas capaces de impedir la coagulacion de la fibrina, la cuestion que conviene resolver es la siguiente: ¿Qué agente circula con la sangre, que sostiene su fluidez y que desaparece cuando se la extrae del cuerpo, ocasionando con su falta la solidi-

ficacion de la fibrina? Nosotros, volvemos á repetirlo, creemos que esto se debe á los gases que circulan con la sangre y principalmente al ácido carbónico, porque agitándola en una atmósfera de este gas y dejándola despues en contacto con el mismo, se retarda considerablemente su coagulacion.

Si fuera cierto, como hemos dicho anteriormente, que la fibrina resulta de la combinacion del fibrinógeno con la sustancia fibrino-plástica; que estos dos principios se hallan disueltos en el plasma de la sangre, y que solo al combinarse es cuando se forma la fibrina coagulable, podriamos creer que todo lo que sea capaz de impedir esta combinacion impedirá la coagulacion de la sangre; que todo lo que contribuya á retardar la combinacion referida retardará la coagulacion del mismo líquido, y que todo lo que sea susceptible de acelerar esa combinacion acelera tambien la coagulacion sanguínea, considerada hasta ahora equivocadamente como espontánea.

Teniendo en cuenta que la sustancia fibrino-plástica precipita de sus disoluciones por el ácido carbónico, y que este gas se halla disuelto en el plasma, parece natural suponer que mientras la sangre circula en sus vasos, se debe á su influencia el que el fibrinógeno y la sustancia fibrino-plástica no se combinen durante la vida y por lo mismo el que no se coagule la sangre, á no ser que se detenga en algun punto y no pueda llegar hasta su parte céntrica la influencia del referido gas, en cuyo caso podrá formarse algo de fibrina coagulable.

Teniendo en cuenta que el oxígeno redisuelve la sustancia fibrino-plástica precipitada por el ácido carbónico, debemos sospechar que durante la vida el oxígeno que circula con la sangre se halla *en su mayor parte* combinado, probablemente, con la hemoglobina, aunque de un modo poco estable, porque si estuviera en libertad,

destruiria la influencia del ácido carbónico y la sangre se coagularia.

Teniendo en cuenta que los álcalis, las sales alcalinas, algunos venenos sépticos y la electricidad precipitan la sustancia fibrino-plástica de sus disoluciones lo mismo que el ácido carbónico, no debe parecernos extraño que todas estas sustancias hagan mas difícil la coagulacion de la sangre cuando ha sido extraida de sus vasos.

Y teniendo en cuenta, por último, que cuando la sangre se halla en contacto con la atmósfera, pierde fácilmente su ácido carbónico y adquiere oxígeno, no debe sorprendernos tampoco se coagule mas rápidamente al aire libre que cuando se halla en receptáculos cerrados. Si, segun Schmidt y Denis, dependiera la coagulacion de la sangre del desdoblamiento de la plasmina en fibrina concreta y en fibrina disuelta, todo lo que fuera capaz de favorecer este desdoblamiento contribuiria á facilitar su coagulacion y al contrario, todo lo que contribuyera á hacerlo mas difícil contribuiria á la vez á la conservacion de la fluidez de la sangre, hallándose, al parecer, en este último caso el ácido carbónico. Preciso es no olvidar despues de todo que Béchamp y Estor consideran la fibrina como el resultado del agrupamiento de moléculas orgánicas vivas, á las que dan el nombre de microzymas; y basta tener en cuenta la diversidad de opiniones que hay acerca de este punto para convencerse de la grande oscuridad que acerca del mismo reina todavía.

La cantidad de fibrina contenida en el plasma de la sangre es poca. En cada mil partes se encuentran dos ó tres de fibrina desecada. La proporcion de fibrina no es siempre igual; aumenta en los estados patológicos inflamatorios; disminuye en las fiebres pútridas y tifóideas, y ya veremos al hablar de la nutricion que hay además otras causas que pueden influir en las proporciones

respectivas de las diferentes sustancias que entran en la composicion de la sangre.

El plasma contiene tambien en disolucion y en estado globular, segun Mialhe, una cantidad bastante considerable de albúmina. En mil partes de sangre hay setenta próximamente de albúmina desecada. En la albuminuria y en las hidropesías serosas disminuye mucho esta proporcion: se ha observado, además, que casi siempre que aumenta la cantidad de fibrina disminuye la de albúmina y vice-versa, lo que dá lugar á sospechar que la fibrina es el resultado de una trasformacion de la albúmina.

Existe, por último, disuelta en el plasma, entre otras sustancias albuminoideas mal caracterizadas ó poco conocidas, la que se designa por muchos químicos con el nombre de *caseina*, y á la que otros llaman albuminose, por parecerse á la albúmina digerida. La caseina aumenta de cantidad en la sangre de las mujeres durante la gestacion y la lactancia. Segun algunos autores esta sustancia constituye los glóbulos blancos de que hablaremos mas adelante, y en ese estado es insoluble. Ya hemos dicho que la caseina no es probablemente mas que un albuminato alcalino.

Las sustancias grasas contenidas en el plasma son: la oleina, la margarina, la colesterina, la serolina, la cerebrina y algunos oleatos y margaratos alcalinos. Por regla general puede decirse que la cantidad de sustancias grasas contenidas en el plasma es muy pequeña—dos ó tres partes por cada mil,—porque se queman combinándose con el oxígeno absorbido en la respiracion, ó porque se fijan en los tejidos; pero despues de la digestion esa cantidad se eleva hasta diez partes por cada mil, y en algunos estados patológicos aumenta considerablemente, produciendo lo que se llama *pyarhemia*.

Segun algunos fisiólogos, las sustancias grasas con-

tribuyen de una manera eficaz á la formacion de los glóbulos hemáticos de la sangre, y aunque esto no se haya demostrado, no deja de ser digno de tenerse en cuenta que el aceite de hígado de bacalao y aun el de coco aumentan la proporcion de estos glóbulos, segun observaciones que merecen bastante crédito.

El principio azucarado del plasma es la glucosa y se encuentra principalmente en la sangre que sale del hígado.

La materia colorante amarilla que dá color al suero, no es bien conocida todavía.

Las sales que se encuentran en el plasma son: cloruro de sódio, carbonato y fosfato de sosa, sulfato de potasa y fosfatos de cal y de magnesia.

Los gases que se encuentran en la sangre son: el oxígeno, el ácido carbónico y el ázoe.

La sangre arterial contiene por término medio un diez y seis por ciento de su volúmen de oxígeno: la sangre venosa solo tiene un seis por ciento. Segun todas las probabilidades, el oxígeno de la sangre se halla combinado en su mayor parte con la hemoglobina de los glóbulos: el resto se halla disuelto en el plasma; la combinacion del oxígeno con la hemoglobina es tan débil, que la ebullicion, el vacío, la introduccion de otros gases y gran número de sustancias reductivas pueden destruirla, quedando el oxígeno en libertad.

Se presume que el oxígeno de la sangre se encuentra en estado *alotrópico* ó de *ozono,* porque la hemoglobina y la misma sangre pueden poner el oxígeno en actividad, oxidando la tintura de guayaco, que toma un color azulado, y la disolucion de índigo en el ácido sulfúrico diluido, neutralizado por la creta, que pierde su color azul y adquiere el verde claro. Sin embargo, el no ejercer influencia sobre el yoduro de potasio, que es el reactivo mas comunmente usado para demostrar la pre-

sencia del ozono, y el que la sangre no pueda trasformar el óxido de carbono en ácido carbónico como lo hace ese gas, indica bien que no puede afirmarse con seguridad que haya ozono en la sangre.

La sangre arterial contiene, por término medio, un treinta por ciento de su volúmen de ácido carbónico; la venosa tiene cerca de cuarenta por ciento; el ácido carbónico se halla en parte disuelto en el plasma de la sangre y en parte formando combinaciones poco estables, que por esta causa se destruyen con la mayor facilidad.

Lo mismo la sangre arterial que la venosa contienen próximamente un dos por ciento de su volúmen de ázoe.

Calentando la sangre, se encuentran á veces indicios de amoníaco, lo que quizás dependa de la descomposicion del carbonato de amoníaco, formado á expensas de la urea.

Otras sustancias hay que, mezcladas ordinariamente con la sangre, en corta cantidad, como la urea, la glucosa, el ácido láctico, la creatina y la creatinina, parece que no forman parte constitutiva de la misma, sino que se encuentran en ella como de paso, y se las considera por lo mismo como accidentales.

§ 56.

De los glóbulos de la sangre.—Los glóbulos de la sangre son de dos clases: rojos y blancos.

Los glóbulos rojos son circulares, aplastados en su centro y bicóncavos, lo mismo en el hombre que en los mamíferos, exceptuándose el camello y el paca. En las aves, los reptiles y los peces, son elípticos y biconvexos, á excepcion de las lampreas, que los tienen casi circulares.

El volúmen de los glóbulos rojos varia mucho en los diferentes animales; en el hombre es de siete á ocho milésimos de milímetro: su densidad es mayor que la del agua y que la del plasma de la sangre.

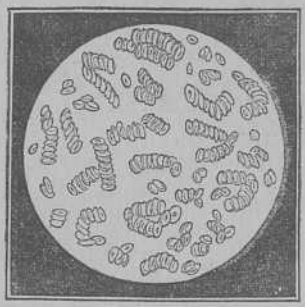

FIGURA 19.ª

Glóbulos de la sangre, vistos con el microscopio.

Los glóbulos rojos son los que dan á la sangre su color y opacidad: están formados, al parecer, de una especie de vesícula, en cuyo interior se halla un líquido viscoso: son blandos, flexibles y elásticos, y ordinariamente se les considera como células libres, aunque sin núcleo: el líquido contenido en el interior de los glóbulos está formado de agua, de una materia colorante rojiza, en la que se halla una pequeña porcion de sesqui-óxido de hierro. Á la sustancia que constituye el líquido viscoso se llama *globulina;* á la materia colorante *hematosina*, segun unos, y *hemoglobina*, segun otros, y lo mismo estas sustancias que la cubierta ó la utrícula del glóbulo ofrecen los caractéres químicos de las materias azoadas neutras: la hemoglobina cristaliza en forma rombo-prismática, constituyendo los que se llaman cristales de la sangre, y absorbe químicamente el oxígeno y otros gases. La globulina y la hematosina se disuelven en el agua, pero no en el suero ni en las disolu-

ciones salinas, razon por la cual, cuando se quiere examinar la sangre con el microscopio, si se la diluye en agua, se destruyen los glóbulos, mientras que no pierden su estructura particular, si se emplea el suero, ó una disolucion de sulfato de sosa, de sal comun, de azúcar ó de goma. El sulfuro de carbono disuelve la materia colorante sin atacar ni disolver el glóbulo: al glóbulo despojado de su materia colorante se le llama *estroma*.

Los glóbulos blancos son esféricos é incoloros. La proporcion en que se encuentran con respecto á los glóbulos rojos es como 1 es á 400. Los hay de tres milésimos de milímetro y se les designa, por su extraordinaria pequeñez, con el nombre de *globulillos;* otros son de un volúmen algo mayor que el de los glóbulos rojos y se les llama *glóbulos plásmicos* ó *leucocitos*.

Poco ó nada se sabe en cuanto á la naturaleza de los glóbulos blancos. Para unos son vesículas inertes análogas á las que el aire forma con el agua de jabon; para otros tienen la mayor analogía ó identidad completa con los que se encuentran en el quilo y en la linfa y se les considera como utrículas ó células con núcleo, verdaderos órganos elementales que, en vez de estar reunidos formando láminas ó tubos, flotan disgregados en el líquido nutricio; y para otros son verdaderos parásitos de naturaleza *sarcódica,* á juzgar por los movimientos bastante pronunciados que en ellos se observan cuando acaban de extraerse de los vasos.

Segun todas las apariencias, los glóbulos sanguíneos llegan á un período de madurez en el que se gastan y desaparecen, siendo reemplazados por otros nuevos que se gastan y desaparecen á su vez. Pero, ¿cuál es el orígen de los glóbulos? ¿En dónde tiene lugar su formacion, y en qué parte del organismo se destruyen?

En cuanto á los glóbulos blancos, si se tiene en cuenta que puede aumentarse su número, casi á voluntad,

inyectando leche en los vasos sanguíneos de un animal vivo; que se encuentran en la sangre en mucha mayor cantidad despues de las comidas, sobre todo cuando se hace uso de alimentos grasos, y si se recuerda por otra parte, su grande semejanza con los glóbulos del quilo, se vé uno inducido á suponer que estos glóbulos provienen de las sustancias grasas empleadas en la digestion. Parece, en efecto, que las grasas emulsionadas ó extraordinariamente divididas, forman esos corpúsculos extraordinariamente pequeños que se encuentran en el quilo y en la sangre, á que se dá el nombre de *globulillos*. Parece que estos globulillos, unidos entre sí y cubiertos con una película de materia albuminoidea, cuya superficie viene á organizarse en una utrícula membranosa, forman esos glóbulos mayores á que se dá el nombre de *plásmicos;* y parece por último, que el contenido de estas utrículas cambia de aspecto, se trasforma en una sustancia diferente y desaparece al fin por las nuevas oxidaciones que experimenta al satisfacer las necesidades de la nutricion ó al convertirse en tejido adiposo.

Estos glóbulos, sin embargo, tienen núcleo, constituyendo por lo mismo algo que se parece á verdaderas células, y si lo fueran en realidad su orígen tendria que ser distinto del que nosotros suponemos.

Se asegura que el bazo interviene de un modo eficaz en la formacion de los glóbulos plásmicos, porque la cantidad de estos leucocitos es considerablemente mayor en la sangre que sale de esta víscera que en la que llega á la misma, y porque su hipertrofia vá acompañada del aumento de glóbulos plásmicos, así como su atrofia ó su extirpacion producen un efecto diferente. Tambien se cree que los gánglios linfáticos contribuyen á la formacion de los leucocitos, porque aumenta su número cuando están hipertrofiados; pero conviene

tener en cuenta, primero: que hay ciertos peces *(ciclostomos)* sin gánglios linfáticos y sin bazo, que sin embargo tienen en su sangre gran número de glóbulos plásmicos; segundo: que si el bazo y los gánglios contribuyeran á la formacion de los leucocitos, la hipertrofia de esos órganos no deberia producir su aumento, sino su disminucion, puesto que las hipertrofias glandulares, lejos de aumentar la secrecion del órgano, la disminuyen, como sucede á las mamas ó á los testículos, en los que el líquido segregado desaparece casi por completo cuando estas glándulas están hipertrofiadas.

Por otra parte se encuentran leucocitos en la sangre del embrion, cuando no existen todavía glándulas vasculares ó linfáticas. Se encuentran tambien leucocitos, segun M. Rvibin en el cuerpo otreo, en la superficie de las mucosas, de las serosas, de los conductos excretores de las glándulas, apareciendo igualmente en gran número de circunstancias mórbidas, como en las cavidades accidentales, en el plasma de la inflamacion, constituyendo los glóbulos de pus, etc.

Además, conviene no olvidar que aunque las células contenidas en las glándulas linfáticas se parecen mucho á los leucocitos, tienen tambien algunas diferencias, y entre ellas la diversa reaccion del ácido acético sobre las unas y los otros.

En cuanto al orígen de los glóbulos rojos es, si cabe, mas dudoso: sabemos que su cantidad está en razon directa del vigor y de la energía del organismo, y de consiguiente, que la edad, el sexo, el temperamento, el estado de salud ó de enfermedad, la alimentacion, etc., influyen poderosamente en su desarrollo; pero todo lo demás lo desconocemos casi por completo.

Las experiencias de M. Moleschott hacen creer que el hígado contribuye activamente á la formacion de los glóbulos rojos, porque si se extirpa esta víscera en las

ranas, disminuye considerablemente su número. Además, la sangre que llega al hígado contiene setenta y seis por ciento de su peso en glóbulos húmedos, y la que sale setenta y cuatro por ciento. Los glóbulos se forman al parecer á expensas de los materiales que suministra la digestion, porque una abstinencia prolongada disminuye considerablemente su cantidad. No seria extraño que la albúmina que entra en la composicion del glóbulo se fuera oxidando á expensas del oxígeno absorbido en los pulmones y se convirtiera al fin en fibrina, segun inducen á sospechar los experimentos de Scherer, y segun demuestran al parecer, la circunstancia de que en el huevo de los ovíparos la fibrina procede evidentemente de la albúmina que existe sola en su orígen; y la de que su formacion coincide con el establecimiento de la respiracion, ó sea con la absorcion del oxígeno. Si esto fuera así, los glóbulos rojos tendrian por principal objeto acarrear el oxígeno á todas las partes del cuerpo y contribuir á la formacion de la fibrina y esta quedaria libre en el plasma por la destruccion incesante de los mismos.

El exámen químico de la sangre antes de su entrada en el bazo y á su salida de este órgano, viene á confirmar estas ideas. Beclard ha demostrado que la sangre de la vena esplénica, no solo tiene menor cantidad de glóbulos que la de la arteria esplénica, sino que la contenida en la vena yugular ó en cualquiera otra de la economía. M. Kolliker ha encontrado que el barro esplénico está formado de la reunion de glóbulos sanguíneos en diversos períodos de descomposicion. M. Moleschott ha demostrado igualmente que la extirpacion del bazo vá seguida de la acumulacion de glóbulos rojos en la sangre, y las experiencias de M. Gray han dado lugar á los mismos resultados. Al mismo tiempo que se han hecho estas observaciones, M. Beclard ha descubierto que la

sangre que sale del bazo contiene mayor cantidad de fibrina, lo cual probaria que procede, al menos en parte, de los glóbulos y que es uno de los productos de las metamórfosis que experimentan estos organitos.

A ser esto cierto, los glóbulos rojos no se reproducirian por division ni generacion endógena, conservando así su carácter distintivo y peculiar que tanto los diferencia de los glóbulos blancos, sobre todo por la importancia de sus funciones.

Algunos aseguran que los glóbulos blancos toman orígen en los folículos y glándulas linfáticas, en el *timo, en la glándula tiroides* y en el bazo, durante el período embrionario, y en el de la vida extra-uterina, en el bazo y en los gánglios; y aseguran al mismo tiempo que los glóbulos blancos que se producen de este modo de una manera incesante, se van convirtiendo incesantemente tambien en glóbulos rojos, jóvenes, que reemplazan á los que han llegado á su madurez y se destruyen.

La trasformacion de los glóbulos blancos en glóbulos rojos no puede admitirse: primero porque los glóbulos rojos aparecen en el embrion antes que los leucocitos; segundo, porque los leucocitos tienen núcleo y no le hay en los glóbulos rojos; y tercero, porque en los glóbulos rojos se encuentra la hemoglobina, sustancia colorante cristalizable, y seria tan difícil explicar la trasformacion química del glóbulo blanco en rojo, como el orígen de estos glóbulos, que es precisamente lo que por esta teoría se pretende aclarar.

§ 57.

Diferencias entre la sangre arterial y venosa.—La composicion y las propiedades de la sangre arterial no son completamente iguales á las de la venosa.

La sangre arterial es de un color rojo vivo y la veno-

sa de un rojo muy oscuro, por lo que se la llama tambien sangre negra.

Esta diferencia de coloracion depende de la influencia del oxígeno. La sangre venosa toma el color de la arterial en el acto de la respiracion por el oxígeno que penetra con el aire. Se sabe que, agitando la sangre venosa en una atmósfera de oxígeno, adquiere el color propio de la arterial; y si á esta sangre se la despoja de su oxígeno por medio de la máquina pneumática, toma de nuevo el color de la venosa. La sangre arterial adquiere tambien el color de la venosa cuando se la somete á la accion de una corriente de hidrógeno ó de ácido carbónico, porque estos gases desalojan el oxígeno y se colocan en su lugar. El análisis químico ha venido á demostrar, confirmando estas ideas, que la sangre arterial tiene mayor proporcion de oxígeno que la venosa, mientras que esta última está sobrecargada de ácido carbónico con relacion á la primera. Introduciendo una cánula en la tráquea de un perro y abriéndole al mismo tiempo una arteria, la sangre sale rojiza mientras permanece espedita la entrada del aire en los pulmones; pero si se cierra la cánula y el aire no puede penetrar, la sangre pierde poco á poco su color arterial, y al cabo de un minuto adquiere por completo el de la venosa.

La sangre arterial y la venosa se diferencian poco bajo el punto de vista de su constitucion química, ó al menos, si hay diferencias, son muy difíciles de apreciar. Se dice que la sangre arterial contiene mayor cantidad de glóbulos, pero M. Poggiale y M. Marchal (de Calvi), han hallado lo contrario. Se asegura que la sangre arterial es algo mas coagulable, y que contiene alguna mayor cantidad de materias sólidas, fibrina, sales, glucosa y materias extractivas; pero si estas diferencias existen, y si no son debidas á circunstancias accidentales, como por ejemplo, á la mayor ó menor cantidad de agua que

haya absorbido el sistema venoso en el aparato digestivo, son tan extraordinariamente pequeñas, que no bastan por sí solas para explicar su distinta importancia fisiológica. Lo único que parece demostrado es que la sangre venosa posee un dicrhoismo muy pronunciado y que se diferencia de la arterial por la riqueza respectiva de los gases que cada una contiene en disolucion y porque su fibrina se coagula con mas lentitud.

La sangre arterial, en efecto, parece gozar exclusivamente de la facultad de estimular la actividad vital del organismo. Si se sustituye la sangre arterial que se dirige á la extremidad inferior de un perro con la de la vena yugular de un animal de la misma especie, la parte del organismo colocada en estas condiciones anormales es atacada, segun los experimentos de Bichat, de una especie de parálisis. Si se hace afluir al cerebro de un perro sangre venosa en lugar de la arterial, por un procedimiento análogo al anterior, el animal muere al poco tiempo.

La constitucion de la sangre, tanto arterial como venosa, puede sufrir modificaciones mas ó menos importantes, segun sean las circunstancias especiales de los sugetos, y segun se encuentren en estado de salud ó de enfermedad.

La edad, el sexo, el temperamento, el género de vida, la naturaleza de los alimentos y otro gran número de influencias individuales pueden cambiar las condiciones de la digestion, modificando la naturaleza ó la cantidad de los elementos reparadores que llegan á la sangre, ó alterar las de la nutricion y de las secreciones, de manera que este líquido ceda á los tejidos elementos distintos de los que les suministra de ordinario, contribuyendo en último resultado á que se trastorne profundamente su composicion.

§ 58.

Cantidad de sangre en el sistema circulatorio. — No es fácil calcular con exactitud la cantidad de sangre contenida en el sistema circulatorio.

Si se hace una sangría á un animal cualquiera, sobreviene la muerte mucho tiempo antes de que salga toda su sangre. No se puede por otra parte medir la capacidad de los vasos en que está contenida, y no es posible tampoco apreciar la relacion que existe entre la que sale del cuerpo y la que queda en el interior, porque esta se regenera sin cesar.

El procedimiento indicado por M. Valentin para resolver esta cuestion, es digno de ser conocido por mas que no sea rigurosamente exacto.

Si á un kilógramo de disolucion salina en la que cada cien partes contenga diez de resíduo sólido, se añade otro kilógramo de agua destilada, cada cien partes de esta disolucion debilitada no contendrán ya diez de resíduo, sino la mitad, porque permanece constante la cantidad de sal y tiene que distribuirse en doble cantidad de agua. Esto nos demuestra que si en vez de añadir á la disolucion una cantidad de agua igual á la que ya tenia se hubiera añadido solo una tercera, quinta ú octava parte, la porcion de resíduo sólido correspondiente á cada cien partes de la nueva disolucion, solo hubiera disminuido un tercio, un quinto ó un octavo. Y esto nos demuestra, por último, que cuando el resíduo disminuye en una mitad por la adicion de un kilógramo de agua, es porque la disolucion primera tenia otro kilógramo de líquido; cuando disminuye en una tercera, quinta ú octava parte por la adicion de un kilógramo de agua, es porque la disolucion primera tenia tres, cinco ú ocho kilógramos.

Podemos, pues, cuando se tiene una disolucion salina, en cantidad desconocida, averiguar qué cantidad hay de disolucion, examinando el tanto por ciento de resíduo sólido que contiene y viendo la proporcion en que disminuye este resíduo por la adicion de cantidades conocidas de agua destilada.

Haciendo aplicacion de estos principios, M. Valentin toma una corta cantidad de sangre de un animal cualquiera, la deseca y encuentra que contiene el diez por ciento de resíduo sólido. Inyecta despues en las venas del mismo animal una cantidad conocida de agua destilada, por ejemplo un kilógramo, y al cabo de cinco minutos vuelve á sangrar al animal y á recoger el resíduo de esta sangre diluida. ¿Ha disminuido una cuarta parte? Pues la cantidad total de la sangre es de cuatro kilógramos. ¿Ha disminuido una octava parte? Pues el animal tiene ocho kilógramos de sangre. Las experiencias de este género, repetidas en diferentes animales, han dado lugar á deducir que la masa de la sangre es igual á la décima parte del peso del cuerpo, y de consiguiente, que en el del hombre adulto hay de seis á siete kilógramos poco mas ó menos.

Las deducciones de M. Valentin no pueden ser completamente exactas, porque despues de la primera sangría y antes de la inyeccion acuosa, ya el plasma se regenera, y porque, además, parte del líquido inyectado debe escaparse por exhalacion ó trasudacion á través de los vasos capilares.

M. E. Weber decapita al animal y pesa la sangre obtenida de este modo. Inyecta despues agua destilada hasta que sale sin color. Recoge el líquido de la inyeccion, lo deseca y calcula por el resíduo la cantidad de sangre á que corresponde; de modo que, añadiendo á la porcion de sangre recogida la de la sangre calculada, cree encontrar la suma exacta de la que corresponde al animal.

M. Welker ha propuesto otro método distinto: recoge por medio de la sangría una cantidad determinada de sangre, por ejemplo, una onza. Hace pasar despues por los vasos del animal una corriente de agua destilada hasta que salga completamente sin color, y mide el volúmen del líquido empleado, que se eleva á cien litros, por ejemplo. Diluye tambien en el agua la sangre primeramente recogida hasta que quede de un color igual al del líquido de la inyeccion, y si para esto ha necesitado un litro de líquido, hace el siguiente sencillísimo cálculo: si en un litro de agua hay una onza de sangre decolorada, en los cien litros que sirvieron para la inyeccion, habrá cien onzas.

M. Vierordt, por medio de cálculos ingeniosos, viene á deducir que el corazon suministra á la aorta doscientos diez y siete centímetros cúbicos de sangre por segundo, y como la totalidad de la sangre pasa por el corazon en veintitres segundos, porque este tiempo es el que tarda en efectuar una revolucion circulatoria completa en el hombre, multiplicando los doscientos diez y siete centímetros cúbicos de sangre que lanza el corazon en cada segundo, por veintitres segundos que tarda en lanzarla toda, tendremos el volúmen de la totalidad de la sangre, que es, con arreglo á este cálculo, de cuatro mil novecientos noventa y un centímetros cúbicos, cuya cantidad corresponde en peso, siendo la densidad de la sangre 1'05, á cinco kilógramos y doscientos cuarenta gramos, ó sea poco mas ó menos, la duodécima parte del peso regular del hombre. Segun Heydenhain, el peso de la masa de la sangre es en el raton como la mitad del peso del cuerpo: en el perro como $^1/_{13}$; en el gato como $^1/_{15}$; en el conejo como $^1/_{18}$; en las aves como $^1/_{12}$; en la rana como $^1/_{17}$; en algunas clases de peces como $^1/_{63}$.

Los resultados de estos diferentes ensayos, á ningu-

no de los cuales se le puede dispensar una confianza completa, no discrepan mucho entre sí. De cualquier modo que sea, la cantidad de sangre ha de variar bastante en un mismo individuo en las diferentes circunstancias en que puede encontrarse con respecto á su alimentacion mas ó menos suficiente, á su temperamento mas ó menos sanguíneo, ó á su estado pletórico ó anémico, etc.

CAPÍTULO II.

Circulacion de la sangre.

§ 59.

Circulacion de la sangre en el corazon.—Hemos dicho que la sangre, impulsada por el corazon, penetraba en las arterias y era conducida á todas las partes del cuerpo para volver por las venas al sitio de partida ó sea al corazon.

El corazon del hombre, lo mismo que el de los mamíferos y el de las aves, está dividido en dos partes casi iguales, una derecha y otra izquierda, que no comunican directamente entre sí en la edad adulta. El corazon derecho envía la sangre venosa que contiene á las arterias pulmonales, que la conducen á los pulmones, donde se convierte en sangre arterial, y las venas pulmonales devuelven esta sangre arterial al corazon izquierdo. Al círculo descrito por la sangre en su marcha desde la parte derecha del corazon á los pulmones, y desde los pulmones á la parte izquierda del corazon, se llama circulacion pequeña ó circulacion pulmonal. En la circulacion pulmonal las arterias conducen sangre venosa y las venas sangre arterial.

El corazon izquierdo envía tambien la sangre arterial que ha recibido á la arteria aorta, que la conduce á los tejidos, donde se convierte en venosa y vuelve por las venas al corazon derecho. Al círculo descrito por la sangre en su marcha desde la parte izquierda del corazon á los diferentes órganos de la economía, y desde estos á la parte derecha del corazon, se llama grande circulacion ó circulacion general. En la circulacion general las arterias conducen sangre arterial y las venas sangre venosa.

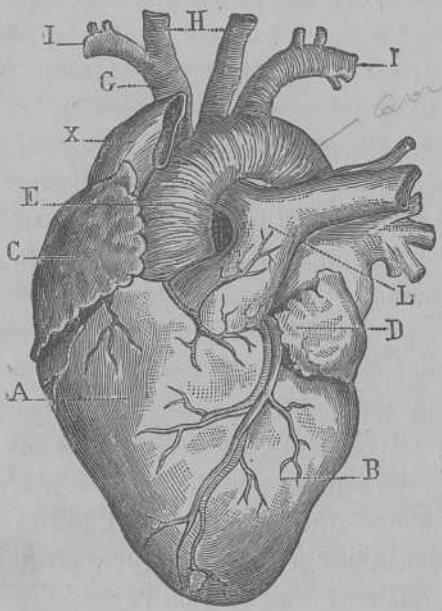

FIGURA 20.ª

A *ventrículo derecho.* **B** *ventrículo izquierdo.* **C** *aurícula derecha.* **D** *aurícula izquierda.* **E** *arteria aorta.* **L** *arteria pulmonal.* **G** *tronco braquio-cefálico.* **H** *arterias carótidas, derecha é izquierda.* **I I** *arterias subclavias.* **X** *vena cava superior.*

El corazon no solo está dividido por mitad en su diámetro vertical, sino que tanto la parte derecha como la parte izquierda están separadas horizontalmente, for-

mando cada una dos cavidades diferentes. Las cavidades superiores, llamadas aurículas, comunican directamente con las cavidades inferiores, llamadas ventrículos, pero ni las aurículas ni los ventrículos comunican directamente entre sí.

El corazon es un músculo poderoso, susceptible por lo mismo de entrar en contraccion y de arrojar lejos de sí, al contraerse, la sangre contenida en su interior. Al estado de contraccion del corazon se llama *sístole*, y al estado de relajacion de su tejido muscular, *diástole*.

Las cuatro cavidades en que está dividido el corazon no entran en juego todas á la vez. La aurícula derecha y la aurícula izquierda se contraen simultáneamente constituyendo el *sístole auricular;* pero cuando las aurículas están contraidas, los ventrículos se hallan dilatados. Del mismo modo, los ventrículos derecho é izquierdo se contraen simultáneamente tambien, constituyendo el *sístole ventricular;* pero cuando están contraidos, se hallan dilatadas las aurículas. Al sístole ventricular no sucede inmediatamente despues el sistole auricular, sino que hay antes un momento de reposo, de manera que, al parecer, se dividen en tres tiempos iguales las contracciones del corazon. Primer tiempo: sístole auricular y dilatacion de los ventrículos. Segundo tiempo: sístole ventricular y dilatacion de las aurículas. Tercer tiempo: reposo del órgano ó sea diástole auricular y ventricular, despues del cual viene de nuevo el primer tiempo y así sucesivamente los demás.

Al contraerse el corazon disminuye de volúmen, porque se reduce el diámetro de su cavidad, y al mismo tiempo se endurece.

Para comprender ahora el mecanismo de la circulacion de la sangre en las cavidades del corazon, conviene tomar un punto de partida: la aurícula derecha, por ejemplo.

La sangre llega á la aurícula derecha conducida por las venas cavas superior é inferior y por las venas coronarias. Penetra en la aurícula mientras se halla en estado de *diástole*, y cuando se llena esta cavidad, sus paredes se contraen y comprimen la sangre que busca una salida. No puede retroceder hácia las venas, porque la contraccion de la aurícula tiende á obturar los orificios de entrada, cerrados incompletamente por la válvula de Eustaquio y por la válvula coronaria, y porque, como la contraccion empieza en el apéndice auricular y se propaga hácia el ventrículo, empuja la sangre en esta misma direccion. Además, la presion ejercida por las nuevas columnas de sangre que vienen de las venas, impide el retroceso de la que se halla en el interior. Como por otra parte la sangre no encuentra ningun obstáculo que se oponga á su entrada por el orificio aurículo-ventricular, porque la válvula tricúspide se abre de arriba hácia abajo, se introduce libremente en el ventrículo derecho que se halla dilatado, por lo mismo que la aurícula está en contraccion, pues ya hemos dicho que el sístole de la aurícula coincide con el diástole del ventrículo.

Tan pronto como la sangre penetra en el ventrículo derecho, sus paredes se contraen y el líquido comprimido busca tambien una salida. No puede volver hácia la aurícula, porque la válvula tricúspide obra como si fuera una puerta, cerrándose de abajo hácia arriba sin que sea fácil doblarla ni vencer su resistencia, por impedirlo las cuerdas fibro-musculares que se insertan en su borde libre y en las paredes del ventrículo, y además porque, aun suponiendo que la válvula tricúspide tenga otro objeto y no sirva para tapar el orificio aurículo-ventricular, este se cierra por sí mismo cuando se contrae el ventrículo, como se demuestra introduciendo un dedo en el citado orificio, por la presion que experimenta y

por la fuerza que le sujeta en cada sístole ventricular. Como por otra parte la abertura que comunica con la arteria pulmonal está libre, porque las válvulas sigmoideas se abren de dentro hácia fuera, ó de abajo arriba, la onda sanguínea penetra fácilmente en la arteria pulmonal.

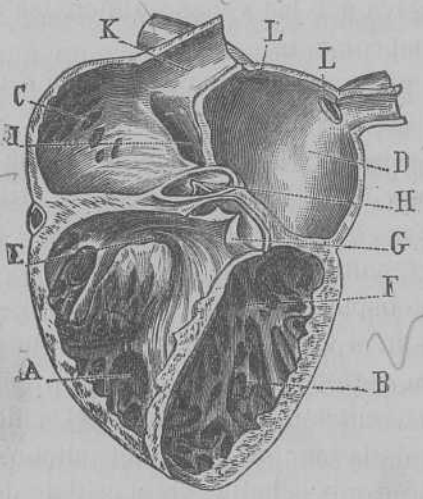

FIGURA 21.ª

Cavidades del corazon.

A *ventrículo derecho.* **B** *ventrículo izquierdo.* **C** *aurícula derecha.* **D** *aurícula izquierda.* **E** *orificio aurículo-ventricular derecho y válvula tricúspide.* **F** *orificio aurículo-ventricular izquierdo y válvula mitral.* **G** *origen de la arteria pulmonal y válvulas sigmoideas.* **H** *origen de la aorta y válvulas.* **I** *orificio de la vena cava inferior.* **K** *vena cava superior.* **L L** *orificios de las venas pulmonales.*

Concluido el sístole del ventrículo derecho, la arteria pulmonal se dilata á impulso de la sangre recibida; las válvulas sigmoideas se cierran, impidiendo por una parte que la sangre retroceda hácia el corazon, y por otra que salga del mismo ventrículo la que se vá acumulando durante su período de diástole, y que ha de

estar allí contenida hasta que una nueva contraccion venza la resistencia de las válvulas y la lance, lo mismo que á las ondas anteriores, á la arteria pulmonal.

Esta sangre, impulsada por las fuerzas de que hablaremos al tratar de su circulacion por las arterias, llega á los pulmones; se trasforma de venosa que era en arterial, y vuelve por las venas pulmonales á la aurícula izquierda del corazon.

La aurícula izquierda se conduce en este caso como lo habia hecho anteriormente la derecha. Se contrae, y su manera especial de contraccion impide el retroceso de la sangre y la obliga á atravesar el orificio aurículo-ventricular, en donde no halla ninguna resistencia—porque la válvula mitral se abre lo mismo que lo habia hecho la tricúspide de arriba hácia abajo,—y la sangre se acumula en el ventrículo izquierdo que se halla entonces en su período de dilatacion. Al diástole sucede el sístole del ventrículo, cerrándose el orificio aurículo-ventricular de la manera que hemos dicho, y las válvulas sigmoideas que se hallan en el orificio de comunicacion con la aorta y que habian permanecido cerradas hasta entonces por la presion que sobre ellas ejercia la sangre contenida en la misma arteria, ceden el paso á la onda sanguínea comprimida que penetra en la aorta, arrastrando la sangre que encuentra á su paso para que se distribuya al fin en todos los tejidos.

Para seguir mejor el movimiento de la sangre en el corazon, hemos supuesto que funcionan primero la aurícula y el ventrículo derecho, y que solo entran en accion la aurícula y el ventrículo izquierdo al volver la sangre desde los pulmones. Si se recuerda, sin embargo, que el sístole de las aurículas es simultáneo, y que coincide con el diástole de los ventrículos, se comprenderá que cuando la aurícula derecha comprime la sangre recibida de las venas cavas para lanzarla al ventrí-

culo derecho, la aurícula izquierda comprime al mismo tiempo la contenida en esta cavidad para impulsarla hácia el ventrículo izquierdo; y que cuando se contrae el ventrículo derecho para lanzar la sangre á las arterias pulmonales, se contrae simultáneamente el izquierdo para arrojar la que él contiene á la arteria aorta. La circulacion pulmonal y la circulacion general son de consiguiente simultáneas.

Hemos dicho que la disposicion particular de las válvulas aurículo-ventriculares impedia el retroceso de la sangre á las aurículas cuando los ventrículos entraban en contraccion. Así sucede efectivamente en circunstancias normales. Las lengüetas valvulares forman una especie de cono, cuya base corresponde hácia la aurícula y cuyo vértice mira hácia el ventrículo. La sangre de las aurículas penetra fácilmente por la base del cono, y se abre paso separando sus paredes. La sangre de los ventrículos, al intentar subir hácia las aurículas, comprime las paredes del cono, y apretándolas entre sí, cierra la abertura que dejan las mismas cuando se hallan separadas. A pesar de todo, en algunos casos patológicos, si las válvulas no funcionan como de ordinario, ó si las alteraciones del tejido muscular del corazon impiden la oclusion completa de los orificios aurículo-ventriculares, pueden sobrevenir trastornos circulatorios graves.

Por eso, cuando hay algun obstáculo que se opone al paso de la sangre por los vasos del pulmon, la arteria pulmonal no puede desembarazarse fácilmente de la sangre que contiene, ni recibir la que le envía el ventrículo derecho, y esta sangre, que encuentra obstruido su camino, retrocede, se abre paso á través de la válvula tricúspide y refluye en parte á la aurícula derecha y á las cavas, contra cuyas paredes choca en cada movimiento sistólico del corazon, dando lugar al fenómeno que se conoce con el nombre de pulso venoso.

Es tanto mas fácil que la sangre de las aurículas refluya en algunos casos como el que acabamos de citar hácia las venas que desembocan en el corazon, cuanto que la válvula de Eustaquio, que se encuentra en la embocadura de la vena cava inferior, resguarda solamente la mitad ó las dos terceras partes de la circunferencia de este orificio, y cuanto que lo mismo la embocadura de la vena cava superior que las de las venas pulmonales se encuentran desprovistas de válvulas. Verdad es que la contraccion sucesiva, peristáltica y vermicular de las aurículas suple en parte esta falta: verdad es tambien que los hacecillos musculares, dispuestos á manera de esfínteres en la embocadura de las grandes venas, contribuyen con su contraccion á que se cierren los orificios venosos; pero si esto basta en circunstancias normales, no es suficiente cuando existen entorpecimientos poderosos que se oponen al curso natural de la sangre.

§ 60.

Latidos del corazon.—El corazon durante sus contracciones choca con la pared torácica correspondiente á la region precordial, y los *latidos* de este órgano se hacen perceptibles en el espacio intercostal que separa la quinta y sexta costilla del lado izquierdo.

Se cree por algunos fisiólogos que estos *latidos* son debidos al sístole auricular, porque lanzada la sangre á los ventrículos, se inclinan hácia adelante y chocan contra la pared del pecho; pero las observaciones directas efectuadas en los animales vivos inducen á creer que la inclinacion hácia adelante de la parte libre del corazon coincide con el sístole de los ventrículos.

Como las fibras musculares que ocupan la cara anterior de la porcion ventricular son mas largas que las de

la cara posterior, se acortan mas que estas últimas durante la concentracion de los ventrículos, y la punta del corazon se dirige hácia adelante y hácia arriba. Además, la sangre arrojada á las arterias á consecuencia de la contraccion ventricular, reacciona sobre la parte libre del corazon empujándole en sentido contrario, como sucede, por ejemplo, al descargar una escopeta, y la punta de este órgano tropieza con la pared torácica. Ya Harbeo habia tenido ocasion de observar en el vizconde de Montgomery, herido gravemente y curado despues, á pesar de haber quedado el corazon casi al descubierto, que este órgano se levantaba bruscamente y chocaba contra la pared anterior del torax en cada contraccion ventricular. M. Bamberger ha podido notar, introduciendo el dedo en una herida del torax, que la punta del corazon chocaba contra el dedo del observador cada vez que los ventrículos se contraian, separándose de nuevo en el momento de diástole. En los casos de vicios de conformacion de las paredes torácicas, se han comprobado estas mismas observaciones; y en la Academia de Medicina de Barcelona examinamos detenidamente hace algunos años á M. Groux, á quien faltaba congénitamente parte del esternon, lo que permitia notar que el choque del corazon contra las paredes del pecho coincidia con el pulso y con el sístole ventricular, observándose al mismo tiempo que durante este sístole experimentaba el corazon un movimiento de torsion alrededor de su eje longitudinal, á consecuencia del cual su punta se dirigia ligeramente del lado izquierdo hácia el derecho. La direccion oblícua de las fibras musculares que forman los ventrículos, ocasiona sin duda este movimiento en el estado normal.

Esto mismo confirma el *Cardiógrafo* de Chaveau y Marey, que consiste en un tubo flexible, lleno de aire, cuyas extremidades terminan en dos bolsas igualmente

flexibles y llenas de aire tambien, y que permite, en virtud de la elasticidad del gas contenìdo en su interior, que las variaciones de presion que experimenta una de las extremidades se comunique rápidamente á la otra, la cual por medio de una palanca que recibe y amplifica el movimiento, lo trasmite á un aparato anotador donde queda dibujado.

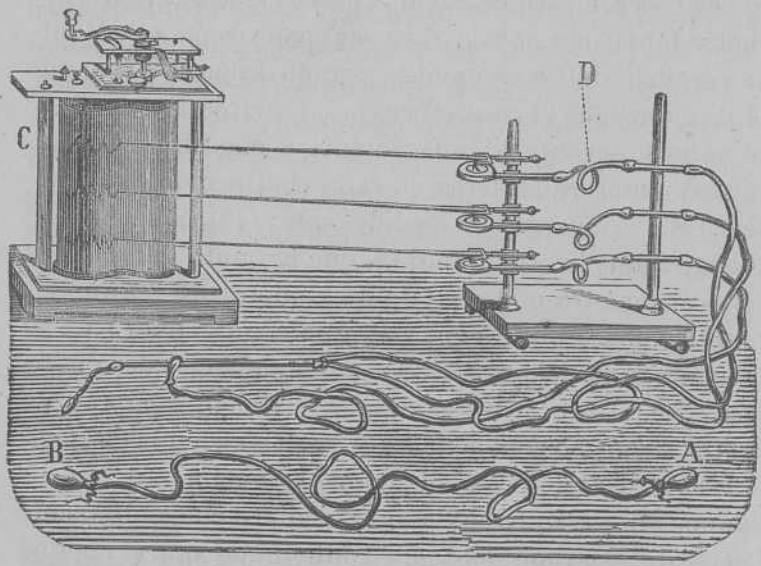

FIGURA 22.ª

A B *bolsas elásticas situadas en las extremidades del tubo flexible.* **C** *aparato anotador en el que imprimen su trazo las palancas del aparato esfigmográfico.* **D** *aparato esfigmográfico que recibe, trasmite y amplifica el movimiento producido en cada uno de los tubos ó cardiógrafos por la presion ejercida sobre las bolsas en que estos terminan.*

De este modo, si se introduce una de las extremidades del tubo en el ventrículo derecho de un caballo, la presion que experimenta se hará perceptible en la extremidad que ha quedado al exterior, y si se emplean diferentes tubos, de manera que uno de ellos se introduzca en el ventrículo derecho, otro en la aurícula del mismo

lado y otro en el espacio intercostal con que tropieza el corazon, podrá apreciarse el órden de sucesion de sus movimientos, su energía, su duracion y la relacion en que se encuentran con el choque precordial.

§ 61.

Ruidos del corazon.—Aplicando el oido sobre las paredes del pecho, en la parte correspondiente al corazon, se perciben, en el estado normal, dos ruidos diferentes: el primero coincide con el sístole ventricular, es bastante oscuro, profundo, prolongado, tiene su máximum de intensidad entre la cuarta y quinta costilla y es simultáneo con el choque del corazon contra la pared torácica; el segundo coincide con el reposo del corazon, es mas claro y superficial, menos prolongado, tiene su máximum de intensidad hácia el tercer espacio intercostal y coincide con la contraccion de los troncos arteriales que salen del corazon. Para distinguir estos ruidos entre sí, llamamos al primero *sistólico ventricular* y al segundo *sistólico arterial,* porque, segun todas las probabilidades, el primero es ocasionado por el sístole de los ventrículos y el segundo por el sístole de los troncos arteriales que nacen del corazon.

Se ha dicho que el ruido *sistólico ventricular* era producido por la contraccion de las aurículas y que resultaba del choque de la sangre contra las paredes de los ventrículos; pero este ruido coincide, como hemos dicho, con el sístole de los ventrículos, y entonces las aurículas se hallan dilatadas. Además, segun los experimentos de M. Beau, se percibe tambien aunque las aurículas no puedan entrar en contraccion.

En nuestro concepto, el ruido *sistólico ventricular* es producido por diferentes causas á la vez. En el momento del sístole de los ventrículos, la sangre choca contra la

pared de estas cavidades, y este choque ha de producir algun ruido. Además, la tension súbita de las válvulas auriculo-ventriculares, determinada por la onda sanguínea que tiende á retroceder hácia las aurículas, el roce de la misma onda sanguínea contra las bridas fibro-musculares que sujetan las válvulas tricúspide y mitral, el frotamiento de la parte inferior del corazon contra la pared del torax, y hasta la misma vibracion ó murmullo oscilatorio, poco perceptible á la verdad, ocasionado por la contraccion de los músculos enérgicos son otras tantas causas que pueden contribuir á la produccion del ruido sistólico ventricular. Si este ruido es oscuro y profundo, se debe á la masa compacta de fibras musculares de que están formados los ventrículos, y si tiene su máximum de intensidad entre la cuarta y quinta costilla, es porque precisamente corresponde á esta parte el espacio ventricular en que se produce.

El ruido *sistólico arterial* coincide con el reposo del corazon: de consiguiente no debe buscarse su orígen en las contracciones de este órgano. Pero como el reposo del corazon vá acompañado de la contraccion de los grandes troncos arteriales que acaban de recibir la sangre de los ventrículos, y como la contraccion de la aorta y la de la arteria pulmonal ocasiona el retroceso de la sangre, y esta choca contra las válvulas sigmoideas, que cierran entonces el orificio arterial ó de comunicacion con los ventrículos, parece natural atribuir el orígen del ruido que nos ocupa al choque de la onda sanguínea contra el plano valvular. Los experimentos de M. Hope confirman esta opinion. Si se fijan las válvulas sigmoideas contra las paredes arteriales, por medio de pequeñas erinas metálicas, el ruido seco y claro que caracteriza al que hemos llamado *sistólico arterial*, desaparece y es sustituido por otro de fuelle ó por un silencio completo, volviendo á aparecer el primero si se

colocan de nuevo las cosas en su situacion normal. Inyectando un líquido en la aorta torácica de un cadáver y dirigiendo la corriente hácia el corazon, se cierra bruscamente el orificio aórtico de esta víscera y se percibe un ruido análogo al de que nos estamos ocupando. Si se corta la punta del corazon de una vaca, de manera que la sangre comprimida por los ventrículos salga por la herida y no por los orificios arteriales, el ruido sistólico ventricular continúa manifestándose, segun se deduce de los ensayos de una comision de médicos de Dublin; pero el sistólico arterial desaparece, porque ya no pueden entrar en juego para producirlo las válvulas sigmoideas. Este ruido es mas perceptible que el anterior, porque se produce mas superficialmente y no hay masas musculares que impidan su comunicacion al exterior, y tiene su máximum de intensidad en un punto mas elevado que el primero, porque corresponde al de insercion de las válvulas sigmoideas en las arterias aorta y pulmonal.

Los estados patológicos del corazon, á consecuencia de los cuales se altera el juego de las válvulas, ó las adherencias de este órgano con la serosa que lo envuelve, ocasionan ruidos anormales como el de fuelle, el de cuero, etc., modificaciones en el timbre, agudeza ó intensidad de los ruidos normales, cuyo estudio corresponde á la patología.

La impulsion comunicada á la sangre por las contracciones ventriculares, dá lugar á que el choque de la onda sanguínea se perciba en las paredes arteriales cuando se comprimen ligeramente con el dedo sobre un plano resistente, como el formado por los huesos rádio, temporal, etc. A la impresion provocada en este caso por las paredes arteriales en el órgano del tacto, se le designa con el nombre de *pulso*.

El mayor ó menor número de veces que los ventrí-

culos se contraen en un tiempo dado, dá lugar á que el pulso sea mas ó menos frecuente. La frecuencia del pulso puede depender de un estado patológico, así como tambien de circunstancias individuales, extrañas á toda enfermedad, y conviene, por lo mismo, conocerlas.

En el feto y en los primeros tiempos de la vida extrauterina, el corazon late de ciento treinta á ciento cuarenta veces por minuto. El número de pulsaciones disminuye gradualmente desde los dos años á la edad adulta, en cuya época es, con corta diferencia, de setenta y dos. En la vejez aumenta hasta setenta y cinco y en la decrepitud se aproxima á ochenta.

Las contracciones del corazon son mas numerosas en la mujer que en el hombre, cualquiera que sea la época de la vidá en que se les compare. En igualdad de sexos y de edades, las contracciones del corazon son mas frecuentes en los sugetos que tienen menor estatura.

El ejercicio muscular, el estado de vigilia, los climas cálidos, la disminucion de la presion atmosférica, el trabajo de la digestion, el uso de alimentos azoados y de bebidas fermentadas, contribuyen tambien á que se aceleren las contracciones del corazon.

§ 62.

Capacidad del corazon. — Se ha intentado calcular la cantidad de sangre que el ventrículo izquierdo del corazon envía por minuto al sistema aórtico, y aunque las evaluaciones hechas no pueden expresar de una manera exacta la verdad, tienen, sin embargo, su importancia relativa. Admitiendo que el número de contracciones sea, por término medio, de setenta y dos por minuto, admitiendo que la capacidad del ventrículo izquierdo sea de ciento ochenta centímetros cúbicos, y admitiendo

que se vacía completamente en cada movimiento de sístole, resultará que la aorta recibe doce mil novecientos sesenta centímetros cúbicos por minuto, ó sean doscientos diez y seis en cada segundo. Este cálculo no puede ser completamente exacto, porque es mas difícil de lo que á primera vista parece apreciar con exactitud la verdadera capacidad del ventrículo izquierdo; porque tampoco se vacía completamente en cada movimiento de contraccion, y porque la cantidad de sangre puesta en movimiento por las contracciones del ventrículo, no dependen solo de la frecuencia de estas contracciones, sino de la mayor ó menor dilatacion de su cavidad en el acto del diástole. Las mismas observaciones pueden hacerse cuando se trate de apreciar la cantidad de sangre lanzada á la arteria pulmonal por el ventrículo derecho en cada una de sus contracciones.

§ 63.

Fuerza del corazon.— Se ha intentado tambien conocer la fuerza de contraccion del corazon ó la potencia motriz de este órgano.

La fuerza de contraccion del corazon puede apreciarse por la rigidez de sus paredes en el acto del sístole y por la fuerte compresion que se experimenta cuando se introduce el dedo en el interior de los ventrículos.

Si se tiene en cuenta que la fuerza de contraccion de los músculos está casi siempre en relacion con el número de fibras de que se componen, ó lo que es casi igual, con su peso, es natural que el lado izquierdo del corazon tenga una potencia motriz doble próximamente de la que corresponde al lado derecho.

El trabajo mecánico del corazon, considerado en sí mismo, es decir, el peso que la fuerza desplegada por las contracciones de este órgano podria elevar á determina-

da altura, en un tiempo dado, no puede apreciarse con exactitud. Vierordt cree que es igual á la que se necesita para levantar trescientos gramos á un metro de altura en un segundo. Volkmann, aceptando como base que el corazon lanza á la aorta, en cada contraccion ventricular, de ciento setenta y cinco á ciento ochenta gramos de sangre; que la velocidad con que camina en este vaso es de tres á cuatro decímetros por segundo, y que su tension media es equivalente á una columna de dos metros y veinticuatro centímetros de sangre, deduce que el ventrículo izquierdo ejecuta un trabajo igual al que se necesitaria para levantar cuatrocientos gramos á un metro de altura. Si estos cálculos son exactos el trabajo efectuado por el corazon en 24 horas bastaria para levantar á un metro de altura un peso de algunos miles de quintales.

Cualquiera que sea la fuerza desplegada por el corazon, lo que mas importa conocer es la tension que esta fuerza determina en la sangre lanzada á las arterias. Esta tension puede apreciarse con facilidad; y segun veremos mas adelante, la onda sanguínea lanzada por el ventrículo izquierdo comprime de dentro á fuera las paredes arteriales con una fuerza equivalente al peso de una columna de mercurio de unos quince centímetros de altura. La tension comunicada por el ventrículo derecho es algo menor.

La tension arterial es casi igual en todos los mamíferos, aunque sea diferente su talla y el volúmen de su corazon. Esto puede significar, como asegura Volkmann, que el corazon de una gallina comunica á la sangre un impulso igual al que le comunica el corazon de un caballo; pero no significa que la fuerza de contraccion del corazon sea igual en estos dos animales, sino que existe una relacion casi constante entre esta contraccion y el calibre de los orificios aórticos ó la cantidad de líquido

que ha de ponerse en movimiento en cada sístole. Por eso, aunque la contraccion ventricular es mas enérgica en el caballo, como tiene que desalojar una cantidad de sangre mucho mayor que el corazon de la gallina, la comunica, con corta diferencia, un impulso igual.

Por lo demás, la fuerza de contraccion del corazon puede aumentar ó disminuir en un mismo individuo por diferentes circunstancias. En la edad adulta es mayor que en la infancia ó en la vejez. En los casos de hemorragias ó de que, por cualquiera otra causa, disminuya la cantidad de sangre que hay en circulacion, ó se haga mas pobre de principios excitantes, como sucede á consecuencia de la fatiga ó de las privaciones, etc., disminuye tambien la energía de la contraccion ventricular.

El corazon, lo mismo que los demás músculos de la economía, se contrae bajo la influencia de ciertos estímulos, como las excitaciones mecánicas ó químicas, la electricidad, etc.; pero el agente cuya influencia provoca, en el estado normal, las contracciones de este órgano, es la sangre que ocupa sus cavidades. La intermitencia de los movimientos sistólicos del corazon depende principalmente de la manera regular y periódica con que se verifica el aflujo de la sangre. La voluntad no ejerce accion alguna directa en las contracciones de este órgano, y aunque sujetas á la influencia nerviosa, no dependen directamente ni del cerebro, ni de la médula oblongada, ni de la espinal, pareciendo mas bien que el corazon encuentra en sí mismo, probablemente en los gánglios nerviosos alojados en sus paredes, la accion nerviosa en virtud de la cual ejecuta sus movimientos rítmicos y regulares.

CAPÍTULO III.

De la circulacion de la sangre en las arterias.

§ 64.

Contractilidad y elasticidad de las arterias.—Las arterias, cuya estructura y distribucion suponemos conocida, tienen dos propiedades importantes, que conviene examinar detenidamente por la grande influencia que ejercen en la circulacion. Nos referimos á su elasticidad y á su contractilidad.

La elasticidad de las arterias se demuestra en el cadáver comprimiéndolas ó estirándolas. En el primer caso se aplanan, en el segundo se alargan; pero tanto en el uno como en el otro recobran su forma cilíndrica y su posicion primitiva desde el momento que cesa el esfuerzo empleado para comprimirlas ó alargarlas. En el individuo vivo es fácil convencerse tambien de la elasticidad de los vasos arteriales. Tomando un muelle de reloj y enroscándolo en forma de anillo sobre un tronco arterial, los bordes libres de este anillo se separan cuando los ventrículos entran en contraccion, y vuelven á juntarse cuando el corazon se halla en estado de reposo. La arteria carótida de un perro se dilata de este modo, durante la contraccion ventricular, un veintidosavo poco mas ó menos de su diámetro ordinario. Las arterias no solo se dilatan bajo la influencia de la contraccion ventricular, sino que se alargan, dando lugar, á veces, á inflexiones y corvaduras que demuestran por sí solas la elasticidad de estos vasos.

La contractilidad propia de las arterias se demuestra por gran número de hechos diferentes. Ligando la caró-

tida de un perro en dos puntos ligeramente separados, y haciendo una incision entre las dos ligaduras, la sangre sale con fuerza al exterior casi en su totalidad, á pesar de no hallarse sometida en este caso á la influencia de las contracciones del corazon. Las inyecciones arteriales se hacen mejor en el cadáver cuando no está fresco, que en los animales vivos ó en los que hace poco tiempo que han muerto, porque en estos dos últimos casos no ha desaparecido todavía la contractilidad de estos vasos. La accion del frio, el simple contacto del aire ó la aplicacion de sustancias astringentes provocan la contraccion de las arterias, que basta para detener la salida de la sangre, al menos mientras dura la accion de los indicados agentes, sin que pueda impedir el que á veces se presenten, algun tiempo despues, las hemorragias llamadas consecutivas.

La contractilidad arterial es menos enérgica en los grandes troncos arteriales que en las ramas mas pequeñas. En los primeros predomina el tejido elástico en su túnica media y apenas se observan elementos musculares. Á medida que las arterias se alejan del corazon aproximándose á la periferia, el tejido muscular de su membrana media se hace mas abundante, hasta que en las arteriolas constituye por sí solo la porcion intermedia de las paredes. Virchow asegura que los capilares sanguíneos están completamente desprovistos de elementos musculares, y otros fisiólogos, aceptando esta idea, admiten, para explicar las contracciones activas de los indicados vasos, que sus paredes están formadas de un *protoplasma* contractil. Las fibras musculares asociadas al tejido elástico de las arterias no obedecen en sus contracciones á la voluntad, pero están sujetas, lo mismo que los demás músculos de fibra lisa, á la influencia del sistema nervioso, siendo su contractilidad lenta en la manera de manifestarse y en su desaparicion.

Conocidas las propiedades arteriales que acabamos de examinar, es mas fácil darse cuenta de los fenómenos que acompañan á la circulacion arterial.

§ 65.

Movimiento de la sangre en las arterias.—La contraccion de los ventrículos del corazon lanza la sangre á las arterias. Esta sangre empuja la que vá delante y distiende al mismo tiempo las paredes arteriales. El sístole cesa y el corazon se encuentra en su período de descanso; pero como las arterias dilatadas tienden á ocupar su posicion primitiva desde que cesa el esfuerzo ventricular, y como al mismo tiempo tienen contractilidad propia, el diámetro de estos vasos disminuye y la sangre comprimida se vé obligada á marchar hácia la periferia, porque las válvulas sigmoideas impiden el retroceso de la misma hácia el corazon. Mientras tanto, los ventrículos se contraen otra vez, y las ondas sanguíneas que penetran en el árbol arterial, no solo comunican nuevo impulso á las que las preceden, sino que, comprimidas tambien cuando se ponen en juego la elasticidad y contractilidad de los vasos, se dirigen hácia la periferia como las anteriores.

El movimiento de la sangre en las arterias es contínuo y uniforme, aunque las contracciones ventriculares son intermitentes, porque en los momentos en que estas cesan, quedan reemplazadas por la contraccion lenta y contínua de las paredes arteriales. A pesar de todo, la uniformidad del movimiento solo se observa en los ramos terminales del sistema arterial, porque si se hace una abertura en un tronco mas grueso, se vé que la sangre sale con mas fuerza y se eleva á mayor altura en los momentos que corresponden á los sístoles ventriculares.

Á esta mayor impulsion comunicada á la sangre durante la contraccion ventricular se debe el fenómeno del pulso de que nos hemos ocupado anteriormente. Por eso los latidos arteriales son menos perceptibles en los puntos mas separados del corazon y dejan de percibirse en los vasos muy pequeños. Para evitar los efectos de la impresion brusca de la sangre en los tejidos mas delicados, los vasos no se dirigen siempre en línea recta al punto en que se distribuyen, sino que forman inflexiones y corvaduras, con el objeto de que ese impulso sea menor ó de que desaparezca del todo al llegar á la red capilar. Aunque el pulso es producido por el sístole ventricular, como la trasmision del movimiento no es instantánea en todo el árbol arterial, las pulsaciones de la arteria se perciben algo mas tarde que las del corazon, sobre todo en aquellos ramos mas apartados del centro circulatorio. Explorando el pulso, podemos apreciar la mayor ó menor rapidez de las contracciones del corazon y su mayor ó menor regularidad; pero podemos equivocarnos fácilmente en cuanto á la energía ó debilidad de las mismas contracciones. A veces las arterias se hallan en un estado de contraccion espasmódica, y como la onda sanguínea no puede dilatarlas con la facilidad acostumbrada, la intensidad de la contraccion ventricular parece mas pequeña. Lo contrario sucede cuando su contractilidad se halla, por decirlo así, adormecida. Los vasos se dilatan fácilmente al impulso de la sangre que choca contra su pared interna, y esta facilidad de dilatacion puede atribuirse, equivocadamente, á la mayor energía de las contracciones del corazon.

El aparato conocido con el nombre de *esfigmógrafo* tiene por objeto hacer perceptibles todas las modificaciones del pulso con mayor precision de la que por medio del tacto podemos obtener, y conviene, por lo mismo, que digamos en qué consiste este instrumento.

El *esfigmógrafo* de M. Marey, aunque bastante complicado si se le examina en su conjunto, está reducido en su parte esencial á una palanca muy fina y ligera, B, suspendida sobre un eje horizontal que la divide, por decirlo así, en dos brazos desiguales: el brazo corto, A, que solo tiene algunos milímetros de longitud, se eleva cuando se dilata la arteria sobre la que se aplica, y al elevarse, desciende la otra extremidad de la palanca, ó sea el brazo largo, con un movimiento tanto mas amplificado cuanto mayor es su longitud. A su vez, cuando el brazo corto desciende, porque se deprime la arteria, se eleva el brazo largo de la palanca; y como este brazo está armado de una pluma ó de un lapicero á cuyo alcance pasa, con movimiento siempre uniforme, por un mecanismo de relojería, una tira de papel, C, queda trazada en la misma una línea curva, cuyas ondulaciones indican, segun su mayor ó menor amplitud, proximidad ó igualdad, todas las modificacio-

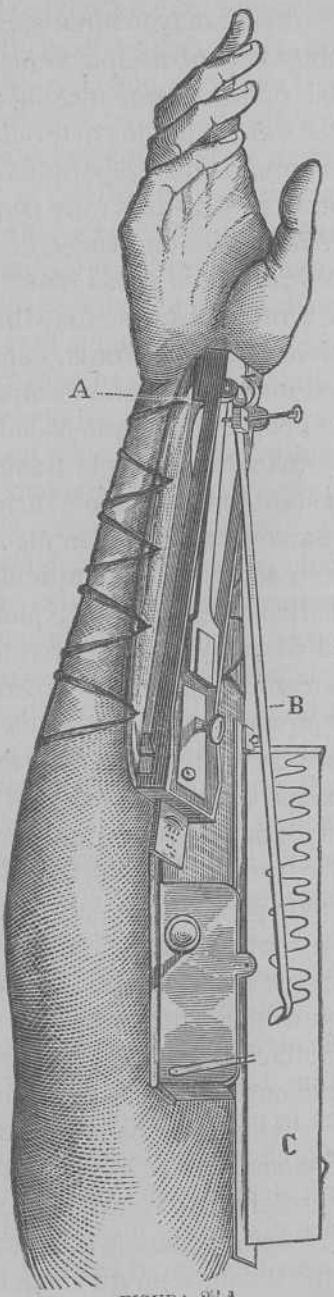

FIGURA 23.ª

nes que el pulso puede experimentar en su fuerza, rapidez, regularidad é intermitencia.

Las variaciones que sobrevienen en el calibre de las arterias de una porcion limitada del organismo, ya procedan de la accion nerviosa, ya de otra causa cualquiera, pueden modificar la circulacion sanguínea en el mismo punto. Si el calibre de un ramo arterial disminuye, la cantidad de sangre que suministra en un tiempo dado á los capilares inmediatos será menor, y la sangre circulará en ellos mas lentamente. Si, además, estos capilares tienen su contractilidad relajada por una causa cualquiera, la sangre se estancará en ellos con doble motivo, dando lugar á un estado patológico parecido al que se llama *inflamacion*.

Las causas, pues, en virtud de las que la sangre circula en el sistema arterial son la contraccion intermitente de los ventrículos, y la elasticidad y contractilidad propias de las paredes arteriales. Estas causas reunidas y la influencia de los movimientos respiratorios dan lugar á que la sangre comprima de dentro hácia fuera las paredes arteriales, produciendo una tension permanente que por una parte regulariza la circulacion y por otra facilita la salida, á través de las paredes capilares, de la parte líquida de la sangre destinada á la nutricion de los órganos y á suministrar los elementos de las secreciones.

La tension de la sangre puede apreciarse con bastante exactitud con el *hemodinamómetro* de Mr. Poiseuille.

Este aparato consiste en una especie de manómetro de aire libre representado por un tubo en forma de U. Una de las ramas es mas larga que la otra y está abierta en la parte superior. La rama corta tiene una prolongacion horizontal que se introduce en el interior de la arteria elegida para el experimento, y se sujeta por medio de dos planchitas metálicas de manera que ni se interrumpa la circulacion ni se escape la sangre mas que por el tubo

del aparato. Esta prolongacion horizontal tiene una llave. En el interior del instrumento se pone cierta cantidad de mercurio y en la rama horizontal una disolucion de carbonato de sosa destinada á impedir la coagulacion de la sangre. Abierta la llave, la onda sanguínea penetra en la rama corta, y comprimiendo el mercurio, le obliga á que se eleve en la opuesta, de modo que la diferencia de su nivel en las dos ramas indica la tension de la sangre, salva la pequeña correccion que es preciso efectuar por la interposicion del carbonato de sosa.

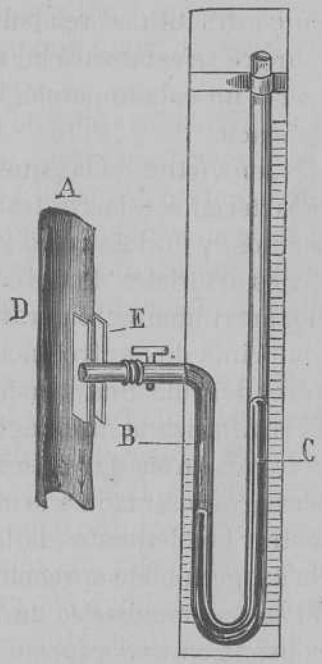

FIGURA 24.ª

Hemodinamómetro de Poiseuille, modificado por Ludwig.

A *vaso abierto, visto por su parte interior.* **B** *rama del aparato en comunicacion con la arteria.* **C** *rama ascendente del aparato, cuyas divisiones indican el grado de elevacion de la columna mercurial.* **D** *y* **E** *láminas metálicas fijas en la extremidad que se introduce en la arteria á fin de facilitar el experimento.*

La tension sanguínea equilibra, por término medio,

una columna de mercurio de quince centímetros de altura.

La tension de la sangre es, con corta diferencia, igual en todas las arterias que se derivan de la aorta. Sin embargo, esta tension es algo menor en los troncos mas pequeños, y parece que vá disminuyendo, segun los experimentos de Volkmann, desde el centro hácia la circunferencia del sistema arterial. La tension es tambien menor en la arteria pulmonal y sus derivaciones; de modo que, segun Ludwig y Beutner, la de la sangre arterial de la circulacion menor ó pulmonal, es á la de la circulacion mayor ó general, como uno es á dos y nueve décimos.

En cada sístole ventricular se aumenta pasajeramente la tension de la sangre, y la columna de mercurio se eleva en el hemodinamómetro de medio á un centímetro, sobre el nivel que ya hemos indicado, coincidiendo con la contraccion de los ventrículos, mientras que desciende á su primitiva posicion durante el diástole ventricular.

La respiracion influye tambien en la mayor ó menor tension de la sangre arterial. Durante la espiracion el pecho se comprime para arrojar el aire de los pulmones, y esta compresion alcanza á la sangre contenida en el corazon y en los grandes vasos que tiende á penetrar en ellos, aumentando la tension ejercida sobre sus paredes. La tension de la sangre disminuye por una razon inversa durante los movimientos inspiratorios.

Estas oscilaciones debidas á la contraccion de los ventrículos y á los movimientos respiratorios, se notan perfectamente por medio del hemodinamómetro; pero para calcular exactamente su importancia, es preciso recurrir al *kimógrafo* de Ludwig. Consiste este aparato en un hemodinamómetro ordinario, en cuya rama larga hay una varilla metálica suspendida en el

mercurio por un flotador y terminada en su parte superior por un apéndice horizontal en el que se coloca un lapicero, dispuesto de modo que pueda señalar en una banda de papel, que se desenvuelve uniformemente de un tambor por medio de un mecanismo de relojería, todas las variaciones de nivel producidas en la columna manométrica.

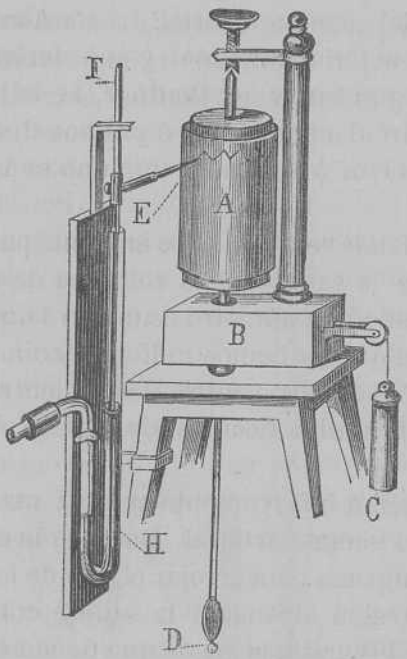

FIGURA 25.ª

Kimógrafo de Ludwig.

A *tambor que gira circularmente sobre su eje.* **B** *caja que contiene un mecanismo de relojería.* **C** *peso que sirve de motor al mecanismo de relojería.* **D** *péndulo regulador del movimiento.* **E** *lápiz.* **F** *varilla metálica terminada inferiormente en un disco que descansa sobre el mercurio.* **H** *columna de mercurio del hemodinamómetro.*

M. Marey se vale para el mismo objeto de otro aparatito á que ha dado el nombre de *hemómetro compensador,* y que no creemos preferible al anterior.

Independientemente de las causas que acabamos de

indicar como capaces de influir en la tension de la sangre arterial, hay otras que pueden ejercer una influencia parecida. Si se disminuye bruscamente la cantidad de sangre contenida en el sistema circulatorio, como sucede en los casos de hemorragia ó de sangrías abundantes, disminuye tambien la tension sanguínea. Si al contrario, se aumenta artificialmente esa cantidad por medio de inyecciones con sangre desfibrinada, la tension arterial tambien aumenta. Las lesiones profundas del sistema nervioso, la accion de la digital, las inspiraciones del éter y del cloroformo, etc., disminuyen la tension de la sangre arterial, porque hacen menos enérgicas las contracciones ventriculares. Por la misma razon podemos establecer en principio que todo lo que sea capaz de influir en el corazon aumentando la energía de sus contracciones, aumentará tambien la tension de la sangre arterial.

El roce de la sangre contra las paredes arteriales dá lugar á un ruido débil y oscuro que puede percibirse en los vasos mas gruesos, con el auxilio del estetóscopo, y que aumenta de intensidad cuando el corazon se contrae con mas energía ó cuando la sangre circula con mayor rapidez.

La disminucion anormal del calibre de las arterias, los obstáculos que dificultan el paso de la sangre por las mismas y la disminucion en la densidad de la sangre, pueden ser causa de ruidos anormales.

CAPÍTULO IV.

Circulacion de la sangre en los vasos capilares.

§ 66.

El paso de la sangre desde las últimas ramificaciones arteriales á las primeras ramas venosas se efectúa por

la mediacion de pequeños vasos, microscópicos, á los que se ha dado el nombre de vasos capilares.

La circulacion de la sangre en los capilares puede observarse en todas las partes trasparentes de los animales vivos; pero donde las observaciones pueden hacerse con mayor facilidad es en la lengua de la rana ó en la membrana natatoria que se halla entre los dedos de sus estremidades.

Dispuestos convenientemente estos tejidos bajo el objetivo de un microscopio que aumente de ochenta á cien diámetros, se distinguen los glóbulos de la sangre moviéndose dentro de los vasos capilares en medio de un líquido trasparente. Estos glóbulos, cuyo número es incalculable, ruedan los unos sobre los otros, chocan entre sí y se separan siguiendo las corrientes que les arrastran en una ú otra direccion. En las raicillas arteriales la sangre se mueve de una manera contínua, pero su curso se acelera en cada contraccion ventricular; en la red capilar su marcha es uniforme y sin sacudidas: lo mismo sucede en las venas. Si el microscopio agranda démasiado los objetos, aparece tambien extraordinariamente aumentada la velocidad de la circulacion y como si fuera un rápido torrente cuyos detalles es imposible examinar.

La sangre arterial, impulsada constantemente por las contracciones del corazon y por la de las arterias, empuja á su vez la contenida en los vasos capilares, y como este impulso es mayor que la resistencia que oponen las venas al paso de la sangre, se establece en la red capilar una corriente cuya direccion general es desde las arterias hácia las venas.

Algunos fisiólogos han creido que la circulacion de la sangre en los capilares se efectuaba en virtud de una fuerza particular inherente á estos vasos y con independencia completa de las contracciones del corazon; pero

los experimentos de Magendie demuestran lo contrario. Si se hace una ligadura en la pierna de un perro dejando libres la arteria y la vena crurales y sí, en tal estado, se liga esta vena y se hace una incision debajo de la ligadura, la sangre conducida por la arteria crural llega á los capilares de la pierna, los atraviesa penetrando en la vena y sale por la abertura formando un chorro contínuo; pero si se comprime la arteria con los dedos para que las contracciones del corazon no ejerzan influencia debajo del punto comprimido, el chorro disminuye sensiblemente, y cesa del todo cuando la arteria queda sin sangre, á pesar de que los capilares y la vena crural están llenos de este líquido en toda su longitud.

La circulacion de la sangre no se verifica con igual facilidad en todos los vasos capilares: la *longitud,* el *número* y el *diámetro* de estos vasos influyen de una manera muy notable en el curso de este líquido, y como los capilares no son iguales en todos los tejidos, se establecen modificaciones locales en la circulacion capilar de los diferentes órganos.

En aquellos en que la extension de la red capilar ó la longitud del espacio comprendido entre las arterias y las venas es muy grande, la sangre circula lentamente, y en aquellos en que la longitud del trayecto capilar es muy pequeña, la sangre circula con mayor celeridad, porque, siendo iguales todas las demás circunstancias, la rapidez de la circulacion disminuye proporcionalmente á la longitud de los tubos capilares.

La rapidez de la circulacion en los diferentes órganos se modifica de una manera aun mas notable á consecuencia del mayor ó menor diámetro de sus vasos capilares, porque, de acuerdo con lo que resulta de los experimentos de M. Poiseuille, el producto de la salida de un líquido en tubos de pequeño calibre crece, siendo iguales todas las demás condiciones, proporcional-

mente á la cuarta potencia del diámetro de estos tubos. Comparando, con relacion á este principio, los capilares de la mucosa digestiva, que tienen por término medio un diámetro de $0^{mm},01$ y los capilares de los pulmones, que tienen con corta diferencia $0^{mm},006$, resulta que, siendo iguales la longitud y todas las demás condiciones, la cantidad de líquido que pasa á través de la mucosa digestiva es treinta y dos veces mas considerable que la que atraviesa en el mismo tiempo los capilares del pulmon.

Hemos dicho que el *número*, ó la mayor ó menor cantidad de vasos capilares de que están dotados los órganos, influye considerablemente en la mayor ó menor cantidad de sangre que en un tiempo dado puede atravesarlos. Así, aunque, segun el ejemplo anterior, debe pasar por los capilares de la mucosa digestiva una cantidad treinta y dos veces mayor que la que en el mismo tiempo pasa por los capilares del pulmon, si este órgano tuviera un número de capilares treinta y dos veces mayor que la mucosa digestiva, la cantidad de sangre que en un tiempo dado atravesaria uno y otro tejido, siendo iguales las demás circunstancias, seria exactamente la misma.

La contractilidad de las arteriolas, influyendo en su diámetro, contribuye á modificar la marcha de la sangre en la red capilar. Á veces las ramificaciones arteriales se contraen por la accion de ciertos estímulos ó por otra causa cualquiera, y como disminuye su calibre, disminuye tambien la cantidad de sangre que en un tiempo dado arrojan á los vasos capilares. Si estos pequeños vasos, cuya contractilidad es muy dudosa, conservan su diámetro ordinario, la sangre que les atraviesa experimenta un ligero retardo en su marcha y cierta tendencia á estancarse y á que los glóbulos se aglomeren, obstruyendo el paso mas ó menos completamente

y ocasionando la acumulacion de sangre, lo que dá lugar á ciertos estados hiperémicos que pueden convertirse en inflamatorios. Bueno es advertir, á pesar de todo, que esta explicacion debe aceptarse con desconfianza. Se comprende que la contraccion de las ramificaciones arteriales pueda producir en ciertos casos el estancamiento de la sangre en algunos puntos de la red capilar; pero para darse cuenta de la turgescencia y congestion que se nota en la matriz durante el embarazo, en el estómago durante la digestion, en los pulmones y otros órganos durante las épocas de su desenvolvimiento, es preciso recurrir á otras influencias que desgraciadamente no conocemos bastante todavía. Los cambios que se manifiestan en el calibre de los capilares y en la velocidad de la circulacion, no bastan tampoco para explicar el modo de producirse la *inflamacion* en los tejidos.

Como la adhesion de la sangre para con las paredes capilares de los vasos contribuye á la lentitud de su marcha, puede desde luego presumirse que todas las causas que sean capaces de aumentar esta adhesion retardarán la circulacion en la red capilar. Al parecer, hay algunos agentes químicos que, obrando sobre las paredes de los vasos capilares, contribuyen á que la sangre se adhiera á ellos con mayor facilidad. Segun M. W. Jones, aplicando á la membrana interdigital de la rana algunas gotas de una disolucion concentrada de sal comun, se determina prontamente una dilatacion mas ó menos considerable en las arterias, que acelera la circulacion en los capilares correspondientes; pero bien pronto los glóbulos rojos se adhieren á las paredes vasculares entorpeciendo el curso de la sangre y hasta interrumpiéndolo por completo, lo que dá lugar á su estancamiento, que se extiende de capa en capa á los capilares vecinos, mientras que el líquido circula aceleradamente en las demás partes de la red vascular.

Segun asegura M. H. Weber, aplicando un rubefaciente á una parte del organismo que esté sustraida á la influencia del corazon por medio de ligaduras y en la que la sangre de los capilares esté en completo reposo, ha visto afluir la de las arterias y venas vecinas al punto en que se aplicaba el estímulo local, manifestándose este movimiento de líquidos, lo mismo cuando hacia uso de sustancias que producian la constriccion de los capilares, que cuando aplicaba agentes que determinaban su dilatacion.

La presencia de algunas disoluciones salinas en la sangre puede activar ó retardar el movimiento de este líquido en los vasos capilares, y si se dá crédito á los experimentos verificados por M. Poiseuille en el caballo, el ácido carbónico, el fosfato y carbonato de sosa y otras muchas sales producen una disminucion mas ó menos considerable en la velocidad de la corriente, mientras que el nitrato de potasa, el yoduro de potasio, el acetato de amoniaco, etc., aceleran la circulacion.

Sin negar la importancia de todos estos ensayos, preciso es confesar que no siempre están de acuerdo los observadores, y que los resultados que se han querido deducir distan mucho de ser la expresion de la verdad.

CAPÍTULO V.

Circulacion de la sangre en las venas.

§ 67.

Las contracciones del corazon son la causa principal del movimiento de la sangre en las venas. Los experimentos de Magendie no dejan la menor duda acerca de este punto. Ya hemos visto que si se hace una ligadura en la pierna de un perro, dejando libres y al descubierto

la arteria y la vena crurales, la sangre llega á la pierna en que se ha hecho la ligadura, por medio de la arteria crural y vuelve por la vena del mismo nombre hácia el corazon. Ya hemos visto tambien que si se liga la vena crural y se hace un orificio debajo de la ligadura, la sangre sale formando un chorro contínuo. Y ya hemos visto, por último, que si, en tal estado, se comprime la arteria, el chorro disminuye y cesa del todo, porque las contracciones del corazon no pueden ejercer su influencia acostumbrada sobre la sangre que ocupa toda la extension de la vena crural.

Con el mismo experimento se demuestra que la intensidad del chorro venoso está en proporcion de la mayor ó menor intensidad de las contracciones ventriculares; y si se inutilizan estas contracciones y se reemplaza su influencia en la circulacion por medio de un agente mecánico artificial, por ejemplo, una jeringa de inyeccion, no solo se observa que el líquido inyectado circula en las arterias y en las venas con una fuerza proporcional al impulso que comunica el piston, sino que puede llegar á probarse, como lo ha hecho Sharpey, que la presion que es necesario ejercer sobre la sangre de la arteria para empujarla hácia la vena correspondiente, es solo de cerca de nueve centímetros de mercurio, en el perro, mientras que la presion desenvuelta en las arterias por las contracciones del corazon es, en el mismo animal, de cerca de diez y siete centímetros.

El movimiento de la sangre en las venas, aunque producido principalmente por las contracciones del corazon, no es intermitente segun lo son estas contracciones, sino contínuo y sensiblemente uniforme, como resultado de la accion ejercida sobre el líquido por la elasticidad de las paredes arteriales. Por eso, en circunstancias ordinarias no se perciben en las venas pulsaciones isócronas con los latidos del corazon. Cuando

estas pulsaciones existen, constituyendo lo que se llama pulso venoso, depende de lesiones en la parte derecha del corazon ó en los pulmones. Si la sangre lanzada por el ventrículo derecho encuentra algun obstáculo en su camino, sea en el orificio de la arteria pulmonal ó en los pulmones, la sangre retrocede hácia la aurícula derecha y hácia las venas que en ella desembocan.

Si el orificio aurículo-ventricular derecho no se cierra exactamente en el momento de contraerse el ventrículo, la sangre refluye á la aurícula y á las venas como en el caso anterior.

Por último, si el orificio aurículo-ventricular derecho se halla algo obliterado, la sangre solo pasa en parte al ventrículo del mismo lado, y el resto retrocede á las venas produciendo una distension pulsátil. En los dos primeros casos el pulso venoso es isócrono con el pulso arterial. En este último, el pulso venoso precede al pulso arterial, porque es isócrono con la contraccion de la aurícula y no con la del ventrículo.

Además de la accion del corazon y de la influencia de las contracciones arteriales, hay otras causas mas ó menos importantes que contribuyen á la marcha de la sangre por las venas: una de estas causas es la contraccion muscular.

Los músculos al contraerse se hinchan y endurecen ejerciendo sobre las partes que se hallan entre los intersticios de su tejido una presion proporcionada á su contraccion. De consiguiente, las venas distribuidas en el espesor de los músculos, ó las que están entre su superficie y la vaina resistente formada alrededor de los miembros por la piel, así como por los tejidos aponeuróticos subcutáneos, han de hallarse comprimidas con cierta energía en todos los movimientos musculares. Esta compresion tiende á disminuir el calibre de las venas, y por lo mismo á empujar la sangre en la direccion de

su eje longitudinal. Pero como las venas están provistas de gran número de válvulas; como estas válvulas, parecidas á las de los vasos linfáticos, se abren por la presion de la onda sanguínea cuando esta se dirige desde la periferia hácia el corazon, y se cierran cuando marcha en direccion contraria, la disminucion del calibre de las venas solo puede impulsar la sangre hácia el corazon.

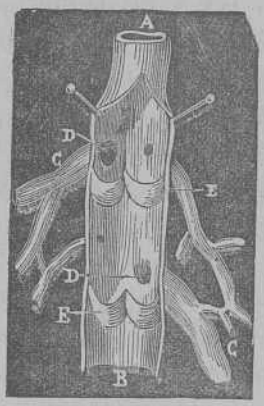

FIGURA 26.ª

Vena abierta con algunos ramos colaterales. **A** *extremidad que mira al corazon.* **B** *extremidad que mira á los capilares.* **C C** *ramos colaterales.* **D D** *sus embocaduras en la vena principal.* **E E** *válvulas cuya concavidad mira al corazon.*

La influencia de las contracciones musculares en la circulacion de la sangre nos explica la conveniencia del ejercicio, y nos demuestra tambien la razon fisiológica en que se funda el que durante la sangría se mande al enfermo contraer los músculos de la parte en que se ha hecho la cisura. Por lo demás es digno de observarse, como lo hace Milne Edwards, que cuanto mas grande es la actividad muscular, mayor es tambien la cantidad de sangre que los músculos necesitan, y que para satisfacer las necesidades del servicio irrigatorio de estos músculos cuando están en ejercicio, la naturaleza ha hecho

que la aceleracion del curso de la sangre dependa, al menos en parte, de su misma contraccion.

Las venas son dilatables y se prestan á la acumulacion de la sangre en su interior: son elásticas, y su túnica media contiene elementos musculares que dan lugar á que sean contractiles.

La contractilidad de las paredes venosas puede influir en el curso de la sangre de dos maneras diferentes. Si estos vasos se contraen en una grande extension se acelera la marcha general de la sangre, porque disminuye el diámetro de los conductos que tiene que recorrer: si las paredes venosas se contraen solo en puntos limitados, obran como lo harian las compresiones exteriores, empujando la sangre hácia el corazon, ya que las válvulas impiden todo retroceso.

Aunque las venas se contraen rítmicamente en algunos vertebrados inferiores; aunque tambien se han observado contracciones rítmicas en determinadas venas periféricas de algunos mamíferos, como el murciélago y el conejo, la contractilidad venosa se desenvuelve en el hombre lentamente y con irregularidad, y no puede ejercer por lo mismo mas que una influencia secundaria en la circulacion.

La dilatacion de la cavidad torácica en el acto de la inspiracion, es otra de las causas que favorecen la marcha de la sangre venosa.

Al ensancharse el pecho se ensanchan y dilatan tambien todos los órganos huecos y extensibles contenidos en esta cavidad, y la disminucion de presion que esto produce en el interior de los mismos, determina la entrada del aire en las vías respiratorias y el aflujo de la sangre hácia el órgano central de la circulacion. Las válvulas sigmoideas de la aorta se oponen al movimiento retrógrado de la columna sanguínea arterial; pero como no hay nada que se oponga á la entrada de la sangre por

las aurículas, cada movimiento inspiratorio atrae la sangre venosa hácia este punto, y la corriente centrípeta, así desenvuelta, se hace sentir hasta en los troncos que se hallan fuera del pecho, y, secundariamente, en todo el sistema venoso.

Los experimentos de David Barry han puesto fuera de duda la influencia de la inspiracion en el curso de la sangre venosa. Introduciendo la extremidad de un tubo en la vena cava de un caballo y sumergiendo la otra extremidad en un líquido, se vé que este se eleva en el tubo á cada movimiento inspiratorio.

La aspiracion de la sangre es bastante enérgica en la proximidad del corazon, pero la influencia del movimiento inspiratorio se vá debilitando á medida que las venas están mas separadas de este órgano. A veinte centímetros del pecho es ya casi imperceptible y se hace nula en las ilíacas y en las venas de los miembros, porque siendo sus paredes menos resistentes, si se disminuye su tension sanguínea interna, la presion atmosférica las deprime, y de consiguiente se dificulta el movimiento de la sangre.

La entrada del aire en las venas en algunos casos en que ha sido preciso abrirlas á consecuencia de operaciones efectuadas en partes próximas al pecho, depende tambien de la aspiracion provocada por los movimientos inspiratorios.

Así como la inspiracion favorece el curso de la sangre venosa, parece que la espiracion debia entorpecerlo y retardarlo; pero como las válvulas se oponen al retroceso de la sangre, la circulacion venosa se resiente poco, en circunstancias ordinarias, de la influencia de la espiracion. Á pesar de todo, si los movimientos espiratorios son muy enérgicos, como cuando se canta, se grita ó se hacen esfuerzos musculares, la presion torácica favorece la marcha de la sangre arterial, pero se opone al

mismo tiempo á la entrada de la sangre venosa en el corazon, y de ahí que se hinchen las venas yugulares y que la sangre se acumule en la cara y cabeza, hasta el punto de provocar en algunas ocasiones hemorragias mas ó menos peligrosas.

Otra de las causas que favorecen la circulacion venosa es la disposicion misma de los conductos en que se efectúa. El sistema venoso, considerado en su conjunto, disminuye de capacidad á medida que se aproxima al corazon; y como los líquidos aceleran su marcha al pasar de un espacio ancho á otro mas estrecho, la sangre debe ser impulsada con mayor velocidad á medida que se aproxima al centro circulatorio.

La tension de la sangre en las venas es muy variable, y en general puede decirse que va disminuyendo desde las raicillas venosas, donde es algo mayor, hasta los grandes troncos vecinos al corazon, donde es casi nula, lo que tambien facilita el movimiento sanguíneo, pues la disminucion gradual de la tension de la sangre desde el ventrículo izquierdo á la aurícula derecha, dá orígen á una corriente que se establece, por necesidad, desde el punto donde la presion es mayor hácia aquel en que es mas pequeña.

Es natural que la tension disminuya en el sentido que acabamos de indicar, porque así como la presion que la sangre arterial ejerce sobre las paredes de las arterias depende principalmente de la resistencia que los capilares oponen á su paso, así la sangre venosa, que no encuentra obstáculo en su marcha, deja de ejercer esta presion lateral. De este modo se comprende que, segun Volkmann, la tension arterial en la carótida de un becerro haga equilibrio á una columna de mercurio de ciento sesenta y cinco milímetros, mientras que en la vena metatarsiana solo equilibre una de veintisiete milímetros, y de nueve en la yugular.

Por lo demás, todo lo que se oponga al curso espedito de la sangre venosa, como el sístole auricular, los movimientos espiratorios enérgicos, la existencia de tumores ó de otros obstáculos mecánicos, etc., aumentará la tension de la sangre en las venas.

§ 68.

Circulacion en la vena porta, en el cerebro y en los tejidos erectiles.—La circulacion venosa en el sistema de la vena porta, en el encéfalo y en los tejidos erectiles, presenta algunas particularidades que conviene conocer. En primer lugar la sangre que circula en el sistema de la vena porta no se halla tan ventajosamente favorecida en su marcha por las contracciones musculares, ni por la aspiracion inspiratoria, ni por las válvulas, como en las demás partes del sistema venoso, y de consiguiente se mueve con mas lentitud. Además, como se halla contenida entre la red capilar de que toma orígen la vena porta y la red capilar en que termina, ó lo que es igual entre dos sistemas capilares, encuentra un nuevo motivo de entorpecimiento en su marcha hasta que penetra en la vena cava inferior por las venas supra-hepáticas.

La circulacion venosa en el cerebro presenta tres fenómenos principales. Los vasos sanguíneos encefálicos no se vacian como las otras partes del sistema circulatorio en los animales que mueren de hemorragia, lo que parece depender de la falta de presion atmosférica á consecuencia de la rigidez de la bóveda huesosa que los cubre. En el cerebro, mas que en ninguna otra parte, se conoce la influencia de la gravedad en la circulacion, puesto que siempre que se inclina ó se baja la cabeza, se congestiona la sangre en este órgano, haciendo difícil y aun peligrosa en el hombre cualquiera posicion que no sea la vertical. Si se levanta á cualquier mami-

fero una porcion de la bóveda craneana, se ve á la masa encefálica elevarse y deprimirse de una manera rítmica en cada movimiento respiratorio. Durante la espiracion el entorpecimiento que experimenta en su marcha la sangre de las venas del cuello, ocasiona un acúmulo mayor en sus porciones terminales encefálicas, ó sea en los senos venosos situados entre el cerebro y la base del cráneo, y el aumento de volúmen que adquieren dá lugar á la elevacion de la masa cerebral.

En los tejidos erectiles, la comunicacion entre las arterias y las venas no se efectúa por el intermedio de vasos capilares, sino por el de gran número de celdillas huecas que forman como una especie de receptáculo venoso. Si la sangre de las venas que salen de estos tejidos encuentra obstáculos en su marcha, por la contraccion accidental de algunos músculos, ó por la influencia que los nervios vaso-motores ejercen en el calibre de los vasos: ó si se determina en las arterias, probablemente por medio del gran simpático, una escitacion vaso-motriz que aumente el aflujo de la sangre, esas células ó receptáculos se hinchan produciendo la turgescencia y la ereccion de los tejidos en que se encuentran.

§ 69.

Circulacion pulmonal.—La circulacion pulmonal ó pequeña circulacion, depende de las mismas causas y obedece á las mismas leyes que la circulacion general. Se observan, sin embargo, algunas pequeñas modificaciones que conviene tener en cuenta. Como el ventrículo derecho, para impulsar la sangre á las arterias pulmonales, desenvuelve una fuerza menor que la que necesita el ventrículo izquierdo para la circulacion en el sistema aórtico, y como los vasos capilares del pulmon oponen menor resistencia al paso de la sangre que los

vasos capilares de la circulacion general, la presion ejercida por la sangre en la arteria pulmonal, es cuatro ó cinco veces menor que la que tiene lugar en las carótidas. Esta circunstancia permite que los vasos pulmonales sean mas delgados que los del resto del organismo, así como que la tenuidad y delicadeza de sus paredes facilite los fenómenos de endosmose y las absorciones y exhalaciones que se verifican en el pulmon.

En los primeros dias que siguen al nacimiento, lo mismo que durante la vida intra-uterina, la arteria pulmonal está en relacion con la aorta por medio del canal arterial, y las aurículas comunican entre sí por el agujero de Botal. Esta disposicion anatómica dá lugar á que, en este período de la vida, la sangre que llega á la aurícula derecha por las venas cavas, penetre en parte, en la aurícula izquierda por el agujero de Botal para dirigirse al sistema aórtico, y en parte en el ventrículo derecho y arteria pulmonal, de donde por el canal arterial pasa casi en su totalidad á la aorta y solo una corta cantidad al pulmon por las arterias pulmonales. Ordinariamente, el agujero de Botal y el canal arterial se obturan á los pocos dias del nacimiento, estableciéndose la circulacion pulmonal en sus condiciones regulares; pero en algunos estados patológicos, el agujero de Botal subsiste hasta una edad mas ó menos avanzada, y como en este caso no llega á los pulmones mas que una corta porcion de sangre venosa, solamente esta se convierte en arterial por la influencia de la respiracion, conservándose mas ó menos negra la restante y dando á la piel esa coloracion semi-azulada que se conoce con el nombre de *cianosis*.

§ 70.

Velocidad de la circulacion.—La velocidad con que la sangre circula no se puede apreciar con exactitud, por-

que no es igual en las diferentes partes del sistema circulatorio, ya que tiene su máximum de intensidad en los troncos arteriales que nacen del corazon y su mínimum en las terminaciones capilares.

Para determinar esta velocidad en los grandes troncos arteriales, Volkmann se vale de un pequeño aparato, llamado *hemodromómetro,* que se reduce á un tubo de cristal lleno de un líquido alcalino, A, B, C, D, de una longitud conocida, destinado á recibir la corriente arterial de un animal cualquiera; desde el momento que la sangre penetra en una de las extremidades del tubo por medio de la cánula H, que se ajusta á la pieza A, el líquido que no puede pasar directamente á la otra extremidad por impedirlo las llaves E y F, se dirige hácia la rama ascendente B, baja por la rama descendente C y sale por la extremidad opuesta G. Ahora, como se cuentan las fracciones de segundo que la corriente emplea en llegar al punto de salida, y como la longitud es conocida y se sabe el tiempo que se ha tardado en recorrerla, es fácil calcular, al menos aproximadamente, la velocidad de la corriente.

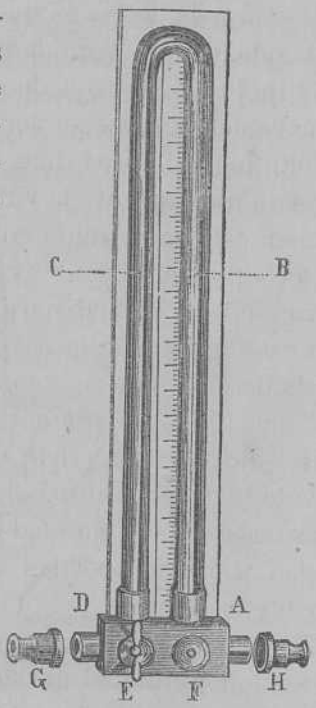

FIGURA 27.ª

Vierordt emplea con el mismo objeto el *hemotacómetro* de su invencion, que consiste en una pequeña caja de cristal, en cuyo interior hay un péndulo que puede ser desviado de la vertical y cuyas desviaciones se ven

desde el exterior, indicando la velocidad de la corriente en el aparato, graduado de antemano, para lo cual se ha hecho que lo atraviesen líquidos análogos á la sangre con velocidades conocidas.

El *hemodromómetro* de aguja de Chauveau se diferencia del anterior en que el cilindro ó caja está atravesado por una aguja plana y delgada, cuya parte inferior, que hace el oficio de péndulo, está sumergida en la corriente sanguínea, y cuya parte superior se mueve sobre un cuadrante graduado.

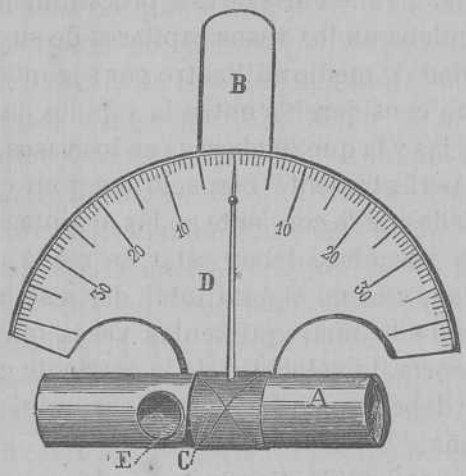

FIGURA 28.ª

Hemodromómetro de Chauveau.

A *tubo metálico.* **B** *cuadrante.* **C** *lámina de goma elástica que envuelve el tubo, para ser atravesada por la aguja* **D** *en un punto en que el mismo tubo tiene una abertura.* **E** *abertura lateral á la que puede aplicarse un manómetro.*

Aunque los ensayos verificados en diferentes animales con los instrumentos que acabamos de citar no dan resultados exactamente iguales, puede decirse que, por término medio, la velocidad de la sangre arterial en el hombre y en los mamíferos, es de doscientos sesenta á

trescientos milímetros por segundo. La velocidad tiene su máximum en el momento del sístole ventricular.

Para calcular la velocidad de la sangre en los vasos capilares, es necesario valerse del microscopio á fin de observar el espacio recorrido por los glóbulos sanguíneos en un tiempo dado. En el hombre puede verse el movimiento de los glóbulos en los vasos sanguíneos de la retina, por medio del optalmoscopo, ó procurando percibir lo que se llama imágen vascular de Pürkinge, de que hablaremos al ocuparnos de la vision, y Vierordt ha encontrado, valiéndose de este procedimiento, que la sangre circulaba en los vasos capilares de su retina con una velocidad de medio milímetro por segundo. Esta diferencia, tan considerable entre la rapidez de la sangre en las arterias y la que se observa en los vasos capilares, se explica perfectamente con solo tener en cuenta que las velocidades de la corriente en las distintas porciones del sistema vascular, deben estar en razon inversa de su capacidad, y como el área total del sistema capilar es próximamente unas quinientas veces mayor que el área de la aorta, la velocidad de la corriente en el sistema capilar debe ser por lo mismo unas quinientas veces mas pequeña.

Por una razon idéntica, y teniendo en cuenta que la capacidad del sistema venoso es mucho mayor que la del arterial, la rapidez de la corriente sanguínea será tambien menor en las venas que en las arterias. Así Volkmann ha encontrado que la sangre circulaba con una velocidad de trescientos veintinueve milímetros por segundo en la arteria carótida de un perro, mientras que solo era de doscientos veinticinco milímetros en la vena yugular. Esto indica que tanto en las arterias como en las venas existen diferencias muy notables en cuanto á la rapidez de su corriente, segun las porciones del sistema irrigatorio en que esta se examine, y que en

general, el movimiento de la sangre se acelera á medida que se aproxima al corazon.

Puesto que la sangre camina con diferente rapidez en las distintas porciones del sistema vascular, para averiguar la velocidad media con que circula en toda la extension del sistema circulatorio, será preciso recurrir á otra clase de experimentos.

Con este objeto se ha procurado averiguar el tiempo que la sangre emplea en recorrer una parte cualquiera del sistema circulatorio; y para esto se introduce en la yugular del lado derecho de un perro ó de otro animal, una corta cantidad de cianuro rojo de potasio, y efectuando una abertura en la vena yugular del lado izquierdo, se recoge la sangre que vá saliendo, de manera que se coloque en receptáculos distintos la que se obtiene en cada uno de los segundos que trascurren, para poderla analizar separadamente. De este modo se observa que en el caballo, la sangre recogida no dá señales de conteñer cianuro de potasio hasta que han trascurrido treinta segundos, lo que parece indicar que este es el tiempo que necesita para pasar de la yugular del lado derecho á la del lado izquierdo. La duracion de un movimiento circulatorio, es decir, el tiempo necesario para que un glóbulo sanguíneo recorra el espacio que media desde el ventrículo izquierdo, por ejemplo, hasta su vuelta al mismo despues de haber atravesado el trayecto circulatorio, aunque variable segun la talla de los animales, se ha calculado que es, en el perro, de quince segundos, y se cree que en el hombre tarda en atravesar el mismo espacio unos veintitres; pero este resultado solo puede aceptarse como aproximativo porque la sangre que desde la aorta se dirige á las estremidades inferiores recorre un trayecto mucho mas largo que la que va á parar á la cabeza y desciende por la vena cava superior. Ahora, como la distancia recorrida en este tiempo

es, aun siendo la mayor, de unos seis metros, resulta que la velocidad media con que la sangre circula en el hombre, es, poco más ó menos, de un kilómetro por hora y no de veinticuatro kilómetros, como aseguran, sin duda por error de cálculo, Milne Edwards y otros fisiólogos.

En circunstancias normales el sístole ventricular se efectúa setenta y dos veces por minuto, y de consiguiente 27'7 en los veintitres segundos que tarda la sangre en recorrer el trayecto que media de una ó otra de las venas yugulares. Dados estos datos, parece lógico suponer que, siempre que en veintitres segundos se efectúe el sístole ventricular mas de veintisiete veces y siete décimas, la sangre circulará con mayor rapidez, y de consiguiente tardará menos tiempo en recorrer el expresado círculo sanguíneo. Á pesar de todo, esta deduccion solo será exacta en el caso de que el corazon envíe á las arterias en cada una de sus contracciones igual cantidad de sangre, cualquiera que sea la rapidez de sus movimientos. Pero si, como la experiencia ha demostrado, lanza menor cantidad de sangre en cada una de sus contracciones cuando estas se aceleran, ya porque los ventrículos se dilaten menos, ó ya porque se contraigan con menos intensidad, puede suceder muy bien que, aunque el pulso sea muy veloz, la sangre tarde en efectuar su revolucion circulatoria igual tiempo que si el pulso fuera natural. La experiencia parece haber demostrado tambien que, cuando es menor el número de veces que se contrae el corazon en un tiempo dado, es mayor la cantidad de sangre que lanza á las arterias en cada contraccion, y de consiguiente puede suceder que el pulso sea muy lento, y que la sangre tarde en recorrer el círculo sanguíneo igual tiempo que si el corazon se contrajera setenta y dos veces por minuto.

La edad, el sexo y el volúmen del cuerpo ejercen

alguna influencia en la rapidez del movimiento circulatorio y, segun los experimentos de Hering, esta rapidez disminuye cuando aumenta la edad y el volúmen de los animales, siendo tambien menor en el sexo masculino que en el femenino.

§ 71.

Trasfusion de la sangre.— Como la sangre puede experimentar en su composicion alteraciones tan profundas, que basten por sí solas para producir enfermedades y aun la muerte; y como en otros casos es tan poca la cantidad de sangre que conserva el organismo despues de algunas heridas ó hemorragias, que no basta para la conservacion de la salud y de la vida, se ha creido que podia ser conveniente inyectar sangre de otro individuo para aumentar la cantidad del que tiene poca ó para reemplazar la del que la tiene enferma. Á esta inyeccion de sangre se le ha dado el nombre de trasfusion, y aunque en un principio se creyó encontrar en ella la panacea de todas las enfermedades, y aunque posteriormente ha sido abandonada y proscrita á consecuencia de algunos casos desgraciados, creemos que ni han sido siempre justas las exageradas alabanzas que se le han prodigado, ni merece tampoco que se la condene á completo olvido. La trasfusion de la sangre puede ser de inmensa utilidad en algunos casos extremos, siempre que, como aconseja Beclard, se tengan presentes las tres condiciones siguientes: Primera, que la sangre que se inyecta en los vasos del hombre sea sangre humana; segunda, que la inyeccion en los vasos del paciente se efectúe en el instante mismo que se la extrae de los que la proporcionan; y tercera, que el procedimiento de la trasfusion sea tal, que no entre nada de aire en los vasos en el momento de la inyeccion.

Estas ideas están en completo acuerdo con el resul-

tado de los experimentos. Si se sangra á un perro hasta que pierda cinco ó seis por ciento de su peso, cae en un estado de debilidad extraordinaria, y aunque al llegar á esta situacion se contenga la hemorragia, muere al cabo de pocas horas; pero si antes de morir se inyecta en sus venas, con las precauciones convenientes, sangre de otro perro, sus fuerzas se reaniman, reaparece la respiracion y todas las funciones se restablecen poco á poco hasta llegar á su estado normal.

§ 72.

Influencia del sistema nervioso en la circulacion.—La circulacion sanguínea, lo mismo que las demás funciones del organismo, está sujeta á la influencia del sistema nervioso, y ni el corazon, ni las arterias, ni las venas ejecutarian las contracciones necesarias si se les privara de su influjo. Por lo demás, el modo especial de inervacion del aparato circulatorio no deja de ser algo complicado, y conviene que hagamos acerca del mismo algunas observaciones, sin perjuicio de las que expondremos mas adelante al ocuparnos de la inervacion.

Lo primero que debemos hacer notar es que la destruccion de la médula espinal, ó la de la médula oblongada, ó la del encéfalo, ó la de todas estas partes á la vez, no ocasiona la parálisis instantánea del corazon, puesto que continúa contrayéndose rítmicamente por espacio de algunas horas, si se mantiene en los animales en que se hace el experimento una respiracion artificial. Por otra parte, separado el corazon del cuerpo de un animal vivo, y rotas de consiguiente todas sus relaciones con el sistema nervioso central, continúa contrayéndose con regularidad durante algun tiempo, que puede ser hasta de doce horas en los animales de sangre fria, y que es siempre mucho menor en los de sangre caliente.

Estos hechos dan lugar á sospechar que el corazon

tiene en sí, al menos por cierto tiempo, la influencia nerviosa que necesita para sus contracciones. Segun todas las probabilidades, esta influencia nerviosa, trasmitida desde la médula oblongada por el pneumo-gástrico, y desde la médula espinal por el gran simpático, de cuyos nervios recibe filetes el corazon, se deposita, por decirlo así, en los gánglios intra-cardíacos, de Remak, de Bidder, de Ludwig, que se hallan distribuidos entre sus fibras musculares. De este modo se comprende que los gánglios de que acabamos de hablar, verdaderos depósitos nerviosos, sostengan por algun tiempo las contracciones automáticas del corazon, cuando esta víscera se halla separada de los centros naturales de inervacion. Los fisiólogos han creido notar, como resultado de experimentos no comprobados aun con suficiente exactitud, que algunos de los gánglios del corazon están destinados á provocar la celeridad de sus contracciones, mientras que otros tienen por principal objeto moderarlas; y como los gánglios no tienen mas influencia que la que reciben de los centros nerviosos por los nervios con quienes están en relacion, se admite que en el corazon hay dos clases de nervios: los unos *aceleradores* y los otros *moderadores* de los movimientos de esta víscera.

Se sospecha que el gran simpático es el nervio acelerador, porque si se le excita en su porcion cervical, se aceleran y se hacen mas fuertes las contracciones del corazon, y se asegura que el pneumo-gástrico es el nervio moderador, porque, excitándole, disminuye la frecuencia de las contracciones cardíacas y la tension de la sangre. Preciso es confesar, no obstante, que se necesitan nuevos hechos que aclaren esta cuestion, porque si bien es cierto que las excitaciones *débiles* del gran simpático aceleran las contracciones del corazon, tambien lo es que las excitaciones *enérgicas* las paralizan; y á su vez, si bien está demostrado que las excitaciones

enérgicas del pneumo-gástrico disminuyen las contracciones del corazon hasta el punto de quedar en estado de completo diástole, tambien lo está que las excitaciones *débiles,* lejos de producir esta parálisis, provocan mas bien la aceleracion de las contracciones.

La accion moderatriz del pneumo-gástrico se atribuye á que uno de sus ramos se distribuye en el tejido del corazon, dando orígen á un nervio de sensibilidad llamado de *Cyon.* Este nervio no produce ningun efecto perceptible, cuando despues de haberle cortado, se escita su extremidad periférica; pero si se estimula la extremidad central, se ocasiona dolor y se provoca una accion refleja en virtud de la cual se dilatan los conductos destinados á la circulacion periférica, probablemente por la parálisis de sus nervios vaso-motores, lo que permite al corazon disminuir la energía y el número de sus contracciones.

Tampoco sabemos nada de positivo con respecto al modo especial de inervacion de las arterias y de las venas: estos vasos reciben filetes nerviosos del gran simpático en unos puntos, y en otros, de los que proceden de la médula espinal, debiéndose á la influencia nerviosa que trasmiten, la contraccion de la fibra muscular de las paredes arteriales. Si se corta alguno de estos nervios, que podriamos llamar *vaso-motores,* las arterias en que se distribuyen se ensanchan y la sangre afluye en mayor cantidad, aumentando la rubicundez y la temperatura de los tejidos; y al contrario, si los nervios *vaso-motores* se excitan, ó si, despues de cortados, se excita su extremidad periférica, es decir, la que no comunica con los centros nerviosos, las arterias se contraen estrechando su calibre y haciendo mas difícil el acceso de la sangre, hasta producir la palidez y el enfriamiento de los órganos.

Á esta influencia nerviosa se debe sin duda la ma-

yor parte de los fenómenos en que interviene la contraccion ó la dilatacion de las arteriolas, modificando localmente el curso de la sangre. La supresion brusca del flujo menstrual que tiene lugar algunas veces á consecuencia de una bebida fria, depende probablemente de que la excitacion provocada en el estómago se trasmite, por accion refleja, á los nervios vaso-motores y de que los pequeños vasos sanguíneos se contraen haciendo mas difícil el paso de la sangre. Por la misma razon puede el hielo, aplicado al exterior, contener algunas hemorragias internas, y probablemente proceden de causas análogas, pero obrando en sentido inverso, los aflujos sanguíneos locales que se manifiestan en las mamas durante el período de la lactancia, en las glándulas salivales y en la mucosa del estómago durante la digestion, y hasta la rubicundez de las mejillas á consecuencia de emociones morales ligeras, mientras que sobreviene una palidez casi instantánea, cuando por ser la emocion mas viva ó el sugeto mas impresionable, se extiende la excitacion hasta los nervios vaso-motores y hacen que la sangre afluya á los capilares con mayor dificultad.

Pero ¿en qué consiste que la excitacion de los nervios vaso-motores produce en unos casos la dilatacion de los vasos y el aflujo de sangre á los tejidos, y como consecuencia, la rubicundez, la turgescencia, la hiperemia y el aumento de secrecion glandular, mientras que en otros, disminuye el calibre de los vasos, se hace mas difícil el acceso de la sangre, se ocasiona la palidez y el enfriamiento de los tejidos y se produce al fin una anemia activa? La teoría del peristaltismo de las arterias tiene por objeto explicar estos fenómenos. Segun ella, existe en las arterias un movimiento vermicular ó peristáltico, perceptible por la observacion directa, que se dirige desde los troncos principales á los pequeños. Ahora bien

la excitacion enérgica de los nervios vaso-motores, dá lugar á una contraccion vascular violenta, permanente y semi-tetánica que ocasiona la anemia y el enfriamiento, mientras que las escitaciones mas moderadas producen contracciones débiles ó clónicas que determinan el peristaltismo, y como consecuencia inmediata, el aflujo de sangre y la hiperemia.

El órgano central de los nervios vaso-motores parece ser la médula oblongada, cuya irritacion produce la disminucion del calibre de las arteriolas, lo que dá lugar al aumento de tension de la sangre en las arterias y en el corazon. Desde los centros vaso-motores, en el caso probable de que haya mas de uno, parten filetes centrífugos que siguen unidos á la médula espinal, especialmente á los cordones antero-laterales, para pasar despues á las arterias por mediacion del gran simpático.

El órgano central vaso-motor es preciso que se halle en un estado de excitacion constante para que los nervios vaso-motores no se paralicen en su accion. La circunstancia de que el envenenamiento por medio del ácido carbónico vá siempre acompañado de la contraccion de los pequeños vasos arteriales, y, subsiguientemente, del aumento de tension de la sangre en las arterias y en el corazon, lo mismo que si se hubiera irritado de una manera directa la médula oblongada, induce á creer que, en el estado fisiológico, la excitacion graduada que este órgano necesita es promovida por la corta cantidad de ácido carbónico que circula con la sangre. La influencia del centro vaso-motor queda destruida cortando la médula espinal en la region cervical, y notablemente debilitada, segun las observaciones de M. Qoll, irritando el pneumo-gástrico. Segun Loven, la influencia del centro vaso-motor en una region arterial determinada, se destruye casi por completo irritando los nervios sensitivos que se distribuyen en la misma region.

SECCION CUARTA.

Respiracion.

CAPÍTULO I.

Opinion acerca de la naturaleza de los fenómenos respiratorios.

§ 73.

La respiracion es una funcion en virtud de la cual el aire entra y sale de los pulmones, y la sangre venosa se trasforma en arterial.

Antiguamente se creia que la respiracion no tenia mas objeto que refrigerar la sangre, y, partiendo de esta idea equivocada, se suponia que los animales terrestres superiores respiraban aire; que los peces, los moluscos y los crustáceos respiraban agua, y que los insectos no respiraban nada, porque el aire exterior que les rodeaba hacia inútil toda otra clase de refrigeracion.

Cuando se descubrió el ácido carbónico y se vió que este gas no satisfacia por sí solo las necesidades de la respiracion, aunque se respirara frio, se conoció que el aire respirado servia para algun otro objeto distinto del de refrigerar la sangre.

Cuando por medio de la máquina pneumática se de-

mostró que los insectos se asfixiaban en el vacío, y que recuperaban otra vez el movimiento si se permitia entrar en la campana el aire que de la misma se habia extraido, quedó probado que tambien necesitan respirar el aire atmosférico; y cuando se vió que los peces morian en el agua despojada de su aire por la ebullicion, se conoció que no es este líquido lo que respiran, sino el aire que contiene en disolucion.

No bastaba adquirir el convencimiento de que el aire era indispensable á la vida de todos los animales y de que el objeto de la respiracion no era el de refrigerar la sangre: se necesitaba averiguar de qué manera el aire contribuia al sostenimiento de la vida y por qué sobrevenia la muerte cuando cesaba la respiracion.

El primer fenómeno que llamó la atencion de los fisiólogos y que fué ya anunciado por Van-Helmont, es el de que el aire respirado deja de ser respirable, despues de algun tiempo, si no se renueva. El mismo Van-Helmont indicó que, al quemarse el carbon y al fermentar el vino, se produce un flúido aeriforme—gas silvestre—que apaga la llama y asfixia á los animales que lo respiran.

Black aseguraba en 1757 que el aire espirado contenia un gas impropio para la respiracion, y muy parecido ó igual al que se produce en la fermentacion vinosa ó en la combustion del carbon.

Estas observaciones dieron á conocer, aunque con diferente nombre, la existencia del ácido carbónico; Priestley en 1771 descubrió que el aire cargado de este gas favorecia la vegetacion de las plantas y se purificaba y se hacia nuevamente respirable bajo la influencia de esta vegetacion, demostrando al mismo tiempo en la atmósfera la existencia del aire deflogisticado ú oxígeno, y la del aire cargado de flogisto ó ázoe. Y si á esto se añade que Fracassati y Lower habian observado á mediados

del siglo XVII que la sangre venosa no se convertia en roja ó arterial en el corazon, como se creia entonces, sino en los pulmones, y que la misma sangre venosa adquiria el color rojo al ponerse en contacto con la atmósfera, preciso es confesar que se hallaban ya reunidos la mayor parte de los datos indispensables para formarse una idea exacta de los fenómenos de la respiracion. Por desgracia, las ideas de Stahl acerca de su pretendido flogisto dominaban entonces en la ciencia, y de acuerdo con ellas se creia que en el acto de la respiracion la sangre cedia su flogisto á la atmósfera, produciéndose de este modo el aire flogisticado ó ázoe, que á su vez era deflogisticado ó privado de su flogisto por las plantas, con cuyo mecanismo se purificaba y se hacia apto otra vez para satisfacer las necesidades de la respiracion.

Á Lavoisier corresponde la gloria de haber disipado esos errores planteando las verdaderas bases de la teoría fisiológica de la respiracion.

Con arreglo á estas bases, el aire inspirado cede al organismo parte del oxígeno que contiene, y este oxígeno se combina con el carbono y con el hidrógeno de la sangre para ser devuelto á la atmósfera en forma de ácido carbónico y de vapor de agua, trasformándose al mismo tiempo en arterial la sangre venosa que atraviesa los pulmones. En lo que Lavoisier se equivocó fué en fijar en el pulmon el sitio de estas combinaciones, porque, como ha demostrado la experiencia, y como veremos al hablar de la calorificacion, la combustion del carbono, lo mismo que la del hidrógeno y que las demás combustiones fisiológicas, no solo tienen lugar en los pulmones, sino en todas las partes del organismo por donde circula la sangre.

La respiracion consiste, pues, de una manera esencial, en la accion que el aire atmosférico ejerce sobre la

sangre, en virtud de la cual se hace apta para nutrir y vivificar todos los tejidos; y para que esta accion pueda ejercerse con mayor facilidad, la naturaleza ha dotado á los animales de órganos á propósito—pulmones, bránquias,—acomodados á las circunstancias en que se encuentran.

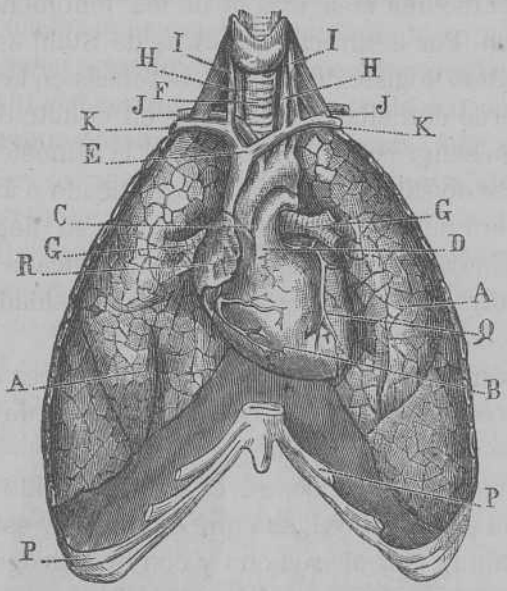

FIGURA 29.ª

Los pulmones y el corazon.

A *pulmones cuyos bordes anteriores están separados para que pueda verse el corazon y los brónquios.* **B** *corazon.* **C** *aorta.* **D** *arterial pulmonal.* **E** *vena cava svperior.* **F** *traquearteria.* **GG** *brónquios.* **HH** *arterias carótidas.* **II** *venas yugulares.* **JJ** *arterias subclavias.* **KK** *venas subclavias.* **PP** *cartílagos costales.* **Q** *arteria cardiaca anterior.* **R** *auricula derecha.*

El aparato respiratorio del hombre está principalmente constituido por los pulmones, y formados estos de gran número de brónquios ó conductos, tapizados de una membrana mucosa, extraordinariamente fina, en

cuyo espesor se distribuyen vasos capilares sanguíneos que, en las últimas ramificaciones de los brónquios, ó sea en las vesículas pulmonales solo están separados del aire atmosférico que penetra en los mismos por una simple capa de epitelio pavimentoso. Todo se halla en estos órganos admirablemente reunido para que, á través de sus delicadísimas capas de epitelio, puedan efectuarse fácilmente los cambios que se verifican entre el aire atmosférico y la sangre. Sin embargo, estos cambios se efectúan tambien, aunque con menos facilidad, á través de la piel, dando lugar á lo que se conoce con el nombre de respiracion cutánea.

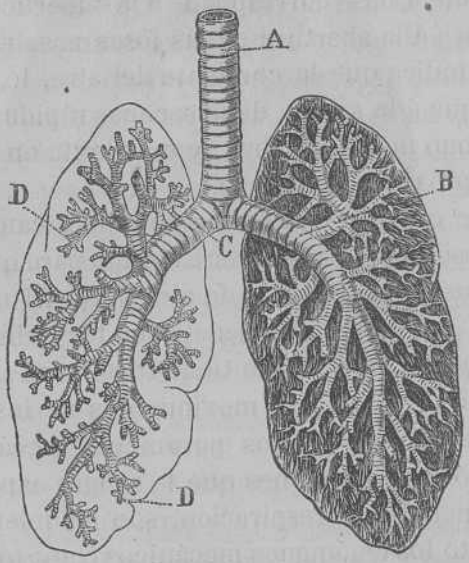

FIGURA 30.ª

Corte que demuestra las ramificaciones de los brónquios en los pulmones.

A *traquearteria.* **B** *y* **C** *brónquios.* **DD** *ramúsculos bronquiales.*

Los capilares sanguíneos son numerosísimos y de diámetro tan pequeño que apenas basta para permitir el

paso á un solo glóbulo sanguíneo. En su distribucion forman una red tan apretada que ocupan las tres cuartas partes de la superficie de las vesículas. La superficie total de estos vasos se calcula en ciento cincuenta metros cuadrados representando un volúmen de sangre igual á dos litros poco mas ó menos. Y como se cree que en el espacio de veinticuatro horas pasan mas de veinte mil litros de sangre por el pulmon, es fácil apreciar no solo la importancia de los cambios que en esta víscera se establecen entre la atmósfera y la sangre, sino el gran número de veces que esta se renueva.

El aparato respiratorio, en su conjunto, representa un cono cuya base corresponde á la superficie vesicular y el vértice á la abertura de las fosas nasales: esta disposicion indica que la corriente del aire, lo mismo á la entrada que á la salida, debe ser mas rápida en los puntos del cono mas estrechos, y mas lenta en las porciones mas próximas á su base.

El aire que penetra en los pulmones cambia pronto de composicion y necesita ser expelido para que le reemplacen nuevas cantidades de aire puro. Al movimiento en virtud del cual el aire penetra en los pulmones, se le llama *inspiracion*, y al que tiene lugar para que salga al exterior *espiracion*. Los movimientos de inspiracion y espiracion son fenómenos puramente mecánicos. Los cambios ó modificaciones que la sangre experimenta á consecuencia de la respiracion, son fenómenos químicos; y tanto los fenómenos mecánicos como los químicos están subordinados á la influencia nerviosa. Preciso es, pues, examinar cada uno de estos fenómenos separadamente.

CAPÍTULO II.

Fenómenos mecánicos de la respiracion.

§ 74.

Inspiracion.— La inspiracion depende de dos causas principales: la presion atmosférica y la contraccion muscular en virtud de la cual se dilata la cavidad torácica.

La presion atmosférica que comprime la superficie exterior del pecho, está equilibrada con la presion que ejerce en la parte interna del pulmon la columna de aire que se halla en el conducto respiratorio desde la boca hasta los bronquios y vesículas. En tal estado, una sensacion imperiosa, á la que solo podemos resistir por algun tiempo, nos advierte la necesidad de respirar, y puestos en juego los músculos que dilatan el torax, se forma un vacío en esta cavidad, penetrando el aire exterior por la laringe y tráquea hasta ocupar las vesículas pulmonales que habian quedado dilatadas.

La cavidad del pecho puede dilatarse en el acto de la inspiracion, en sus tres diámetros principales: vertical, antero-posterior y trasversal.

El diámetro vertical aumenta principalmente por la contraccion del diafragma. Este músculo, que, en estado de reposo, forma una especie de bóveda cuya convexidad mira hácia la parte correspondiente al pecho, se aplana cuando se contrae, trasformándose la convexidad en un plano casi horizontal y de consiguiente aumentando la cavidad del pecho en el sentido de su diámetro vertical, á expensas de la cavidad abdominal que disminuye en la misma proporcion. Tambien puede aumentar el diámetro vertical por la elevacion del esternon y la

de la extremidad anterior de la primera costilla de cada lado, cuando se contraen los músculos que se extienden desde estas costillas á la porcion cervical de la columna vertebral.

El diámetro antero-posterior aumenta principalmente por la elevacion de las costillas y del esternon en el acto inspiratorio. En el estado de reposo, las costillas guardan una posicion oblícua con relacion á la columna vertebral, inclinándose de arriba hácia abajo y de detrás hácia adelante. Al elevarse la extremidad esternal de las costillas se separan de la columna vertebral, levantando al mismo tiempo el esternon, la clavícula y la pared exterior de la cavidad torácica y aumentando, de consiguiente, el espacio comprendido entre la pared anterior y la posterior del pecho, ó sea su diámetro antero-posterior.

El aumento del diámetro trasversal depende tambien de la elevacion de las costillas, porque, al elevarse, ejecutan un pequeño movimiento de rotacion sobre su eje, en virtud del cual la parte convexa de su corvadura, que en estado de reposo mira hácia abajo y hácia fuera, se inclina hácia arriba y hácia fuera, aumentando el espacio comprendido entre las paredes laterales del pecho, ó sea el diámetro trasversal de esta cavidad. El aumento de este diámetro no es igual en las diferentes partes de la pared torácica, porque tampoco es igual el grado de corvadura de todas las costillas.

Aunque el pecho puede dilatarse en los diferentes sentidos que acabamos de indicar, la edad, el sexo, el género de vida y otras circunstancias individuales influyen bastante en el modo especial de su dilatacion. En los niños, la inspiracion se ejecuta ordinariamente á expensas de la contraccion del diafragma, dominando la que se llama *respiracion abdominal,* porque las paredes laterales del pecho permanecen casi siempre inmóviles.

Los cantantes adoptan este género de inspiracion, por ser el que permite introducir mayor cantidad de aire en los pulmones y sostener por mas tiempo la emision de la voz. En las mujeres domina generalmente la *respiracion pectoral,* elevándose y ensanchándose toda la parte superior del pecho, mientras que la inferior permanece casi inmóvil, lo que permite que respiren sin gran dificultad, aun en los casos en que el diafragma desciende difícilmente al abdómen, como sucede durante el embarazo. Cuando á consecuencia de algunos estados patológicos el aire no puede penetrar en uno de los pulmones, la dilatacion del pecho disminuye ó cesa en el lado enfermo y se aumenta en el opuesto.

Los músculos inspiradores ó que contribuyen á ensanchar la cavidad del pecho, son varios; y como la inspiracion puede ser natural y forzada, hay músculos inspiradores *principales* y otros que podemos llamar auxiliares ó *accesorios*. Por lo comun se consideran como *principales:* el diafragma, de cuyo modo de obrar nos hemos ocupado ya; los intercostales externos, cuyas fibras se dirigen oblícuamente de arriba hácia abajo y de atrás hácia adelante y provocan, al contraerse, la elevacion de las costillas; los escalenos tanto anteriores como posteriores, cuyas fibras, insertándose en las apófisis trasversales de las vértebras cervicales, en la cara superior y borde interno de la primera costilla—el escaleno anterior—, y en la cara externa de la primera costilla y el borde superior de la segunda — el escaleno posterior—, elevan, al contraerse, las costillas superiores hácia el cuello; y los supra-costales, que, insertándose por una de sus extremidades en las apófisis trasversas de las vértebras dorsales y por la otra en las costillas que están debajo, levantan, al contraerse cada uno de ellos, la costilla á que está adherida su estremidad inferior. Algunos fisiólogos comprenden tambien entre los

músculos inspiradores principales á los intercostales internos en su porcion external, ó sea en el punto en que se adhieren á la parte cartilaginosa de las costillas.

Los músculos inspiradores que se consideran como *accesorios,* son: el dorso-costal, que se inserta por una parte en las apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical y de las tres primeras vértebras dorsales, y por la otra en la cara externa de la segunda, tercera, cuarta y quinta costillas; el externo-cleido-mastoideo, que se inserta, por una parte, en la apófisis mastoidea del temporal y por la otra en la parte superior del esternon y en el borde posterior de la clavícula; el subclavio, que se extiende desde la extremidad externa de la clavícula hasta el cartílago de la primera costilla; el gran pectoral en su porcion inferior; el pequeño pectoral, que se extiende desde la tercera, cuarta y quinta costillas verdaderas hasta la apófisis coracoides, y algunos otros de menos inportancia.

Los pulmones permanecen completamente pasivos en el acto de la inspiracion, y como el espacio que les separa de la pleura parietal no contiene aire, siguen á las paredes torácicas en el momento de su dilatacion como si formaran parte de las mismas. Cuando el aire exterior penetra, á través de las paredes del pecho, en el interior de las pleuras, el pulmon no puede dilatarse, porque, obrando sobre la superficie externa una presion atmosférica igual á la que obra sobre la parte interna, permanece inmóvil bajo la accion de dos fuerzas iguales y opuestas.

La pleura que cubre el pulmon está en contacto directo con la que reviste las paredes del pecho, y la una resbala ó se desliza sobre la otra en los movimientos de inspiracion, porque el pulmon desciende á la vez que el diafragma, y las paredes del pecho se elevan al mismo tiempo. Las adherencias y falsas membranas que se for-

man entre la pleura costal y visceral en algunas enfermedades, hacen algo mas difíciles estos movimientos, produciendo cierto ruido anormal, consecuencia del roce, que se percibe desde el exterior.

Para que el aire pueda penetrar en los pulmones en cada movimiento inspiratorio, es indispensable que no se obturen los conductos por que ha de atravesar. Las alas de la nariz se dilatan activamente por la influencia de sus músculos propios, á fin de que la presion atmosférica no cierre su abertura: lo mismo sucede con los lábios de la glotis, cuyos músculos conservan espedito este orificio, y en cuanto al conducto formado por la faringe, la laringe, la tráquea y los brónquios, se conserva hueco por los cartílagos circulares de formas diversas que entran en la constitucion de sus paredes.

§ 75.

De la espiracion. — Cuando el aire ha permanecido algun tiempo en los pulmones, una sensacion instintiva y á la que no podemos resistir, nos advierte la necesidad de su expulsion.

Para que salga al exterior el que está acumulado en los pulmones, basta, en circunstancias ordinarias, que los músculos inspiratorios queden en reposo y que se ponga en juego la elasticidad de las paredes torácicas y la de los pulmones. Cuando las espiraciones son profundas, se hace indispensable la influencia de los músculos espiradores, con cuya contraccion se disminuyen los diferentes diámetros del pecho.

La elasticidad de los pulmones puede hacerse perceptible dilatándolos por medio de la insuflacion, en cuyo caso se observa que adquieren sus dimensiones primitivas en cuanto cesa la fuerza que los distendia. Tambien es efecto de la elasticidad de los pulmones el que en vez

de llenar la cavidad del pecho y de conservar la superficie externa aplicada á sus paredes, se separen de las mismas y expulsen el aire casi por completo en cuanto se perfora el torax de un animal vivo ó de un cadáver fresco. La misma elasticidad de los pulmones parece ser la causa de que el diafragma recupere su forma abovedada despues de haberla perdido al tiempo de contraerse en el acto de la inspiracion, puesto que, segun asegura Milne Edwards, el descenso de la bóveda diafragmática es el resultado de un movimiento activo de las fibras constitutivas de este músculo; mientras que en su elevacion el diafragma permanece pasivo y no hace mas que ceder á la aspiracion ejercida sobre su superficie torácica por las paredes elásticas de los pulmones.

Sujetando al interior de la tráquea del cadáver fresco de un perro, la rama inferior de un tubo manométrico en el que se haya echado una corta cantidad de agua, este líquido conserva el mismo nivel en las dos ramas. Pero si se practica una abertura en las paredes del pecho, los pulmones disminuyen de volúmen y arrojan una parte del aire contenido en su interior, el cual comprime, al salir, el líquido del manómetro, elevándolo en la rama opuesta. La diferencia de nivel en las dos ramas sirve para medir la presion desenvuelta por la elasticidad de los pulmones, y esta presion equilibra, segun los experimentos de Donders, una columna de agua de ochenta milímetros de altura.

Los conductos bronquiales que se distribuyen en el pulmon están dotados de fibras musculares lisas, cuya contractilidad puede demostrarse por medio del galvanismo. Para esto, despues de separado el pulmon del cadáver fresco de un perro, se le suspende verticalmente, y se adapta á su tráquea la extremidad de un tubo recto, metálico, cuya parte superior ha de ser de cristal y debe estar graduada. En tal estado, se introduce agua

en el pulmon hasta que llegue á la parte graduada del tubo, y se dirige la corriente galvánica aplicando uno de los polos á la superficie del pulmon y el otro á la parte metálica del aparato. El líquido contenido en el pulmon se eleva entonces en el tubo graduado, y esta elevacion será tanto mayor cuanto mas grande sea la contractilidad desenvuelta por medio del galvanismo, y de consiguiente cuanto mas disminuya el calibre de los conductos respiratorios: la columna manométrica se eleva de ordinario en el perro unos cinco centímetros de altura.

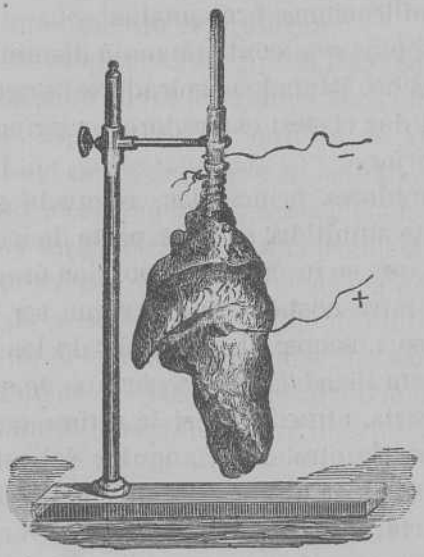

FIGURA 31.ª

Pulmon de un perro recientemente sacrificado, recibiendo la accion de la pila.

La contractilidad bronquial se desarrolla pausada y lentamente y no puede ejercer, por lo mismo, influencia

alguna en la espiracion ó salida del aire, puesto que esta se efectúa con regularidad y en períodos mucho mas frecuentes. Por esto opina Longet, que la contractilidad de los brónquios está destinada á favorecer la expulsion de las mucosidades y la del aire contenido en las últimas ramificaciones brónquicas, que por tener mayor cantidad de ácido carbónico, se hace mas pesado y no puede renovarse con facilidad en las espiraciones ordinarias. Así al menos lo indica la circunstancia de que si se destruye la contractilidad bronquial cortando los pneumo-gástricos, el animal perece asfixiado por la acumulacion de mucosidades y de ácido carbónico en las últimas ramificaciones bronquiales.

Los músculos que contribuyen á disminuir la capacidad del pecho, llamados espiradores, pueden tambien dividirse en dos clases: espiradores *principales* y espiradores *accesorios*.

Los espiradores principales, segun la opinion mas generalmente admitida, son: La parte de los intercostales internos que se inserta en la porcion ósea de las costillas, y los infra-costales que parecen ser una dependencia de los mismos; el cuadrado de los lomos que, desde la cresta iliaca en donde por una de sus extremidades se inserta, atrae hácia sí la última costilla á que se adhiere por la otra. El triangular del esternon, que se extiende desde este hueso hasta los cartílagos de la tercera, cuarta, quinta y sexta costillas verdaderas. El serrato posterior inferior, que se extiende desde las apófisis espinosas de las tres últimas vértebras dorsales y tres primeras lumbares hasta el borde inferior de las cuatro últimas costillas falsas.

Entre los espiradores accesorios se cuentan los oblícuos, trasversos y rectos del abdómen; el sacro lumbar y algunas porciones del gran serrato; el gran dorsal y otros músculos de la espalda.

§ 76.

Ritmo y frecuencia de los movimientos respiratorios.—Los movimientos de inspiracion y espiracion se suceden alternativamente con intérvalos casi iguales. En circunstancias normales la espiracion dura algo mas tiempo que la inspiracion, sobre todo en las mujeres, en los viejos y en los niños. Despues de la inspiracion hay siempre un corto instante de reposo y otro algo mayor al terminar cada movimiento espiratorio.

El número de inspiraciones que se hace en un tiempo dado varía mucho en los diferentes individuos. Hales creia que en el espacio de un minuto se verificaban veinte. M. H. Davi decia de sí que en este tiempo respiraba veintiseis veces, Magendie quince, Thomson diez y nueve; pero hay un gran número de circunstancias que pueden aumentar ó disminuir la frecuencia de la respiracion. Por regla general es mas lenta durante el sueño que en la vigilia; el ejercicio muscular, las excitaciones morales, los alimentos y las bebidas alcohólicas la aceleran. En la infancia la respiracion es mas frecuente que en la vejez.

§ 77.

Ruidos respiratorios.—Se dá el nombre de murmullo respiratorio *vesicular* al ruido producido por la entrada y salida del aire en las vesículas pulmonales. El murmullo respiratorio es mas fuerte y perceptible durante la inspiracion que durante la espiracion, porque como es

mas rápido el primero de estos movimientos, la corriente del aire es mayor, y mas fuerte el roce que ocasiona en las paredes de los conductos aéreos. El paso del aire por los brónquios dá lugar á un ruido parecido al anterior, designado con el nombre de murmullo respiratorio *bronquial*, y, por una razon análoga, se llama murmullo *traqueal* al ruido producido por el roce del aire al atravesar la tráquea.

Además de estos ruidos, poco perceptibles en estado fisiológico, de los que el primero se nota principalmente *auscultando* la region de los pulmones, mientras que los dos últimos dominan en la parte correspondiente á los brónquios mas gruesos y á la tráquea, aun se forma otro, puramente nasal, al atravesar el aire la parte anterior de las fosas nasales. Este último ruido se percibe en las personas que respiran suave y sosegadamente durante el sueño, sin que deba confundirse con el *ronquido*, porque este es mucho mas intenso y no puede producirse sin que intervengan las oscilaciones vibratorias del velo del paladar.

Las alteraciones patológicas que puede experimentar el tejido del pulmon y las que tienen su asiento en los diferentes puntos de las vías respiratorias, dan lugar á modificaciones en los murmullos que acabamos de examinar, y hasta ocasionan ruidos anormales, cuyo conocimiento contribuye eficazmente al diagnóstico de las enfermedades del aparato respiratorio.

Volúmen del aire inspirado y espirado.—Es muy difícil determinar de una manera absoluta la cantidad de aire que penetra en los pulmones en cada movimiento inspiratorio y la que sale en cada espiracion, porque estas cantidades varían, segun sea la capacidad del pecho, el estado de reposo ó de actividad de los individuos, la mayor ó menor energía de los movimientos respiratorios, y otro gran número de condiciones diversas en que pueden

hallarse los sugetos sometidos á la observacion. Á pesar de estas dificultades, los fisiólogos han hecho multiplicados experimentos para resolver aproximativamente la cuestion.

Lo primero que hay que tener en cuenta es que el pulmon no arroja de una manera completa en el acto de la espiracion todo el aire que contiene.

Á la cantidad de aire que permanece en los pulmones despues de una espiracion forzada, se le ha dado el nombre de *resíduo respiratorio:* á la que queda despues de una espiracion ordinaria y regular, *reserva respiratoria.* Llámase *capacidad inspiratoria ordinaria* á la cantidad de aire que penetra en los pulmones á consecuencia de una inspiracion natural, precedida de una espiracion tambien natural: se designa con el nombre de *capacidad inspiratoria extrema* á la cantidad de aire que entra en los pulmones á consecuencia de una inspiracion forzada, precedida de una espiracion forzada tambien; y *capacidad inspiratoria complementaria* á la cantidad de aire que se introduce en los pulmones á consecuencia de una inspiracion forzada, precedida de una espiracion normal.

Para conocer la *capacidad inspiratoria ordinaria,* ó sea la cantidad de aire que penetra en los pulmones en cada movimiento inspiratorio normal, precedido de una espiracion tambien normal, se espira durante un cierto tiempo, exclusivamente por la boca y á través de un tubo encorvado que se introduce debajo de una campana llena de agua, colocada en la cuba hidro-pneumática. La cantidad de agua desalojada de la campana, representa la del aire espirado durante el tiempo del ensayo, y esa cantidad, dividida por el número de espiraciones que se han efectuado en el mismo tiempo, dá el volúmen del aire expelido en cada espiracion, y de consiguiente del que penetra en cada movimiento inspiratorio, porque la cantidad de aire que sale de los pulmones es sensible-

mente igual á la que entra. Procediendo de este modo en un gran número de observaciones se ha visto que, por término medio, entra y sale de los pulmones en cada movimiento respiratorio normal, de cuatrocientos á quinientos centímetros cúbicos de aire, ó sea de un tercio á medio litro. Así, suponiendo veinte inspiraciones por minuto, resultará que entran en los pulmones, en este tiempo, de siete á diez litros.

Para conocer la *capacidad inspiratoria extrema,* basta hacer una espiracion forzada, seguida de una inspiracion forzada tambien, á través de un receptáculo parecido al anterior, ó de otro *espirómetro* convenientemente dispuesto, por cuyo medio se demuestra que la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones en cada uno de estos movimientos respiratorios, es, por término medio, de tres á cuatro mil centímetros cúbicos, ó sea, de tres á cuatro litros. Cualesquiera de las capacidades inspiratorias de que acabamos de hablar será tanto mas grande cuanto mayores sean la cavidad torácica y la energía de las fuerzas inspiratorias que dilatan sus paredes. Por lo mismo, la capacidad inspiratoria ha de ser mayor en los sugetos altos que en los bajos; en los de anchas espaldas que en los que tienen estrecho el diámetro trasversal del tronco; en el hombre que en la mujer; en el hombre que ha adquirido todo su desarrollo en longitud y latitud, que en el niño y en el anciano; y en los sugetos fuertes y vigorosos que en los débiles y de poca energía vital. Bourgeri asegura, sin embargo, que la capacidad inspiratoria complementaria disminuye á medida que se avanza en edad, y de consiguiente que es mayor en el niño de siete años que en el de quince ó que en períodos mas adelantados de la vida.

§ 78.

De algunos actos fisiológicos dependientes de los fenómenos mecánicos de la respiracion.—Los agentes mecánicos de la respiracion intervienen de una manera directa en el bostezo, el sollozo, el suspiro, la risa, el hipo, el estornudo, y además, en el ronquido, la tos, la expectoracion y la espuicion.

El suspiro está caracterizado por una inspiracion lenta y profunda, seguida de una espiracion rápida, y suele ser signo de abatimiento y de tristeza.

El bostezo consiste en una inspiracion mas profunda que la del suspiro, acompañada de una contraccion expasmódica del velo del paladar y seguida de una espiracion lenta y graduada. El bostezo indica la indiferencia, ó el fastidio, y á veces anuncia la necesidad del sueño.

La risa está caracterizada por una série de espiraciones que se suceden con rapidez, producidas principalmente por las contracciones casi convulsivas del diafragma. La risa va siempre acompañada de un ruido particular ocasionado por las vibraciones que produce el aire espirado en las cuerdas vocales y en el velo del paladar. Aunque la risa indica, comunmente, alegría y bienestar, hay sin embargo otras causas, como las cosquillas, el histerismo, etc., que pueden provocarla.

El sollozo, lo mismo que el hipo, consiste èn inspiraciones bruscas é involuntarias, resultado de las contracciones convulsivas del diafragma, que en el hipo no se renuevan sino despues de muchas inspiraciones normales, mientras que en el sollozo se suceden unas á otras con mas frecuencia y regularidad. El hipo se presenta

raras veces en los sugetos sanos, siendo poco conocidas las causas que lo producen. El sollozo sobreviene á consecuencia de emociones morales tristes, y en los niños sobre todo, va acompañado de abundantes lágrimas.

El estornudo es tambien un acto involuntario en el que una inspiracion profunda va seguida de una espiracion brusca y sonora. El estornudo puede provocarse excitando la mucosa de las fosas nasales.

La tos, que consiste tambien en una espiracion rápida y sonora, precedida de una inspiracion profunda, depende generalmente de la irritacion de los conductos respiratorios ó de la existencia de mucosidades ó cuerpos extraños que embarazan la entrada y salida del aire en los pulmones.

El paso rápido del aire á través de los conductos bronquiales facilita la expulsion, hasta la boca, de las mucosidades contenidas en los mismos, dando lugar á lo que se llama expectoracion. Al acto en virtud del cual las mucosidades contenidas en la boca son expulsadas de la misma, se le llama espuicion.

CAPÍTULO III.

Fenómenos químicos de la respiracion.

§ 79.

Los fenómenos químicos de la respiracion consisten en el cambio de gases que se efectúa entre la sangre y la atmósfera, en virtud del cual parte del oxígeno del aire pasa á la sangre, y parte del ácido carbónico y del vapor

de agua del liquido nutritivo pasa al ambiente que respiramos. Este cambio de gases, á consecuencia del cual la sangre venosa se convierte en arterial, no solo tiene lugar en los pulmones, sino en toda la superficie de la piel y en la de la membrana mucosa del aparato digestivo, por lo que puede decirse que, además de la respiracion *pulmonal*, hay tambien respiracion *cutánea* y respiracion *mucosa* ó *digestiva*.

Por otra parte, así como la sangre venosa se convierte en arterial al ponerse en contacto con el oxígeno del aire, así la sangre arterial se convierte en venosa al ceder á los tejidos el oxígeno que la atmósfera le habia suministrado; y como entre la sangre y los tejidos hay tambien cámbio de gases, puesto que estos reciben oxígeno y ceden ácido carbónico, puede decirse que hay dos clases de respiracion: la una *externa ó sanguínea*, que tiene lugar en los pulmones, en la mucosa digestiva y en la piel, convirtiendo la sangre venosa en arterial, y la otra *interna ó de los tejidos*, que se efectúa en la red capilar y que convierte la sangre arterial en venosa.

Al ocuparnos de la nutricion estudiaremos las oxidaciones que se verifican en la trama de los tejidos, lo mismo que la combustion del carbono, la formacion del ácido carbónico y todo lo que tiene relacion con la respiracion *interna*. Por el momento examinaremos únicamente los fenómenos físico-químicos de la respiracion *externa*, y sobre todo los de la *pulmonal*, porque, comprendida esta, bastarán algunas indicaciones para conocer tambien la respiracion *cutánea* y la respiracion *mucosa*.

Para apreciar con exactitud las modificaciones que el aire experimenta en los pulmones, conviene estudiar antes su constitucion normal.

§ 80.

Composicion del aire.—El aire atmosférico es una mezcla de oxígeno, de ázoe, de ácido carbónico y de vapor de agua, cuyos gases están reunidos en proporciones diferentes.

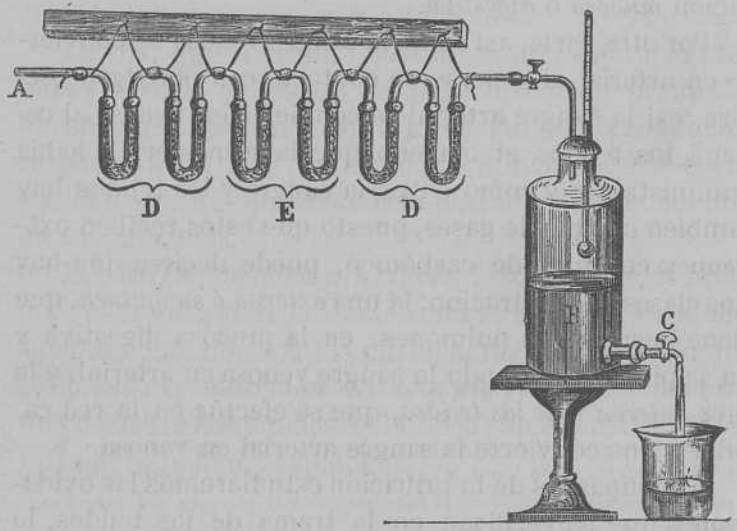

FIGURA 32.ª

Aparato para determinar la cantidad de vapor acuoso y de ácido carbónico contenido en el aire que se analiza.

A *orificio por donde penetra el aire en el interior del frasco* **B**, *á medida que sale el agua de que está lleno por la abertura* **C**. **D** *tubos en forma de* U *llenos de piedra pómez empapada de ácido sulfúrico para fijar el vapor de agua contenido en el aire.* **E** *tubos que contienen fragmentos de piedra pómez empapados en una disolucion de potasa para fijar el ácido carbónico.*

Cien partes de aire contienen, en volúmen, 20'8 de oxígeno, 79'2 de ázoe, una cortísima cantidad de ácido carbónico que apenas llega á cuatro partes por cada diez

mil, y una cantidad variable de vapor de agua, cuyo máximum depende de la temperatura.

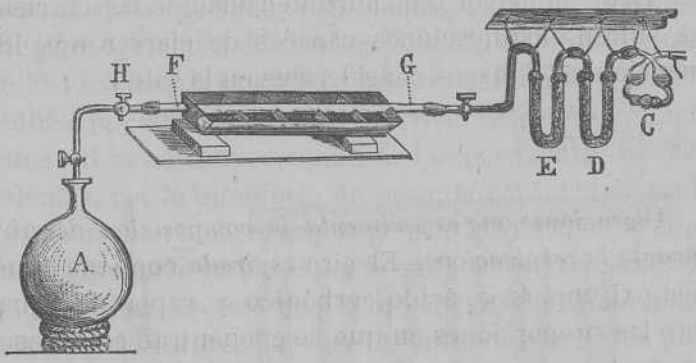

FIGURA 33.ª

Aparato para determinar el oxígeno y el ázoe contenido en el aire que se analiza.

A *frasco en que se ha hecho el vacío y en el que penetra lentamente el aire exterior por la abertura del tubo Liebig* **C**. **C** *tubo de Liebig lleno de potasa cáustica para fijar el ácido carbónico.* **D** *y* **E** *tubos llenos de piedra pómez empapada de ácido sulfúrico para fijar el vapor de agua.* **F** *y* **G** *tubo de vidrio espeso lleno de cobre metálico, que se calienta convenientemente para fijar el oxígeno.* **H** *tubo por donde el resto del aire ó sea el ázoe penetra en el frasco* **A**.

Las proporciones del oxígeno y del ázoe son constantes en el aire no confinado, y bajo este punto de vista casi no se encuentra diferencia entre el aire de las poblaciones y el del campo, ni entre el de los valles y el de las montañas ó el de cualquiera otra localidad. El aire contiene, por último, ozono en cortísimas cantidades, que varían segun los casos y circunstancias, y una multitud de gases, de vapores, de emanaciones vegetales y animales y de sustancias pulverulentas que se desprenden de la tierra, y que pueden alterar su constitucion hasta el punto de hacerle perjudicial á quien lo respira. La atmósfera está sujeta á una presion de cerca

de setecientos sesenta milímetros de mercurio, y tanto esta presion como la temperatura, así como el estado eléctrico y la mayor ó menor intensidad de las corrientes, sufren modificaciones capaces de ejercer una influencia mas ó menos considerable en la salud.

§ 81.

Alteraciones que experimenta la composicion del aire durante la respiracion.—El aire *espirado* contiene tambien oxígeno, ázoe, ácido carbónico y vapor de agua; pero las proporciones en que se encuentran estos gases no son las mismas que las en que se hallan en el aire *inspirado* ó en la atmósfera cuando conserva su constitucion normal. El aliento es mas húmedo y mas caliente que el aire, y basta hacerle pasar á través de una disolucion de agua de cal ó de barita para que forme un precipitado de carbonato que demuestra la presencia del ácido carbónico. De todos modos, como un exámen superficial no basta para apreciar con exactitud las modificaciones que el aire experimenta en la respiracion, haremos una rapidísima reseña de los principales medios que se han puesto en práctica para conseguir este resultado.

Brunner y Valentin emplean un frasco de cristal, dispuesto de manera que pueda recogerse en su interior el aire expelido durante la *espiracion*. Para conseguir este resultado, Andral y Gavarret hacen de antemano el vacío en el receptáculo de que se sirven, y tambien Scharling y Pettenkofer se valen con el mismo objeto de aparatos aspiradores.

Una vez recogido el aire *espirado,* se le hace pasar por los aparatos que sirven para el análisis del aire y que hemos descrito anteriormente ó bien por tres diferentes tubos, en uno de los cuales se pone potasa, en

otro ácido sulfúrico y en otro fósforo. La potasa se apodera del ácido carbónico; el ácido sulfúrico atrae y retiene el vapor de agua, y el fósforo, combinándose con el oxígeno, forma ácido fosfórico, ácido fosforoso y óxido de fósforo, cuyos productos quedan sublimados y detenidos en el sitio donde tiene lugar la reaccion. Pesando estos tubos antes y despues del experimento, es fácil calcular, por la diferencia de peso, la cantidad de ácido carbónico que ha detenido la potasa, la de vapor de agua que ha quedado unida al ácido sulfúrico y la de oxígeno que ha fijado el fósforo; y como el ázoe queda en libertad, se pueden precisar con bastante exactitud las proporciones en que cada uno de estos gases se encuentra en el aire espirado que se analiza.

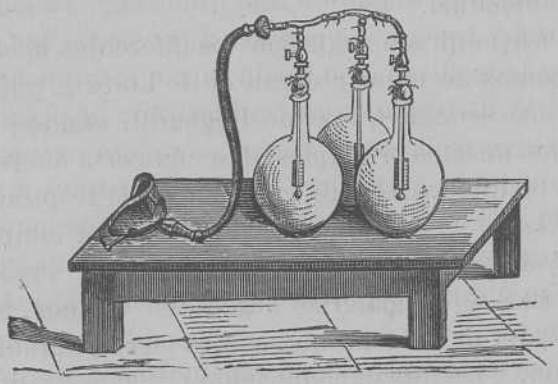

FIGURA 34.ª

Receptáculos de cristal en los que se hace el vacío á fin de que sirvan de aparato aspirador para recoger el aire espirado.

Regnault y Reiset hacen respirar á los animales dentro de un receptáculo herméticamente cerrado, que solo está en comunicacion con un depósito de oxígeno y que contiene un condensador de ácido carbónico. Con este aparato se reconoce la cantidad de oxígeno consumido, comparando el que se encuentra en el aire del receptá-

culo con el que tenia al empezar el experimento, y además, con el que falta en el depósito; el ácido carbónico formado se conoce por el aumento de peso de la potasa del condensador, y el ázoe por el resto de la masa gaseosa que se encuentra dentro del receptáculo. El aparato de Regnault tiene el gravísimo inconveniente de que la atmósfera en que los animales se hallan colocados se satura pronto de humedad, y por lo mismo la respiracion no se realiza en condiciones normales; además, las modificaciones que experimenta esta atmósfera, no solo dependen de la respiracion pulmonal, sino de la cutánea, puesto que el animal respira por el pulmon y por la piel dentro del receptáculo en que se le encierra, al que van á parar tambien los gases que se desprenden del tubo intestinal.

Los ensayos practicados con los diferentes aparatos que acabamos de indicar ó con el de Ludwig y Kowalewsky, mas sencillo que el de Regnault, aunque fundado en los mismos principios, dan con corta diferencia idénticos resultados; el aire, en el acto de la respiracion, pierde oxígeno y en cambio adquiere mayor temperatura, mayor cantidad de ácido carbónico, de vapor de agua, de ázoe y de materias orgánicas. Veamos, pues, las cantidades de oxígeno que el aire pierde durante la respiracion, y las que gana de ácido carbónico y de las demás sustancias que hemos referido.

§ 82.

Alteraciones que experimentan á consecuencia de la respiracion el oxígeno y el ácido carbónico del aire.—La cantidad de oxígeno que, por término medio, pierde el aire que se respira, es, en volúmen, de 4'87, y la cantidad de ácido carbónico que gana es de 4'26: de modo que, segun calcula Vierordt, el hombre adulto consume en veinti-

cuatro horas cerca de 746 gramos—520,601 centímetros cúbicos—de oxígeno, y exhala cerca de 867 gramos, —443,409 centímetros cúbicos—de ácido carbónico. Como el volúmen de oxígeno absorbido en el acto respiratorio, es mayor que el de ácido carbónico exhalado, resulta que la respiracion, al cabo de cierto tiempo, enrarece la atmósfera, puesto que disminuye su volúmen. Por otra parte, como un volúmen determinado de oxígeno produce por la combustion del carbono un volúmen igual de ácido carbónico, se deduce que los 520,601 centímetros cúbicos de oxígeno que se absorben en veinticuatro horas, deberian producir, si se emplearan en la oxidacion del carbono, 520,601 centímetros cúbicos de ácido carbónico; y como solo se desprenden 443,409 centímetros cúbicos de este gas, hay que admitir, ó que el oxígeno no se emplea *todo* en la oxidacion del carbono, ó que no sale al exterior *todo* el ácido carbónico formado. Parece mas natural lo primero, y por lo mismo se cree que la diferencia que hay entre el oxígeno absorbido y el ácido carbónico exhalado en veinticuatro horas, ó sean los 77,192 centímetros cúbicos de oxígeno, se emplean en otras combustiones y principalmente en la del hidrógeno para formar agua.

Preciso es advertir, á pesar de todo, que estos cálculos no pueden aceptarse como completamente exactos, porque, en primer lugar, no es necesario que el volúmen de oxígeno absorbido sea igual al del ácido carbónico exhalado, toda vez que el oxígeno puede emplearse, no solo en la combustion del carbono, sino en otras muchas oxidaciones que no son aun bastante conocidas, y ya que el ácido carbónico puede proceder, no solo de la combustion del carbono, sino de la descomposicion de algunos carbonatos; y en segundo lugar, porque, si bien es cierto que cuando aumenta la absorcion de oxígeno aumenta tambien la exhalacion de ácido carbó-

nico, guardando casi siempre una relacion constante, no lo es menos que hay muchas causas capaces de contribuir al aumento ó disminucion de la cantidad de oxígeno que se absorbe y de la de ácido carbónico que se exhala, siendo por lo mismo difícil ó imposible fijarlas con exactitud.

Por regla general puede decirse, que todo lo que aumenta la energía de las combustiones que tienen lugar en la economía, hace indispensable un consumo mayor de oxígeno y un desprendimiento mas considerable de ácido carbónico. La edad, el sexo, el temperamento, el género de vida, la alimentacion, las condiciones de la atmósfera que se respira, el sueño ó la vigilia, el estado de salud ó de enfermedad, etc., son otras tantas causas que influyen de una manera ó de otra en el fenómeno que venimos examinando. Sin descender á detalles innecesarios, diremos, que las combustiones son mas activas, y de consiguiente que hay mayor consumo de oxígeno y mayor desprendimiento de ácido carbónico en el hombre que en la mujer; en el niño y en el adulto que en el viejo; en el de temperamento sanguíneo y robusto que en el de constitucion deteriorada; en el de vida activa y de trabajo muscular que en el de vida sedentaria; en el que está bien alimentado que en el que no come lo que necesita; en el que respira una atmósfera pura, fria y oxigenada que en el que respira aire cargado de humedad ó muy enrarecido; en el que está despierto que en el que está dormido ó aletargado, y en el que está sano que en el que está enfermo, si la dolencia es de las que alteran profundamente la organizacion, como el tifus, el cólera, etc., en las cuales se observa una disminucion considerable en la cantidad de ácido carbónico exhalado.

§ 83.

Alteraciones que experimenta la temperatura del aire á consecuencia de la respiracion.—El cuerpo humano tiene por término medio la temperatura de 37° del termómetro centígrado, y como el aire se pone en contacto con la membrana mucosa de los órganos respiratorios, lo mismo en la inspiracion que en la espiracion, se calienta, si su temperatura es menor que la del conducto que atraviesa, ó se enfria, si es mayor, como sucede en los países muy cálidos.

Por regla general, el aire inspirado tiene una temperatura menor que la nuestra y de consiguiente se calienta en el acto de la respiracion; de modo que el aire espirado hace subir el termómetro centígrado hasta 36° poco mas ó menos. A veces cuando el aire que se inspira es muy frio, solo adquiere una temperatura de 30° á 32° durante su permanencia en los órganos respiratorios.

§ 84.

Influencia de la respiracion en la cantidad de ázoe contenida en el aire.—Como el ázoe desempeña un papel muy secundario en los fenómenos de la respiracion, se ha dado poca importancia á las investigaciones efectuadas con el objeto de apreciar las proporciones en que se encuentra en el aire espirado. Por otra parte, los fisiólogos no están de acuerdo en cuanto al resultado de sus experimentos. Thenard decia ya en 1823, refiriéndose á Dulong y á otros químicos, que durante la respiracion se exhalaba ázoe y que esta exhalacion era tan notable en algunos casos, *que el volúmen del aire espirado era por esta causa mayor que el del aire inspirado.* En cambio

Spallanzani, Davy y otros muchos han asegurado despues que el aire perdia ázoe á consecuencia de la respiracion, y W. Edwards ha intentado probar últimamente que estos resultados contradictorios no dependen de inexactitudes cometidas en la observacion, sino de que en realidad un mismo animal puede absorber ó exhalar ázoe en el acto respiratorio, segun las condiciones fisiológicas en que se encuentre.

En medio de esta diversidad de opiniones, parece indudable que hay exhalacion de ázoe en la generalidad de los casos; pero es indudable tambien que cuando disminuye la cantidad de ázoe libre que se forma en la organizacion, ya porque los alimentos sean poco azoados, ó por cualquiera otra circunstancia, disminuye igualmente la cantidad de ázoe que la sangre lleva consigo en disolucion; y como en este caso la fuerza expansiva de este gas llega á ser menor que la tension que tiene el que se halla en la atmósfera, puede haber absorcion de ázoe por la sangre.

§ 85.

Vapor acuoso que se encuentra en el aire espirado.— Ya hemos visto anteriormente que la cantidad de oxígeno que desaparece en el acto de la respiracion es mayor que la contenida en el ácido carbónico exhalado, y que el exceso de oxígeno se empleaba, segun la opinion mas admitida, en quemar el hidrógeno expelido por los pulmones, formando agua. No cabe duda de que parte del vapor acuoso que el aire espirado arrastra consigo puede proceder de esta combustion; pero es preciso tener presente que la cantidad de vapor expulsado de este modo, es mucho mas considerable que la que podria formar el oxígeno á que hacemos referencia, y además, que no hay relacion alguna entre la cantidad

de este oxígeno y las cantidades *variables* de agua que se eliminan por la traspiracion pulmonal. Por lo mismo, es lógico deducir que la sangre y las diferentes porciones del aparato respiratorio suministran al aire espirado el vapor acuoso que contiene.

Hemos dicho que la cantidad de agua eliminada por la respiracion pulmonal es *variable*, y se comprende que sea así, porque aun suponiendo que las condiciones en que se encuentra el aparato respiratorio sean siempre las mismas, no lo son las del aire que se respira, que puede estar seco ó húmedo, caliente ó frio, agitado ó en reposo, circunstancias todas que influyen en la mayor ó menor cantidad de vapor acuoso que puede recoger.

Para apreciar la cantidad de vapor de agua que lleva el aire espirado, es preciso hacerle pasar por un aparato que contenga ácido sulfúrico, á fin de que se desprenda de toda su humedad; conocida esta, por el mayor peso del ácido sulfúrico, se deduce la que llevaba el aire inspirado, lo que es fácil calcular teniendo en cuenta la presion barométrica y el estado higrométrico de la atmósfera; y la restante es la que procede de la sangre y de los órganos respiratorios. Aunque los procedimientos empleados por diferentes observadores no han sido siempre los mismos, tanto Valentin como Dalton y Seguin están conformes en que, por término medio, el hombre adulto pierde, cada veinticuatro horas, á causa de la traspiracion pulmonal, muy cerca de quinientos gramos de agua.

§ 86.

Materias orgánicas y otras sustancias contenidas en el aire espirado.—Respirando cierto tiempo el aire contenido en un espacio sin ventilacion, se nota un olor desagradable que procede de las emanaciones orgánicas

desprendidas de los aparatos respiratorios externos, ó sea del pulmonal y cutáneo. La existencia de estas sustancias miasmáticas puede hacerse perceptible condensando la humedad de la atmósfera, evaporando lentamente la corta cantidad de agua que se obtiene y tratando el residuo por el ácido sulfúrico, que lo ennegrece, ó por el ácido nítrico, que le dá un color amarillento, ó por una disolucion concentrada de nitrato de plata, con la que toma color de rosa. Las sustancias miasmáticas expulsadas por medio de la respiracion, pueden ser inofensivas si se esparcen en una grande cantidad de aire; pero en otro caso sirven, á veces, como medio de trasmision de algunas enfermedades contagiosas, ó se convierten por sí mismas en agentes productores de trastornos patológicos.

Las sustancias volátiles que no han sido descompuestas en el aparato digestivo y que se hallan mezcladas con la sangre, como el alcohol, el éter, el cloroformo, etc., se encuentran tambien entre los materiales eliminados por la respiracion.

§ 87.

Causas que determinan el cambio de gases entre la sangre y el aire inspirado.—Con arreglo á la ley á que, segun Dalton, está sujeta la mezcla de los gases y de los líquidos, cuando la tension de un gas disuelto en la sangre es mayor que la que tiene este en la atmósfera, la sangre se desprende del mismo; y al contrario, los gases son absorbidos por la sangre cuando su tension en este líquido es menor que la que tienen en la atmósfera.

De acuerdo con este principio, como el ácido carbónico contenido en la sangre venosa tiene una tension incomparablemente mayor que la del que se halla en la atmósfera,—pues ya hemos dicho que en diez mil partes

de aire solo hay unas cuatro de este gas,—la sangre es la que en el acto de la respiracion se desprende del ácido carbónico; y al contrario, como el oxígeno del aire tiene una tension próximamente igual á $^1/_5$ de la de la atmósfera,—pues ya hemos visto que cien partes de aire contienen 20'8 de oxígeno,—la sangre venosa es la que absorbe este gas, porque el oxígeno que circula con la misma tiene una tension mucho menor.

Con arreglo á esta teoría, si respiramos en un sitio herméticamente cerrado, á medida que el oxígeno del aire se vaya gastando, su tension en la atmósfera disminuirá, y debe llegar un caso en que, siendo esta tension menor que la del oxígeno de la sangre, no podrá esta absorber el que se halla en el aire, sino que al contrario se desprenderá del que contiene para cederlo á la atmósfera; y como esto no sucede nunca, es preciso averiguar en qué consiste. Ya hemos dicho, al hablar de los gases disueltos en la sangre, que la mayor parte del oxígeno se halla combinado con la *hemoglobina*, y como esta combinacion, aunque poco estable, disminuye la tension del referido gas hasta hacerla casi nula, siempre es menor que la del oxígeno de la atmósfera, y de consiguiente, mientras esta contenga el necesario para conservar la vida, por poco que sea, la sangre lo absorbe y lo aprovecha.

Con respecto al ácido carbónico, parece natural que vaya acumulándose en la atmósfera el que contínuamente se desprende con el aire espirado; y si bien esto no tiene influencia respirando al aire libre, cuando se respira en un sitio cerrado, ó cuando se respira una atmósfera cargada de ácido carbónico, puede adquirir este gas una tension igual ó mayor que la del que lleva consigo la sangre, y entonces no podrá expelerse como de ordinario, sobreviniendo fenómenos de asfixia y aun la muerte.

El desprendimiento del ácido carbónico de la sangre se hace tanto mas difícil en las circunstancias que acabamos de indicar, cuanto que no renovándose, como no se renueva, en cada movimiento inspiratorio el aire de las vesículas pulmonales,—porque ya hemos visto que siempre queda algo en el pulmon,—el ácido carbónico del aire que contienen las expresadas vesículas adquiere una tension tan considerable, que imposibilita la salida del que circula con la sangre.

Esta falta de renovacion del aire de las vesículas pulmonales, aun en el estado fisiológico, y la superabundancia de ácido carbónico que adquiere, dificultaria la salida del que contiene la sangre si la tension de este gas, al llegar á los capilares del pulmon, no se hiciera mucho mayor de lo que es en todos los demás puntos del sistema venoso. Efectivamente, la sangre venosa contiene un cuarenta por ciento de su volúmen de ácido carbónico libre, pero contiene al mismo tiempo una cantidad mucho mayor de ácido carbónico en forma de carbonatos poco estables, y observaciones directas de Ludwig y de Holmgren han demostrado que estos carbonatos se descomponen en los capilares del pulmon al ponerse en contacto con los glóbulos oxigenados, quedando el ácido carbónico en libertad y aumentando de consiguiente la cantidad de este gas y su fuerza de tension en la sangre pulmonal. De aquí se deduce que el oxígeno absorbido en la respiracion, no solo sirve para oxigenar la sangre combinándose con la hemoglobina, sino tambien para facilitar el desprendimiento del ácido carbónico.

La descomposicion de los carbonatos al ponerse en contacto con los glóbulos oxigenados de la sangre, parece depender de la formacion de una sustancia ácida, la cual desaloja de sus combinaciones al ácido carbónico. La naturaleza de ese agente no se conoce todavía:

acaso sea la *taurina* que se produce en el tejido del pulmon y á la que Verdeil designa con el nombre de ácido de los pulmones.

Las consecuencias higiénicas que se desprenden de las anteriores consideraciones, tanto con respecto á la cantidad de aire que una persona adulta necesita, como á la necesidad de la ventilacion atmosférica, pueden verse en el excelente *Curso elemental de Higiene privada y pública* que está dando á luz en la actualidad—Abril de 1871—nuestro laborioso é inteligente amigo el doctor Giné.

Acabamos de indicar que el fenómeno esencial de la respiracion, ó sea el cambio de gases que se verifica entre la atmósfera y la sangre, se explica satisfactoriamente por la ley de Dalton. Hemos indicado tambien que la exhalacion de ázoe no es constante y que se halla subordinada á la misma ley; de manera que cuando la cantidad de ázoe libre que tiene la sangre en disolucion es poca, en vez de expeler este gas, lo absorbe; y hemos indicado, por último, que la exhalacion del vapor acuoso y de las materias orgánicas que arrastra consigo, está casi reducida á un simple fenómeno de evaporacion.

Á pesar de todo, preciso es confesar que los fenómenos de la respiracion no son tan sencillos como por la ley de Dalton podria sospecharse. En las mezclas ordinarias de un gas y de un líquido, que son precisamente á las que los dos físicos ingleses Henry y Dalton han hecho referencia al formular su ley, el gas está en contacto directo con el líquido en el cual penetra. En el acto de la respiracion, la sangre y el aire están separados por la túnica ó cubierta finísima que forma las paredes de los vasos capilares, y puesto que los gases de la sangre están separados de los de la atmósfera por una especie de tabique membranoso, han de tener lugar fenómenos de

endosmose gaseosa, estableciéndose corrientes del interior al exterior de los vasos y vice-versa, con sujecion á reglas que no conocemos bastante todavía, pero en las que ejercerán una grandísima influencia la respectiva solubilidad de los gases, su mayor ó menor fuerza de tension, y la manera especial de conducirse en sus atracciones moleculares con respecto á la membrana que atraviesan.

§ 88.

Influencia de la respiracion sobre la sangre.—A consecuencia de los fenómenos respiratorios que acabamos de examinar, la sangre venosa que llega á los pulmones por las arterias pulmonales adquiere oxígeno, toma un color rojo muy vivo, pierde calórico, ácido carbónico y vapor de agua y sale por las venas pulmonales convertida en sangre arterial.

Si por una circunstancia cualquiera no hay bastante cantidad de oxígeno en el medio respirable, ó si, aunque la haya, no puede llegar la suficiente hasta los pulmones por encontrar obstáculos que le obstruyen el paso, el ácido carbónico se acumula en la sangre, los movimientos respiratorios se hacen mas lentos y sobreviene la *dispnea*. Si continúa la falta de oxígeno, se presentan calambres en los diferentes músculos del cuerpo, que probablemente dependen de la presencia en los capilares del cerebro de sangre estancada, demasiado rica en ácido carbónico, hasta que al fin llega un momento en que la falta de oxígeno hace posible la paralizacion de los centros nerviosos, y no efectuándose los movimientos respiratorios ni los del corazon, sobrevienen la asfixia y la muerte.

Conviene no perder de vista que el oxígeno absorbido en el acto respiratorio no se consume inmediatamen-

te en el pulmon, sino que es trasportado con la sangre arterial á las diferentes partes del cuerpo en que esta se distribuye; y que el ácido carbónico expelido durante la respiracion no procede, como creia Lavoisier, de la *combustion del carbono efectuada en el tejido mismo del pulmon*, sino de la que se verifica en todos los puntos del organismo en que puede combinarse el oxígeno con las sustancias carbonadas.

Para demostrar que el ácido carbónico, lo mismo que el vapor de agua, no se forman en el acto de la respiracion, basta colocar algunas ranas, por espacio de dos ó tres horas, en una atmósfera de nitrógeno. Á pesar de que en este caso no es posible la absorcion de oxígeno, porque no lo tiene el gas que se respira, las ranas continúan exhalando ácido carbónico y vapor de agua, lo que prueba de una manera evidente que la combustion del carbono y del hidrógeno no se verifica exclusivamente en el pulmon, ni tampoco á expensas del oxígeno, *en el acto mismo en que se respira.*

Esto demuestra que los fenómenos íntimos de la respiracion consisten en oxidaciones diferentes que se verifican en la trama de los tejidos á expensas del oxígeno que acarrean los glóbulos de la sangre; pero bajo este punto de vista la respiracion se diferencia radicalmente en los animales y en los vegetales. En estos, bajo la influencia de la luz solar, la respiracion tiene por objeto reducir el ácido carbónico, el agua, los compuestos oxigenados de azufre y los compuestos oxigenados de ázoe, formando, por una parte, sustancias hidrocarburadas, sustancias grasas, sulfuros, sustancias albuminoideas, etc., y almacenando, por otra, el calor solar que emplean en estas reducciones; calor que se acumula en los tejidos constituyendo lo que se conoce con el nombre de *fuerzas de tension,* y que puede desprenderse mas tarde si estos tejidos se oxidan ó se queman, dando lugar á las

manifestaciones características de las *fuerzas vivas*. En cuanto á los tejidos animales, ya hemos visto que oxidan el carbono, el hidrógeno, el azufre, el ázoe, etc., que los vegetales habian reducido, y que al formar ácido carbónico, agua, compuestos oxigenados de azufre, urea, etc., desprenden calor y crean, por decirlo así, fuerzas vivas, puesto que dejan en libertad las fuerzas de tension que estaban como almacenadas en los tejidos vegetales. Esta regla, sin embargo, tiene algunas excepciones, pues hay casos en que se observan reducciones en los organismos animales y oxidaciones en los vegetales.

La influencia que ejercen en la economía los diferentes gases que pueden respirarse no es igual. Hay algunos á los que se les llama *indiferentes*, porque mezclados con el aire, se respiran por un tiempo mas ó menos largo sin que produzcan inconvenientes, como el ázoe ó el hidrógeno: sin embargo, si se respiran puros provocan la dispnea, los calambres y la asfixia, excepto á las ranas y á los animales de sangre fria, que, al menos por algunas horas, no esperimentan incomodidad. Hay otros á los que se les designa con el nombre de *irrespirables*, porque producen la contraccion de la glotis si se intenta respirarlos puros, como el ácido clorhídrico, el amoníaco, el cloro, etc., y hay otros llamados *venenosos*, como el hidrógeno sulfurado, el hidrógeno arsenicado, el óxido de carbono, el cloroformo, etc., porque, aunque pueden ser respirados, ocasionan trastornos gravísimos y aun la muerte cuando se ponen en contacto con la sangre.

§ 89.

Influencia del sistema nervioso en la respiracion.—Los músculos encargados de dilatar y de contraer la cavi-

dad torácica no pueden entrar en accion si les falta la influencia nerviosa; y como los nervios que animan á estos músculos toman orígen en la médula espinal, es preciso que este centro nervioso se halle en estado de integridad para que los fenómenos respiratorios puedan efectuarse con la regularidad acostumbrada. La porcion cervical de la médula es la que contribuye á la formacion del plexo cervical, y como de este plexo parten el nervio frénico y los filetes que animan á los músculos respiratorios mas importantes, es natural que la respiracion no se paralice por completo, aunque se destruya la médula en sus porciones dorsal y lumbar, con tal que se halle intacta y en comunicacion directa con el cerebro la porcion cervical.

Pero no basta que los nervios centrífugos ó excitomotrices estén en su integridad mas completa: se necesita que lo esté tambien el centro de inervacion de los movimientos respiratorios y los nervios centrípetos que han de trasmitir á este centro las impresiones que reciben y cuyo estímulo ha de provocar, por accion refleja, las contracciones musculares de que dependen los fenómenos mecánicos de la respiracion.

El centro de inervacion de los movimientos respiratorios se halla en el bulbo raquídeo, y por eso si se corta la médula junto al orígen de los nervios pneumogástricos, en el punto llamado *nudo vital*, cesan instantáneamente la respiracion y la vida.

En circunstancias ordinarias, basta que aumente la cantidad de ácido carbónico que circula con la sangre para que este líquido estimule directamente el centro respiratorio y provoque la necesidad de respirar, haciendo al mismo tiempo que entren en contraccion los músculos que deben satisfacerla. Por eso la respiracion se acelera siempre que la sangre contiene mayor cantidad de este gas, y por eso el primer movimiento respi-

ratorio del feto se debe sin duda á que desde el instante en que cesa la respiracion placentaria, se acumula en la sangre el ácido carbónico que obra como excitante del centro de la inervacion respiratoria. Esto no obstante, en la mayoría de los casos, la respiracion es el resultado de una accion refleja debida al estímulo que producen en el indicado centro las impresiones trasmitidas por los nervios centrípetos de la respiracion. Estos nervios son los pneumo-gástricos, y además, segun todas las probabilidades, la mayor parte de los nervios sensitivos de la piel.

Los nervios pneumo-gástricos reciben en la superficie pulmonal las impresiones vagas que produce sin duda en la mucosa el aire atmosférico cuando ha perdido parte de su oxígeno, ó cuando se ha hecho impropio para la respiracion, y estas impresiones trasmitidas al bulbo raquídeo, que es precisamente el punto donde los indicados nervios tienen su orígen, no solo constituyen la necesidad de respirar como la constituye la excitacion directa del bulbo por el ácido carbónico de la sangre, sino que, al igual de lo que sucede en este caso, la impresion se comunica por accion refleja á los nervios excito-motores que se dirigen á los músculos de las paredes torácicas y al diafragma para que puedan verificarse los movimientos respiratorios.

Por eso, si se cortan los pneumo-gástricos en la region del cuello y si se irrita la extremidad de los mismos que comunica con el bulbo, la respiracion se acelera y se hace superficial, llegando á ser hasta tetánica y ocasionando la muerte del animal si la excitacion es muy violenta. Hay, sin embargo, un filete del pneumo-gástrico, el laríngeo superior, que parece obrar de una manera especial: si despues de cortado se excita su extremidad central, la respiracion se hace mas lenta y profunda, llegando á producirse un estado casi tetánico de los mús-

culos espiradores análogo al que se observa en la coqueluche, cuya afeccion se considera, tal vez por esta causa, como consecuencia de una neurose del indicado laríngeo superior.

Los diferentes efectos producidos por la excitacion de estos dos nervios ha dado lugar á que se sospeche que la accion refleja provocada por el pneumo-gástrico ocasiona la contraccion de los músculos inspiradores, mientras que la del laríngeo superior la de los espiradores. Tambien se dice para explicar estos fenómenos que en el órgano central de la inervacion respiratoria se acumula, por decirlo así, la accion nerviosa hasta que adquiere cierto grado de tension, para comunicarse al fin, por medio de sacudidas ó descargas, á los músculos respiratorios. La irritacion del pneumo-gástrico contribuye á que la accion nerviosa se manifieste sin necesidad de que se acumule ni de que adquiera una grande tension, y por eso dá lugar á descargas poco intensas y muy frecuentes que ocasionan una respiracion acelerada y superficial, y á que si la irritacion del nervio indicado es muy intensa, las descargas sean contínuas, acelerándose tanto los movimientos respiratorios, que se hacen tetánicos y sobreviene la muerte. La irritacion del laríngeo superior contribuye por el contrario á que la accion nerviosa no se manifieste sino cuando se acumula en grande cantidad y adquiere una fuerte tension, produciendo descargas lentas y enérgicas que ocasionan una respiracion lenta y profunda, dando lugar, si la excitacion es muy intensa, á que las descargas cesen por completo y con ellas la respiracion y la vida. Por esta causa podria decirse que el pneumo-gástrico es el nervio acelerador, y el laríngeo superior el moderador de los movimientos respiratorios, y que de la accion combinada de los dos resulta el movimiento rítmico, involuntario y normal de la respiracion.

Hay que tener en cuenta que, además de la accion directa de los pneumo-gástricos en la respiracion, ejercen otra indirecta por su influencia en las contracciones cardíacas y de consiguiente en la circulacion pulmonal. Conviene no olvidar, por otra parte, que la destruccion de los pneumo-gástricos por encima del sitio en que nacen los nervios recurrentes, ocasiona en los animales la parálisis de los bordes de la glotis, por cuya razon se aproximan, obstruyendo esta abertura y dando lugar á la muerte por asfixia.

Hemos dicho que el pneumo-gástrico y el laríngeo superior no son los únicos nervios centrípetos, sino que hay además otros conductores que pueden excitar el centro de inervacion y dar lugar á los movimientos respiratorios; y hemos añadido, que estos conductores son, segun todas las probabilidades, los nervios sensitivos de la piel. Hé aquí las interesantes observaciones que, segun la opinion del eminente profesor Küss, pueden aducirse en apoyo de esta teoría.

Para demostrar la influencia que los nervios sensitivos de la piel ejercen en la respiracion no es posible cortarlos todos, pero se puede colocar la superficie cutánea al abrigo de las impresiones exteriores y particularmente de las del aire ó del agua cuyo contacto basta para impresionar los nervios centrípetos de la respiracion. Si se cubre la piel con un barniz impermeable, la respiracion se debilita, se hace mas lenta, á veces hasta se suspende, y en todo caso es siempre insuficiente; de manera que no suministrando al organismo el oxígeno necesario, y disminuyendo la actividad de las combustiones el animal se enfria y muere. En los laboratorios de fisiología se emplea con frecuencia este medio para trasformar un animal de sangre caliente en animal de sangre fria por el enfriamento lento y gradual á que se le sujeta.

En el hombre se han observado fenómenos muy semejantes en los casos de quemaduras ó de otros accidentes á consecuencia de los cuales la piel ha quedado destruida en una grande extension, mas ó menos superficialmente. En los casos de este género el profesor Küss ha observado que la respiracion disminuia de amplitud y de intensidad si faltaba la intervencion de la *voluntad*. El enfermo respiraba porque *queria* respirar, pero siendo insuficiente la accion refleja por falta de alguno de los conductores centrípetos, los movimientos del torax no presentaban ni el ritmo ni la espontaneidad normales, y si el enfermo olvidaba respirar, se hacian lentos y débiles como en los animales embarnizados, disminuyendo á la vez la temperatura si la voluntad no intervenia de nuevo en la respiracion.

Parece indudable que en estos casos ha quedado suprimido *el orígen cutáneo*, si es permitida esta frase, del reflejo respiratorio, y que la accion del pneumo-gástrico ha sido insuficiente por sí sola para provocar el estímulo necesario en el sistema nervioso central. La voluntad ha suplido en parte la falta de la impulsion externa, pero llega un momento en que los enfermos no pueden resistir ese extraño suplicio, y al dormirse, rendidos de fatiga, se debilita de tal modo la respiracion, que ocasiona un enfriamiento considerable y por último la muerte.

La influencia de la piel en la respiracion se demuestra tambien por el resultado de los procedimientos que empleamos, y que se han hecho ya vulgares, cuando intentamos reanimar los movimientos respiratorios en los casos en que están casi estinguidos.

En la asfixia, por ejemplo, se recurre á las fricciones, á las afusiones de agua fria y hasta á las cauterizaciones de la piel, y con estos medios ó con otros aún mas enérgicos se ha conseguido algunas veces volver á la vida á los ahogados ó determinar en los recien nacidos el pri-

mer movimiento inspiratorio, lento y perezoso en producirse, con no escaso peligro, en algunas ocasiones.

CAPÍTULO IV.

Respiracion cutánea y mucosa.

§ 90.

Como la piel se halla en contacto directo con la atmósfera y como la superficie del dermis contiene gran número de vasos capilares sanguíneos, se reunen las dos condiciones necesarias para que pueda realizarse el cambio gaseoso que constituye la parte esencial de la respiracion. Por eso Spallanzani ha podido observar que los peces y crustáceos no respiran solo por sus *branquias*, sino que absorben tambien oxígeno por toda la superficie del cuerpo, y que el mismo fenómeno tiene lugar en las aves y en los mamíferos.

Las ranas, colocadas bajo el agua, no pueden servirse de sus pulmones para la respiracion, y sin embargo continúan viviendo como en la atmósfera, absorbiendo oxígeno y eliminando ácido carbónico por la piel; y como el agua tenga suficiente cantidad de aire, pueden vivir bastante tiempo dentro de este líquido, aunque se les hayan extirpado los pulmones.

La respiracion cutánea tiene una importancia tan considerable en algunos animales, que, cuando no puede efectuarse con regularidad por cualquier motivo, mueren despues de algun tiempo, ó al menos enferman gravemente.

En el hombre, aunque la respiracion cutánea no es

tan indispensable, no deja de tener su utilidad y no es por eso menos perceptible: introduciendo la mano en una campana llena de aire, colocada en la cuba hidropneumática, la atmósfera de la campana adquiere, al cabo de algun tiempo, cierta cantidad de ácido carbónico, igual, con corta diferencia, á la de oxígeno que pierde. Segun Scharling, la cantidad de ácido carbónico exhalada por la piel, es treinta y ocho veces menor que la desprendida por el pulmon; pero en nuestro concepto la proporcion de ácido carbónico eliminada por la piel, y de consiguiente la de oxígeno absorbido, son mucho mayores. Tambien se efectúa, por la piel, lo mismo que por los pulmones, exhalacion de vapor de agua, y es tan considerable y de tanta utilidad para la economía, que cuando, por cualquiera causa, se suprime, sobrevienen accidentes graves. La cantidad de vapor acuoso exhalado por la piel en veinticuatro horas, es próximamente de un kilógramo, y por lo tanto doble de la que se exhala por el pulmon en el mismo tiempo; pero esta cantidad puede aumentar ó disminuir considerablemente, segun cual sea la temperatura y el estado higrométrico del aire.

Entre los productos de la exhalacion cutánea se encuentran, por último, sustancias orgánicas volátiles, especie de miasmas azoados — *perspirabile retentum* — que contribuyen á viciar el aire que nos rodea si no se le renueva de una manera conveniente. La importancia de la respiracion cutánea explica bien la necesidad de la limpieza de la piel, y la manera con que los baños, el uso interior de la ropa blanca y otras medidas de aseo, pueden contribuir á la salud.

La respiracion que tiene lugar en la piel se realiza tambien en las mucosas que se hallan en contacto con la atmósfera. Davy ha demostrado la absorcion de oxígeno y el desprendimiento de ácido carbónico, á

consecuencia de la accion del aire en la membrana mucosa que tapiza los senos maxilares y frontales del carnero. En el hombre la respiracion intestinal no es de grande importancia, por ser corta la cantidad de aire que llega al estómago con los alimentos y bebidas; pero en los animales que tragan aire, como el pez *cobitis fossilis,* el cambio de gases con la sangre ha de efectuarse perfectamente en la membrana intestinal.

SECCION QUINTA.

Calorificacion.

CAPÍTULO I.

Del calor en los animales.

§ 91.

Todos los animales están dotados de la facultad de resistir las vicisitudes que la atmósfera puede experimentar en su temperatura.

El puerco marino, cobijado debajo de montañas de hielo polar, se conserva tan caliente como los demás individuos de su especie que nadan bajo la línea: el etíope, que se tuesta bajo los rayos de un sol vertical, tiene la misma temperatura que el lapon, á quien constantemente azotan las heladas ráfagas del Norte, y el europeo atraviesa del Ecuador hasta el Polo, sin que aumente ó disminuya de una manera perceptible el calor propio de su organizacion.

La regularidad con que los animales conservan su temperatura peculiar, sin que la sangre se congele cuando la atmósfera está muy fria, ni se evapore cuando está muy caliente, á pesar de que la tendencia al equilibrio es la ley á que el calórico está sujeto, demuestra de una

manera evidente que producen el calor que necesitan, y que se desprenden de él y lo eliminan si tienen mas del necesario.

Al parecer, solo están dotados de la facultad de producir calor los animales llamados de *sangre caliente,* es decir, los mamíferos y las aves, puesto que de ordinario tienen una temperatura muy superior á la de la atmósfera; pero aunque los animales de *sangre fria* no presentan indicios de calor propio, y aunque su temperatura está en relacion con la del ambiente, producen calórico como los demás, si bien en menor cantidad. Los perfeccionados instrumentos que hoy posee la ciencia para apreciar las mas pequeñas variaciones de temperatura, han permitido poner fuera de duda esta verdad; habiéndose podido observar con el *thermo-multiplicador* de Novilli y Melloni que, lo mismo los peces que los moluscos, y lo mismo los insectos que los crustáceos, tienen de uno á dos grados mas de calor que el ambiente que les rodea. Circunstancias hay en que los insectos que viven en sociedad, como las abejas y las hormigas, adquieren, cuando se hallan reunidos, una temperatura mayor, y algunos reptiles como el boa, tienen en el período de incubacion, bastante calor animal para superar al de la atmósfera en ocho ó diez grados.

Aunque la temperatura propia de los mamíferos no es igual en todos ellos, y aunque en las mismas especies puede haber alguna variacion en los distintos individuos, son tan escasas estas diferencias, que bien puede establecerse como regla general que tienen de 36° á 40° del termómetro centígrado. La temperatura interior del hombre es, por término medio, de 37°; la del perro de 39°, y la de 40° la de las vacas y carneros.

La temperatura de las aves es aun mayor, pues casi no baja de 40° en ninguna, y en el pavo, la pintada, el pato, la paloma y algunas otras llega hasta 43°.

Para apreciar la temperatura de las partes exteriores del cuerpo, ó la de los orificios de las cavidades que comunican con la piel, se emplea un termómetro comun que permita observar con facilidad hasta las fracciones de grado. Cuando se quiere conocer la del interior de las cavidades, ó la del parénquima de los órganos, es preciso servirse de un aparato termo-eléctrico. El que nos parece preferible, consta de dos hilos metálicos, uno de acero y otro de cobre, unidos por sus extremidades y formando un círculo completo. De las dos soldaduras que es preciso efectuar para unir estos hilos, la una se coloca en un baño de aceite á fin de que pueda estar *constantemente* á la temperatura de *treinta y cinco grados*, por ejemplo; y la otra, se hace que termine en forma de aguja muy fina y se introduce en la parte del organismo cuya temperatura se desea conocer. Si la temperatura de este punto es *exactamente igual* á la de la soldadura que está colocada en el aceite, no habrá ningun fenómeno perceptible, y esta sola circunstancia indicará que el órgano reconocido no tiene ni mas ni menos de *treinta y cinco grados*. Si la temperatura del tejido en que se ha introducido la aguja es mayor ó es menor que la de la soldadura que se halla en el aceite, se desarrollará una corriente eléctrica, y esta corriente podrá servirnos para indicar la temperatura que buscamos.

Á fin de conseguir este objeto, se pone en comunicacion con un galvanómetro el circúito metálico formado por los hilos de acero y cobre de que hemos hablado anteriormente, y como la corriente eléctrica, de que son conductores, pasa al galvanómetro; y como cuando por este aparato atraviesa una corriente se desvía de su direccion la *aguja imantada* que forma parte del mismo, si esta aguja gira alrededor de un cuadrante graduado de antemano, podrá darnos á conocer con rigu-

rosa precision, en grados y fracciones pequeñísimas de grado, la verdadera temperatura del órgano que reconocemos.

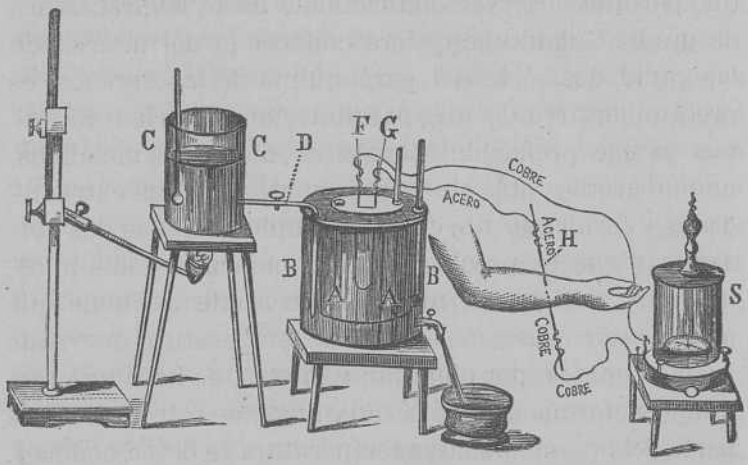

FIGURA 35.ª

[Aparato termo-eléctrico para la exploracion de la temperatura animal.

AA *receptáculo con aceite á 35°.* **BB** *cilindro de madera lleno de agua caliente, dentro del cual se halla el mencionado receptáculo.* **CC** *vaso de hoja de lata lleno de agua que se calienta por medio de una lámpara y que pasa, cuando se necesita, por medio del tubo* **D** *al receptáculo* **A** *para que se mantenga á una temperatura constante de 35°. El agua que se enfria sale por la espita* **E**. **F** *y* **G** *aguja acodada, mitad de cobre y mitad de acero, cuya soldadura está inmergida en el aceite y que conserva, por lo mismo, la temperatura de 35°.* **H** *aguja recta, compuesta tambien de acero y cobre, que se introduce en el tejido cuya temperatura se desea conocer.* **S** *galvanómetro interpuesto en la corriente para indicar esta temperatura.*

Se hace tanto mas recomendable este aparato cuanto que, á su exactitud y sensibilidad, reune la circunstancia de que, soldados los hilos metálicos de que se compone en forma de aguja muy fina, pueden introducirse con facilidad en la trama de los tejidos y hasta en los conductos por donde circula la sangre, para señalarnos la temperatura que tienen, sin grande molestia y aun sin peligro para los animales en que se hace el experimento.

§ 92.

Temperatura general y temperaturas locales en el hombre.—Aunque las combustiones que tienen lugar en el organismo y que ocasionan el desprendimiento de calórico no son iguales en todos los tejidos, y de consiguiente, aunque cada parte de la economía produce cantidades desiguales de calor, como todas ellas están en comunicacion, ya porque se tocan, ó ya porque la sangre que las riega las pone en recíproco contacto, la temperatura general es, con corta diferencia, como hemos dicho anteriormente, de unos 37° del termómetro centígrado.

Á pesar de todo, como esta temperatura está sujeta, por una parte, al grado de actividad de la combustion fisiológica que se verifica en la trama de los órganos, y por otra, á la influencia mas ó menos poderosa de las causas de enfriamiento que determina la pérdida de mayores ó menores cantidades de calor en los diferentes puntos de la organizacion, se comprende bien que el equilibrio de temperatura en todos ellos no puede ser nunca completo.

Precisamente por esto puede establecerse en principio, primero: que aquellos órganos que por sí mismos producen mayores cantidades de calor, tienen, siendo iguales todas las demás circunstancias, mayor temperatura; segundo: que aquellos que están situados de manera que trasmiten á los cuerpos inmediatos, con mayor facilidad, parte de su calórico, son por regla general los que están mas frios, y tercero: que la temperatura de la sangre puede considerarse como la temperatura media, puesto que poniéndose este líquido en contacto con las diferentes partes del cuerpo, sirve como de agente regulador entre las unas y las otras.

Es fácil por lo mismo preveer que puede haber teji-

dos que tengan una temperatura superior á la de la sangre, y esto es lo que efectivamente sucede en las glándulas y en los músculos, cuando están en actividad, por la grande energía con que en ellos se realizan las reacciones químicas que ocasionan el desprendimiento de calórico.

Y como las temperaturas locales dependen principalmente de la mayor ó menor facilidad con que las diversas partes del organismo pierden el calor que les es propio, parece lógico deducir, y esto es lo que la experiencia confirma, que la superficie del cuerpo ha de estar mas fria que las partes contenidas en el interior; y como cuanto mas extensa es la superficie con relacion á las porciones de tejido que cubre, mayor cantidad de calor pierde, es natural que la temperatura del tronco sea mas elevada que la de las extremidades, así como lo es que las puntas de los dedos, la nariz y las orejas sean las partes del cuerpo que se enfrien con mas facilidad.

Cuando se admitia, de acuerdo con la opinion de Lavoisier, que el foco productor del calor estaba en los pulmones, se creia que la temperatura de estos órganos era mayor que la del resto del organismo, y que la sangre arterial era la encargada de recoger parte de este calor á su paso por el pulmon para distribuirlo despues con regularidad en todos los tejidos. Por eso se aseguraba que la sangre arterial era *siempre* mas caliente que la venosa, y que así como la primera se iba enfriando á medida que se apartaba del corazon, de modo que el máximum de su temperatura se encontraba en las cavidades izquierdas de este órgano, y el mínimum en la red capilar de los tejidos, la sangre venosa por el contrario se iba enfriando á medida que se acercaba á las cavidades derechas del corazon, en cuyo sitio y en el de su tránsito desde este punto á los pulmones era donde tenia el mínimum de temperatura. La inexactitud de estas ideas se

comprende hoy con facilidad, recordando que el aire inspirado recibe una grande cantidad de vapor acuoso, eliminada despues por la espiracion; y como los líquidos, al pasar al estado de vapor, hacen latente una grande cantidad de calor que quitan á los cuerpos inmediatos, y como por otra parte el aire inspirado aumenta tambien de temperatura á expensas de la de los tejidos con quienes se pone en contacto, el pulmon se enfria forzosamente en el acto de la respiracion, y lejos de calentar la sangre que le atraviesa, la refrigera un poco, como ya lo habian sospechado los médicos de la antigüedad, y como terminantemente lo habian asegurado los médicos españoles del siglo XVI, mucho tiempo antes de que Boerhaave, que no habia nacido todavía, diera nuevo vigor á esta opinion.

Si la sangre no aumenta de temperatura, como se habia supuesto, al pasar por el pulmon, no hay motivo para creer que la que desde esta víscera llega á la aurícula y al ventrículo izquierdos sea mas caliente que la contenida en la aurícula y en el ventrículo derechos, y segun las investigaciones de Malgaigne, Bernard, Hering, Fick y otros muchos fisiólogos, no solo no son mas frias las cavidades del lado derecho del corazon, sino que tienen próximamente un grado mas de temperatura que las del izquierdo. Toda vez que la sangre no se calienta al pasar por los pulmones, no hay motivo tampoco para creer que la arterial sea *siempre* mas caliente que la venosa, y se comprende que puede haber muchos casos en que suceda lo contrario: así, aquellos órganos que producen mucho calor, calentarán la sangre que los riega, y al salir esta, convertida en venosa, tendrá mayor temperatura que la que tenia al entrar, aunque era entonces arterial: al contrario, aquellos órganos que producen poco calor ó que lo pierden fácilmente, enfriarán la sangre contenida en su interior, y esta sán-

gre, al salir, por medio de las venas, será mas fria que al entrar, conducida por las arterias.

Por esto Bernard y Wurlitzer han hallado mas caliente la sangre de las venas renales y la de las suprahepáticas que la de las arterias inmediatas; y como estas venas desembocan en la cava inferior, han encontrado tambien que la sangre de este vaso, aunque venosa, tiene mayor temperatura que la de la arteria aorta. Por la misma razon, como la vena cava inferior se dirige hácia el corazon penetrando en la aurícula derecha, no debe sorprendernos que tanto esta aurícula como el ventrículo del mismo lado eleven, segun hemos dicho anteriormente, un grado mas el termómetro, que la aurícula y el ventrículo del lado izquierdo.

Además de estas pequeñas diferencias en la temperatura de la sangre, dependientes del grado de calor que tienen los órganos que atraviesa, este líquido está sujeto, como todos los tejidos, á la influencia refrigerante de los agentes exteriores. En esto consiste el que la sangre, tanto arterial como venosa, que circula por la piel, esté, por regla general, algo mas fria que la que se distribuye por el interior del cuerpo; el que la de las extremidades lo esté mas que la del tronco, y el que la de la punta de los dedos ó de la nariz lo esté mas que la correspondiente á la porcion basilar.

De todos modos, como la sangre es el agente regulador de la temperatura, en unas ocasiones adquiere calórico al ponerse en contacto con los tejidos que están mas calientes, y en otras lo cede á los que están mas frios. La piel tiene tanta mayor temperatura, siendo iguales las demás circunstancias, cuanto mayor es la facilidad con que la sangre circula por ella: la rubicundez de la piel, producida por el aflujo de sangre, vá acompañada de aumento de calor y, su pálidez, de frio.

CAPÍTULO II.

Causas productoras del calor animal.

§ 93.

Cuando el genio de Lavoisier no habia descubierto la verdadera naturaleza de los fenómenos respiratorios, se atribuia la produccion del calor animal á causas muy distintas. Recordando que Aristóteles habia dicho que el movimiento producia calor, se supuso que la sangre impulsada con fuerza por el corazon lo producia tambien al rozar con las paredes de los vasos. Bichat, partiendo del principio de que los líquidos desprenden calor al pasar al estado sólido, dedujo que la sangre, al formar parte de la trama de los tejidos, dejaba libre el calórico latente que contiene. Otros, teniendo en cuenta las alteraciones que experimenta la calorificacion cuando se destruye el encéfalo de los animales, consideraron al sistema nervioso como el verdadero agente productor del calor animal.

No puede negarse que la frotacion y el rozamiento producen calor; pero como la sangre resbala por el interior de los vasos, dispuestos precisamente de la manera mas adecuada para que este rozamiento sea casi nulo, las cantidades de calor obtenidas por este medio son tan insignificantes, que ni aun pueden apreciarse. No debe negarse tampoco, despues de los experimentos de Nicholson, que la sangre desprende calor al pasar del estado líquido al sólido; pero como las partes sólidas de la organizacion pasan al estado líquido ó al gaseoso para suministrar el material de las exhalaciones y secreciones, y como en este caso se absorbe ó se hace latente tanta cantidad de calórico como la que se habia desprendido

en el primero, no es posible admitir, como lo hacia Bichat, que sea esta la causa de la calorificacion.

Sin negar la influencia que el sistema nervioso ejerce en esta funcion como en las demás de la economía, influencia que estudiaremos mas adelante reduciéndola á sus justos límites, no es posible, á pesar de eso, concederle la importancia que Brodie, Chossat y otros fisiólogos le han querido dar. Cuando se extrae el encéfalo á un animal cualquiera, ó cuando se le decapita, no es extraño que se enfrie rápidamente, aunque se sostenga por algun tiempo su respiracion de una manera artificial, porque la absorcion del oxígeno y la exhalacion del ácido carbónico no se verifican ni pueden verificarse como en circunstancias normales. Además, las investigaciones de Wilson Philips y de Hastings han demostrado que los animales decapitados cuya respiracion se sostiene artificialmente, no se enfrian mas pronto que los que han muerto sin decapitar, como suponia Brodie, sino que viven algun tiempo y que su temperatura disminuye con menos rapidez, cayendo de consiguiente por su base los hechos en que se fundaba para asegurar que residia en el encéfalo el foco productor del calor.

La teoría de Lavoisier aceptada, en lo que tiene de esencial, por la generalidad de los fisiólogos, destruye por completo estos errores. La experiencia ha demostrado que, *en toda accion química, al aproximarse las moléculas, restituyen bajo la forma de calor la fuerza que las tenia separadas;* y como en el acto de la respiracion se introduce oxígeno en la economía; como este elemento comburente es conducido por la sangre á todas las partes del organismo, y como se fija en las sustancias combustibles que allí encuentra, oxidándolas y quemándolas mas ó menos lentamente, esta combustion fisiológica ha de dar lugar, como todas las combustiones, al desprendimiento de calor.

El lenguaje de Lavoisier, aunque data de 1789, es tan convincente y se halla en tan perfecta armonía con la claridad y sencillez que la ciencia exige, que no podemos prescindir de insertar íntegras algunas de sus frases: «La respiracion, dice, no es mas que una combus»tion lenta de carbono y de hidrógeno, tan parecida en »todo á la que se verifica en una lámpara ó en una bujía »encendida que, bajo este punto de vista, los animales »que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que »arden y se consumen.

»En la respiracion, lo mismo que en la combustion, »el aire de la atmósfera es el que proporciona el oxígeno »y el calor; pero como en la respiracion suministra el »combustible la sustancia misma del animal, esto es, la »sangre, si los animales no reparan habitualmente por »medio de los alimentos las pérdidas que experimentan »por la respiracion, el aceite faltará bien pronto á la »lámpara, y el animal perecerá, del mismo modo que una »lámpara se apaga cuando le falta combustible.

»Las pruebas de esta identidad de efectos entre la res»piracion y la combustion se deducen inmediatamente »de la experiencia. En efecto, el aire que ha servido para »la respiracion, no contiene ya á su salida del pulmon la »misma cantidad de oxígeno, y en cambio ha adquirido »ácido carbónico y además una cantidad de agua mucho »mayor que la que contenia antes de la inspiracion. »Ahora, como el aire vital no puede convertirse en áci»do carbónico sino por la adicion de carbono, ni tam»poco en agua sino por la adicion de hidrógeno, y como »esta doble combinacion no puede verificarse sin que »el aire vital pierda una parte de su calórico específico, »resulta que por medio de la respiracion se extrae de »la sangre una porcion de carbono y de hidrógeno, de»positándose en su lugar una porcion de su calórico, el »cual, durante la circulacion, se distribuye con la san-

»gre por todas las partes de la economía animal para »conservar esa temperatura casi constante que se ob- »serva en todos los animales que respiran. Podria decir- »se que la analogía que existe entre la respiracion y la »combustion no habia pasado desapercibida á los poetas, »ó mejor, á los filósofos de la antigüedad, de quienes »aquellos eran los intérpretes y los instrumentos. Ese »fuego robado al cielo, esa antorcha de Prometeo, no re- »presenta únicamente una idea ingeniosa y poética; es »la pintura fiel de las operaciones de la naturaleza, al »menos en cuanto á los animales que respiran. Podria, »de consiguiente, decirse con los antiguos que la antor- »cha de la vida se enciende en el instante que el niño »respira por primera vez, y que no se apaga hasta su »muerte. Esta coincidencia de imágenes podria dar lugar »á que se sospechara que en la antigüedad se habia pro- »fundizado mas de lo que pensamos en el santuario de »las ciencias, y que la fábula no era en realidad mas »que una alegoría bajo la cual se ocultaban las grandes »verdades de la medicina y de la física.»

Lavoisier no se limitó á señalar en términos generales, la causa productora del calórico animal: quiso ir y fué mas adelante; quiso demostrar, y lo consiguió en parte,—á pesar de la imperfeccion de los medios de que podia disponer, y de haber perecido, víctima de los horrores de la revolucion francesa, antes de dar cima á sus trabajos,—que la cantidad de calor que se produce en el organismo en un tiempo dado, es, con corta diferencia, igual á la que desprenden el carbono y el hidrógeno que se queman en el mismo tiempo. La cuestion era difícil; se necesitaba averiguar, en primer lugar, la cantidad precisa de carbono y de hidrógeno que se queman en la economía durante un tiempo de doce horas, por ejemplo: era necesario descubrir despues, la cantidad de calórico que ese carbono y ese hidrógeno desprenden al

quemarse, combinándose con el oxígeno para formar ácido carbónico el primero, y agua el segundo, y era indispensable, por último, conocer con exactitud las cantidades de calor que en las mismas doce horas se producen en la organizacion, para ver si esa cantidad era igual ó si era mayor ó menor que la que el hidrógeno y el carbono habian desprendido al quemarse.

A fin de resolver estos problemas, Lavoisier y Laplace idearon un aparato llamado *calorímetro*.

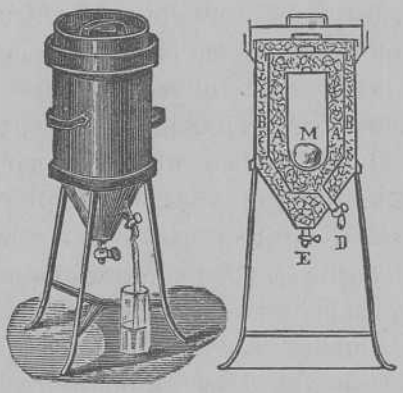

FIGURA 36.ª

Calorímetro de hielo de Lavoisier y Laplace.

Consta de tres receptáculos de hoja de lata, concéntricos, de modo que el primero, M, mas pequeño que los otros, queda encerrado dentro del segundo, AA, y el segundo lo queda á su vez dentro del tercero, BB: en el receptáculo interior ó mas pequeño, se mete el animal destinado al experimento, cuidando de que le llegue aire puro para que pueda respirar; en el segundo se pone hielo machacado con el objeto de que se derrita por el calor que produce el animal, y en el tercero se pone tambien hielo, á fin de impedir que penetre en el interior el calor emitido por los cuerpos exteriores: una es-

pita con llave, D, sirve para recoger el agua que proviene del hielo derretido por el calor del animal. Dispuesto el aparato de este modo, es fácil calcular, por la cantidad de hielo derretida, la del calor empleado con este objeto, puesto que se sabe que un kilógramo de hielo absorbe, para deshelarse, setenta y nueve unidades de calor; y como este calor no ha podido venir del exterior, se deduce que lo ha suministrado el animal; y como por otra parte su temperatura permanece casi estacionaria durante el experimento, se deduce tambien que lo ha ido formando en este tiempo, y de consiguiente se llega á conocer *la cantidad de calor producida por el animal en un tiempo dado,* que es lo que se buscaba.

El calorímetro sirve igualmente para averiguar la cantidad de calórico que desprenden el carbono y el hidrógeno cuando se queman, y con este objeto se les hace arder, separadamente, y en cantidades conocidas, en el mismo sitio del aparato donde antes se hallaba el animal, y por la porcion de hielo derretida, se viene en conocimiento de las unidades de calor que han quedado en libertad á consecuencia de la combustion.

Conocidos estos antecedentes, solo falta descubrir las cantidades de carbono y de hidrógeno que el animal quema en un tiempo dado, y es fácil conocer la primera, por la del ácido carbónico que desprende en el mismo tiempo, y la segunda, por la de vapor de agua formado. De este modo se tienen los datos necesarios para poder resolver el siguiente problema: Puesto que el animal quema la cantidad X de carbono y la cantidad Z de hidrógeno, en el espacio de veinticuatro horas, y puesto que esas cantidades de combustible desprenden al quemarse cien unidades de calor, por ejemplo, ¿produce el animal, en el mismo tiempo, una cantidad de calórico igual? ¿la produce mayor? ¿la produce menor? Lavoisier y Laplace dedujeron de sus ensayos que la combustion

del carbono, determinada por la respiracion, producia ochenta y seis por ciento próximamente de la cantidad total de calor desprendida del cuerpo del animal, y que las catorce partes restantes se debian probablemente á la combustion del hidrógeno.

Preciso es confesar que los resultados obtenidos por Lavoisier no son completamente exactos, porque en sus experimentos hay varias causas que pueden ocasionar graves equivocaciones. En primer lugar, como el animal encerrado en el calorímetro se halla en un medio muy frio, se enfria por necesidad; y no solo pierde el calor que desarrolla durante su permanencia en el aparato, sino una parte, mayor ó menor, del que habia desarrollado anteriormente, no siendo posible, por lo mismo, *apreciar con exactitud la verdadera cantidad de calor que produce durante un tiempo determinado.* En segundo lugar, como no se miden *simultáneamente* el calor desprendido por el animal en un tiempo dado y los productos de su respiracion, *no se conocen con seguridad las cantidades de carbono y de hidrógeno quemadas en el mismo tiempo;* y en tercer lugar, se prescinde casi de la combustion del hidrógeno, y únicamente se dice que á ella se debe, segun todas las probabilidades, la cantidad de calórico que se encuentra y que el carbono no ha podido producir.

MM. Dulong y Despretz se propusieron, treinta años despues, evitar estas causas de error, pero en nuestro concepto no lo han conseguido: su *calorímetro de agua* solo evita en parte el enfriamiento del animal; y aunque recogen en un gasómetro convenientemente dispuesto los productos de la respiracion al mismo tiempo que se aprecian las cantidades de calor desprendidas, como el agua del gasómetro absorbe parte del ácido carbónico exhalado, no se puede conocer con exactitud todo lo que desprende el animal ni calcular tampoco, por lo

mismo, la cantidad de carbono que el referido ácido contiene. Tal vez debe atribuirse á errores, casi inevitables en esta clase de investigaciones, el que Dulong y Despretz hayan sostenido que el número de calorías desprendido por los animales en un tiempo dado, era siempre algo mayor que el correspondiente al carbono y al hidrógeno quemados en el mismo tiempo.

Posteriormente Favre y Silbermann han corregido los cálculos de estos últimos observadores, demostrando que la combustion del carbono, lo mismo que la del hidrógeno, producen mayor desprendimiento de calor del que se habia supuesto, y con esta rectificacion, las diferencias observadas son menores; pero en el estado actual de la ciencia no es posible que desaparezcan por completo, porque hay tres grandes dificultades que se oponen á este resultado. En primer lugar, no se ha conseguido determinar con exactitud la cantidad de agua *formada en el cuerpo,* y de consiguiente no se puede tampoco calcular la del hidrógeno que se quema ni la del calor que produce. En segundo lugar, se verifican en el organismo gran número de oxidaciones, cuyos productos se expelen con la orina ó con las heces, como la urea, el ácido úrico, los ácidos glico-cólico y tauro-cólico, etc., y estas combustiones incompletas producen calor en cantidades que hoy no es posible determinar; y en tercer lugar, aunque conocemos el número de calorías que desprende una cantidad determinada de carbono ó de hidrógeno, cuando, estando en libertad, se combinan con el oxígeno, no sabemos si producen igual cantidad de calor ú otra diferente cuando al efectuar esta combinacion no están en libertad, sino que forman parte de compuestos orgánicos como el alcohol, la grasa, el azúcar, etc., que son los que en realidad se queman en la economía.

De este conjunto de observaciones se desprende que

faltan todavía datos para precisar el contingente de calórico con que cada una de las múltiples oxidaciones que tienen lugar en el cuerpo humano contribuye á la temperatura general; pero no por eso deja de ser cierto que la causa principal y tal vez única de esa temperatura es la combustion lenta de las sustancias combustibles que suministran los alimentos, y de consiguiente que, como habia dicho Lavoisier, los animales que respiran son cuerpos que arden y se consumen, siendo preciso alimentar constantemente la antorcha de la vida para que no se apague como la lámpara que se ha quedado sin aceite.

Puesto que el calor animal tiene orígen en las combustiones fisiológicas que se verifican en todos los puntos de la economía á donde puede llegar la sangre, es casi inútil repetir que no son los pulmones el sitio donde reside el foco productor, como lo habia creido Lavoisier. La sangre arterial se convierte en venosa al atravesar la red capilar que forma parte de la trama de todos los tejidos: en la profundidad de estos es donde adquiere el ácido carbónico que le hace perder sus caractéres arteriales, y allí es por lo mismo donde cede su oxígeno, donde tiene lugar la combustion y donde se forman los productos oxidados *que restituyen, bajo la forma de calor, la fuerza de tension que mantenia antes separadas sus moléculas.* Por eso hemos visto que la temperatura de las diferentes partes del cuerpo guarda proporcion con la mayor ó menor actividad de las combustiones que en las mismas se realizan; por eso hay órganos que tienen mayor temperatura que la sangre; por eso Ludwig y Spiess han podido demostrar que la saliva que fluye de la glándula submaxilar es mas caliente que el líquido nutricio que se dirige á la misma glándula, y por eso Cl. Bernard ha podido sentar en principio que no es la sangre la que dá siempre calor á los tejidos, sino que son ellos los que muchas veces la calientan.

CAPÍTULO III.

Circunstancias que favorecen la produccion del calor.

§ 94.

Puede establecerse como regla general, que todas las circunstancias, que favorecen las combustiones fisiológicas, facilitan tambien el desprendimiento de calor en los séres animales.

Las plantas, que en el estado ordinario no respiran, puesto que absorben por medio de sus hojas el ácido carbónico del aire, y exhalan oxígeno, ni producen calor ni tienen otra temperatura que la del medio en que vegetan; pero cuando se hallan en el período de germinacion ó de eflorescencia, exhalan ácido carbónico, aunque en cortas proporciones, como consecuencia de una verdadera combustion, y desprenden por lo mismo una cantidad mas ó menos considerable de calor. El *arum maculatum* adquiere, cuando germina, una temperatura superior á la del ambiente en 10° ó 12°, segun las observaciones de Dutrochet; y la de la *colocasia odorata* se eleva aun mucho mas en las mismas circunstancias, segun han notado Van-Beck y Vrolik, con la particularidad de que solo tiene lugar este fenómeno cuando la indicada planta puede absorber oxígeno, porque si se la coloca en una atmósfera de ácido carbónico, lejos de aumentar, disminuye su temperatura.

Si los animales llamados de sangre fria, á los que con mas propiedad se les deberia llamar de *baja temperatura*, desarrollan poco calor, segun hemos indicado anteriormente, depende de la poquísima intensidad de las combustiones que tienen lugar en su organismo. Algo análogo sucede á los animales de *elevada tempera-*

tura en ciertos casos, pues en los primeros dias de su vida, cuando apenas toman alimento, producen tan escasa cantidad de calor, que se enfrian con prontitud si les falta el de la madre ú otro que pueda reemplazarlo. La grande mortalidad de los niños recien nacidos, sobre todo en el invierno, se debe, entre otras causas, á las imprudencias que bajo este punto de vista se cometen. Si los lacedemonios metian á sus hijos, al nacer, en un baño de agua fria, no era tanto para que se criarán fuertes y robustos como para poner á prueba el vigor de su organizacion; porque no se aumenta la fortaleza de un arma por dispararla cuando tiene mucha carga, sino que únicamente se consigue de este modo calcular la resistencia del cañon.

Lo que sucede á los animales invernantes, demuestra una vez mas la relacion íntima que existe entre la produccion del calor y las combustiones de la economía: algunos mamíferos, como la marmota, el liron, el erizo, el murciélago, etc., no encuentran, al llegar el invierno, con tanta facilidad como en verano, ni los insectos ni las sustancias vegetales de que se alimentan, y esta escasez de materiales combustibles disminuye gradualmente el calor que desarrollan, hasta que el frio de la atmósfera, que no pueden neutralizar, les deja en un estado de inactividad completa, sometiéndolos á una especie de letargo, durante el cual todas las funciones están entorpecidas, hasta que la primavera les proporciona el calor y los alimentos que necesitan para volver á la vida.

Durante el sueño natural, el movimiento respiratorio es menos enérgico, y como las cantidades de oxígeno que la organizacion adquiere en este estado son menores, disminuye tambien el calor que se produce. Si el hombre se enfria mas fácilmente cuando está dormido, es porque el cuerpo comburente que circula con la san-

gre se repone con mayor dificultad. Hunter habia ya notado que la temperatura del cuerpo humano disminuia durante el sueño un grado del termómetro centígrado.

Una de las circunstancias que mas favorecen la produccion del calor es el ejercicio muscular; y se comprende que ocasione este resultado, porque casi no hay ningun tejido que desprenda tanto ácido carbónico y de consiguiente que esté sujeto á una combustion tan activa como el de los músculos cuando están en contraccion. Todos sabemos que el andar ó el correr aumenta considerablemente la temperatura, y entre los diferentes medios de calefaccion á que puede recurrirse para resistir la influencia de las estaciones frias, ninguno es tan eficaz como el ejercicio muscular. Esto mismo confirman los experimentos. Las investigaciones de Becquerel y Breschet con el aparato termo-eléctrico que hemos descrito anteriormente, han demostrado, así en los animales como en el hombre, que los músculos aumentan de temperatura al tiempo de contraerse; y las de Valentin, Vierordt y Lassaigne han hecho evidente que esta elevacion de temperatura coincide con el aumento en las proporciones del ácido carbónico exhalado.

De acuerdo en todo con estas observaciones, M. Beclard añade que hay un elemento capital de que no se han ocupado los observadores. Segun este fisiólogo, la contraccion muscular, ya sea voluntaria ó provocada, puede manifestarse de dos maneras diferentes: unas veces, la contraccion de los músculos no vá acompañada del movimiento de las palancas óseas en que se insertan; y otras, no solo vá acompañada del movimiento de las citadas palancas, sino que se levantan pesos adicionales y se vencen resistencias variadas. Á la contraccion que tiene lugar en el primer caso la llama *contraccion muscular estática,* y á la que se verifica en el segundo, *contraccion muscular dinámica.* Ahora bien, segun el

resultado de sus experimentos, aunque la contraccion muscular desarrolla siempre calor, lo desarrolla en mayor cantidad durante la contraccion estática que durante la dinámica.

Sin negar la exactitud de los hechos citados por Beclard, haremos observar únicamente lo difícil que es en esta clase de investigaciones evitar todas las causas que pueden inducirnos á error: la diferencia de temperatura entre la contraccion estática y la que produce un trabajo mecánico cualquiera, es solo de algunas fracciones de grado, segun afirma este distinguido fisiólogo; y ¿no será fácil que esta pequeña diferencia provenga de que el termómetro aplicado sobre la piel en la parte correspondiente á los músculos contraidos, obedece á influencias caloríficas exteriores, á pesar de todas las precauciones que toma para evitarlas?

Es tanto mas importante depurar bien todos los hechos cuanto que esta cuestion, insignificante al parecer, está íntimamente relacionada con uno de los mas graves problemas de la fisiología moderna. Nos explicaremos aunque sea preciso hacer una pequeña digresion.

Segun ciertas ideas, que van generalizándose poco á poco, las partes constitutivas de los cuerpos están mas ó menos separadas por una fuerza que llamaremos de *tension*, y cuando en virtud de una accion química cualquiera se unen de una manera mas íntima de la que lo estaban antes, la fuerza de tension que las tenia separadas queda en libertad y recibe entonces el nombre de *fuerza viva*. La fuerza viva, mientras no se trasforma de nuevo en fuerza de tension, es decir, mientras permanece en libertad, continúa obrando bajo una ú otra forma de actividad y constituye ó el calor, ó la electricidad ó el trabajo mecánico; pero como estas actividades no son sino manifestaciones diferentes de la misma fuerza, las unas se trasforman en las otras. Así, el calor se tras-

forma en movimiento,—máquina de vapor;—el movimiento en calor,—frotacion,—el calor en electricidad,—termo electricidad;—el movimiento en electricidad,—electricidad por frotacion;—la electricidad en calor y en movimiento,—electro-magnetismo, etc.;—de manera que no solo estas fuerzas pueden trasformarse las unas en las otras, sino que la cantidad de la fuerza viva permanece siempre igual á sí misma en cada una de estas trasformaciones. Ahora bien, despues de esta brevísima explicacion, ¿qué es lo que significaria el que las contracciones estáticas de los músculos desarrollaran mas calor que las contracciones dinámicas?

Significaria que la oxidacion del carbono efectuada en los músculos, trasforma la fuerza de tension en fuerza viva; que esta fuerza viva se manifiesta íntegra, bajo la forma de calor, cuando no hay trabajo mecánico exterior, como sucede en la contraccion estática; y que, cuando hay contraccion dinámica, únicamente se manifiesta bajo la forma de calor la parte de fuerza viva que no se utiliza en el trabajo mecánico exterior. En otros términos: las fuerzas vivas que dejan en libertad las combustiones fisiológicas, pueden manifestarse bajo la forma de calor, de electricidad ó de trabajo mecánico. Estas fuerzas conservan su intensidad primordial mientras se utilizan dentro del organismo, porque todo lo mas que puede suceder es que las unas se trasformen en las otras, pero pierden parte de su intensidad cuando bajo una ú otra forma se trasmiten á los objetos exteriores. Estas indicaciones bastarán para demostrar que no exagerábamos al asegurar que la cuestion suscitada por los experimentos de Beclard, á que hemos hecho referencia, era mucho mas grave de lo que á primera vista se podia suponer.

Siguiendo el estudio de las circunstancias que influyen en el desenvolvimiento del calor animal, es fácil

comprender la importancia que en este fenómeno ha de tener la alimentacion y, si la citamos, es solo para indicar que las inducciones de la teoría están completamente de acuerdo con el resultado de los experimentos. Chossat, Martins y otros fisiólogos han demostrado que en los animales que mueren de inanicion disminuye la temperatura hasta 16° ó 18°. No es extraño por lo mismo que la sangre, rica en principios nutritivos, sea un gran elemento de calorificacion, y que cuando disminuye la cantidad de los materiales reparadores que acarrea, haya siempre tendencia al descenso de temperatura. Con mayor razon aún, cuando la circulacion se halle entorpecida, ó cuando la ligadura de una grande arteria no permita al líquido nutricio llegar á determinados órganos, ni podrán realizarse en ellos las combustiones normales ni tendrá lugar el desprendimiento de calórico, que son su consecuencia.

Los estados patológicos influyen de una manera muy distinta en la produccion del calor: en unos casos, como en las enfermedades febriles, la mayor frecuencia del pulso y de los movimientos respiratorios contribuye á que las combustiones sean mas activas y á que se eleve la temperatura: en otros, como en la diábetes sacarina, caracterizada por la presencia de la glucosa en la orina, falta en la sangre parte de este material combustible y se produce menos calor, segun han demostrado Bouchardat y Lomnitz, sucediendo una cosa análoga en el asma ó en otras afecciones del aparato respiratorio por la escasa cantidad de oxígeno que reciben los pulmones; y en otros, en fin, sin que aumente ni disminuya la temperatura termométrica de los enfermos, experimentan sensaciones de frio ó de calor que indican el trastorno funcional de alguna de las partes del sistema nervioso.

§ 95.

Influencia del sistema nervioso en la calorificacion.

Á pesar de que la opinion de los fisiólogos se halla muy en desacuerdo en cuanto se refiere á la influencia del sistema nervioso en el desenvolvimiento del calor animal, creemos que ni puede negarse esa influencia ni debe tampoco atribuírsele una importancia tan exagerada como por algunos se supone. El conjunto de hechos y de observaciones que hemos presentado anteriormente demuestra, en nuestro concepto, de una manera indudable, que la introduccion del oxígeno en el organismo y su combinacion con las materias combustibles son las verdaderas causas del fenómeno que nos ocupa; pero, ¿debe asegurarse por eso que el sistema nervioso no toma en él ninguna parte? Las reflexiones mas sencillas prueban lo contrario.

En primer lugar, no puede negarse que el sistema nervioso contribuye á la regularidad de los movimientos respiratorios: que cuando la influencia nerviosa se trastorna, la respiracion se hace mas lenta ó mas acelerada, mas superficial ó mas profunda, y que cuando esa influencia cesa, la respiracion se paraliza por completo. Ahora, como tampoco puede negarse que las cantidades de oxígeno suministradas en un tiempo dado á la economía, dependen de la mayor ó menor regularidad de los movimientos respiratorios, claro es que el sistema nervioso contribuye indirectamente al aumento ó disminucion de la cantidad del cuerpo comburente que circula con la sangre, y de consiguiente á la mayor ó menor actividad de las combinaciones que han de dar por resultado el desprendimiento de calor. Una cosa parecida puede decirse de la circulacion: su frecuencia y lentitud, su

regularidad é intermitencia y hasta la mayor ó menor tension de la sangre dependen de la influencia nerviosa; así es que esta influencia se hace sentir, *aunque sea indirectamente*, en la mayor ó menor facilidad con que el oxígeno llega á los tejidos, y por lo mismo en la mayor ó menor facilidad de las oxidaciones fisiológicas. Por último, aunque no conocemos todavía la naturaleza íntima de los fenómenos que tienen lugar en la nutricion y en las secreciones, sabemos sin embargo que se encuentran bajo la dependencia del sistema nervioso, y como precisamente las oxidaciones que se verifican durante la nutricion y el movimiento secretorio son las que dan lugar al desprendimiento de calor, ó si se quiere, á que las fuerzas de tension queden en libertad y se trasformen en fuerzas vivas, no puede negarse, en el estado actual de la ciencia, la intervencion de ese sistema en el fenómeno que nos ocupa.

Y no solo influye el sistema nervioso en la temperatura general del cuerpo, sino en la que, en circunstancias determinadas, adquieren algunos órganos, toda vez que los nervios vaso-motores aumentan ó disminuyen el calibre de las arteriolas de una region cualquiera, permitiendo, en el primer caso, el acúmulo de la sangre, con rubefaccion y *aumento de temperatura* de los tejidos, y entorpeciendo, en el segundo, la circulacion, con palidez y *refrigeracion* de los mismos.

La accion *in directa* que el sistema nervioso ejerce en la calorificacion por medio de las alteraciones que ocasiona en el movimiento respiratorio y en la circulacion sanguínea, explica no solo el resultado de los experimentos de Brodie y de Chossat, de que hemos hablado anteriormente, sino algunos otros de que haremos una rapidísima reseña. Ciertas sustancias narcóticas, así como el ácido cianhídrico, el éter, el cloroformo, el alcohol, etc., cuando se toman en cantidad bastante para

perturbar las funciones del cerebro, contribuyen á que disminuya la temperatura. Segun M. Budge, la seccion de la médula espinal entre la última vértebra cervical y la tercera dorsal, vá seguida, en el conejo, de la *dilatacion* de las arterias de la cabeza y de aumento de calor en esta region. Lo mismo sucede destruyendo los gánglios del gran simpático, de donde nacen los nervios vaso-motores de la cabeza y de los miembros, pues tambien se dilatan las arteriolas y aumenta la temperatura de las partes en que se distribuyen Lo particular es, segun asegura Chossat, que hay otras porciones del gran simpático, cuya destruccion, lejos de provocar la dilatacion de los pequeños ramos arteriales y el aumento subsiguiente de temperatura, aniquilan por completo la produccion del calor. Extirpando á un perro el plexo semi-lunar, la temperatura bajó hasta 28° en el espacio de ocho horas, y en otro caso á 26°, en diez horas, á pesar de que era de mas de 40° al empezar el experimento. De todos modos, sin negar la importancia de estas observaciones y de las interesantísimas y mas recientes de Cl. Bernard, antes bien reconociendo la imprescindible necesidad de repetirlas, para depurar hasta donde sea dable la verdad, conviene, por el momento, no considerarlas sino como simples datos que han de tenerse á la vista para resolver en su dia la cuestion.

§ 96.

Cantidad de calor que se produce en un tiempo dado. —Conocidas las causas del calor animal y las circunstancias que favorecen su desarrollo, se presentan naturalmente á nuestro exámen dos cuestiones importantes: ¿qué cantidad de calor se produce en un tiempo dado? ¿en qué se gasta ó cómo se consume, toda vez que permanece casi invariable la temperatura de los animales?

Ya hemos visto que Lavoisier intentó resolver la primera de estas cuestiones y que encontró dificultades casi insuperables: los fisiólogos que han continuado sus trabajos no han conseguido tampoco resolverlas, y hoy como entonces solo podemos aspirar á un cálculo de probabilidades que nos aproxime mas ó menos á la verdad.

Para fijar las ideas cuando se trata de cantidades, se necesita conocer el valor de la *unidad:* por lo mismo, al querer apreciar la suma de calor que un animal cualquiera desarrolla en un tiempo dado, es preciso determinar antes la significacion de la unidad que se elige por medida. Entiéndese por *unidad de calórico* ó por *caloría* la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de un kilógramo de agua. Ahora bien; ¿qué número de calorías desarrolla el hombre, por término medio, en el espacio de veinticuatro horas? El procedimiento que se ha seguido para resolver este problema consiste en determinar, de la manera mas exacta posible, las cantidades de carbono y de hidrógeno que se queman durante las veinticuatro horas indicadas y en averiguar las calorías que desprenden al tiempo de quemarse. Segun las observaciones que parecen mas exactas, el hombre oxida durante ese tiempo doscientos cuarenta gramos de carbono y quince de hidrógeno; y como cada gramo de carbono desprende al quemarse muy cerca de nueve calorías, los doscientos cuarenta gramos producen próximamente dos mil: además, como cada gramo de hidrógeno desprende treinta y cuatro calorías y media, los quince gramos producen quinientas diez y siete y media; de modo, que entre el carbono y el hidrógeno quemados se desarrollan, en números redondos, dos mil quinientas calorías. Parece inútil advertir que como estos cálculos adolecen de los mismos vicios que ya hicimos notar al hablar de los experimentos de Lavoisier,

no pueden inspirarnos una grande confianza: sin embargo, aunque no sea mas que para formarse una idea aproximada de la importancia de la calorificacion, conviene observar que, si una caloría puede elevar un grado la temperatura de un kilógramo de agua, las dos mil quinientas que el hombre produce en las veinticuatro horas, elevarán tambien un grado la de dos mil quinientos kilógramos de agua, ó la de veinticinco kilógramos de este líquido desde cero grados hasta la de la ebullicion. ¿Qué se hace, pues, de ese calor? ¿Qué causas contribuyen á que conservemos nuestra temperatura propia, á pesar de los cambios que experimenta la de la atmósfera en que vivimos? Estas dos cuestiones debemos estudiarlas separadamente.

§ 97.

Pérdidas habituales de calor.—El cuerpo humano tiene comunmente mayor temperatura que los objetos que le rodean, y les abandona, por lo mismo, cierta cantidad de su calor. Las pérdidas que en este concepto podemos experimentar se efectúan por *irradiacion,* siempre que los cuerpos inmediatos están mas frios, porque el calor que ellos irradian no compensa el que nosotros les cedemos; por *contacto,* cuando tocan la superficie de la piel ó se introducen en el interior de la economía, calentándose á expensas del calor del organismo; y por *evaporacion,* cuando las sustancias líquidas excretadas pasan al estado de vapor, haciendo latente una grande cantidad de calórico que roban á las partes del cuerpo con que se hallan en contacto.

Se ha intentado calcular el número de calorías que por cada uno de estos conceptos perdemos en las veinticuatro horas, y como, segun Southern, físico inglés, la cantidad de calor necesaria para evaporar un peso dado de agua es siempre igual, *cualquiera que sea la tempera-*

tura á la que se efectúe la evaporacion; como, además, M. Despretz ha encontrado que un kilógramo de agua á 100° absorbe, evaporándose, quinientas cuarenta calorías, se deduce que el kilógramo de agua que se elimina por la piel, como término medio, durante veinticuatro horas, nos quita quinientas cuarenta calorías, y doscientas setenta los quinientos gramos que se evaporan por la superficie pulmonal; de consiguiente perdemos, como consecuencia de la evaporacion cutánea y mucosa ochocientas diez. Si á esto se añade ciento veintiseis que cedemos, segun se presume, para calentar el aire espirado, el sudor, la orina, los excrementos, etc., y mil quinientas á mil seiscientas que suministramos, por irradiacion y por contacto, á los cuerpos inmediatos, tendremos que en el espacio de veinticuatro horas consumimos, con corta diferencia, igual número de calorías que las que en ese tiempo se producen.

Aunque los cálculos anteriores no se apoyan en ningun dato positivo, puesto que las pérdidas de calor que experimentamos son muy distintas segun las condiciones que nos rodean, parece indudable que, por regla general, se aproximan bastante á la verdad. Si, como hemos dicho, producimos de ordinario dos mil quinientas calorías, se gastarán tambien, en igual tiempo, otras dos mil quinientas, poco mas ó menos, porque de otra manera no podriamos conservar casi inalterable la temperatura que nos es propia; pero si esto sucede en condiciones regulares, falta que estudiemos los medios de calorificacion que se ponen en juego cuando la temperatura exterior es muy fria, y los de refrigeracion cuando es mas elevada que la nuestra, ó lo que es igual, el concurso de circunstancias que contribuyen á la conservacion de la temperatura media cuando nos hallamos en condiciones distintas de las que hemos estudiado hasta aquí.

CAPÍTULO IV.

Conservacion de la temperatura media en los casos de mucho frio ó de mucho calor.

§ 98.

Medios fisiológicos de calorificacion cuando hace mucho frio.—Aunque el hombre vive comunmente en una atmósfera cuya temperatura es inferior á la suya, ya hemos visto que produce bastante calor para soportarla; pero como el frio exterior es en algunos climas extraordinariamente intenso y como, á pesar de todo, pueden resistirlo lo mismo el hombre que los vertebrados superiores, sin que su temperatura interior cambie de una manera notable, es preciso que en estas circunstancias haya causas especiales que aumenten la produccion de su calor. Los esquimales no tienen una temperatura media mas baja que la nuestra, y la mayor parte de los viajeros que han explorado las heladas regiones del polo han podido observar que mientras el termómetro marcaba al aire libre 32° ó 34° bajo cero, se elevaba á 39° ó 40° sobre cero en el interior del cuerpo de los animales que acababan de matar. Esta diferencia enorme, de mas de 70° entre la temperatura del aire y la del cuerpo, exige, para que pueda conservarse por espacio de meses enteros, un concurso de circunstancias que conviene conocer. En primer lugar, se necesita producir mayores cantidades de calor, y en segundo, gastar ó consumir menos, y esto es precisamente lo que sucede.

La sensacion de frio que el hombre experimenta en estos casos, le obliga á cubrirse con cuerpos malos conductores del calor, y las pieles ó los abrigos de seda ó lana le protegen, al menos en parte, contra las pérdidas

que experimentaria en otro caso por irradiacion ó por contacto. El frio, además, disminuye el calibre de los vasos sanguíneos superficiales; la sangre llega á la piel con mayor dificultad, y la falta de sudor y de evaporacion acuosa contribuyen á que se conserve el calor que se perderia por este concepto en circunstancias normales. No basta, sin embargo, conservar en lo posible el calórico que naturalmente producimos; es indispensable que desarrollemos mucho mas, y la naturaleza nos facilita por sí sola los medios de conseguirlo. El frio aumenta el apetito, y la alimentacion mas abundante suministra mayor cantidad de combustible. El frio excita la necesidad del ejercicio y del trabajo corporal, y las contracciones musculares hacen mucho mas activas las combustiones fisiológicas. El frio aumenta la densidad de la atmósfera, y el aire que respiramos suministra, en igualdad de volúmen, mayor cantidad de oxígeno al pulmon, aumentando de consiguiente las proporciones del cuerpo comburente que circula con la sangre. El frio, por último, no permite que la atmósfera se cargue de humedad, y de este modo lo que respiramos es aire con el oxígeno correspondiente, sin que ocupe su lugar el agua en estado de vapor ni entorpezca los fenómenos de oxidacion.

Aunque el hombre, favorecido por las condiciones que acabamos de indicar, puede resistir temperaturas sumamente bajas y vivir en todos los climas, no posee, sin embargo, la facultad de producir calor de una manera ilimitada, y si las circunstancias en que se encuentra le son desfavorables, ó si el frio es extraordinariamente intenso, sucumbe al fin á su accion y se congela. Cuando los vestidos abrigan poco y no tenemos albergue donde guarecernos, ó fuego que mantenga á nuestro lado una temperatura regular, la influencia de la irradiacion se hace sentir bien pronto, y nuestra tempera-

tura desciende con rapidez. Los efectos del frio son á veces desastrosos si á las indicadas circunstancias se reune la falta de alimentacion: la campaña de Rusia no hubiera sido una fatalidad para la Francia, y sus soldados no hubieran perecido á millares en la retirada de Moscou, si para combatir el frio hubieran tenido la cantidad necesaria de alimentos. La quietud forzosa ó la falta de ejercicio contribuye á que se sientan mas fácilmente los efectos del descenso de temperatura, sobre todo si el aire está agitado y se renueva sin cesar, sustrayendo de este modo á cada instante nuevas cantidades de calor. Los centinelas perecen algunas veces en sus puestos por esta circunstancia, y los viajeros que se sienten fatigados y descansan al atravesar el San Bernardo, los Alpes, etc., en los crudos dias de invierno, se exponen, faltando el ejercicio muscular, á luchar desventajosamente contra la intemperie, sintiéndose al fin acometidos de ese sueño engañador que precede casi siempre á la muerte por el frio. Las partes del cuerpo que se hallan mas apartadas del centro y cuya superficie es mayor con relacion á su masa, como los piés, las manos, las orejas, etc., son las que se hielan con mas facilidad. En los casos de congelacion parcial, como los que acabamos de citar, los tejidos pueden volver de nuevo á sus condiciones regulares si la calefaccion se hace lenta y progresivamente; pero si se efectúa de una manera brusca y precipitada, los gases que están en libertad, por hallarse helada la sangre que antes los disolvia, se dilatan rápidamente rompiendo las paredes de los pequeños vasos capilares y dando lugar á la gangrena. Tambien puede volverse á la vida á los sugetos muertos aparentemente por el frio, si se toman las precauciones indicadas.

En todos aquellos casos en que el hombre, lo mismo que los animales superiores pierden, por cualquiera cir-

cunstancia, mayor cantidad de calórico de la que pueden producir, su temperatura interior disminuye poco á poco, y si esa situacion se prolonga y el calor interno llega á ser 16° ó 18° menor del que tienen en estado normal, la muerte es la consecuencia inevitable en la generalidad de los casos. Por lo mismo, el límite extremo hasta el cual puede descender la temperatura de los animales no pasa de 18° de la que les es habitual, porque un enfriamento mayor no es compatible con la vida.

El frio, aplicado momentáneamente á una parte del cuerpo ó á toda la superficie de la piel, puede producir una exageracion momentánea en la produccion del calor; y como esto indica cierta influencia en las combustiones fisiológicas y en la circulacion, no debe sorprendernos que, bajo este punto de vista, el método hidroterápico constituya un tratamiento enérgico y provechoso en cierta clase de enfermedades, ni que las variaciones bruscas de temperatura puedan comprometer nuestra salud.

§ 99.

Medios fisiológicos de refrigeracion cuando hace mucho calor.—Cuesta tanto trabajo comprender de qué manera conserva el hombre su temperatura habitual cuando, por hacer mucho calor, se añade al que produce el organismo el que le trasmiten los objetos exteriores que, durante mucho tiempo, en vez de explicar este fenómeno, se ha encontrado mas cómodo negarlo, suponiendo que los animales de sangre caliente no podian vivir en una atmósfera cuya temperatura fuera mas elevada que la suya. Los hechos con su lógica inflexible han demostrado de cien maneras diferentes la inexactitud de esta opinion; y con solo recordar que en las

colonias del Senegal, en Pekin, en Pondichéry, en el alto Egipto y en otros puntos del globo, habitados por el hombre, se eleva el termómetro centígrado á mas de 45°, á la sombra, es preciso reconocer que los animales de sangre caliente pueden vivir, al menos durante algun tiempo, en una atmósfera cuya temperatura sea superior en 8° ó 10° á la suya.

Lo sorprendente es que la resistencia que el hombre opone á los efectos del calor es mucho mas considerable de lo que por las observaciones anteriores se podria suponer. En el año 1760, estando en Rochefoucault MM. Duhamel y Fillet, quisieron averiguar el grado de temperatura de un horno en que se habia cocido pan, y habiendo encontrado algunas dificultades para marcar con precision la altura termométrica, quedaron sorprendidos al ver que una muchacha de pocos años penetraba en el horno, permaneciendo doce minutos sin notar una grande incomodidad, y señalando la altura del mercurio en el termómetro, el cual marcaba 132° centígrados. Este hecho llamó, como era de suponer, la atencion del mundo científico, y Fordyce y Blagden primero, Dobson, de Liverpool, despues, y mas tarde, á principio de este siglo, Berger y Delaroche han demostrado con experimentos repetidos, que el hombre puede vivir, durante cierto tiempo, en un aire cuya temperatura llegue á la del agua hirviendo. Como por otra parte lo mismo el hombre que los animales superiores mueren, cuando su temperatura interior aumenta algunos grados, es preciso admitir que tienen, dentro de ciertos límites, medios para producir frio, ó lo que es igual, para gastar y consumir el calor exagerado que les trasmiten por irradiacion y por contacto los objetos inmediatos y el que ellos mismos producen.

Á juzgar por las descripciones y noticias, no siempre exactas, de algunos viajeros, no son únicamente los

animales superiores los que pueden resistir las temperaturas elevadas, sino que sucede lo mismo á los que se consideran como de sangre fria, y aun á ciertas especies vegetales. El Dr. Clarke asegura que en una de las fuentes termales de Bonarbashy vió unos cuantos peces jugueteando en las aguas. En los manantiales tépidos de Bahía, en el Brasil, se han vistos nadar algunos pececillos cuando el calor hacia subir el termómetro hasta los 42°. Sonnerat dice que halló peces vivos en una fuente de Manila, cuya temperatura pasaba de 70°, y Humboldt y Bonpland, en sus viajes por la provincia de Quito, los han visto, segun aseguran, hasta en el agua próxima á la ebullicion, que habia sido arrojada de un volcan. El mismo Sonnerat halló que el *vitex agnus castus* y dos especies de *aspalathus* vegetaban con regularidad en las orillas de un riachuelo termal, en la isla de Luzon, cuyo calor llegaba á cerca de 80°, y muchas plantas acuáticas, y entre otras la *conferva,* pueden hallarse, segun se dice, en manantiales de Italia, en los cuales señala el termómetro la temperatura del agua hirviendo.

Despojando estas observaciones de la parte hiperbólica que puedan tener y hasta de los errores involuntarios que se hayan cometido al recogerlas, siempre resulta de las investigaciones, al parecer mas precisas, de Marion de Procé, de Princep, y de Cumberland, que en la Argelia, en Calcuta, en Bengala y en otros puntos existen peces en manantiales ó lagunas cuya temperatura llega á 36° ó 38°. Ahora bien, dados estos hechos, ¿de qué recursos se vale la naturaleza para conservar el calor propio de cada una de las especies animales, á pesar de la exagerada elevacion que puede adquirir el de los medios en que viven?

En cuanto á los animales de sangre fria, como desarrollan poco calórico y como su temperatura es *variable,*

puesto que se halla en relacion con la del agua ó la de la atmósfera en que viven, parece natural que no se perturben en nada sus funciones, mientras el calor exterior no sea tan grande que desorganice sus tejidos ó tan escaso que el frio coagule las sustancias albuminoideas que entran en la composicion de sus humores; y si la temperatura de los animales superiores puede elevarse á 46° ó 48°, no hay motivo para que no puedan llegar á aproximarse á la misma los demás. El error que se ha cometido en este punto es el de suponer que los peces, los moluscos, los insectos y los demás animales llamados *de sangre fria* permanecen siempre frios aunque vivan en un medio muy caliente, olvidando que su temperatura es *variable,* y de consiguiente, que puede aumentar ó disminuir, segun las circunstancias, dentro de los límites compatibles con su organizacion.

En cuanto á los animales superiores, son varias las causas que contribuyen á que su temperatura interna permanezca estacionaria aun cuando sea mayor la del ambiente que les rodea. La sensacion de calor que en este caso experimentan, obliga al hombre á despojarse de toda clase de abrigos, eligiendo los vestidos mas ligeros y sumergiéndose en el agua fria para que de este modo aumenten todo lo posible las pérdidas de calor por irradiacion y por contacto. Una temperatura elevada facilita ó provoca la dilatacion de las arteriolas cutáneas, la sangre llega con facilidad á la piel, que se calienta y se pone turgescente; la secrecion del sudor aumenta, y evaporándose con rapidez las nuevas porciones segregadas, roban al cuerpo cantidades extraordinarias de calor, pues ya hemos visto que cada kilógramo de agua evaporada hace latentes quinientas cuarenta calorías. No es suficiente, sin embargo, consumir todo el calórico posible; se necesita producir menos, y por una de esas armonías reguladoras que tanto deben llamarnos la

atencion, la naturaleza dispone las cosas de manera que esto pueda conseguirse. El calor disminuye el apetito; se siente una repugnancia instintiva por los alimentos azoados, apeteciéndose preferentemente las verduras y las frutas, y ya se sabe que la alimentacion escasa y muy acuosa no puede servir para las combustiones. El calor aplana la energía muscular, incita al reposo, predispone á la poltronería, y cuando los músculos no están en ejercicio, languidece la actividad de las oxidaciones. El calor dilata los gases, enrarece la atmósfera y el aire inspirado contiene, en igualdad de volúmen, menor cantidad de oxígeno. El calor, por último, contribuye á que la atmósfera contenga mayores proporciones de humedad, y al respirar, penetra en los pulmones, mezclada con el aire, una grande cantidad de agua en estado de vapor.

Entre todos los medios de refrigeracion que acabamos de indicar no hay ninguno tan poderoso como la evaporacion cutánea y pulmonal. El hombre, bajo este punto de vista, se asemeja á esos cántaros porosos donde en verano ponemos el agua á refrescar. Cuanto mas húmeda está la superficie y cuanto mayor cantidad de vapor cede al aire, mas activa es la refrigeracion. Las temperaturas de 100° ó de 120°, han podido resistirse mas ó menos tiempo, porque el aire estaba seco: en los experimentos de esta clase, una temperatura mucho menos elevada causa rápidamente la muerte si la atmósfera está saturada de humedad.

De todos modos, la facultad de producir frio ó de consumir el calórico sobrante tiene sus límites, que no pueden traspasarse sin peligro. Si cuando hace un calor exagerado no se prescinde del trabajo corporal; si la alimentacion es abundante, y si por la humedad de la atmósfera ó por cualquiera otra circunstancia no puede efectuarse la evaporacion de una manera conveniente, la temperatura interior aumenta poco á poco, y cuando

escede 6° ú 8° de la natural, la muerte es una consecuencia casi inevitable. En otros casos, la elevacion de la temperatura obra de un modo mas rápido; y bien porque la presion atmosférica disminuye, ó bien porque la sangre se agolpa á la cabeza comprimiendo los centros nerviosos, sobrevienen muertes instantáneas.

§ 100.

Combustion espontánea y fosforescencia.—Á principios de este siglo empezó á suscitarse una cuestion que, aunque relacionada con la medicina legal, es fisiológica en su esencia. ¿Pueden los tejidos del hombre vivo arder espontáneamente y reducirse á cenizas sin haberse puesto antes en contacto con ningun cuerpo en ignicion? ¿Hay combustiones espontáneas? Antes de resolver este difícil problema, conviene conocer alguno de los hechos que han dado lugar á plantearlo. Giro Bertoli, sacerdote, se dirige á la feria de Filetto, y se aloja en casa de su cuñado; á los pocos minutos de haberse retirado á su aposento grita pidiendo auxilio, y los que acuden de la familia le encuentran tendido en el suelo, rodeado de una ligera llama que, agitada por el aire, se aleja, y que por último desaparece; trasladado á la cama, sin que hubiera perdido el conocimiento, manifiesta que habia sentido como un golpe de maza en el brazo derecho, acompañado de la llama que se comunicó despues á otras partes de su cuerpo: al cuarto dia la gangrena se habia apoderado de todo el brazo y de la mano, y el enfermo sucumbió despues de dos horas de un letargo comatoso, precedido de vómitos, convulsiones y delirio. Bubbe Lievin, cirujano mayor del ejército de África, refiere que un borracho se sintió acometido, á media noche, de fuertes dolores, como si se abrasara, mientras que su piel desprendia una llama de color azul que no se pudo

apagar y que consumió al fin las tres cuartas partes de su cuerpo.

Los hechos de esta clase que podríamos citar son ya tantos y forman una coleccion tan numerosa, que el negar su exactitud, mas parece un subterfugio para evadir una dificultad científica que el legítimo propósito de no dejarse alucinar por suposiciones inexactas. Verdad es que no todas las observaciones que se citan merecen la misma confianza; verdad es tambien que, en la mayoría de los casos, la causa determinante de la combustion parece haber sido el fuego de una pipa ó de un cigarro, ó la luz de una bujía, ó la lumbre de un brasero; pero, aun siendo así, siempre resulta que una sustancia en ignicion, que á lo mas debia haber producido una simple quemadura de la piel, ha bastado para carbonizar y consumir el cuerpo entero. Si reflexionamos ahora acerca de las grandes dificultades con que tenian que luchar los antiguos para reducir á cenizas los cuerpos de sus padres; si recordamos la grande cantidad de combustible que se necesita para que ardan los despojos orgánicos animales, y si tenemos presente que el fuego, cuando por cualquier desgracia alcanza á los tejidos vivos, destruye las partes que toca, pero sin que estas ardan ni comuniquen el incendio á las demás, será forzoso que nos preguntemos: ¿qué sucede en el cuerpo humano cuando, aun en el caso de que no pueda arder nunca espontáneamente, adquiere en algunas ocasiones tal facilidad para la combustion que puede quemarse y destruirse con solo aplicarle la luz de una cerilla?

Suponer, para explicar este fenómeno, que el calor animal se vá acumulando en los tejidos, como sucede á veces en los estiércoles ó abonos, hasta que, llegando á los 90° ó 100° entran espontáneamente en combustion, es una hipótesis destituida de todo fundamento. Los animales, como hemos visto, tienen medios de refrige-

racion con los que consiguen conservar su temperatura propia; y cuando estos medios no bastan, cuando por cualquiera circunstancia adquieren mayor cantidad de calor que la que consumen, su temperatura interna aumenta un poco; pero apenas se eleva 8° ó 10° sobre la que les es habitual, se hace incompatible con la vida, y mueren sin que, ni remotamente, hayan alcanzado el calor que se necesita para que los cuerpos ardan por sí solos.

Mas natural parece admitir que así como en la descomposicion pútrida de gran número de animales se desprenden lentamente cortas cantidades de hidrógeno fosforado que arden al ponerse en contacto con el aire, dando lugar á esos fenómenos de fosforescencia que tanto han dado que pensar á la ignorante credulidad del vulgo, se produzcan á veces en la economía gases semejantes en cantidad bastante para que su combustion vaya acompañada de desprendimiento de luz y del calor que se necesita para que ardan los tejidos. La ciencia registra algunos casos en los que la orina humana, el sudor y otras secreciones eran luminosas, y de esto á lo que acabamos de indicar solo falta un paso.

Hay, además, otra circunstancia que conviene tener en cuenta. Casi la totalidad de los hechos que se citan de combustiones espontáneas, han recaido en sugetos habituados á los excesos en las bebidas alcohólicas, y ¿seria tan difícil que el alcohol, compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno, formara en la organizacion combinaciones gaseosas, carburos de hidrógeno, por ejemplo, que, eliminándose por los poros de la piel, ardieran al ponerse en contacto con un cuerpo en ignicion, como arde el bicarburo de hidrógeno ó gas del alumbrado aplicando la luz de una cerilla al mechero por donde se desprende? ¿Seria extraño en este caso que se produjeran extensas quemaduras y que se destruyeran

por completo los tejidos en cuya superficie tuviera lugar esta combustion? Recuérdese la facilidad con que en los laboratorios se obtiene el gas del alumbrado por medio del alcohol y nuestra opinion parecerá mas aceptable. En todo caso, el que sea difícil la explicacion del fenómeno que nos ocupa, no es motivo bastante para negar su exactitud. Son muchas las manifestaciones vitales cuya naturaleza desconocemos todavía, y sin ir mas lejos, la produccion de luz por algunos animales se halla en este caso, á pesar de ser un fenómeno completamente fisiológico. Diremos algunas palabras acerca de esta singular propiedad, aunque no sea sino por la analogía que, bajo cierto punto de vista, tiene con las llamadas combustiones espontáneas.

La luciérnaga de nuestro país, el cocujo del Perú y algunos otros insectos *coleópteros* emiten cantidades mas ó menos considerables de luz, siendo bastante intensa la que producen los de la familia de los *elatéridos,* sobre todo en los climas tropicales, para que por su medio pueda leerse cualquier escrito ó impreso del mas diminuto carácter. Oviedo, en su *Crónica de las Indias*, habla de *miriápodos* luminosos. Griselini atribuye las lucecillas nocturnas que se observan en las lagunas de Venecia á ciertos animalillos de la clase de los *anélidos,* á que dió el nombre de escolopendras marinas. Péron, Meyen y otros naturalistas describen gran número de *zoófitos* que tienen la propiedad de emitir luz, asegurando Eschscholtz que esta propiedad es comun á todos los de la clase de los *acalefos,* y desde los tiempos de Plinio se sabe que la fosforescencia del mar ó la luz que se advierte en su superficie, notable principalmente en las regiones tropicales, se debe á la existencia de millones de séres, algunos casi microscópicos, que viven en el agua.

La emision de luz por los animales no puede atri-

buirse á una causa exclusivamente vital, porque son muchos los que la emiten tambien despues de muertos, y porque la produce del mismo modo el líquido ó el jugo que se obtiene machacándolos. No puede tampoco atribuirse al desprendimiento de productos fosforados, como parece indicar el nombre de fosforescencia con que ordinariamente se designa este fenómeno, porque colocando algunos *lampiros* bajo una campana de cristal, continúan sus emanaciones luminosas, sin que pueda descubrirse el menor indicio de fósforo en la atmósfera del receptáculo donde por cuatro ó cinco dias permanecen encerrados. No depende, por último, de la electricidad, porque las mucosidades cutáneas de las que se desprende la luz en ciertos casos, continúan brillando despues de haberlas separado del cuerpo del animal y porque algunos pequeños *crustáceos* despiden como un chorro de sustancia luminosa que da claridad al agua con que se mezcla, haciéndola fosforescente, aun cuando desaparezca el animalillo de que la luz habia tomado orígen.

Segun lo que se deduce de las observaciones que parecen mas exactas, los animales llamados fosforescentes segregan una sustancia azoada y rica en carbono, que arde espontáneamente al ponerse en contacto con el oxígeno del aire y que desprende un destello mas ó menos vivo como consecuencia de esta combustion. Mr. Macaire ha separado esta sustancia del cuerpo de un lampiro y ha visto que no emitia luz al colocarla bajo una campana en que se habia hecho el vacío, ó al someterla á la influencia de una atmósfera de hidrógeno ó de ácido carbónico, mientras que se hacia de nuevo luminosa al ponerse otra vez en contacto con el aire. Los fragmentos del lampiro colocados en una atmósfera de oxígeno continúan emitiendo luz por espacio de cuatro ó cinco dias, durante los cuales gastan parte del oxí-

geno, hallándose en cambio una cantidad proporcional de ácido carbónico.

Verdad es que los hechos que acabamos de indicar no son bastante numerosos para que pueda por ellos deducirse un principio general aplicable á todos los casos; pero de todos modos me parecen suficientes para demostrar que entre el variado juego de las afinidades químicas que tienen lugar en el organismo de los animales, cabe en lo posible que, así como en unos casos se efectúan combustiones lentas, imperceptibles casi, con desprendimiento de luz semi-fosforescente, puedan realizarse en otros, por mas que afortunadamente sean raros y que solo se presenten en circunstancias anormales, combustiones mas enérgicas con desprendimiento de luz y de considerables cantidades de calor, provocadas por el simple contacto de un cuerpo que se halle tambien en ignicion, pero tan escasa y débil que, en circunstancias ordinarias, solo hubiera producido una pequeña quemadura.

SECCION SEXTA.

Secreciones.

CAPÍTULO I.

De las secreciones en general.

§ 101.

Organos secretorios. — Las funciones orgánicas que hemos estudiado hasta aquí nos permiten comprender los medios de que se vale la naturaleza para suministrar á la sangre los materiales que necesita, ya tomándolos del aparato digestivo, despues de preparados los alimentos por la digestion, ya de la trama de los órganos, desde donde son trasportados al sistema circulatorio por las absorciones, ó ya de la atmósfera en el acto de la respiracion; pero como las diferentes sustancias que el líquido nutricio adquiere sin cesar, han de tener algun destino en la economía, conviene que examinemos en qué se emplean, para qué sirven, cómo se gastan ó consumen, y con este objeto es preciso dar á conocer los fenómenos que se realizan á consecuencia de las secreciones y de la nutricion.

Se dice que un órgano *segrega* cuando separa de la sangre los materiales que necesita para elaborar algun humor especial; por lo mismo, no puede haber *secrecion*

sin que concurran las tres condiciones siguientes: sustancia elaborable, aparato elaborador y producto elaborado, distinto por consiguiente de la sustancia de que procede y del órgano que lo elabora. Teniendo esto en cuenta, no es fácil confundir las secreciones ni con la trasudacion de que ya nos hemos ocupado anteriormente, ni con la nutricion propiamente dicha, por mas que todos estos fenómenos tengan entre sí la mayor analogía. En la trasudacion, la parte líquida de la sangre atraviesa las paredes de los vasos capilares y se deposita, por mas ó menos tiempo, en la trama de los tejidos; pero como por este solo hecho no se forma ningun producto nuevo, no hay todavía nada que deba llamarse secrecion. Verdad es que el plasma sanguíneo puede considerarse como materia dispuesta para gran número de trasformaciones desde el momento que sale de los receptáculos que le contienen y riega los elementos anatómicos por entre los cuales se distribuye; pero hasta que esas trasformaciones se realicen no hay productos segregados ni de consiguiente fenómenos secretorios.

Las diferencias que existen entre la trasudacion sanguínea y la nutricion, no son menos perceptibles. Es indudable que la parte líquida de la sangre, extravasada de los receptáculos que la contienen, suministra los materiales necesarios para que los fenómenos nutritivos se realicen; pero esos fenómenos no consisten en la extravasacion indicada, sino en las modificaciones que experimentan los tejidos, cediendo al plasma regenerador las sustancias que ya no necesitan, y tomándole en cambio las que les son indispensables para su conservacion y desarrollo.

Se vé, pues, que ni las secreciones ni la nutricion pueden verificarse sin el plasma de la sangre; que el plasma es el que suministra á los elementos anatómicos con quienes se pone en contacto las sustancias asimila-

bles que acarrea, y que modificadas estas por los referidos elementos anatómicos, ó se asocian á los mismos constituyendo parte de su materia orgánica, que es á lo que se llama nutricion, ó forman productos nuevos, diferentes de aquellos de que proceden, que es lo que se designa con el nombre de secreciones. El órgano que se nutre, convierte en sustancia propia los materiales que recoge; el órgano que segrega, elabora con ellos una sustancia extraña á su composicion. De aquí se sigue que así como los productos de la nutricion quedan unidos al tejido que se *nutre,* así los de la secrecion abandonan el tejido *secretor,* siendo trasportados á otras partes del organismo para completar en ellas su destino.

Como consecuencia de estas ideas, no solo se admite por la generalidad de los fisiólogos que la nutricion y las secreciones son dos cosas diferentes, sino que se acepta, cual si fuera un axioma, que los fenómenos de nutricion se verifican en todos los tejidos á donde puede llegar el plasma de la sangre, mientras que *únicamente en ciertos y determinados órganos pueden tener lugar las secreciones.* Á pesar de todo, nuestras convicciones particulares son completamente distintas en lo que á este último punto se refieren.

Creemos, sí, que no hay identidad entre los fenómenos de nutricion y los de secrecion, al menos en cuanto á los efectos que producen, pero tienen tan íntima y tan estrecha analogía, que, en nuestro concepto, no puede nutrirse ningun órgano si no segrega al mismo tiempo algun producto particular. Y como no hay ningun tejido que en circunstancias normales no se nutra, tampoco lo hay que no segregue; y como por otra parte los órganos están compuestos de elementos anatómicos de distinta naturaleza, no debe sorprendernos que haya alguno de esos órganos que, en vez de segregar un solo producto, segregue dos, tres ó cuatro diferentes á la vez.

Bajo cierto punto de vista sucede con las combinaciones químicas de nuestro organismo lo que con las de nuestros laboratorios. Siempre que descomponemos un cuerpo para lograr por este medio una sustancia determinada, obtenemos al mismo tiempo, aunque no las busquemos y como consecuencia *necesaria* de la operacion, otra ú otras sustancias diferentes. Si para preparar el *ácido nítrico* tratamos el nitrato potásico por el ácido sulfúrico, obtendremos indudablemente el *ácido nítrico* que buscamos; pero al mismo tiempo se formará necesariamente un bisulfato potásico, porque,

Ácido sulfúrico + Nitrato potásico = Bisulfato potásico + Ácido nítrico

$2SO^3, HO + NO^5, KO = 2(SO^3)\,KOHO + NO^5, HO.$

Si deseamos obtener el *óxido de carbono* y empleamos con este objeto ácido oxálico y ácido sulfúrico, se desprenderá por medio del calor el *óxido de carbono;* pero, á la vez, se formará ácido carbónico, y quedará, además, en el matraz una cantidad mayor ó menor de ácido sulfúrico y agua, porque,

Ácido oxálico + Ácido sulfúrico = Óxido de carbono + Ácido carbónico + Ácido sulfúrico + Agua

$C^2O^3, HO + SO^3 = CO + CO^2 + SO^3 + HO.$

Pues esto que sucede siempre, forzosa y necesariamente en nuestras preparaciones químicas, sucede tambien en la economía, y así como recogemos ó despreciamos estos productos secundarios, resultado de la operacion principal, segun la importancia que para nosotros puedan tener, así la organizacion los aprovecha cuando puede sacar de ellos algun partido, ó los expele si ya no le son de ninguna utilidad. Haciendo aplicacion de estos principios, no solo se demuestra que todos los órganos segregan, sino que hay algunos que pueden segregar dos, tres ó cuatro sustancias distintas. Preciso

es que entremos en algunas explicaciones, porque no se nos oculta que nos falta autoridad para que nuestras ideas puedan ser aceptadas si no se apoyan en fundamentos sólidos.

Hemos dicho que el plasma de la sangre sale de sus vasos por trasudacion, riega el parénquima de los órganos y se pone en contacto con los elementos celulares de que están formados los tejidos. Las células, en el mero hecho de nutrirse á expensas del líquido sanguíneo, le toman algunos de los principios que contiene, cediéndole en cambio otros que ya no necesitan; y como, cualquiera que sea la naturaleza de estos cambios y de estas trasformaciones elementales, el plasma queda mas ó menos desnaturalizado y descompuesto, siempre resulta que, á consecuencia del movimiento nutritivo y de las afinidades químicas que lo determinan, las células elaboran y se apropian las sustancias de composicion análoga á la suya, eliminando al mismo tiempo productos secundarios y de verdadera secrecion, ya que ellas no los utilizan y son trasportados á otra parte del organismo. Esta sencillísima reflexion demuestra, por una parte, que todos los tejidos segregan, puesto que todos se nutren; por otra, que el líquido contenido en los vasos linfáticos, resultado, como sabemos, de la absorcion del plasma, lleva consigo algunos productos de secrecion, y por otra, en fin, que los instrumentos fisiológicos encargados de las secreciones, son verdaderas células ó vesículas que pueden ser de naturaleza diferente y dar lugar, por lo mismo, á productos secretorios muy distintos.

Las investigaciones de Dutrochet acerca de la organizacion de los animales, le indujeron ya á deducir en 1824, que la célula es el órgano secretor por excelencia. Purkinge en 1837 y Henle en 1838 demostraron la estructura vesicular de la mayor parte de las glándulas,

siendo tantos y tan completos los trabajos publicados desde entonces, que hoy no se pone ya en duda la existencia de las células en los parénquimas glandulares. Es preciso, sin embargo, dar un paso mas y considerar á todos los tejidos como verdaderos instrumentos de secrecion, puesto que en todos entra la célula como elemento de su textura, segun puede demostrarse por medio de las observaciones microscópicas. No se olvide que el aflujo de la sangre á un punto cualquiera del cuerpo ocasiona, en algunos casos, ese estado patológico á que se ha dado el nombre de inflamacion, y que, como consecuencia de la misma, *todos* los tejidos pueden dar lugar á un trabajo eliminatorio en virtud del cual *segregan* pus.

A pesar de todo, ni las secreciones *secundarias* de que acabamos de hablar son las únicas que se verifican en la economía, ni las células *nutricias* son los agentes exclusivos de las secreciones: al contrario, como si la naturaleza se hubiese propuesto poner en evidencia los inmensos recursos de que dispone, al lado de ese trabajo secretorio, imperfecto y rudimentario que hemos dado á conocer, nos presenta ejemplos de gradual y sucesivo perfeccionamiento en la elaboracion de los productos segregados, qué, como es natural, exigen tambien un grado mucho mayor de perfeccion en los instrumentos fisiológicos de que se vale para prepararlos.

En nuestra opinion, así como hay células *nutricias*, en las que la secrecion es un fenómeno secundario, consecuencia forzosa de las reacciones químicas que tienen lugar al desempeñar el objeto principal de su destino, así tambien hay células *secretorias*, encargadas preferentemente de la elaboracion de algun producto particular. Estas células no se limitan ya á modificar el plasma de la sangre que riega sus paredes, sino que acumulan en

su cavidad los materiales de que se compone el humor elaborado, conservándolo cierto tiempo hasta dejarlo despues en libertad. De este procedimiento secretorio, algo mas complicado que el anterior, tenemos un ejemplo en las vesículas adiposas, verdaderas células elementales, alojadas entre las mallas del tejido conjuntivo, cuyas paredes son extraordinariamente finas y cuyo interior está ocupado por la grasa: lo mismo sucede con los utrículos del sistema tegumentario, que segregan la materia colorante de la piel, y otro tanto podemos decir de los glóbulos de la sangre, que, segun hemos dicho anteriormente, tienen por principal objeto elaborar la fibrina ó algun producto análogo.

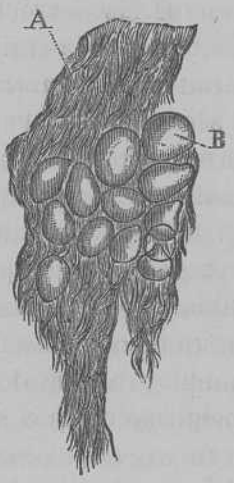

FIGURA 37.ª

A *tejido conjuntivo.* **B** *vesículas de grasa.*

Basta enunciar estos hechos para comprender fácilmente que las *células secretorias* no pueden ser todas de la misma naturaleza, pues en otro caso no segregarian

sustancias diferentes con los mismos materiales que á unas y otras suministra el plasma de la sangre. Bueno es observar, además, que las *glándulas elementales* encargadas de estos bocetos secretorios, están completamente cerradas, y de consiguiente, que los humores preparados por ellas no pueden salir al exterior, á no ser por reabsorcion, ó por la rotura de sus paredes, que es lo mas probable, para que de este modo queden en libertad otras células hijas, destinadas á sufrir la misma evolucion que las primeras.

Avanzando un paso mas en el estudio de las secreciones, encontramos otros órganos algo mas complicados que los anteriores y de existencia menos transitoria. Los que hemos examinado hasta ahora nacen, se desarrollan y desaparecen al llegar á su madurez, segun todas las probabilidades, para dejar de este modo en libertad el producto preparado en su interior, á fin de que pueda mezclarse con el plasma de la sangre y ser trasportado con él á otras partes de la economía. Los que vamos á dar á conocer pueden considerarse como el resultado del agrupamiento de un número mayor ó menor de células secretorias, alojadas todas en un estroma comun de tejido conjuntivo, por entre cuya trama se distribuyen nervios, abundantes vasos sanguíneos y algunos linfáticos, quedando el conjunto completamente cubierto por una membrana mas ó menos resistente y sin ninguna clase de conductos excretorios. Como se vé, el modo de funcionar de estos aparatos no puede ser exactamente igual al de los anteriores, pero tiene con él mucha analogía. Cada célula secretoria toma al plasma sanguíneo de su colectividad orgánica los materiales que necesita para crecer y reproducirse, elaborando al mismo tiempo su contingente de líquido secretorio hasta que, llegada su madurez, se rompen las paredes y deja de este modo en libertad el humor segregado que se mezcla con

la sangre para continuar en otra parte las trasformaciones á que la naturaleza le destina.

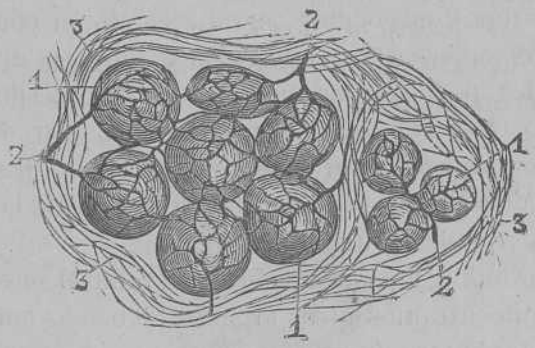

FIGURA 38.ª

Dos lóbulos de glándula vascular sanguínea. Cuerpo tiróides.

1. 1. 1. *Vesículas huecas.* **2. 2. 2.** *Vasos de las vesículas.* **3. 3. 3.** *Membranas celulosas que rodean los lóbulos.*

En estos aparatos, la muerte de una célula no afecta al agrupamiento orgánico de que forma parte, porque es inmediatamente reemplazada por otras nuevas y porque los demás tejidos no experimentan la menor alteracion. Los órganos secretorios correspondientes á este grupo son los designados ordinariamente con el nombre de *glándulas vasculares sanguíneas,* como las cápsulas supra-renales, el cuerpo tiróides, el bazo, el timo, las glándulas linfáticas, el ovario y las glándulas de Peyer. Una sencillísima idea de su estructura bastará para convencernos de la grande analogía que existe entre todos ellos.

En las cápsulas supra-renales, la totalidad del órgano está ocupada por el estroma, el tejido secretor, los vasos sanguíneos, los nervios y los vasos linfáticos que se distribuyen por la parte exterior, sin que haya nin-

guna cavidad que pueda contener el humor segregado, ni conducto exterior que sirva para darle salida. En el cuerpo tiróides, las células secretorias forman unas vejiguillas esféricas ú oblongas que contienen el líquido amarillento elaborado por las mismas, sin que se hallen tampoco conductos excretores.

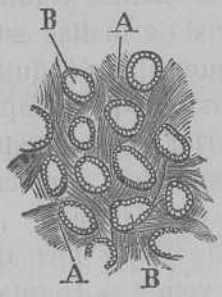

FIGURA 39.ª

AA *tejido celular.* **BB** *vesículas del cuerpo tiróides provistas de epitelio interior.*

El timo se compone de gran número de globulillos, muchos de ellos del tamaño de un guisante, en cuyo interior hay cavidades irregulares que comunican las unas con las otras, dando al conjunto un aspecto cavernoso, y encontrándose en todas un líquido blanquizco, que es mas abundante en la cavidad central llamada receptáculo del timo. El bazo es de estructura esponjosa y extraordinariamente vascular; está provisto de una membrana fibrosa, á la que se adhiere y cubre el peritoneo, y la cual, penetrando en el interior en forma de láminas que se entrecruzan en todas direcciones, constituye una red irregular cuyos intersticios están ocupados por vasos sanguíneos y linfáticos, por los corpúsculos de Malpighio, por una sustancia blanda, pulposa, de color rojizo, llamada barro esplénico, y por nervios que proceden de los gánglios semilunares.

Con respecto á las glándulas linfáticas, pueden distinguirse á simple vista, en su porcion periférica, pequeñas granulaciones redondeadas de un color blanco ó ceniciento, al rededor de las que se distribuyen los capilares sanguíneos. El exámen microscópico de estas granulaciones permite descubrir una sustancia glandular formada de elementos celulares bastante finos, envueltos en una red de mallas estrelladas, lo que dá lugar á sospechar que estas glándulas, lo mismo que las llamadas sanguíneas, aunque completamente cerradas, segregan en su interior alguna sustancia que la sangre aprovecha, bien tomándola directamente ó bien recibiéndola por medio de la linfa.

Las glándulas de Peyer forman en los intestinos ileon y yeyuno de veinte á treinta placas circulares: cada glándula parece ser el resultado de la reunion de cierto número de vesículas cerradas, blanquecinas, llenas de un líquido amarillento y opaco que se vierte por trasudacion en el intestino, atravesando los poros de las paredes vesiculares que lo encierran.

El ovario, por último, en el cual se realizan fenómenos que sin ser verdaderamente secretorios tienen grande analogía con los de secrecion, además de las membranas que lo envuelven, está compuesto de un parénquima de color gris, con gran número de vasos sanguíneos, de nervios y de pequeñas vesículas llamadas de Graaf, alojadas en las mallas del estroma. Estas vesículas están llenas de un líquido claro, de naturaleza albuminoidea y contienen un óvulo; á medida que crecen y se desenvuelven se acercan á la superficie del ovario, cuyas paredes, lo mismo que las de las células, se van adelgazando; alguna de ellas, mas adelantada que las otras, adquiere al fin todo el desenvolvimiento de que es susceptible, y llegado este caso, la vesícula se rompe, rasgándose al mismo tiempo la cubierta adel-

gazada del ovario, á la que, por decirlo así, se hallaba adherida, y el óvulo queda en libertad, ó por mejor decir, es recogido por el pabellon de una de las trompas, que hacen las veces de conducto excretor, y lo conducen hasta la matriz para ser eliminado al exterior, á no ser que antes quede fecundado, en cuyo caso se implanta en las paredes de esta víscera y se convierte en un embrion.

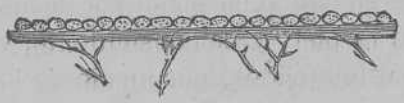

FIGURA 40.ª

Elemento glandular bajo la forma de una membrana extendida. Está revestida de una capa de epitelium por el lado de la superficie secretora, y recibe los vasos por la superficie adherente.

Hay otro grupo de órganos secretorios, cada uno de los cuales resulta, como los anteriores, de la reunion de cierto número de células, alojadas en las mallas de un tejido conjuntivo comun y formando membranas mas ó menos resistentes, que tienen sobre una de sus caras una capa de *epitelium*, y en la otra gran número de vasos capilares en forma de red.

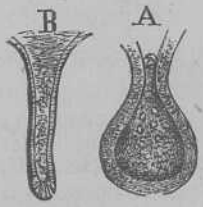

FIGURA 41.ª

A *folículo vesicular.* **B** *folículo tubular.*

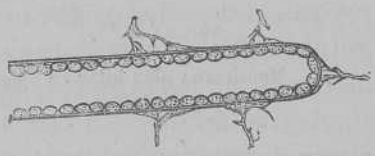

FIGURA 42.ª

Membrana glandular de forma tubulosa. El epitelium se observa en la parte interior y los vasos en la exterior.

Esta membrana, replegada sobre sí misma, constituye nuevos instrumentos de secrecion algo mas per-

feccionados, al menos bajo cierto punto de vista, puesto que tienen un conducto excretor para eliminar los productos que segregan. Estos aparatos son de forma muy sencilla, constituyendo, en unos casos, pequeños tubos, cerrados por una de sus extremidades y abiertos por la otra, como los folículos tubulares, y en otros, una especie de vejiguillas con un pequeño conducto excretor, como los folículos vesiculares.

Todos ellos se hallan en el espesor de las membranas mucosas y de la piel, y de consiguiente, vierten en la superficie de estos tejidos, por medio de los orificios ó pequeños conductos que contienen, los diferentes humores que preparan. Por lo demás, parece natural suponer que, si estos folículos segregan unos moco, otros unto sebáceo y otros jugo gástrico, etc., depende de la diferente naturaleza de los elementos anatómicos que entran en su composicion.

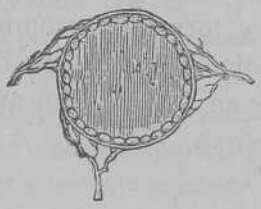

FIGURA 43.ª

Membrana glandular en forma de esfera.

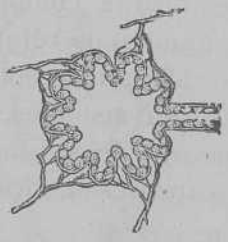

FIGURA 44.ª

Membrana glandular en forma de cavidad llena de sinuosidades ó fondos de saco, (acini).

Hay, además, las glándulas llamadas compuestas que resultan del agrupamiento regular y metódico de los elementos foliculares que acabamos de describir, y que por lo mismo pueden dividirse en dos clases: en las que corresponden á la primera, las extremidades radiculares de cada uno de los conductos excretorios están

formadas por una especie de ampolla, y á estas glándulas se las llama arracimadas porque tienen la forma de un racimo, en el que la raspa está representada por los diferentes tubos excretorios que confluyen en un tronco comun, y los granos, por cada una de las vesículas en que toman orígen estos conductos, dentro de la glándula.

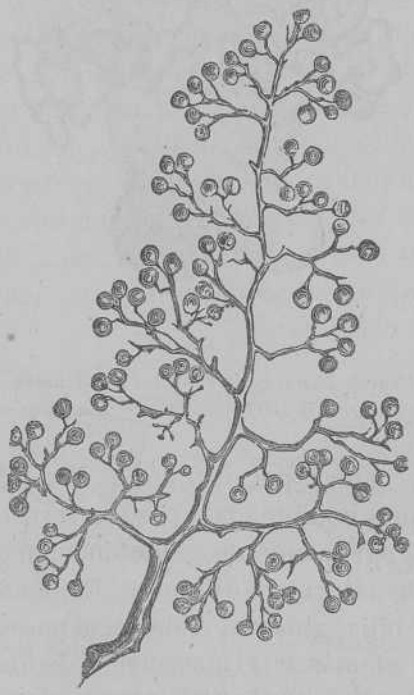

FIGURA 45.ª

El tronco principal, los secundarios y terciarios representan la porcion excretora de una glándula arracimada: los granos y sus pedículos constituyen la porcion secretora, que son los acini y tubos secretores.

Se comprenden, en esta clase, las glándulas lagrimales, las salivales, las de Brunner, las mamas y el páncreas. Las glándulas compuestas que corresponden á la segunda clase están formadas de gran número de folí-

culos tubulares simples ó ramificados, cuyas extremidades radiculares están cerradas lo mismo cuando terminan libremente que cuando se anastomosan las unas con las otras. Á este grupo de glándulas pertenecen los riñones y los testículos, segun se ve en la figura 47.

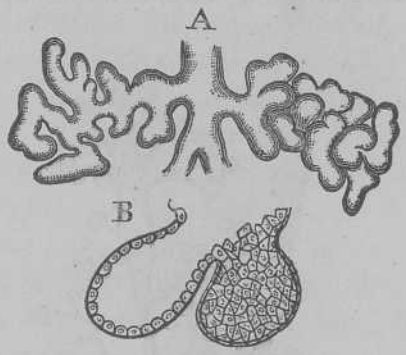

FIGURA 46.ª

A *conducto salival de la parótida con sus ramificaciones laterales y sus extremidades vesiculares.* **B** *extremidades vesiculares de mayor diámetro.*

Debemos hablar por último de las glándulas que denominaremos combinadas, porque resultan indefectiblemente del agrupamiento y combinacion de elementos secretorios de naturaleza diferente. El hígado, por ejemplo, segrega bílis, glucosa, elabora, al parecer, glóbulos hemáticos, y además, en el mero hecho de nutrirse, elimina sustancias que ya no puede aprovechar y que deben considerarse como otros tantos productos secretorios. Y ¿será posible que estos actos funcionales tan distintos en sus resultados puedan verificarse con elementos anatómicos de una sola clase y á expensas de los mismos materiales, puesto que los únicos de que pueden disponer son los que le suministra el plasma de la sangre? Esos pequeños lobulillos, esas innumerables granulaciones del tamaño de un grano de mijo, de color rojo oscu-

ro y de consistencia blanda, que se distinguen á simple vista cuando se corta el hígado, ¿no tendrán ningun otro elemento secretorio además del que puedan suministrarles las células hepáticas que entran en su composicion?

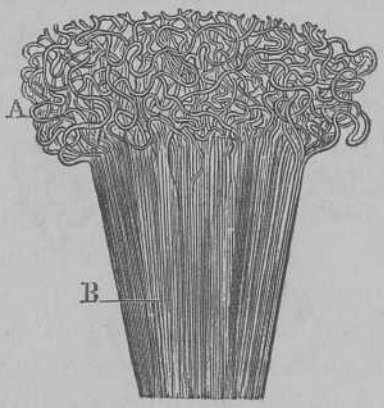

FIGURA 47.ª

Fragmento del riñon.

A *circunvoluciones de los tubos uriníferos en la sustancia cortical.* **B** *tubos uriníferos, trasformados en rectilíneos en la sustancia tubulosa.*

Estas legítimas presunciones con las cuales adivinábamos, por decirlo así, desde hace ya muchos años, la complicada estructura del hígado, han sido confirmadas por los adelantos anatómicos, y hoy es ya una opinion generalmente aceptada que en el hígado hay dos tejidos ó dos órganos diferentes; el hígado biliar, formado de conductos tapizados de epitelio cilíndrico, como las glándulas de Lieberkühn; y el hígado sanguíneo, constituido por los verdaderos acini, al rededor de los cuales se alojan los fondos de sacobiliares, destinados á la elaboracion de la sustancia glucógena, por lo que se le llama tambien hígado glucogénico.

Sea de esto lo que quiera, no es menos cierto que,

como hemos dicho anteriormente, hay algunos órganos que pueden segregar dos, tres ó mas sustancias diferentes.

Se dice que entre los órganos secretores hay algunos exclusivamente destinados á la secrecion de *células*, pero no podemos aceptar esta doctrina. Es indudable que la epidermis de la piel y el epitelium de las membranas mucosas y serosas se renueva sin cesar, desprendiéndose la capa superficial, que es reemplazada por nuevas células procedentes de la capa profunda; pero este fenómeno de *descamacion* no puede ni debe confundirse con las verdaderas secreciones. Verdad es tambien que en el ovario se forman los óvulos, y en los testículos las células seminales ó los espermatozoides; pero ni en uno ni en otro caso hay secrecion propiamente dicha, sino generacion ó nacimiento de nuevas células, y estas ya sabemos que proceden de otras células preexistentes, pues aun suponiendo que nacieran por verdadera génesis en el seno de un *blastema*, sangre, linfa, líquidos intersticiales, estos á su vez tienen su orígen en células que ya existian con anterioridad.

Reasumiendo nuestra manera de pensar en la cuestion que nos ocupa, recordaremos que hemos admitido dos clases de secreciones: la una indirecta, consecuencia forzosa é ineludible de las reacciones químicas que tienen lugar en el acto de la nutricion de todos los tejidos; la otra directa, dependiente del trabajo fisiológico de órganos especiales. Que el instrumento fundamental encargado de esta última secrecion es la célula secretoria. Que las células pueden funcionar aisladas, como sucede á las células adiposas, á las pigmentarias y á los glóbulos de la sangre. Que pueden estar agrupadas dentro del parénquima de un órgano, en cuyo caso, ó forman glándulas cerradas y de consiguiente sin conducto excretor, como las cápsulas supra-renales, el

cuerpo tiróides, el timo, el bazo, las glándulas linfáticas, los ovarios y las glándulas de Peyer, ó forman glándulas con conducto excretor, que pueden ser ó sencillas, como los folículos tubulares y vesiculares, ó compuestas, dividiéndose en este último caso en arracimadas, tubulares y combinadas.

Con el objeto de que al primer golpe de vista puedan conocerse los diferentes instrumentos encargados de las secreciones, segun las ideas que acabamos de exponer, presentamos el siguiente cuadro sinóptico de las diferentes glándulas del cuerpo humano:

CUADRO SINÓPTICO DE LOS ÓRGANOS DE SECRECION DEL CUERPO HUMANO.

- **Células secretorias**
  - **Aisladas**
    - Células adiposas.
    - Células pigmentarias.
    - Glóbulos sanguíneos.
  - **Agrupadas**
    - **Formando glándulas cerradas**
      - Cápsulas supra-renales.
      - Cuerpo tiróides.
      - Timo.
      - Bazo.
      - Glándulas linfáticas.
      - Ovarios.
      - Glándulas de Peyer.
    - **Formando parte del tejido de membranas trasudatorias**
      - Peritoneo.
      - Pleura.
      - Pericardio.
      - Aracnóides.
      - Membrana de Demours.
      - Membranas sinoviales.
      - Vainas de los tendones.
      - Amnios.
      - Alantoides.
    - **Formando glándulas con abertura**
      - **Sencillas**
        - **Folículos tubulosos**
          - Glándulas de Lieberkühn.
          - Glándulas sudoríparas.
        - **Folículos vesiculares**
          - Glándulas mucosas.
          - Glándulas pépsicas.
          - Glándulas sebáceas.
      - **Compuestas**
        - **Arracimadas**
          - Glándulas lagrimales.
          - Glándulas salivales.
          - Glándulas de Bruner.
          - Glándulas mamarias.
          - Glándula pancreática.
        - **Tubulosas**
          - Riñones.
          - Testículos.
      - **Combinadas**
        - Hígado.
        - ¿Riñon?

Aunque esta clasificacion nos parece la mas natural y sencilla, sin que por eso deje de ser completa, presentaremos tambien, para que pueda compararse con la que nosotros proponemos, la adoptada por Milne Edwards, cuya gran reputacion fisiológica es de las mas justamente merecidas.

CUADRO SINÓPTICO DE LAS GLÁNDULAS, SEGUN MILNE EDWARDS.

CAPÍTULO II.

Fenómenos físicos y químicos de las secreciones.

§ 102.

Fenómenos físicos.—Cualquiera que sea el mecanismo de las secreciones, siempre resulta que el instrumento fisiológico encargado de realizarlas es la célula, la cual, bañada por el plasma de la sangre, toma á este líquido los materiales de secrecion hasta que, llegando á su plenitud ó madurez, se rasga ó se disuelve dejando en libertad el producto elaborado en su interior. Por otra parte, como los vasos capilares sanguíneos forman receptáculos cerrados, sin mas orificios que sus poros, para que el plasma atraviese sus paredes, es preciso que concurran fuerzas opuestas á las que provocan los fenómenos de la absorcion, ya que en vez de penetrar los flúidos en el interior de los vasos, son las sustancias líquidas contenidas dentro de los mismos las que trasudan al exterior. Las causas que mas eficazmente contribuyen á la trasudacion de la sangre, son: la tension que este líquido ejerce en la superficie interna de los vasos y los fenómenos de endosmose *centrífuga* que pueden verificarse á través de sus paredes; de manera que todo lo que sea capaz de aumentar la tension de la sangre y de favorecer las corrientes endosmóticas centrífugas, aumentará la cantidad del plasma sanguíneo filtrado, y de consiguiente contribuirá á que sean mas abundantes los líquidos segregados. Los experimentos confirman esta deduccion, y segun Beclard, un perro, que en el estado normal segrega once gramos de orina en treinta minutos, cuando la tension de la sangre

marca ciento treinta y cinco milímetros de mercurio en el hemodinamómetro, no segrega mas que dos gramos y treinta y seis centígramos, en el mismo tiempo, cuando la tension desciende á ciento cuatro milímetros. Otro perro, que con una tension sanguínea de ciento treinta y cuatro milímetros, segregaba diez gramos de orina en treinta minutos, no segregó en el mismo tiempo sino la mitad, por haber bajado la tension de la sangre á ciento diez y nueve milímetros.

La mayor ó menor tension de la sangre, no solo influye en la cantidad, sino tambien en la calidad del plasma filtrado, y además, aunque de una manera secundaria, en la composicion del producto de las secreciones. Las paredes de los vasos obran, bajo cierto punto de vista, sobre la parte de la sangre que los atraviesa como verdaderos filtros, y así como estos no permiten el paso á las disoluciones de albúmina, de almidon ó de goma sino bajo una fuerte presion, así aquellos solo dejan pasar el agua, algunas sales inorgánicas y el azúcar, cuando la tension de la sangre es poca, mientras que cuando esta tension aumenta, se filtran tambien cantidades mas ó menos considerables de los principios albuminoideos que lleva consigo el líquido nutricio.

Una cosa análoga sucede con los fenómenos endosmóticos. Hemos dicho que las dos corrientes líquidas que se establecen, en direccion opuesta, á través de la membrana que las separa, no son de igual intensidad, y que esto depende de la mayor ó menor adhesion que los líquidos tienen con las paredes de los conductos capilares que atraviesan. De todos modos, para cada cantidad de materia disuelta que pasa en una direccion, pasa en sentido opuesto una cantidad determinada de disolvente, y cualesquiera que sean las causas á que se atribuya este fenómeno, bien se admitan, con Graham, equivalentes endosmóticos y cuerpos cristalóides y co-

lóides, ó bien dependan en último resultado de las atracciones moleculares que tienen lugar entre la membrana orgánica y los líquidos que la atraviesan, lo cierto es que la naturaleza de estos líquidos influye en la direccion de las corrientes, y por lo mismo que los fenómenos de endosmose establecidos á través de las paredes de las células secretorias, pueden ser distintos si es diferente la composicion del plasma que las baña. Por esto, si se inyecta cierta cantidad de agua salada en las venas de un perro, no se observa mas que un aumento proporcional en la de la orina segregada, pero si se inyecta una cantidad igual de agua *destilada,* no solo aumenta la proporcion de orina, sino que toma un color rojizo y adquiere albúmina y hierro que antes no tenia, debiéndose, segun todas las probabilidades, á que el agua destilada disuelve algunos glóbulos hemáticos y deja en libertad las materias albuminoideas y colorantes que contienen, modificándose de este modo el plasma de la sangre y subsiguientemente los materiales de la secrecion.

La influencia indudable que la tension sanguínea y la endosmose ejercen en las secreciones, justifica en parte el que muchos fisiólogos hayan pretendido explicar, por causas puramente físicas, todos los fenómenos de secrecion. Galeno no estaba lejos de admitir que los tejidos secretorios obraban á la manera de cribas, reteniendo ciertas materias y dejando libre el paso á las demás. Descartes, aceptando la misma idea, suponia que las glándulas solo dejaban pasar por sus poros las moléculas que se les parecian en figura y en tamaño, quedando aprisionadas las restantes, y Leibnitz creia que estos poros estaban préviamente ocupados por sustancias especiales que atraian las que se les asemejaban rechazando las que tenian una composicion distinta de la suya. Estas hipótesis, reproducidas posteriormente bajo

una ú otra forma, están hoy justamente abandonadas. Los fenómenos puramente físicos no pueden producir á expensas del plasma de la sangre sino líquidos cuyas partes componentes se encuentren en el mismo plasma, pero no aquellos cuya composicion química sea diferente. En este supuesto, admitimos sin repugnancia que los líquidos serosos, como el del pericardio, del peritoneo, de las pleuras, de los ventrículos del cerebro y aun los que se producen en algunos estados patológicos, como los de las hidropesías ó los edemas, se deban á influencias físicas; pero no podemos hacer la misma concesion con respecto á la bilis, á la leche, al sémen, etc. Los primeros son líquidos de trasudacion y están compuestos de agua, sales, glucosa, urea y sustancias albuminoideas, no distinguiéndose del plasma sanguíneo sino en las proporciones en que se encuentran sus partes constitutivas; los segundos son tan completamente distintos del líquido nutricio, se diferencian tanto en todas sus propiedades, que repugna al buen sentido considerarlos como resultado de una simple modificacion física del plasma de la sangre. Por lo demás, para que esta suposicion pudiera ser aceptable, seria necesario probar antes que los materiales constitutivos de los humores segregados existen ya formados en la sangre, de donde los órganos secretorios no hacen mas que separarlos; pero los trabajos emprendidos con este objeto no han dado todavía el resultado que de ellos se esperaba.

Verdad es que la cantidad de urea que se encuentra en la sangre del perro ó de otro mamífero cualquiera, es estraordinariamente pequeña en circunstancias normales, y que sin embargo aumenta despues de haberle extirpado los riñones. Verdad es tambien que este hecho ha dado lugar á deducir, primero: que la sangre contiene siempre urea, si bien en proporciones demasiado

cortas para que pueda descubrirse fácilmente por los medios de análisis de que podemos disponer; segundo: que los riñones están encargados de separar este producto á medida que se va formando, y tercero: que la secrecion de orina es por lo mismo un trabajo de eliminacion y no un trabajo productor. Verdad es, por último, que cuanto mas adelanta la química en sus procedimientos de investigacion, mas fácilmente se descubren principios cuya existencia en el líquido nutricio no se sospechaba siquiera; pero, á pesar de todo, no es menos cierto que, en el estado actual de la ciencia, solo encontramos en la sangre *algunos* de los elementos específicos que forman parte de los humores segregados. Moleschott ha examinado la sangre, la linfa, la orina y el jugo gástrico de ranas á las que habia extirpado el hígado quince ó veinte dias antes, y no ha encontrado nunca el menor vestigio de los ácidos resinoideos de la bílis ni en estos humores ni en la sangre. Tampoco se han encontrado en este líquido la pepsina, la ptyalina, la pancreatina, etc. Esto no significa que desconozcamos la influencia que la composicion de la sangre ejerce en los productos de secrecion. Para reconocer esa influencia, basta recordar que *todos* los humores segregados están *principalmente* compuestos de materiales que toman al líquido sanguíneo, y no es de extrañar, por lo tanto, que cuando estos materiales sufren cambios ó alteraciones, se modifiquen tambien los jugos elaborados por las glándulas. Inyectando ferro-cianuro de potasio ó lactato de hierro en los vasos sanguíneos, lo encontramos inmediatamente en el jugo gástrico. El yodo ó el mercurio, administrados como medicamentos, se hallan formando parte de la saliva. La glucosa es eliminada por los riñones, lo mismo que la urea, y cuando la sangre contiene alguna de estas sustancias en mayor cantidad que la acostumbrada, podemos demostrar su presencia en el sudor, en la bílis,

en la leche y hasta en la serosidad de las cavidades. No tratamos, pues, de negar que las glándulas toman al jugo nutricio las sustancias necesarias al trabajo que desempeñan, nó: lo único que deseamos dejar consignado es que, además de esas sustancias, encontramos en el producto de algunas secreciones elementos específicos no descubiertos todavía en el líquido sanguíneo.

En resúmen, puesto que el conjunto de los hechos conocidos no es bastante para asegurar que existan en la sangre todos los elementos de las secreciones, aunque nos inclinamos á considerarlas en muchos casos como la consecuencia de un trabajo eliminatorio, y aunque admitimos que la naturaleza de los productos segregados está subordinada á la proporcion y á la existencia de las materias eliminables que el líquido nutricio lleva consigo, no por eso deja de ser cierto que el modo de agruparse y combinarse esos materiales, de lo cual resulta que en unos casos se forme con ellos bilis, y en otros orina ó semen, etc., supone la necesidad de fenómenos químicos especiales que no podemos ni debemos desconocer.

§ 103.

Fenómenos químicos.—En todos los humores segregados encontramos parte de los elementos constitutivos de la sangre, como agua, sales, etc., y además en algunos de estos humores hallamos elementos específicos cuya existencia y modo de combinarse depende de trasformaciones químicas que se verifican, segun todas las probabilidades, en la célula donde tienen lugar las secreciones. Aunque sabemos muy poco acerca de la naturaleza de estas reacciones moleculares, hay motivos para creer que consisten principalmente en fenómenos de oxidacion. Por una parte, los aparatos glandulares tienen,

cuando funcionan, mayor temperatura que los demás tejidos del cuerpo, y esta produccion de calor indica mayor actividad en las combustiones fisiológicas; por otra, los órganos secretores consumen una grande cantidad de oxígeno si la sustancia segregada es rica en elementos específicos, de manera que la secrecion no puede verificarse si falta este principio comburente, aunque la sangre reuna todas las demás condiciones necesarias. Estos hechos, perfectamente comprobados, principalmente por Ludwig, Spiess y Hermann, se hallan, sin embargo, en oposicion con un fenómeno digno de estudio, acerca del cual ha llamado en estos últimos tiempos la atencion M. Bernard.

Segun asegura este distinguido fisiólogo, el color de la sangre que sale del riñon por la vena renal no se diferencia sensiblemente del de la sangre arterial que llega á la misma víscera. Lo mismo sucede en las glándulas salivales, con la particularidad de que en estas solo presenta la sangre venosa color rojo cuando las glándulas funcionan, es decir, cuando segregan, mientras que en los períodos de reposo aparece con el color oscuro que le es propio. De aquí se ha deducido que los órganos glandulares no modifican el color de la sangre arterial cuando ejecutan actos de secrecion, pero sin que esto impida que la conviertan en venosa y adquiera su color característico, cuando el trabajo secretorio es menos activo, ó cuando cesa por completo. Además, como la coloracion rojiza de este líquido depende del oxígeno, se ha sospechado, con razon, que si la sangre venosa no tiene, al salir de las glándulas en actividad, el color oscuro, consiste en que lleva consigo una cantidad de oxígeno próximamente igual á la que corresponde á la sangre de las arterias. El análisis ha confirmado en todas sus partes esta suposicion, demostrando que en cien volúmenes de sangre glandular habia en la

de las arterias, diez y nueve de oxígeno; en la venosa de color rojo, diez y siete; y seis, en la venosa de color oscuro.

Confesamos con ingenuidad que no hemos repetido ninguno de estos experimentos y que no tenemos por lo mismo datos prácticos para negar su exactitud; pero á pesar de todo, no podemos aceptar las consecuencias que de ellos se deducen, á no ser suponiendo que las glándulas elegidas para la experimentacion se hallaban, como consecuencia de la misma, en condiciones completamente irregulares. Una glándula se nutre lo mismo cuando está en actividad que cuando está en reposo, haciéndose esto mas evidente en los riñones, cuya secrecion puede decirse que es contínua; y como los fenómenos de nutricion llevan consigo la necesidad de que la sangre arterial se convierta en venosa y pierda su color, no comprendemos la posibilidad de que la del riñon atraviese este órgano y lo nutra sin perder ninguna de sus condiciones arteriales. Por otra parte, el mismo Bernard ha observado, introduciendo el termómetro en una vena glandular, que la temperatura de la sangre se elevaba medio grado cuando la glándula funcionaba; y como este aumento de temperatura supone mayor consumo de oxígeno, á expensas del líquido nutricio de la glándula, no es fácil explicar cómo conserva este líquido la misma cantidad de elemento comburente que ya tenia, á pesar de haber suministrado el que se necesita para los fenómenos de nutricion, de secrecion y de calorificacion que en el órgano secretorio se realizan. Probablemente lo que en los ensayos de M. Bernard ha debido suceder, es, que estudiando como estudiaba la influencia del sistema nervioso en las secreciones, habrá excitado ó paralizado la accion de este sistema para ver los efectos que obtenia, y como uno de estos efectos es el de acelerar la circulacion, no es extraño que, circu-

lando la sangre con demasiada rapidez, le falte tiempo, por decirlo así, para llevar á cabo las combustiones ordinarias. Pero téngase presente que en este caso ni hay nutricion, ni produccion de calor, ni secrecion propiamente dicha, porque ni la orina que sale del riñon, ni la saliva que se obtiene de la parótida ó de la submaxilar, llevan consigo mas elementos que los suministrados por la trasudacion, sin contener ninguno de los que se deben á las transformaciones químicas que son imposibles en tales circunstancias.

Por lo demás, la naturaleza química de los actos de secrecion, dependientes de la composicion inmediata de las células y de las paredes glandulares, no solo se demuestra por el mayor consumo de oxígeno y por el aumento de temperatura, sino por las afinidades especiales que para ciertas sustancias se desarrollan en determinados casos. Cuando se inyectan sales en la sangre, los ácidos que las forman son preferentemente eliminados por el jugo gástrico, al paso que las bases las encontramos en la orina El prusiato de potasa se escapa por los riñones y no por las glándulas salivales, de modo que, aun cuando lo inyectemos en el conducto de Stenon para que pase al torrente circulatorio, no encontramos el menor vestigio de su presencia en la saliva parotidea del lado opuesto, ni en la del mismo lado algun tiempo despues de la inyeccion, y sin embargo la orina continúa eliminándolo. El azúcar de que está sobrecargado el líquido sanguíneo en la diábetes sacarina es arrojado en cantidades considerables con la orina, y á pesar de todo, ni la saliva de los diabéticos es azucarada, ni contiene señales de glucosa. Estos ejemplos demuestran hasta la evidencia que en el trabajo secretorio hay algo mas que fenómenos puramente físicos, que hay reacciones químico-vitales cuya naturaleza íntima no conocemos todavía, y de consiguiente que la secrecion es una propiedad

especifica de la célula, lo cual significa que, solicitada su *excitabilidad* por los humores que la rodean, puede dar lugar á fenómenos activos de secrecion sin mas que por ser *viva* y por hallarse reunidas todas las condiciones necesarias para que se ponga en ejercicio su excitabilidad. Verdad es que esto no aclara mucho la cuestion, pero tiene la ventaja de manifestar francamente que la ciencia nada mas ha adelantado en esta parte. Veamos ahora hasta qué punto es indispensable la influencia del sistema nervioso para que la excitabilidad de los elementos anatómicos dé lugar á fenómenos de secrecion.

§ 104.

Influencia del sistema nervioso en las secreciones.— Basta tener presente que el dolor ó la alegría nos hacen derramar abundantes lágrimas; que el solo recuerdo de cierta clase de manjares aumenta la secrecion de la saliva; que el miedo produce por sí solo en muchos casos la diarrea, y que las emociones morales profundas ocasionan á veces la supresion de la leche en las nodrizas, para que no pueda dejarse de reconocer que el sistema nervioso ejerce una influencia poderosa en las secreciones.

Esta influencia se hace aun mas evidente cortando los nervios que se distribuyen en las glándulas, ó excitándolos, en otros casos, para apreciar los efectos que estas operaciones producen en los órganos secretorios, ó mejor, en la funcion que desempeñan. Por regla general puede decirse que la seccion de los nervios dá lugar, ó á que la secrecion no se realice, ó á que el líquido segregado pierda sus caractéres propios y adquiera los de la serosidad. Por esto, cortando los nervios que recibe el riñon, disminuye la cantidad de orina y se vuelve ligeramente albuminosa; la seccion de los

pneumogástricos paraliza la secrecion glucósica del hígado; la del tronco timpánico lingual suspende la de la saliva submaxilar y sublingual, y el corte del facial, la de la glándula paróti la. El estímulo de los nervios glandulares produce comunmente un efecto contrario. Pinchando el bulbo raquídeo, cerca del orígen de los nervios pneumo-gástricos, aumenta la cantidad de azúcar segregado por el hígado; la excitacion del nervio del quinto par, la del tronco timpánico lingual, ó la del facial, acelera la secrecion de la saliva. Y lo raro es que, segun Cl. Bernard, la seccion del gánglio sub-maxilar, si se conservan intactas las fibras nerviosas que pasan por el timpano-lingual, produce tambien el aumento del líquido salival, hasta el punto de que su secrecion se hace contínua. Este fenómeno curioso induce á sospechar que las glándulas tienen nervios moderadores y que, cuando falta su influencia, se hace preponderante la de los nervios aceleradores de la secrecion.

Es indudable, por consiguiente, que el sistema nervioso interviene en los actos funcionales de las glándulas; pero ¿hasta dón le alcanza esta intervencion? ¿Radica en este sistema la verdadera causa productora de las secreciones, ó es solo un agente secundario que aumenta, disminuye ó modifica los productos segregados por la accion que ejerce sobre la circulacion de la sangre? En nuestro concepto esta última suposicion es la única admisible.

En las plantas no hay sistema nervioso, y sin embargo realizan actos de secrecion y contienen sustancias segregadas. En los animales inferiores el sistema nervioso ó no existe ó es rudimentario, sin que en este último caso llegue á las glándulas ningun nervio, y no por eso dejan de segregar. En los animales superiores, aunque los órganos de secrecion reciben filetes nerviosos,

se distribuyen, *adheridos á las paredes de los vasos*, en el estroma glandular, sin estar nunca en comunicacion directa con las células secretorias, por mas que Pflüger haya manifestado una opinion distinta, y de consiguiente esos filetes nerviosos son nervios vaso-motores que penetran en el armazon de la glándula, porque hasta allí los llevan las arteriolas en cuyas capas están alojados, pero que no tienen relacion alguna con los elementos anatómicos encargados de las secreciones.

Precisamente la disposicion anatómica que acabamos de dar á conocer, explica con bastante claridad los límites hasta donde puede alcanzar la influencia nerviosa en los fenómenos de secrecion. Puesto que los nervios que penetran en la trama conjuntiva de los órganos glandulares van adheridos á las paredes de los vasos, sin llegar á las células epiteliales ó secretorias, ejercerán su accion sobre las fibras musculares lisas de los mismos vasos en que se distribuyen, ó sobre los tubos ó acini secretorios del parénquima, y obrarán como nervios vaso-motores ó glándulo-motores. De este modo, disminuirán en unos casos ó aumentarán en otros el calibre de las arteriolas; la sangre afluirá en mayor ó en menor cantidad al tejido glandular; el plasma contendrá distinta cantidad de materiales, sobre todo de oxígeno, y las pequeñas máquinas secretorias, alimentadas de una manera diferente, ó cesarán en su trabajo paralizándose la secrecion, ó continuarán funcionando obteniéndose productos que se distinguirán de los ordinarios siempre que por las circunstancias indicadas cambien las condiciones con que se efectúa la elaboracion.

Teniendo presente estos hechos, es fácil comprender algunos fenómenos que de otra manera parecen inexplicables. Si la excitacion de los nervios aumenta casi constantemente el trabajo secretorio de las glándulas en que se distribuyen, es porque determina la dilatacion

de los vasos capilares y porque pasa mayor cantidad de sangre, en un tiempo dado, de las arterias á las venas. Si á veces esta sangre no sufre apenas alteracion en su color, segun los experimentos que ya hemos citado de Cl. Bernard, es porque atraviesa el tejido glandular con demasiada rapidez. Si el trabajo secretorio es intermitente, ó al menos si tiene períodos de mayor y de menor actividad en casi todas las glandulas, es porque los estímulos con que se excita el sistema nervioso de las mismas no obran siempre con igual intensidad, y por eso el contacto de sustancias sápidas con la membrana mucosa de la boca, aumenta la secrecion de la saliva; la entrada de los alimentos en el estómago determina mayor secrecion de jugo gástrico; la de la pasta quimosa en el intestino duodeno, hace mas activas las secreciones biliar, pancreática é intestinal, etc. Si todas estas secreciones aumentan, aunque los excitantes de que hemos hablado no se pongan en contacto directo con los nervios propios de las glándulas respectivas, es porque la excitacion se comunica á los centros nerviosos, y desde allí se trasmite, por accion refleja, á los órganos secretores. Si la tension de los líquidos segregados llega á ser algunas veces en los conductos excretorios tan grande ó mayor que la de la sangre en los vasos arteriales, segun asegura Ludwig, es porque en las glándulas no solo hay nervios vaso-motores, sino tambien glándulo-motores. Por último, si las afecciones morales pueden aumentar, suprimir ó alterar las secreciones, es por la influencia que ejercen en el sistema nervioso y secundariamente en la circulacion de los aparatos glandulares.

Se ha intentado clasificar los diferentes humores que resultan del trabajo secretorio; pero la realizacion de este propósito es bastante difícil, porque cada uno de ellos tiene sus caractéres especiales. Por otra parte, la

utilidad práctica de esta clasificacion es bien escasa, porque el estudio de los líquidos segregados no puede hacerse de una manera colectiva, sino individual y separadamente. De todos modos, ya que, para no separarnos de la costumbre establecida, es preciso adoptar una clasificacion, dividiremos todos los humores del cuerpo humano en tres clases: constituyentes, de secrecion, y de derivacion ó productos mediatos.

Los constituyentes son: la *sangre,* el *quilo* y la *linfa.*

Los de secrecion comprenden: los *recrementicios,* llamados así porque el organismo los utiliza despues de segregados, como el humor vítreo, la sinovia, el esperma, la leche, etc.; los *excrementicios,* designados con este nombre porque solo sirven para ser eliminados, como la orina, el sudor, etc., llevando consigo las sustancias inútiles ó perjudiciales; y los *excremento-recrementicios,* que despues de haber servido para las necesidades de la economía, se eliminan al exterior cuando ya no son de utilidad alguna, como el jugo gástrico, la bilis, etc.

Los llamados productos mediatos son: el *quimo* y las *materias fecales.*

Algunos de los humores segregados, como la saliva, el jugo gástrico, etc., los hemos estudiado ya al hablar de las funciones digestivas; otros los daremos á conocer al tratar de las funciones de relacion ó de generacion en que intervienen de una manera mas ó menos directa, como las lágrimas, el sémen, etc., y ahora solo nos ocuparemos de los que no están relacionados con funcion especial alguna.

CAPÍTULO III.

De las secreciones en particular.

§ 105.

Secrecion de la orina.—El aparato encargado de segregar la orina y de eliminarla al exterior del organismo, está compuesto de los riñones, uréteres, vejiga y conducto de la uretra.

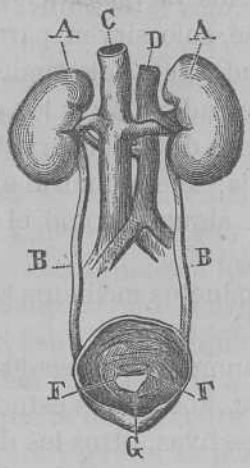

FIGURA 48.ª

AA *riñones.* **BB** *uréteres.* **C** *y* **D** *vena cava inferior y aorta abdominal con las arterias y venas renales.* **F** *y* **G** *vejiga cuya porcion superior se ha suprimido para que puedan verse los orificios de los uréteres y el de la uretra.*

Los riñones están formados de un armazon fibrilar entre cuyas mallas se alojan y distribuyen los vasos sanguíneos, los tubos uriníferos y los corpúsculos de Malpighio. Esta trama conjuntiva se adhiere exterior-

mente á una membrana capsular, de naturaleza fibrosa, que constituye una cubierta comun.

Cada pequeño tubo urinífero toma orígen en la sustancia cortical del riñon por medio de un abultamiento vesicular que contiene en su interior un corpúsculo de Malpighio. Estos tubitos, llamados de Ferrein, en cuanto salen de sus vesículas iniciales se distribuyen en la misma sustancia cortical formando gran número de circunvoluciones hasta que, al penetrar en la sustancia medular ó tubulosa, convergen los unos hácia los otros, toman la forma rectilínea y se reunen en grupos, constituyendo una especie de pirámides cuyo vértice termina definitivamente en los cálices del riñon.

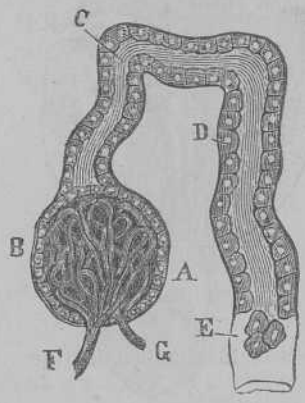

FIGURA 49.ª

Tubo urinífero y corpúsculo de Malpighio.

A *abultamiento vesicular con el corpúsculo de Malpighio* **B** *y el tubo* **C**, *en el cual se abre.* **D** *epitelio.* **E** *epitelio desprendido.* **F** *arteria.* **G** *vena.*

En cada uno de estos vértices ó papilas existen doscientos ó trescientos orificios que comunican con los tubos uriníferos. Segun M. Huschke, cada riñon contiene mas de dos millones de estos tubitos que, al

hacerse rectilíneos en la porcion medular, cambian de nombre y se les llama de Bellini. Lo mismo los tubos uriníferos que los abultamientos vesiculares en que toman orígen, y que los corpúsculos de Malpighio, están revestidos por su cara interna de una túnica epitélica formada de células secretorias débilmente unidas entre sí.

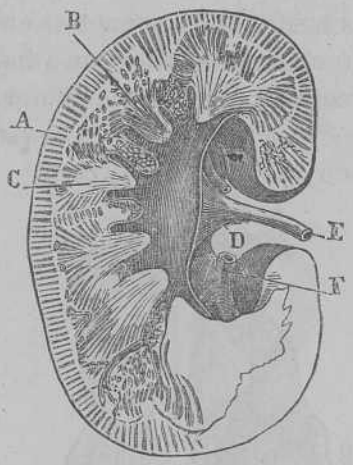

FIGURA 50.ª

Seccion longitudinal del riñon.

A *sustancia cortical.* **BC** *sustancia tubulosa ó medular.* **D** *pélvis del riñon.* **E** *ureter.* **F** *arteria renal.*

Los corpúsculos de Malpighio son unas esferitas que resultan del apelotonamiento de vasos arteriales muy finos, cuyas circunvoluciones se convierten, al salir de la cápsula que las envuelve, en un pequeño tronco eferente que no se reune inmediatamente á sus congéneres para constituir la vena renal, sino que, á su salida del glomérulo, se capiláriza de nuevo para distribuirse en forma de red entre los diferentes tubos uriníferos, que-

dando así colocado entre dos sistemas capilares: el de los glomérulos de Malpighio, donde toma orígen, y el del parénquima del riñon en que termina. De esta última red capilar es de donde nacen los pequeños vasos que forman la vena renal.

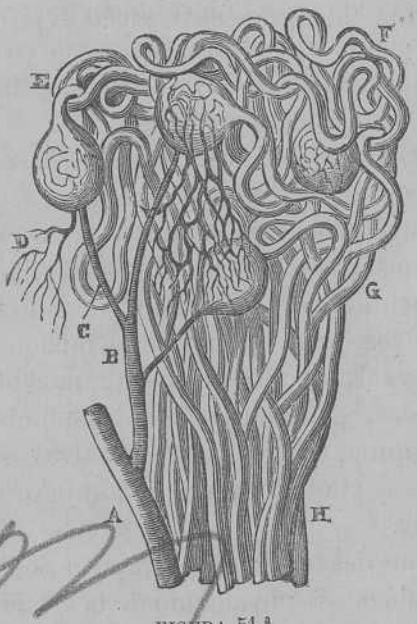

FIGURA 51.ª

Relaciones de la arteria renal con los glomérulos de Malpighio y con los tubos uriníferos.

A *arteria renal.* **B** *ramificacion de esta arteria.* **C** *arteria aferente al glomérulo.* **D** *arteria eferente.* **E F** *flexuosidades de los tubos de Ferrein.* **G** *tubos de Ferrein continuándose con la pirámide de Malpighio.* **H** *tubos rectos ó tubos de Bellini.*

Despues de lo que hemos dicho al ocuparnos de las secreciones en general, no intentaremos examinar las causas especiales que contribuyen á la secrecion urinaria. Recordaremos únicamente que en este órgano glandular, lo mismo que en todos los demás, es preciso un

concurso de condiciones físicas y químicas para que la accion específica de las células secretorias se realice.

No pueden desconocerse los fenómenos físicos que tienen lugar en la secrecion de la orina si se recuerda que la sangre, al atravesar los glomérulos de Malpighio, está sometida á una fuerte tension á causa del entorpecimiento que encuentra en su marcha por la red capilar en que terminan los vasos sanguíneos que se derivan de los citados glomérulos.

Como consecuencia de esta tension, base por decirlo así, de las teorías modernas acerca de la secrecion urinaria, las sustancias cristalóides, que la sangre lleva consigo,—sales, urea, azúcar, etc.,—se filtran pasando á los tubos uriníferos y formando parte de los elementos constitutivos de la orina: en el mismo caso se encuentran la creatina, creatinina y algunas otras sustancias extractivas. En cuanto á las sustancias colóides, como la albúmina, etc., solo pueden atravesar las paredes de los vasos cuando la sangre adquiere una tension mucho mayor.

No pueden desconocerse tampoco los fenómenos químico-fisiológicos que acompañan á esta secrecion, porque, segun todas las probabilidades, las células secretorias del riñon trasforman las materias extractivas, de que acabamos de hablar, en urea, ácido úrico y en los demás principios específicos que hallamos en la orina. Esta trasformacion, en virtud de la cual la sustancia del riñon elabora urea y ácido úrico, *independientemente del que la sangre pueda llevar consigo*, está confirmada, segun el Dr. Hermann, por los hechos siguientes: primero, la cortísima cantidad de urea contenida en la sangre en comparacion de la que se halla en la orina; segundo, la cantidad extraordinariamente pequeña de urea que se encuentra en la sangre despues de extirpados los riñones, comparada con la

considerable que contiene cuando solo se ligan los uréteres; tercero, la ausencia completa de ácido úrico y de ácido hipúrico en la sangre, y cuarto, la trasformacion de la creatina en urea, macerándola unida á la sustancia renal, en un líquido á la temperatura de 30° ó 40°. Se demuestra de una manera mas evidente aun, que los riñones no se limitan á separar de la sangre las sustancias que lleva consigo, sino que elaboran algunos de los elementos constitutivos de la orina observando lo que sucede con el ácido úrico: extirpando los riñones á las culebras ó á otros reptiles del mismo género, se nota que este ácido no se acumula en ninguno de los órganos, pero, si se ligan los uréteres, no tarda en depositarse en casi todos los tejidos, formando incrustaciones mas ó menos numerosas.

A pesar de la importancia indudable de estas observaciones, no puede considerarse la cuestion como definitivamente resuelta, porque V. Gréhant, sirviéndose del reactivo de Millon ó nitrato nitroso de mercurio, que descompone la urea en volúmenes iguales de ácido carbónico y de ázoe, y que permite dosificarla con una exactitud incontestable, ha hecho un gran número de ensayos, de los cuales deduce, á su juicio, con seguridad completa: que el acúmulo de la urea en la sangre, despues de la nefrotomía, es continuo, y que en este caso, lo mismo que en el de la ligadura de los uréteres, el peso de la urea acumulada en la sangre es idéntico al de la que los riñones hubieran excretado en el mismo tiempo; que despues de la ligadura de los uréteres, la sangre que sale del riñon contiene exactamente la misma cantidad de urea que la que entra en este órgano; que en el estado normal la sangre de la vena renal contiene menos urea que la de la arteria, y que este déficit corresponde precisamente á la cantidad de urea contenida en la orina segregada en este tiempo. No debe extra-

ñar, por lo mismo, á ser esto cierto, que algunos fisiólogos consideren la secrecion urinaria como una simple filtracion.

§ 106.

Expulsion de la orina. — Segregada la orina, pasa desde los tubos uriníferos á los cálices y á la pélvis del riñon, penetrando en los uréteres que la conducen hasta la vejiga. La traslacion de la orina en todo el trayecto de los uréteres se verifica á impulso de las nuevas cantidades continuamente segregadas, favorecido por la gravedad y además por las contracciones peristálticas de las fibras musculares que se encuentran en la túnica media de las tres que forman estos conductos membranosos.

Á medida que la orina vá llegando á la vejiga, distiende poco á poco este receptáculo hasta que se llena su cavidad. El retroceso de la orina hácia los uréteres no es posible, porque estos conductos atraviesan oblícuamente las paredes de la vejiga, dirigiéndose en el espacio de algunos centímetros por entre las túnicas que las forman; de manera que, cuanto mayor es la tension interna, mas comprimida se halla la abertura del canal. Tampoco puede salir por la uretra, por impedirlo la contraccion permanente ó la tonicidad continua del esfínter de la vejiga, aunque es necesario consignar que Barrow niega la existencia de ese esfínter en el hombre, y Rosenthal y Witich no admiten su tonicidad constante, de suerte que, si la orina no sale gota á gota por la uretra, quizás se deba al anillo de fibras elásticas y á la próstata que obturan su abertura vesical.

De todos modos, cuando se acumula en este receptáculo bastante cantidad de orina para contrabalancear la resistencia que se opone á su salida, se siente la

necesidad de orinar, debida probablemente á la distension de la mucosa vesical ó á la sensibilidad de la mucosa prostática estimulada por algunas gotas de orina que pueden llegar hasta ella, y aunque no es absolutamente preciso que esta necesidad quede inmediatamente satisfecha porque las paredes de la vejiga continúan por algun tiempo dilatándose, llega al fin un momento en que es indispensable ceder—, á pesar de la contraccion del esfinter uretral, músculo de Wilson, de fibra estriada y sujeto á la voluntad, que resiste por algun tiempo á la influencia de las contracciones de la vejiga—, y la orina, atravesando el conducto de la uretra, sale al exterior.

La emision de la orina se efectúa por la contraccion de los músculos de las paredes de la vejiga, las cuales, aplicándose una sobre otra, arrojan todo el líquido contenido en su interior. Tambien los músculos abdominales contribuyen á la evacuacion de la vejiga, excepto cuando está muy llena, en cuyo caso puede desocuparse involuntariamente y por sí sola. El conducto de la uretra elimina á su vez las últimas porciones de orina que le llegan, mediante la contraccion de los músculos que le rodean y principalmente de la del bulbo-cavernoso.

Hay circunstancias en que la necesidad de orinar se hace sentir aun cuando la vejiga no contenga mas que algunas gotas de líquido; pero esto indica la existencia de estados patológicos cuya descripcion no es de este lugar. Los músculos de la vejiga son de fibra lisa y por lo mismo lentos en su contraccion, pero están sujetos al influjo de la voluntad por la clase de nervios que reciben. Budge dice que ha podido seguirlos hasta la porcion lumbar de la médula espinal, y Kilian hasta el cerebro. La degeneracion de la médula produce la parálisis de los músculos de la vejiga y la retencion de orina.

§ 107.

Composicion de la orina. — La orina es un líquido claro, trasparente, amarillento, ligeramente ácido, de un olor aromático, de sabor salino y amargo, algo mas denso que el agua, conteniendo en disolucion diversos principios salinos y sustancias azoadas que proceden de la descomposicion de los tejidos y de la elaboracion especial que se efectúa en los riñones.

La orina está compuesta de agua, sales inorgánicas, sustancias orgánicas, principios colorantes, materias glucósicas en cortísima cantidad y gases.

Cada cien partes de orina contienen de noventa y cuatro á noventa y cinco de agua, pero la proporcion de este líquido puede aumentar ó disminuir por un gran número de causas y entre ellas por la ingestion de bebidas en el estómago, que es la mas importante. La orina de la mañana—*urina sanguinis*—contiene mas sustancias sólidas, y es de color mas oscuro que la expelida en el resto del dia—*urina potus*.—En las personas que padecen enfermedades febriles, el producto de la secrecion renal es mas denso por la mayor cantidad de materias fijas que tiene en disolucion. En las afecciones nerviosas y en los casos de clorosis ó de anemia, las orinas son claras y acuosas.

Las sales son de la misma naturaleza que las que se hallan comunmente en el plasma de la sangre, y además hay algunos oxalatos y sulfatos que provienen, al parecer, de la oxidacion de las materias sulfuradas. La reaccion ácida de la orina se debe al fosfato ácido de sosa. El uso de carbonatos y de sales vegetales alcalinas puede dar lugar á que la orina sea alcalina aun en el estado fisiológico.

Entre las sustancias orgánicas, la mas importante es

la urea, producto final de la oxidacion de los alimentos azoados. Segun lo mas probable, de acuerdo con lo que hemos indicado anteriormente, parte de la urea se forma en la sangre y parte en los riñones, á expensas de las materias albuminoideas que han servido para la composicion de nuestros tejidos, principalmente de la creatina y de la creatinina. La urea es una sustancia neutra, cristalizable, soluble en el agua y en el alcohol, y en cuya composicion entra cerca de un cuarenta y siete por ciento de ázoe. En cada mil partes de orina hay próximamente veintidos de urea; pero esta proporcion puede variar mucho segun la naturaleza de los alimentos y las circunstancias individuales de los sugetos. La alimentacion azoada aumenta considerablemente la cantidad de este producto: la dieta vegetal la disminuye. En la infancia, la proporcion de urea, con relacion al peso del niño, es mayor que en el adulto. Durante algunas enfermedades, la cantidad de urea segregada por los riñones es menor, pero en cambio aumenta en ciertos estados patológicos la que contiene la sangre; en los estados febriles existe, en general, una relacion directa entre el grado de calor desarrollado y la cantidad de urea eliminada.

El ácido úrico es otra de las sustancias orgánicas azoadas que encontramos en la orina y puede considerarse tambien como un producto de oxidacion de las materias albuminoideas, aunque menos adelantado que el anterior. Este ácido se obtiene en forma de pequeños cristales blancos; es poco soluble en el agua é insoluble en el alcohol y en el éter. En mil partes de orina solo se encuentra una, por término medio, de ácido úrico. La alimentacion abundante y azoada contribuye á que sea mayor la proporcion de este producto, sobre todo cuando por no oxidarse convenientemente deja de convertirse en urea; por eso, mientras que el reposo y la

debilidad de las oxidaciones nutritivas aumentan en la orina el indicado ácido, la vida activa y el ejercicio muscular lo disminuyen.

Como el ácido úrico y las sales que forma son muy poco solubles en el agua, precipitan algunas veces, al enfriarse la orina, formando sedimentos. Hay circunstancias en que la orina deposita pequeños cristales ó gránulos amorfos de ácido úrico antes de abandonar los conductos uriníferos ó los cálices del riñon, y pueden dar lugar á crueles sufrimientos mientras atraviesan los estrechos tubos que los conducen al exterior. La ciencia aconseja un régimen frugal para evitar la produccion de estas arenillas ó la de las concreciones algo mas abultadas que el ácido úrico forma, y aunque no siempre se obtienen por este medio los resultados que se desean, preciso es confesar que casi no podemos emplear ningun otro mientras no conozcamos los que conviene adoptar á fin de conseguir que este ácido se oxide mas enérgicamente en el acto de la nutricion para que, convertido de este modo en un producto mas soluble, esto es, en urea, se eviten los peligros que lleva consigo por la facilidad con que precipita de sus disoluciones. Los sedimentos se concretan en algunos casos en el interior de la vejiga, formando *cálculos* de naturaleza diferente, segun las sustancias salinas de que se componen. Cuando el hombre se alimenta de sustancias vegetales, el ácido úrico es reemplazado por el ácido *hipúrico,* que se encuentra siempre en la orina de los animales herbívoros y que parece formado á expensas de la porcion tegumentaria de las plantas.

Además de la urea y del ácido úrico, se hallan en la orina, aunque en muy cortas cantidades, otras sustancias orgánicas azoadas, cuyo grado de oxidacion es menor y cuya importancia es mas escasa, como la xantina, hipoxantina, creatinina, creatina y la glicina com-

binada con el ácido benzóico. Tambien hay mezclada con la orina cierta cantidad de moco y de laminillas de epitelio.

Entre las materias colorantes, poco conocidas todavía, se halla una que tiene bastante analogía con el principio amarillo del suero de la sangre, á la que se llama *urohematina*. Segun M. Heller, la orina humana presenta indicios de otra sustancia colorante llamada *uroxantina*, que, bajo la influencia de algunos agentes químicos, puede desdoblarse, por decirlo así, en otras dos materias: una de un rojo violáceo—*urodina*—y otra de azul intenso—*uroglaucina*.—Esta circunstancia explica en parte el color azul de los sedimentos urinarios en algunas enfermedades, que ya habian llamado la atencion de Actuarius en el siglo XIII, designando con el nombre de *urina veneta* á la que presenta esta coloracion.

La orina contiene en el estado normal cortas cantidades de glucosa, y además, segun M. Morin, oxígeno, proporciones considerables de ázoe y ácido carbónico.

La cantidad de orina segregada por el hombre en veinticuatro horas es, por término medio, de mil trescientos gramos, pero puede aumentar considerablemente cuando el organismo está sobrecargado de agua, ó cuando por cualquiera circunstancia disminuyen las otras secreciones. En invierno se orina mucho porque ó no se suda ó se suda poco: la elevacion de la temperatura, los ejercicios violentos y todo lo que aumenta el sudor disminuye la secrecion urinaria. Cuando á consecuencia de estados patológicos hay derrames ó infiltraciones serosas, la cantidad de orina segregada es menor, pero tambien en otras enfermedades se aumenta de una manera notable, como sucede en la diábetes, bajo cuya influencia se llegan á evacuar en veinticuatro horas cinco, seis y hasta ocho kilógramos de orina. Segun todas

las probabilidades el sistema nervioso solo interviene en esta secrecion modificando el aflujo y la tension de la sangre en los capilares de los glomérulos de Malpighio. Por eso ha observado Peyrana que la seccion del simpático, en el cuello, ocasiona el aumento de la secrecion urinaria, mientras que la excitacion de la estremidad periférica la disminuye. Vulpian ha confirmado estos hechos, porque cortando uno de los nervios esplánicos, ramo del simpático, el riñon correspondiente se inyecta y aumenta de volúmen por la falta de la accion vasomotriz que dá lugar al aumento del diámetro de los capilares, al mayor aflujo de sangre y á la mas abundante secrecion de orina.

§ 108.

Materias extrañas que se encuentran accidentalmente en la orina.—El agua, la urea, el ácido úrico y las demás sustancias de que acabamos de hablar, no son las únicas que pueden ser eliminadas por la orina. Todas las materias solubles introducidas en la economía por medio de las absorciones, y que no se destruyen en el interior del animal, pueden ser expulsadas por la secrecion urinaria: los medicamentos y los venenos se encuentran frecuentemente en el líquido segregado por los riñones, y hasta las sustancias alimenticias, descompuestas por los órganos digestivos ó por las combustiones fisiológicas, suministran algunos de sus elementos á ese producto eminentemente excrementicio. El ruibarbo, aunque se tome en corta cantidad, dá á la orina un color muy amarillo; la remolacha la vuelve roja; el índigo, la rubia y algunas otras materias vegetales, la ceden sus principios colorantes. Cuando se comen espárragos se conoce bien pronto por el olor de las orinas, y lo mismo

sucede con la asafétida, la valeriana y otras sustancias odoríferas si se toman como medicamentos. El cianuro férrico-potásico, las preparaciones yoduradas y un gran número de sales metálicas aparecen en la orina poco tiempo despues de haberse puesto en contacto con la sangre.

Con mayor motivo todavía, cuando el líquido nutricio se halla sobrecargado de alguno de esos principios orgánicos, que en circunstancias normales se consumen á medida que se producen, y que en algunos casos especiales dejan de consumirse, sin que sepamos por qué, la orina es tambien el emunctorio de que la naturaleza se vale para expulsarlos al exterior. Por eso, este líquido contiene, en la diábetes sacarina, grandes cantidades de glucosa: en la ictericia, materia colorante de la bílis; en la nefritis albuminosa ó enfermedad de Bright, proporciones considerables de albúmina, y abundantes cantidades de materias grasas en algunas lesiones orgánicas de los riñones.

Hemos visto, en efecto, que la orina contiene una corta cantidad de glucosa en el estado fisiológico; pero en algunos casos, bien porque el hígado la elabore superabundantemente, bien porque se introduzca de una manera artificial en el torrente circulatorio, bien porque la alimentacion sea azucarada y feculenta, ó bien porque las combustiones fisiológicas se efectúen mal y no se gaste tanto azúcar como se produce, el hecho es que llegan á encontrarse en mil partes de orina ciento treinta ó ciento treinta y cuatro de esta sustancia azucarada.

Para reconocer en la orina la presencia de la glucoca, se emplea el licor de Frommherz, que ya dimos á conocer al hablar de la accion de la saliva sobre las sustancias feculentas, y cuando, comprobada la existencia del azúcar, se desea determinar su cantidad, se hace uso del mismo reactivo *valuado* con anterioridad.

De este modo, si sabemos, como resultado de la valuacion, que cada gramo de glucosa, por ejemplo, decolora diez centímetros cúbicos de licor, será facil deducir el azúcar contenido en una cantidad determinada de orina con solo saber los centímetros cúbicos de reactivo que ha decolorado. Tambien puede emplearse con el mismo objeto un sencillo aparato en el que se recoge el ácido carbónico, producido por la fermentacion del azúcar.

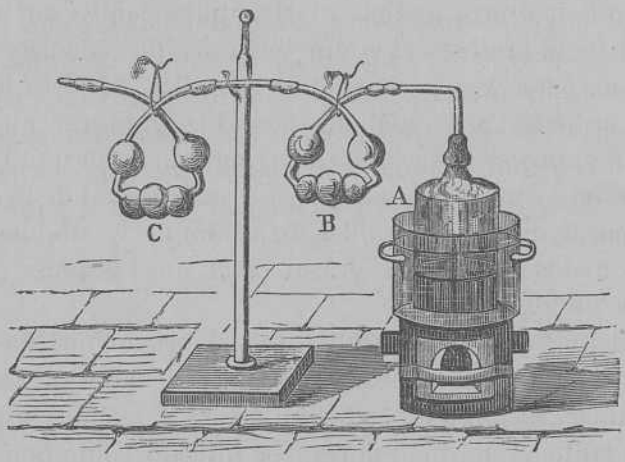

FIGURA 52.ª

A *frasco que contiene levadura de cerveza y la orina ó el líquido que se quiere analizar mantenido en el baño de maria á una temperatura de 40° á 45°.* **B** *tubo de Liebig con agua de cal para fijar el ácido carbónico que se produce á consecuencia de la fermentacion del azúcar.* **C** *otro tubo de Liebig, tambien con agua de cal, para evitar la entrada del ácido carbónico del aire en el aparato.*

Cuando se desea reconocer la existencia de la albúmina en la orina, se calienta este líquido hasta los 80° ó 90° y se obtiene un precipitado característico: lo mismo sucede haciendo precipitar la albúmina por medio del

alcohol; pero antes de calentar la orina conviene acidularla con ácido nítrico para que redisuelva los precipitados salinos que pueden formarse en este caso.

La prontitud con que algunas sustancias ingeridas en el aparato digestivo se encuentran en la orina, ha hecho suponer en diferentes ocasiones la existencia de conductos especiales que comunicaban directamente con los riñones. Tambien se ha dicho que las sustancias absorbidas por la vena porta no penetraban directamente en el torrente circulatorio, sino que desde la vena cava retrocedian y pasaban por las renales al riñon. Estas suposiciones, destituidas de todo fundamento, están hoy completamente abandonadas, y la rapidez con que las referidas sustancias pasan al aparato urinario depende de la celeridad con que pueden ser absorbidas y de la mayor ó menor facilidad con que se efectúan los fenómenos de trasudacion en el interior de los conductos uriníferos.

§ 109.

Secreciones de la piel.—Los órganos secretorios del sudor son las glándulas sudoríparas de la piel, de forma tubulosa, cuya extremidad interna, enroscada sobre sí misma, se halla ó en el corion, ó entre las areolas del tejido adiposo que llena la cara profunda del dermis, y cuya extremidad externa se prolonga en forma de espiral hasta desembocar en la epidermis.

El sudor puede recogerse en cantidades regulares cubriendo el cuerpo con un saco impermeable que comunique con un receptáculo colector. El sudor es un líquido incoloro, ligeramente ácido y de un olor particular, distinto en las diversas partes de la piel. Sus principios constitutivos, muy parecidos á los de la orina, son:

agua, sales, urea, ácido sudórico, indicios de materia colorante, sustancias grasas y ácidos volátiles.

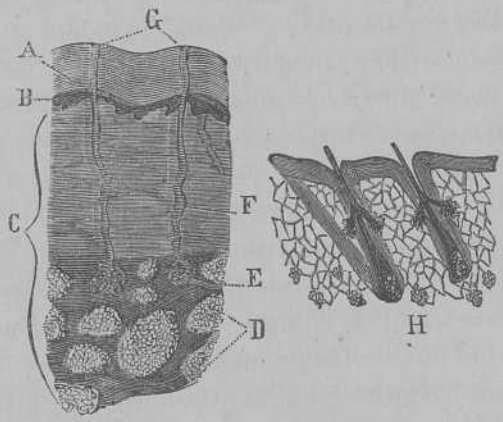

FIGURA 53.ª

Secrecion de la piel, vista con el microscopio.

A *epidermis.* **B** *capa profunda ó red de Malpighio.* **C** *dermis ó verdadera piel.* **D** *células de grasa.* **E** *extremidad enroscada de las glándulas sudoriparas.* **F** *conductos sudoriparos.* **G** *abertura de los mismos en la superficie de la epidermis.* **H** *seccion de la piel que permite ver las raices de los pelos y las glándulas sebáceas.*

En cien partes de sudor hay cerca de noventa y nueve de agua, y si bajo este concepto se diferencia de la orina por la menor proporcion de sustancia orgánica que contiene, quizás consista en que el sudor empleado en los análisis se obtiene de ordinario por medio de traspiraciones forzadas. A la misma causa debe atribuirse probablemente el que la cantidad de urea sea tan escasa, pues solo se encuentran cuarenta y tres céntimos de esta sustancia en mil partes de sudor. El ácido sudórico se halla combinado formando sudoratos alcalinos. Las sales son de igual naturaleza que las contenidas en el plasma de la sangre, y entre los ácidos grasos voláti-

les se hallan el fórmico, el acético y el butírico. La descomposicion de la urea en carbonato de amoníaco explica el olor amoniacal que despide á veces el sudor, y si se hace alcalino en otras ocasiones, se debe á la desaparicion de los ácidos volátiles á causa del calor, en cuyo caso predominan las sales alcalinas y la sosa.

La cantidad de sudor segregada en un tiempo determinado es muy variable. Á veces se pasan semanas y aun meses sin sudar, y en otros casos el sudor excretado en una hora puede pasar de kilógramo y medio. Los sitios de la piel donde se encuentra mayor número de glándulas sudoríparas, como la frente, los sobacos, las plantas de los piés y las palmas de las manos, son los que con mas frecuencia se hallan humedecidos por el sudor. Esta secrecion aumenta cuando la tension de la sangre es mayor en los capilares de las glándulas sudoríparas y cuando el líquido nutricio contiene mucha cantidad de agua; pero el sistema nervioso puede ocasionar secreciones reflejas sin necesidad de estas condiciones, y á esta causa debe atribuirse el sudor frio de la agonía y los sudores localizados en uno ú otro punto, segun la accion refleja que los produce. Por eso en algunos casos de hemiplegia no se suda sino por un solo lado del cuerpo, y por eso la impresion del vinagre en la mucosa bucal basta en otras condiciones para provocar un sudor abundante en la frente ó en la cara. No se conocen los conductores nerviosos de esta accion refleja aunque su centro parece residir en la médula espinal. Hay sustancias alimenticias ó medicamentosas que, despues de absorbidas, se encuentran en el sudor sin haber experimentado descomposicion. Cuando á consecuencia del enfriamiento de la piel se suprime el sudor pueden sobrevenir accidentes mas ó menos graves, y aunque antiguamente se atribuian estos trastornos al envenenamiento de la sangre, por la falta de excrecion de las

sustancias que debian ser eliminadas, no es posible darse razon de este envenenamiento si se tiene en cuenta la poca cantidad de sustancias excretadas. Lo que parece indudable es que como consecuencia de la supresion del sudor los productos de eliminacion tienden á salir por los riñones, y que, sobrecargados estos órganos de este trabajo accidental, experimentan una especie de hiperemia que mas tarde imposibilita el ejercicio normal de sus funciones. Acaso por esto, la urea de la sangre que no es excretada como de ordinario, se descompone formando amoniaco; y de aquí el que al combinarse con los fosfatos se formen esos cristales de fosfato de amoníaco y de magnesia que el Dr. Lany ha encontrado en el tejido celular, en el peritoneo y en los músculos de los animales muertos á consecuencia de la supresion de la transpiracion cutánea. Además, la influencia que el sudor ejerce en la marcha de las enfermedades es digna de estudio, así como la notable frecuencia con que terminan favorablemente las que van acompañadas de sudores generales y abundantes.

§ 110.

Materia sebácea.—La piel contiene, además, en el grosor de su capa dérmica las glándulas sebáceas, que desembocan casi todas en los folículos pilosos. Estas glándulas son mas abundantes y voluminosas en los puntos en que la piel se pone en contacto con las membranas mucosas, como en las alas de la nariz, en los párpados, en el conducto auditivo externo y en los órganos genitales. La sustancia sebácea se obtiene difícilmente aislada del sudor, y no ha sido posible analizarla con exactitud á no ser cuando se recoge en la piel de los recien nacidos, que es donde se halla reunida en mayor cantidad: tambien se encuentra acumulada, en propor-

ciones mas ó menos considerables, debajo del prepucio, entre los pequeños lábios, y en el conducto auditivo externo, constituyendo en este caso el cerúmen. En el estado normal y á la temperatura del cuerpo, se compone de agua, sustancias grasas, colesterina, sales, una sustancia azoada no bien conocida y laminillas de epitelio. Las células sebáceas mas próximas al conducto excretor se llenan poco á poco de materia grasa hasta que se rompen, y por eso se encuentran con el humor segregado los resíduos de las células secretorias.

§ 111.

Formacion de la sustancia glucogénica y del azúcar en el hígado.—Al estudiar la digestion hemos hablado de la secrecion biliar y de la composicion de la bilis, procurando dar á conocer sus propiedades, lo mismo como elemento digestivo que como producto puramente excrementicio. El hígado, además de segregar el jugo biliar, desempeña otra funcion no menos importante: la formacion del azúcar; y como las opiniones son tan contradictorias en lo que á este punto se refieren, y como por otra parte el resultado de los experimentos se presta á deducciones muy distintas, es indispensable proceder con método si se aspira á que penetre la luz en tan espinosísima cuestion.

Por de pronto conviene tener en cuenta que desde que Cl. Bernard descubrió hace pocos años la presencia de azúcar en el hígado, cuantos ensayos se han practicado despues han confirmado la exactitud de su observacion. Podrá haber dudas con respecto al orígen de ese azúcar; pero al menos todos los fisiólogos están de acuerdo en que el órgano hepático contiene una materia azucarada. En esta parte, los experimentos analíticos han demostrado hasta la evidencia, que el hígado de los

mamíferos, de las aves, de los reptiles, de los peces y de los moluscos decolora siempre el licor cupro-potásico denotando la presencia de la glucosa. Lo mismo sucede con el hígado del hombre cuando muere violentamente, pero no con el de los individuos que sucumben á consecuencia de enfermedades febriles. Segun Bernard y Stokvis, el hígado de los ajusticiados contiene en su interior, de veinte á treinta gramos de glucosa.

Otro hecho, acerca del cual hay tambien conformidad, es el de que en el hígado de los animales herbívoros se encuentra mas azúcar que en el de los carnívoros. Ahora bien: ¿De dónde procede este azúcar? ¿Se forma en la sustancia del hígado ó lo lleva consigo la sangre que esta víscera recibe?

Se ha sostenido, en primer lugar, que la sangre de la vena porta conduce el azúcar absorbido en el tubo intestinal, como consecuencia de la trasformacion que por la accion digestiva experimentan los alimentos amiláceos, y por lo mismo que la glucosa que se encuentra en el hígado depende exclusivamente de la alimentacion. La primera parte de esta aseveracion es completamente exacta, porque está demostrado que los alimentos amiláceos se trasforman en glucosa en el aparato digestivo y que, absorbidas sus disoluciones por las raicillas de la vena porta que se distribuyen en el tubo intestinal, son trasportadas al hígado. Pero aun así, no puede aceptarse la idea de que la glucosa que se encuentra en el hígado dependa *exclusivamente* de la alimentacion; primero, porque la sangre que sale de esta víscera por las venas supra-hepáticas contiene mayor cantidad de sustancia azucarada que la que penetra en la misma, conducida por la vena porta; segundo, porque los animales carnívoros no hacen uso de alimentos amiláceos, y de consiguiente no hay posibilidad de que los conviertan en glucosa ni de que sea trasportada por la vena porta

desde el aparato digestivo, y sin embargo, el hígado de estos animales contiene azúcar como el de todos los demás; tercero, porque en los animales herbívoros, aun cuando no se les dé de comer en muchos dias, conserva el hígado su accion especial sin que disminuya á pesar de la abstinencia, asegurando M. Poggiale que la misma cantidad de azúcar encontró en el hígado de un perro cuando solo hacia diez dias que estaba sin comer, que cuando hacia veinte; cuarto, porque se encuentra glucosa en el hígado del feto cuando este órgano ha completado su desarrollo, aumentando progresivamente la cantidad desde el cuarto al quinto mes de la vida intrauterina hasta la época del nacimiento, y ni puede atribuirse á la alimentacion, puesto que el feto vive todavía á expensas de la madre, ni tampoco suponerse que proceda de la sangre que esta le trasmite, puesto que en este caso se encontraria el azúcar desde los primeros dias de la vida del embrion y no desde el cuarto ó quinto mes en adelante; y quinto, porque el hígado no solo elabora azúcar cuando se halla en sus condiciones fisiológicas, sino algunas horas, y aun algunos dias despues de haberlo separado del cuerpo de los animales.

Este fenómeno singular puede demostrarse de una manera muy sencilla. Inyectando por la vena porta agua destilada en el hígado, las primeras porciones de este líquido que salen por las venas supra-hepáticas contienen mucho azúcar, y la cantidad de esta sustancia vá disminuyendo sucesivamente hasta que al fin desaparece por completo cuando han pasado á través del órgano uno ó dos litros de agua. Si se repite la operacion, trascurridas algunas horas, vuelve á aparecer el azúcar como en el caso anterior, y lo mismo sucede aunque hayan pasado tres ó cuatro dias si el hígado no ha entrado en putrefaccion.

Este conjunto de hechos, comprobados por nosotros

mismos y en presencia de nuestros discípulos en muchas ocasiones, demuestra de una manera concluyente, que el hígado elabora azúcar segun lo habia asegurado Cl. Bernard. No es de extrañar, por lo mismo, que se encuentre bastante cantidad de glucosa en las venas supra-hepáticas y en la vena cava inferior al dirigirse á la aurícula derecha. Por lo demás, como esta sangre despues de pasar por los pulmones vuelve al corazon convertida en arterial, al penetrar y distribuirse en las arterias debe conservar todavía la glucosa que no se haya consumido, y por eso se la encuentra, si bien en corta cantidad, en la arteria hepática al dirigirse al hígado. No debe sorprendernos tampoco que se hallen indicios de esta sustancia en el sistema venoso general; primero, porque la recibe de las arterias aunque sea en cortas proporciones, puesto que no se consume instantáneamente la que el hígado produce sin cesar, y además, porque el azúcar que procede de la digestion de las sustancias feculentas, no solo es conducido al torrente circulatorio por la vena porta, sino por los vasos quilíferos que desembocan en la vena subclavia izquierda.

Si la doctrina glucogénica del hígado tuviera necesidad de nuevas pruebas, añadiriamos que, segun los experimentos de Cl. Bernard, confirmados despues por la mayor parte de los fisiólogos, la excitacion del bulbo raquideo, entre las raíces de los nervios acústicos y las de los pneumo-gástricos, aumenta la secrecion glucósica hasta el punto de que en cada mil partes de sangre se encuentran cinco ó seis de azúcar, hallándose tambien esta sustancia en la orina y en las secreciones serosas. La seccion de los pneumo-gástricos, en el cuello, produce un efecto diferente, paralizándose la secrecion glucósica. Por su parte Schiff, introduciendo en el hígado de los batracios agujas de acupuntura, y haciendo pasar por ellas una corriente galvánica, ha visto apare-

cer el azúcar en la orina, produciéndose una diábetes artificial. Aunque estos hechos y otros muchos que podriamos citar no sean suficientes para determinar de una manera positiva la accion que el sistema nervioso ejerce en la secrecion que nos ocupa, bastan sin embargo para demostrar que la glucosa que se encuentra en el hígado no procede del aparato digestivo. Pero, ¿cuál es entonces su orígen?

Lo mas natural es que suceda con la secrecion del azúcar lo que con todas las demás: el parénquima glandular, compuesto de células secretorias, elabora el producto de secrecion á expensas de los elementos que las indicadas células toman en el plasma de la sangre. Bernard, Schiff, Finkheimer y Harley han resuelto en este sentido la cuestion, pero han querido averiguar, además, cuál de las sustancias que la sangre lleva consigo es la que se trasforma en azúcar, y con este motivo se han suscitado nuevas dudas. Lehmann suponia que era la fibrina, porque segun el resultado de sus experimentos, la sangre que sale del hígado por la vena supra-hepática contiene mucha menos cantidad de este principio albuminoideo que la sangre de la vena porta ó de la esplénica; pero lo mismo Schiff que Beclard y Valentin han demostrado que esto consiste *en que si no se bate la sangre en el momento mismo en que sale de la vena, la fibrina se altera y no se la encuentra despues.*

M. Sanson ha tratado de probar que en los músculos, en algun otro tejido de la economía y en la sangre se encuentra una sustancia azucarada que el hígado no hace mas que separar. Beclard asegura que la materia glucósica hallada por Sanson no es otra cosa que dextrina debida á una alimentacion muy abundante en fécula, y por lo mismo que la presencia de sustancias dextrinadas en los tejidos es puramente accidental. De todos modos, hoy es una cosa demostrada que se en-

cuentra, principalmente en el hígado, una sustancia glucogénica, análoga por sus propiedades al almidon y susceptible tambien de convertirse en azúcar. Este almidon animal puede obtenerse aislado, segun Hermann, reduciendo á fragmentos un hígado fresco y cociéndolo ligeramente: se le trata en seguida por los ácidos hasta que precipiten los albuminatos; se filtra y se hace hervir, añadiendo agua; los productos de la filtracion, reducidos á la mitad, se tratan por el alcohol, y la sustancia glucógena precipita en copos blancos, mezclada todavía con algo de glutina, y para purificarla se la hace hervir con la potasa, se la neutraliza en seguida y se la precipita por el alcohol.

El almidon animal es una sustancia no azoada; tratadas sus disoluciones por la tintura de yodo, toman un color rojo vinoso. Los ácidos diluidos trasforman la sustancia glucógena en dextrina y despues en azúcar; la saliva, el jugo pancreático y los demás fermentos diastásicos la convierten tambien en glucosa como si fuera almidon vegetal.

Admitida la existencia de la sustancia glucógena en el parénquima del hígado, Cl. Bernard hace derivar de este almidon animal la glucosa hepática, atribuyendo esta trasformacion á un acto químico, debido á la accion de un fermento que puede ser la misma sangre, porque todas las sustancias azoadas, en determinadas condiciones, convierten las materias feculentas en dextrina y en glucosa.

M. Schiff asegura que por medio del microscopio se distinguen en las células hepáticas, al lado de los globulillos de grasa, otros granos redondeados en los que se halla sustancia glucógena y además dextrina; de manera que, segun su opinion, el almidon animal formado en las células hepáticas saldria de las mismas en estado de dextrina soluble. Pero aun suponiendo que

estas observaciones sean completamente exactas, siempre quedaria una dificultad por resolver. ¿Con qué materiales elaboran las células hepáticas la sustancia glucógena? ¿Es acaso esta sustancia una trasformacion de las materias grasas, como pretenden algunos? ¿Es un producto de la descomposicion de las sustancias azoadas neutras, como sostienen otros? ¿Es una simple modificacion del azúcar de gelatina, como asegura M. Kuthe? Preciso es confesar que en el estado actual de la ciencia no es posible dar solucion á estas cuestiones, segun veremos al ocuparnos de la nutricion.

§ 112.

Secrecion de las membranas trasudatorias.—La secrecion de los líquidos que se encuentran en el interior de las cavidades se efectúa á través de membranas cuya superficie libre está cubierta de una capa de células. Estos líquidos lubrifican las paredes de los receptáculos en que se hallan, y al parecer son el resultado de una simple trasudacion. Están compuestos de agua, sales de igual naturaleza que las de la sangre y una corta cantidad de materia albuminoidea. En circunstancias anormales contienen urea ó algun otro principio de los que pueden irse acumulando en el plasma sanguíneo; pero en general, el trabajo secretorio de estas membranas está reducido á fenómenos de endosmose, sin que haya elaboracion de productos especiales ó de elementos específicos. El líquido cerebro-espinal, el contenido en el peritoneo y en las pleuras, el humor acuoso, y hasta el agua del ámnios y de la alantóides, tienen todos una composicion análoga á la del suero de la sangre.

La sinovia es ya algo mas densa que la serosidad; tiene mas cantidad de albúmina, algo de mucina, indicios de materias grasas y células epitélicas. La sinovia

favorece el movimiento de las articulaciones, disminuyendo los roces entre las superficies articulares.

§ 113.

Secrecion de las membranas mucosas.—La superficie libre de estas membranas está lubrificada por un humor viscoso, trasparente y alcalino, llamado moco. Este humor está compuesto de agua, de sales análogas á las de la sangre, de una sustancia orgánica líquida llamada *mucosina*, y además contiene regularmente pequeñas células redondeadas, parecidas á los glóbulos blancos de la sangre, designados con el nombre de glóbulos mucosos, y fragmentos de células de epitelio mas ó menos alteradas en su forma. El moco se disuelve difícilmente en el agua; es insoluble en el alcohol y en el éter; se disuelve en las disoluciones alcalinas poco concentradas, y el alcohol, lo mismo que el acetato de plomo, lo precipitan de sus disoluciones.

Aunque al parecer el moco está destinado únicamente á disminuir el roce de las superficies mucosas, hay algunas circunstancias que inducen á creer que desempeña otras funciones mas importantes. En primer lugar, obra á veces á la manera de los fermentos, ó al menos lo hace presumir la accion que ejercen sobre los alimentos la diastasa salival, la pepsina y el jugo intestinal en cuya composicion entra el moco. En segundo lugar, recordando la frecuencia con que se perforan las membranas del estómago, cuando la secrecion de la mucosidad gástrica está suprimida ó alterada, se inclina uno á creer que esta mucosidad preserva las referidas membranas de la accion disolvente de los jugos digestivos; y en tercer lugar, las disoluciones acuosas de los vírus ó de los fermentos, puestas en contacto con la superficie externa de un endosmómetro en cuyo interior

haya agua azucarada, atraviesan, segun los experimentos de Cl. Bernard, la membrana del indicado aparato, estableciéndose la corriente endosmótica del exterior hácia el interior; pero si la membrana conserva su epitelio cubierto de *moco*, no la atraviesan ni el vírus ni el fermento, á pesar de que no cambia la direccion de la corriente, debiéndose sin duda á esta propiedad el que podamos tragar sin riesgo el veneno de la víbora ó el de otros animales ponzoñosos. Bueno es tener en cuenta, por último, las cualidades acres, corrosivas y hasta contagiosas que adquiere el moco en algunas enfermedades.

§ 114.

Secrecion de las glándulas cerradas.—Cápsulas supra-renales.—En el estado actual de nuestros conocimientos no puede afirmarse cuáles son los usos de estos órganos secretorios. Las granulaciones que se encuentran en su porcion externa ó cortical, análogas á las de los demás tejidos glandulares, y el gran número de vasos sanguíneos que reciben procedentes de la aorta, de la renal, de la frénica y del tronco celíaco, indican bien que sus funciones están relacionadas con la composicion de la sangre, á la que sin duda modifican de una manera especial: pero, ¿en qué consiste esta modificacion? ¿Qué es lo que toma el líquido nutricio á su paso por estos órganos, ó qué es lo que deja en los mismos? Nada sabemos de positivo. M. Addison asegura que existe una coincidencia muy frecuente entre las alteraciones de las cápsulas supra-renales y el estado particular de los tegumentos, llamado en patología *piel bronceada;* pero mientras por una parte se ven enfermos con manchas de este color, sin que las cápsulas supra-renales tengan la mas pequeña alteracion, por otra, la autopsia demuestra en algu-

nas ocasiones trastornos profundos en estos órganos, sin que los sugetos hayan experimentado durante la vida el menor cambio en la coloracion de su piel. Nuestro inteligente y laborioso amigo el Dr. Robert ha dado cuenta, hace pocos dias, á la Academia de Medicina, de un caso de esta rara enfermedad, seguido de muerte, con desaparicion completa de las cápsulas supra-renales y lesiones profundas de estructura en los riñones; y á su vez nuestro amigo y compañero el Dr. Folch ha tenido la amabilidad de comunicarnos otro, observado en su clínica de patología general, en el que las indicadas cápsulas habian permanecido inalterables. La misma contradiccion se nota en cuanto al resultado de los experimentos. Brown-Séquard y Gratiolet pretenden haber demostrado la importancia de estas glándulas en los fenómenos de nutricion, fundándose principalmente en la protitud con que sobreviene la muerte á consecuencia de su extirpacion, y sin embargo, M. Philipeax las ha destruido completamente sin que haya resultado ningun trastorno de importancia, viviendo los animales largo tiempo y hasta reproduciéndose en algunos casos á pesar de la mutilacion. Se necesitan, pues, nuevos datos que desvanezcan las dudas que hoy existen.

Cuerpo tiróides.—Las funciones de esta glándula son tambien desconocidas: se infarta con facilidad en algunos casos, dando lugar á esos tumores llamados *bócios*, tan frecuentes en algunas localidades; pero ni el análisis químico de sus productos, ni el estudio de su composicion anatómica, han permitido conocer el papel que desempeña en el organismo. Hofrichter le atribuye el encargo de suministrar carbono á la sangre; pero esta opinion no se apoya en ningun fundamento sólido, porque si bien es cierto que el líquido nutricio pierde parte de su oxígeno y adquiere ácido carbónico á su paso por el cuerpo tiróides, tambien lo es que le sucede lo mismo

cuando riega cualquier otro tejido glandular. Tampoco es exacto que la glándula tiroides se halle únicamente en los animales de sangre caliente, como este fisiólogo supone, porque, en los reptiles, este órgano es á veces doble, y porque ciertos peces, por ejemplo el sollo, tienen detrás de la mandíbula inferior, en la extremidad anterior del tronco branquial, un cuerpo redondo ú ovoideo, con un líquido lechoso en su interior, que Stannius y otros fisiólogos consideran como la glándula tiróides de estos animales.

El *timo*, lo mismo que las demás glándulas cerradas, se presta poco al exámen de los productos que elabora, y por consiguiente sus funciones son desconocidas. La circunstancia de adquirir el máximum de su desarrollo durante el período fetal y los primeros dias que siguen al nacimiento; la de permanecer estacionario hasta los dos años, y la de atrofiarse despues, indican que la organizacion solo necesita su concurso en los primeros tiempos de la vida. Astley y Cooper, preocupados sin duda con esta idea, sostienen que el timo segrega albúmina, fibrina y glóbulos, preparando de este modo, á expensas de la sangre de la madre, un flúido conveniente para el crecimiento y nutricion del feto, cuya secrecion continúa algun tiempo despues del nacimiento, y disminuye gradualmente á medida que la quilificacion se establece con regularidad. Esta teoría, por mas verosímil que parezca, no podemos aceptarla. ¿Para qué necesita el feto un órgano especial encargado de la secrecion de albúmina, fibrina y glóbulos, cuando todas esas sustancias las lleva preparadas la sangre de la madre? No es tampoco exacto que el timo segregue estas sustancias. Este órgano elabora un líquido lactescente, ligeramente ácido, compuesto de una serosidad albuminoidea en la que se hallan en suspension una multitud de núcleos, algunas células y, en algunos ca-

sos, corpúsculos de capas concéntricas; pero ni estos corpúsculos son glóbulos sanguíneos, ni hay tompoco fibrina en el humor segregado por el timo. Es necesario, por último, tener en cuenta que este órgano no se atrofia, como generalmente se cree, al terminar la época de la lactancia, sino que en la especie humana permanece estacionario hasta los doce ó trece años, encontrándose algunas veces completamente desenvuelto en sugetos de veinticinco, ó de edad mas avanzada todavía.

La extirpacion del timo en los mamíferos jóvenes, ocasiona, segun los experimentos de Friedleben, una voracidad extraordinaria y un crecimiento rápido; pero no engordan, su sangre contiene menos glóbulos rojos, exhalan menos ácido carbónico por la expiracion y mayor cantidad de urea por la orina. Este fisiólogo opina que la extirpacion del timo influye en el trabajo nutritivo de los huesos; pero volvemos á repetir que no es posible, en el estado actual de la ciencia, conocer las verdaderas funciones de este órgano, y por eso no hacemos indicacion de otras hipótesis tan destituidas de fundamento como las que acabamos de examinar.

Con respecto á las funciones de las glándulas linfáticas y del bazo, hemos dicho ya lo único que se sabe al ocuparnos de la linfa y de la composicion de la sangre, y en cuanto á las funciones de los ovarios, las estudiaremos cuando demos á conocer las de reproduccion.

SECCION SÉPTIMA.

De la nutricion.

CAPÍTULO I.

Fenómenos nutritivos en general.

§ 115.

El oxígeno que incesantemente adquiere el organismo en el acto de la respiracion, y el agua, las sales y las materias orgánicas que el aparato digestivo suministra á la sangre, no se emplean únicamente en las secreciones que acabamos de estudiar, sino que se fijan tambien en los tejidos, reparando las pérdidas que experimentan y constituyendo la nutricion propiamente dicha.

Los fenómenos nutritivos comprenden dos clases de hechos diferentes: por la primera, los tejidos orgánicos *asimilan* á su propia sustancia los materiales que necesitan para su acrecentamiento y conservacion; por la segunda, *desasimilan* ó desprenden las partículas que son ya impropias para los usos de la vida.

La asimilacion nutritiva se demuestra por el crecimiento del cuerpo en la época de *desarrollo,* por el aumento de peso y de volúmen en la convalecencia de la mayor parte de las enfermedades, por la regularidad con que se reproducen las porciones de epidermis desprendidas de la piel, ó las uñas y el cabello que se cortan en períodos mas ó menos regulares, etc. La desasimilacion es tambien evidente, no solo en los casos de enflaquecimiento, ya dependan de la edad, de la falta de alimentacion ó del estado patológico de los sugetos, sino en las trasformaciones que de una manera contínua experimentan muchos de nuestros tejidos: las uñas y

el cabello crecen por su base y se gastan por su extremidad opuesta; el epitelio de las membranas mucosas y la epidermis se renuevan de un modo parecido, y los huesos pierden sus capas primitivas siendo reemplazadas por otras de nueva formacion que se fijan en su superficie. Estos hechos dan lugar á deducir que el movimiento de desasimilacion, que acabamos de citar, es comun á todas las partes de la economía, y de consiguiente que el organismo entero se renueva sin cesar hasta el punto de que, pasado cierto número de años, no conserva ninguna de las porciones de sustancia de que estaba formado anteriormente.

Esta opinion ha sido impugnada por Duhamel y otros fisiólogos, fundándose principalmente en que el movimiento de descomposicion, ó no existe, ó es inapreciable en los huesos de los animales adultos. Se ha demostrado efectivamente que si se dá rubia á un animal *cuyos huesos estén ya desarrollados,* no adquieren el color rojo de la materia colorante sino despues de haberla tomado mucho tiempo, y que, una vez adquirido, lo conservan casi indefinidamente. Este hecho prueba en realidad que los fenómenos nutritivos son poco enérgicos en las circunstancias indicadas; pero prueba al mismo tiempo que no desaparecen por completo. Hay asimilacion, puesto que los huesos fijan en su tejido algunos de los materiales que lleva consigo la sangre, como lo demuestra el color que adquieren, siquiera sea lentamente, cuando se mezcla la rubia con los alimentos; y hay desasimilacion, puesto que, á pesar de las sustancias que se apropian, no aumentan en peso ni en volúmen, como en otro caso deberia suceder. Lo que pasa con los huesos, aunque compuestos en gran parte de materias inorgánicas, demuestra bien que todos los tejidos se nutren, y por lo mismo que están sujetos á ese doble movimiento de composicion y de descomposicion, sin

el cual no son posibles las manifestaciones de la vida. Ahora bien, ¿qué cambios, qué clase de trasformaciones experimentan las sustancias asimilables, á consecuencia del trabajo nutritivo á que tan directamente contribuyen? La observacion directa de los hechos permite asegurar que unas atraviesan el organismo sin experimentar la menor alteracion, y que otras forman compuestos nuevos pasando por una série de metamórfosis, que no siempre conocemos, hasta constituir los productos de exhalacion y secrecion.

§ 116.

Del agua en los fenómenos nutritivos.—El agua es tan indispensable para las manifestaciones de la vida, que desde el momento que un tejido pierde parte de su humedad, ó muere ó se suspenden sus actividades fisiológicas. Es muy notable lo que bajo este último concepto sucede á los *rotíferos,* á los *tardígrados* y á los demás animalillos destinados por la naturaleza á vivir en sitios donde la humedad que necesitan solo aparece en épocas indeterminadas. Ya Leeuwenhoek habia observado en el siglo XVII, que, cuando se evapora el agua en que viven los rotíferos, que suele ser la que se fija en el techo de las habitaciones, si tiene alguna gotera la cubierta, se desecan estos animalillos microscópicos y quedan en un estado de muerte aparente hasta que se les devuelve la humedad. Pero lo mas sorprendente es, si no hay algun error en las observaciones de Spallanzani, y en las mas recientes de Doyère, Gavarret, Broca, etc., que los rotíferos desecados pueden permanecer en forma de polvo inerte por mas de tres años, volviendo despues á la vida con solo mojarlos, sin que ni el frio ni el calor á que han estado espuestos, y que hubieran bastado en circunstancias normales para ocasionar su muerte, hayan ejercido la menor influencia en su organizacion. De todos modos, esta singular propiedad, si

es que existe, está poco generalizada, y la desecacion, cuando llega á cierto límite, extingue la vida de una manera real y completa, sin permitir esos fenómenos de semi-resurreccion. Por lo demás, se comprende que así debe suceder, porque sin agua no hay disolvente para las sustancias absorbibles, ni para los materiales de las secreciones, ni para los que acarrea la sangre, ni para ninguno de esos agentes cuyas reacciones químico-fisiológicas son indispensables al organismo.

El cuerpo humano contiene próximamente un setenta y cinco por ciento de agua, que se renueva sin cesar por medio de las bebidas. Tambien los alimentos llevan consigo cantidades considerables de este líquido, y se forma además en el interior de la economía por la combinacion del oxígeno con el hidrógeno. El agua sirve de base á todos los humores y no hay tejido de que no sea parte integrante, porque sin su concurso no reunirian el conjunto de propiedades físicas indispensables para el desempeño de sus funciones. El agua, ya circule libremente con la sangre ó ya constituya parte de los humores ó tejidos, contribuye de una manera activa á los fenómenos de nutricion sin experimentar cambios ni descomposiciones.

§ 117.

De las sales en la nutricion.—La mayor parte de las sales inorgánicas llegan á la sangre con los demás productos de la digestion, y las encontramos en el plasma y en los humores segregados sin que hayan sufrido trasformaciones especiales. Á veces, es tan corto el tiempo que media entre su ingestion y su salida, que casi podria sospecharse que no ejercen influencia alguna en el trabajo nutritivo. Sin embargo no sucede esto. La sal comun, cuya importancia dimos ya á conocer al hablar de los alimentos minerales, no solo favorece la digestion, interviniendo de este modo en la cantidad y calidad de

los materiales reparadores, sino que contribuye directamente al acrecentamiento y conservacion de los tejidos. Ensayos repetidísimos han demostrado hasta la evidencia que, en igualdad de condiciones alimenticias, engordan mucho mas los animales á quienes se dá sal con la comida.

El cloruro de sódio influye en la nutricion por diferentes conceptos. En primer lugar, introducido en el estómago, excita la sed, y el agua que se bebe favorece las absorciones y facilita el recíproco contacto de las sustancias cuyas reacciones químico-fisiológicas son indispensables para los fenómenos nutritivos; en segundo lugar, mantiene la alcalinidad de la sangre y contribuye á que los glóbulos rojos conserven su estado normal, porque estos corpúsculos se hinchan y destruyen cuando el suero que los baña no tiene en disolucion suficiente cantidad de materias salinas, y en tercer lugar, disuelto en el plasma y puesto en contacto con el parénquima de los órganos, forma una parte integrante de los humores y tejidos hasta ser al fin eliminado con los productos de excrecion.

Otras sales hay que no sufren tampoco ninguna descomposicion especial, y sin embargo influyen directamente en la nutricion. El fosfato de sosa, por ejemplo, disuelto en el suero, aumenta la solubilidad del oxígeno en este líquido: el fosfato de cal se fija en el tejido de los huesos y en todos los demás de la economía, puesto que no hay ningun elemento anatómico del cual no forme parte.

En cambio, la generalidad de las sales formadas por la combinacion de un ácido vegetal con un álcali, solamente pueden concurrir á los fenómenos nutritivos siendo antes descompuestas. El acetato de potasa, el tartrato de la misma base y el lactato de sosa se convierten en carbonatos alcalinos al poco tiempo de circular

con la sangre, y en esta forma se encuentran en la orina. Esta trasformacion depende de la oxidacion de los ácidos orgánicos, á consecuencia de la cual se produce agua y ácido carbónico. Por una causa análoga, el sulfidrato de potasa queda convertido en sulfato de la misma base á poco de haber penetrado en el organismo.

§ 118.

De las sustancias albuminoideas en la nutricion.—Ya hemos dicho al hablar de la digestion que las diferentes sustancias albuminoideas se convierten, despues de digeridas, en albuminose, y que bajo esta forma son absorbidas y trasportadas al torrente circulatorio. Ya indicamos tambien que en el momento de ponerse en contacto con las sustancias alcalinas de la sangre, la albuminose quedaba trasformada en albúmina. Ahora bien, ¿qué cambios químico-fisiológicos, qué série de trasformaciones experimenta esa albúmina desde el momento de su entrada en el organismo hasta el de su salida como producto excrementicio?

Nuestro sábio amigo el Dr. Valentí y Vivó, en los interesantes artículos publicados en la *Independencia Médica* acerca de la estequiología de los principios albuminoideos, no solo ha demostrado la importancia de este estudio, sino que ha dado á conocer con elevado criterio el resultado de los trabajos emprendidos en estos últimos tiempos por Mulder, Berard, Denis, Schmidt, Liebig, Virchow, Kühne, etc. Por desgracia, todos estos esfuerzos reunidos no han sido suficientes para descubrir las trasformaciones graduales y sucesivas que la albúmina experimenta en los actos de asimilacion y desasimilacion, hasta quedar al fin convertida en esos productos secundarios que encontramos en la orina y en otras secreciones; y aunque indudablemente estamos en el buen camino, es muy grande todavía el espacio que necesitamos recorrer para llegar al descubrimiento

de la verdad. Hasta que este caso llegue, veamos lo que parece mas probable.

Trasformadas las sustancias albuminoideas en albuminose, como consecuencia del trabajo digestivo, y absorbida en el tubo intestinal, penetra en el torrente circulatorio y se reconstituye en estado de albúmina al ponerse en contacto con las sustancias alcalinas de la sangre. La albúmina, al atravesar el hígado, contribuye á la produccion de los glóbulos hemáticos, que, segun opina Beclard, toman orígen en esta víscera de la misma manera que nacen las células orgánicas en las formaciones embrionarias. Parece natural que la albúmina contenida en el glóbulo de nueva formacion se vaya oxidando poco á poco á expensas del oxígeno que circula con la sangre hasta que al fin quede convertida en fibrinógeno. Es probable tambien, que el glóbulo maduro se rompa al atravesar el parénquima del bazo, y que de este modo el plasma sanguíneo adquiera la fibrina que deja aquel en libertad. Por otra parte, como la misma albúmina se convierte en caseina, combinándose con las sustancias alcalinas de la sangre, este líquido reune la albúmina, la fibrina y la caseina que se necesitan para el acrecentamiento y conservacion de los tejidos.

Hay, pues, en el interior de los vasos sanguíneos trasformaciones químicas que preparan los materiales de asimilacion, y como los tejidos animales están principalmente compuestos de albúmina, de fibrina y de caseina ó de derivados de estas sustancias, se admite con bastante fundamento que proceden de las materias albuminoideas de la sangre, que á su vez toman orígen en los alimentos llamados plásticos.

Los fenómenos íntimos de la asimilacion, ó el mecanismo en virtud del cual la albúmina, la fibrina y la caseina se convierten en sustancia propia de los tejidos, no se conoce. Sabemos que hay oxidaciones variadas,

á consecuencia de las cuales la fibrina, por ejemplo, se trasforma en *sintonina;* pero las leyes de la isomeria deben ejercer una grande influencia en los nuevos compuestos que se originan, y han de existir además otras combinaciones, como la del oxígeno y el hidrógeno formando agua, ó la del hidrógeno y ázoe constituyendo el amoníaco, para que de este modo se produzcan los tejidos que dan *gelatina* por la coccion; los que tienen *condrina,* y aquellos en que principalmente se encuentran la *elasticina,* la *neurina* ó la *oseina.*

Las sustancias albuminoideas cuando ya forman la materia plástica de los órganos continúan sufriendo nuevas oxidaciones, en virtud de las cuales se convierten en productos mas impropios cada vez para el sostenimiento de la vida hasta que tienen que ser eliminados por las secreciones. En este movimiento regresivo ó de desasimilacion, es cuando toman orígen la *creatina,* la *creatinina,* la *leucina,* la *tirosina,* el ácido *úrico* y aun la *urea,* producto final y máximum de oxidacion de las sustancias albuminoideas que se expelen por la orina.

Nos formariamos, sin embargo, una idea muy equivocada de las alteraciones que estas sustancias experimentan en la organizacion si creyéramos conocerlas todas. Las que acabamos de indicar son los extremos de una cadena cuyos eslabones intermedios no hemos sabido encontrar. Ignoramos por completo las fases por que pasa la albúmina hasta constituir, por gradaciones sucesivas de oxidacion, los ácidos cólico y coléico que encontramos en la bílis. Ignoramos tambien la série de trasformaciones que se necesitan para que la misma albúmina ó alguno de sus derivados abandone parte del ázoe que entra en su composicion y lo encontremos en estado libre circulando con la sangre, de donde sale al exterior con los productos de la espiracion.

Quizás el desprendimiento de ázoe de que acabamos

de hablar es lo que contribuye á que las sustancias albuminoideas se conviertan en glucosa en algunas ocasiones, y en otras en grasa. El hecho es, que la putrefaccion de la fibrina dá origen á los ácidos grasos valeriánico y butírico; que los tejidos del cadáver, ricos en albúmina, se trasforman debajo del agua en adipocira ó *grasa de cadáver;* que en la leche, en reposo, se forma grasa á expensas de la *caseina;* que la misma caseina se convierte en grasa, en el queso, sobre todo cuando no es reciente; que en los músculos y nervios paralizados se observa la *degeneracion grasosa,* á expensas probablemente de las sustancias azoadas de la fibra muscular, y que M. Tigri ha notado la trasformacion de los glóbulos rojos en vesículas adiposas en el interior de los derrames sanguíneos. Pero si las sustancias albuminoideas son susceptibles de convertirse en cuerpos grasos, ¿sabemos algo de las modificaciones químicas que se verifican en el interior de la economía para que este fenómeno se realice? La misma duda nos ocurre con respecto á su trasformacion en azúcar.

En los animales carnívoros el hígado forma glucosa á expensas de las sustancias albuminoideas, puesto que casi son las únicas que emplean para su alimentacion. M. Berthelot la ha obtenido tratando la *quitina,*—tegumento azoado de los insectos y de los crustáceos,—por el ácido sulfúrico en frio; MM. Bœdeker y Fischer, sometiendo los cartílagos á la accion del ácido clorhídrico, y Liebreich y Beyer, con el protagon, segun asegura Hermann. Ahora bien, de todo este conjunto de hechos y observaciones, ¿qué es lo que en resúmen puede deducirse? Que las sustancias albuminoideas sufren, lo mismo cuando circulan con la sangre que cuando forman parte de los tejidos, una série de oxidaciones á consecuencia de las cuales se acercan cada vez mas á la naturaleza de los cuerpos cristalizables, por cuya razon se

trasforman al fin en verdaderos productos excrementicios, y que en medio de estas alteraciones cuya naturaleza y recípoca relacion solo conocemos en parte, pierden algunas veces ázoe y se convierten en cuerpos grasos y en glucosa, ó lo que es igual, en sustancias no azoadas, para experimentar en este caso las metamórfosis que son propias de los elementos respiratorios.

§ 119.

Sustancias no azoadas en la nutricion.—Los alimentos amiláceos absorbidos en el aparato digestivo, en estado de glucosa, desaparecen al poco tiempo de la sangre, á consecuencia de su combinacion con el oxígeno, de la cual resulta agua, ácido carbónico y desprendimiento de calor. Hay casos en que la glucosa se fija en los tejidos antes de quemarse, y entonces se convierte en grasa y se acumula en las vesículas adiposas. La exactitud de este fenómeno se demuestra con solo recordar que las abejas, alimentadas exclusivamente de azúcar, producen una sustancia análoga á la grasa—la cera—y que los animales sometidos á un régimen de materias amiláceas engordan mucho. Con respecto á este último punto, M. Liebig cita algunos hechos dignos de fijar la atencion. No dando de comer mas que maíz á un ganso, que pesaba cuatro libras al empezar el experimento, al cabo de un mes pesaba ya cerca de nueve y tenia mas de tres y media de gordura, y como el orígen de esta sustancia no ha podido ser otro que la alimentacion, hay que admitir que el maíz, ó mejor, la fécula que contiene es la que se trasforma primero en glucosa y despues en grasa. El mismo Liebig asegura que alimentando á un cerdo con guisantes y patatas, consiguió que la cantidad de grasa, que al empezar el experimento era de diez y ocho libras, poco mas ó menos, se elevara en el espacio de trece semanas á cincuenta, y esto no hubiera podido suceder sin la trasformacion antes indicada.

Las observaciones precedentes demuestran que la grasa que se encuentra en el tejido de los animales procede de tres orígenes distintos. En unos casos se debe directamente á los alimentos grasos de que hacen uso; en otros, las sustancias albuminoideas se convierten en grasa, segun hemos dicho anteriormente, y en otros, en fin, experimentan la misma trasformacion las sustancias feculentas y azucaradas. Ahora bien, ¿qué objeto tiene, para qué sirve esta grasa en la organizacion? En circunstancias normales los cuerpos grasos circulan con la sangre, y bien constituyan los glóbulos blancos, ó bien se hallen en completa libertad, se combinan lenta y sucesivamente con el óxigeno absorbido durante la respiracion, dando lugar al desprendimiento de calor y á la formacion de ácido carbónico y de agua. En otros casos, la grasa se deposita en los tejidos y se conserva allí, como almacenada, para satisfacer las necesidades que puedan ocurrir, ya por la falta de alimentacion ó ya por trastornos fisiológicos que no permitan la digestion ó las absorciones con la regularidad acostumbrada.

La série de metamórfosis que experimentan el azúcar y las grasas hasta convertirse definitivamente en agua y ácido carbónico, son completamente desconocidas. Cabe en lo posible que los ácidos láctico, butírico y fórmico constituyan algunas de estas fases intermedias, pero nada sabemos de positivo. En la misma ignorancia estamos con respecto á los cambios que experimenta el azúcar para trasformarse en grasa y á los que sufre esta cuando abandona el tejido adiposo y es trasportada á la sangre para reemplazar la falta de alimentos respiratorios, pues tambien en este caso experimenta modificaciones desconocidas.

De las rápidas consideraciones que acabamos de exponer se deduce la necesidad de que el hombre y los animales encuentren en su alimentacion cuatro clases

de sustancias: materias plásticas, reparadoras, organizables, que, como la albúmina, fibrina y caseina, puedan, trasformándose de diferentes maneras, constituir parte de los humores y tejidos; materias orgánicas, esencialmente combustibles, que, como las féculas, los azúcares y las grasas, se quemen con facilidad desprendiendo el calor que se necesita; materias minerales con las que puedan reemplazarse el azufre, el fósforo, el cloro, el sódio, el calcio y todos los demás elementos que se encuentran en la organizacion, y por último, el agua, base indispensable de todo sér organizado y sin la cual son imposibles las manifestaciones de la vida.

La imprescindible necesidad de una alimentacion mixta que comprenda todas las sustancias que acabamos de indicar, se hace sentir lo mismo en el hombre que en los animales. Los carnívoros encuentran en su presa materias grasas, materias azoadas, fosfatos térreos y las demás sales que su organismo necesita. En el alimento de los herbívoros la proporcion de las sustancias azoadas es menor, pero en cambio digieren mucha mayor cantidad de materias vegetales para encontrar de este modo el ázoe necesario; y en cuanto al agua, casi todos los animales beben cantidades mas ó menos considerables, aprovechando al mismo tiempo las diferentes sales que contiene en disolucion.

Las proporciones en que los alimentos plásticos y respiratorios deben constituir la alimentacion normal, varian segun los casos y circunstancias, influyendo principalmente la edad, el sexo, el género de vida y las condiciones climatológicas. Por regla general puede decirse que el hombre necesita una parte de sustancias albuminoideas por cada tres de hidratos de carbono. No basta, sin embargo, conocer esta proporcion; conviene averiguar, hasta donde la ciencia lo permita, la cantidad de alimentos que es indispensable para satisfacer las necesidades nutritivas.

CAPÍTULO II.

Cantidad de alimentos que necesita el hombre para su conservacion.

§ 120.

Como el objeto de la alimentacion es reparar las pérdidas experimentadas por el organismo, es preciso que la racion alimenticia contenga los materiales necesarios para compensar el producto de todas las excreciones. Por otra parte, como la composicion química del cuerpo no cambia, al menos sensiblemente, la suma de los principios inmediatos absorbidos debe estar en proporcion con la suma correspondiente de los que son eliminados. Esto quiere decir, que para determinar la racion alimenticia de un animal cualquiera, no basta fijar la cantidad, sino que es preciso señalar tambien la calidad. En circunstancias normales la naturaleza nos indica por medio del hambre y de la sed el límite á que debemos llegar en la ingestion de los alimentos y bebidas; de modo que, siguiendo el impulso de estas sensaciones, se tienen los datos necesarios para que no haya exceso ni insuficiencia en la comida; pero como este impulso no es siempre estrictamente obedecido; como hay circunstancias en que tambien sufre trastornos ó aberraciones que pueden ser causa de peligro, y como de todos modos lo que conviene es resolver la cuestion en el terreno de los principios, preciso es buscar en otra parte los datos que necesitamos.

Si, como hemos dicho, los alimentos deben reparar todas las pérdidas que ocasionan las combustiones fisiológicas y la desasimilacion nutritiva, ¿cuál es la racion alimenticia que el *hombre necesita* cuando ha terminado el crecimiento y conserva su peso estacionario? Aunque las necesidades nutritivas varian por un gran núme-

ro de causas, puede establecerse en principio que todo lo que contribuye á que sean mas activas las combustiones fisiológicas, exige como consecuencia necesaria mayor cantidad de alimentos reparadores; de consiguiente, para averiguar los que son indispensables en el espacio de veinticuatro horas, es preciso conocer antes la cantidad de elementos constitutivos que se pierden en el mismo tiempo.

Entre estos elementos, los mas importantes y los que deben fijar principalmente nuestra atencion, son el carbono y el ázoe. El hombre adulto oxida, por término medio en cada veinticuatro horas, y expele por la respiracion, en forma de ácido carbónico, unos doscientos cuarenta gramos de carbono. La urea que se arroja con la orina, y cuya composicion está representada por la fórmula $C^2 H^4 Az^3 O^2$, contiene la quinta parte de su peso en carbono, y como en las veinticuatro horas se evacuan próximamente veintiocho gramos de urea, se pierden por este concepto y por los demás productos orgánicos segregados por los riñones, unos seis gramos de carbono. Las materias biliosas, los jugos intestinales, los productos que se vierten en el tubo digestivo y que se eliminan con las heces, encierran próximamente quince gramos del mismo elemento, y el sudor y el ácido carbónico espirado por la piel, otros quince; de manera que la cantidad total de carbono excretada diariamente es, por término medio, de doscientos setenta á doscientos setenta y seis gramos.

En cuanto al ázoe, los veintiocho gramos de urea excretados diariamente, contienen diez y siete gramos y ocho décimas de este elemento; de modo, que comprendiendo á la vez el que se encuentra en las otras materias urinarias, podemos calcular en diez y nueve gramos el ázoe eliminado por la orina. Si á esto añadimos dos gramos próximamente que llevan consigo los

ácidos cólico y coléico de la bilis y la cortísima porcion que se pierde por la respiracion cutánea y pulmonal, tendremos que la pérdida total puede ser evaluada en veintiuno ó veintidos gramos cada veinticuatro horas.

Los resultados obtenidos por M. Barral en una série de observaciones prácticas, están completamente de acuerdo con los datos que acabamos de citar. Analizada la racion alimenticia de sugetos adultos, cuyo género de vida no exigia gasto alguno considerable de fuerza muscular, halló que los alimentos consumidos cada dia contenian, por término medio, veintiun gramos de ázoe y doscientos sesenta y cinco de carbono.

Las noticias estadísticas recogidas por M. Christison, con motivo de una informacion administrativa hecha en Escocia para fijar la racion alimenticia de los presos, en las condiciones de la mas estricta economía; los suministrados por Liebig con referencia á los detenidos en la casa de correccion de Giessen, y las observaciones de M. Dumas, analizando la racion de los soldados de caballería en Francia, permiten asegurar que las proporciones que hemos fijado anteriormente son bastante exactas.

No se olvide, sin embargo, que se trata de términos medios generales, pues por lo demás, es evidente que la edad, el sexo, la temperatura exterior y, sobre todo, el estado de reposo ó de actividad muscular, ejercen una influencia considerable en la mayor ó menor cantidad de los elementos que deben formar parte de la alimentacion. M. Liebig nos ha hecho conocer que los presos de algunos establecimientos penales de Alemania, donde el trabajo es fatigoso, necesitan sesenta y tres gramos mas de carbono que los detenidos en Giessen, donde el trabajo no es obligatorio; y los datos estadísticos reunidos y discutidos por Gasparin demuestran que el hombre condenado al reposo vive perfectamente sin disminuir de peso, con tal que sus alimentos contengan doce

gramos y medio de ázoe y doscientos sesenta y cuatro de carbono, mientras que el jornalero dedicado á un ejercicio mecánico penoso, necesita veinticinco gramos del primero y trescientos del segundo de estos elementos.

La racion alimenticia, no solo ha de comprender las sustancias orgánicas, sino que son precisas, segun hemos indicado ya otras veces, diferentes sales minerales y agua.

Con respecto á las sales, se encuentran de ordinario asociadas á los alimentos y bebidas; pero hay circunstancias en que el organismo las necesita en mayor cantidad. La gallina recoge en el suelo las arenillas que han de suministrar la cal, tan abundante en la cáscara de los huevos: el hombre añade sal á la comida.

Aunque la proporcion de agua que el hombre necesita varia mucho, segun los individuos, la temperatura, el estado higrométrico de la atmósfera y otra porcion de circunstancias, se calcula en mil quinientos gramos cada veinticuatro horas, sin incluir en esta cantidad la que forma parte constitutiva de los alimentos.

Las consideraciones anteriores demuestran, en último resultado, que la alimentacion del hombre debe contener cantidades determinadas de ázoe, de carbono, de sales inorgánicas y de agua; pero, ¿cuál es la racion alimenticia que ha de tomar para que pueda encontrar en ella los elementos constitutivos necesarios y en las proporciones convenientes?

La resolucion de este problema supone el conocimiento prévio de la composicion química de las sustancias alimenticias, porque si no se sabe qué elementos contienen estas, ni la proporcion en que se encuentran, es imposible determinar la racion alimenticia que conviene.

Á fin de facilitar este trabajo, insertamos á continuacion la parte mas esencial de un cuadro de M. Payen,

en que se indican las cantidades de ázoe, de carbono, de grasa y de agua que encierran los alimentos mas generalmente empleados.

CLASE DE ALIMENTOS.	AZOE. Gramos.	CARBONO. Gramos.	GRASA. Gramos.	AGUA. Gramos.
Carne sin hueso, cada cien gramos contiene:	3	11	2	78'50
Huevos. . . . . id.	1'90	12'50	7	80
Leche de vaca. . . —	0'66	7	3'70	86'50
Leche de cabra. . —	0'69	7'60	4'10	83'60
Queso de Brie. . . —	2'25	24'60	5'56	58
Queso de Gruyère. —	5	36	24	30
Chocolate. . . . —	1'52	48	26	8
Habas.. . . . . —	4'50	40	2'10	15
Habichuelas. . . —	3'88	41	2'80	12
Lentejas. . . . . —	3'75	40	2'65	12
Guisantes. . . . —	3'50	41	2'10	10
Trigo duro. . . . —	3	10	2'10	12
Trigo blando. . . —	1'81	39	1'75	14
Harina blanca de París. . . . . —	1'64	39	1'80	14
Harina de centeno. —	1'75	41	2'25	15
Maíz. . . . . —	1'70	44	8'80	12
Harina de avena mondada. . . . —	1'95	41	6'10	13
Trigo moreno. . . —	1'95	40	2	12
Arroz.. . . . . —	1'08	43	0'80	13
Pan blanco de París. —	1'08	29'50	1'20	36
Pan de municion. . —	1'20	30	1'50	35
Pan de harina de trigo duro.. . . —	2'20	31	1'70	37
Castañas ordinarias. . . . . —	0'64	35	4'40	26
Castañas secas. . —	1'04	48	6	10
Patatas. . . . . —	0'24	10	0'10	74
Zanahorias. . . . —	0'31	5'50	0'15	88
Higos frescos. . . —	0'41	15'50	0'00	66
Higos secos.. . . —	0'92	34	0'00	25
Ciruelas. . . . . —	0'73	28	0'00	26
Tocino. . . . . —	1'18	31'14	41	20
Manteca fresca. . —	0'64	37	42	14
Aceite de oliva. . —	0'00	37	56	2

La primera consecuencia que se deduce del estudio del cuadro precedente, es que la racion alimenticia debe estar compuesta de diferentes alimentos, porque uno solo, cualquiera que sea, no contiene el carbono y el ázoe en las proporciones que son indispensables. Hemos dicho que el hombre necesita, por término medio en las veinticuatro horas, veintidos gramos de ázoe y doscientos setenta de carbono. Supongamos ahora que se alimenta exclusivamente de pan. Cada cien gramos contendrán próximamente uno de ázoe y treinta de carbono; de consiguiente, para reunir los veintidos de ázoe, es preciso tomar dos mil doscientos gramos de pan; pero como en esta cantidad se encuentran seiscientos sesenta gramos de carbono y solo se necesitan doscientos setenta, habrá un excedente de combustible que, además de fatigar inútilmente las fuerzas digestivas, trastornará el mecanismo regular de las oxidaciones fisiológicas. Si para evitar este inconveniente se disminuye la cantidad de pan y se toman, por ejemplo, novecientos gramos, el organismo encontrará precisamente el carbono necesario; pero en cambio no hallará mas que nueve gramos de ázoe, y como se necesitan veintidos, habrá un déficit considerable de este elemento constitutivo; de manera que cualquiera que sea la cantidad de pan que se tome, se ejecutarán mal las funciones nutritivas.

Lo mismo sucede con la carne. Cada cien gramos contiene tres de ázoe y once de carbono. Fijando la racion alimenticia en setecientos gramos, habrá suficiente ázoe—veintiun gramos;—pero en cambio solo se hallarán setenta y siete de carbono en vez de los doscientos setenta que son necesarios.

Si el hombre se alimentara exclusivamente de patatas, necesitaria dos mil setecientos gramos para hallar en ellas los doscientos setenta de carbono; pero no con-

tendrian mas que siete de ázoe, y de consiguiente faltarian quince gramos de esta última sustancia.

Esto nos demuestra que si el régimen alimenticio ha de estar en relacion con las necesidades de la economía, es preciso hacer uso de sustancias animales y vegetales á la vez, asociadas en proporciones convenientes. Así:

	Carbono.	Ázoe.	Agua.
900 gramos de pan contienen. . .	265'50	9'72	324'—
300 — de carne.	33'—	9'—	235'50
1200 gramos de alimentos sólidos.	298'50	18'72	559'50

De consiguiente, novecientos gramos de pan y trescientos de carne, cada veinticuatro horas, forman una racion alimenticia suficiente para sostener las necesidades de la economía, añadiendo una cantidad variable de bebidas, que puede fijarse próximamente en kilógramo y medio, por no ser bastante la que los alimentos llevan consigo.

Lo que acabamos de indicar con respecto al pan y á la carne, es aplicable á todas las demás sustancias alimenticias, asociándolas en las proporciones necesarias. Teniendo en cuenta por una parte el precio de los alimentos, y por otra el carbono y el ázoe que contienen, pueden combinarse de manera que resulten raciones alimenticias económicas, sin que por eso dejen nada que desear bajo el punto de vista de sus propiedades nutritivas.

De estos datos resulta, que en nuestros climas y en circunstancias normales, prescindiendo de las modificaciones que en la alimentacion exigen la edad, el ejercicio muscular, la temperatura, el uso del café, del árnica, etc., el hombre consume, en el espacio de veinticuatro horas, de dos á tres kilógramos de alimentos sólidos y líquidos, que es, con corta diferencia, la misma cantidad á que asciende la suma de todas las evacuacio-

nes y exhalaciones, excepto la parte referente al oxígeno que se recupera por medio de la respiracion.

§ 121.

Alimentacion insuficiente.—Cuando las necesidades nutritivas no se satisfacen por faltar completamente la alimentacion, sobrevienen desórdenes numerosos en los sistemas orgánicos, acompañados de alucinaciones, pérdida de sueño y períodos de estupor y de delirio.

Desde el momento que el hambre se hace sentir con intensidad, desciende la temperatura, disminuye la frecuencia del pulso y la de la respiracion, y se hacen menos intensas las oxidaciones fisiológicas y las secreciones. Á pesar de todo, el peso del cuerpo decrece gradualmente, porque la vida se sostiene á expensas de los materiales de la organizacion; de manera que hasta los animales herbívoros se alimentan en este caso de su propia sustancia animal.

Cuando la disminucion de peso llega á ciertos límites—de ordinario la mitad del inicial—la muerte por inanicion es la consecuencia necesaria. Las pérdidas que experimentan las diferentes partes de la economía á consecuencia de la abstinencia, no son iguales. En el cadáver se encuentra que el tejido adiposo ha perdido el noventa por ciento de su peso; la sangre el ochenta y cinco; las vísceras abdominales y los músculos el sesenta; el cerebro se conserva casi sin sufrir alteracion.

La disminucion del peso del cuerpo es algo mayor el primer dia de abstinencia, porque se expele el resíduo del alimento que conserva todavía: cuando la muerte se aproxima, hay tambien mayores pérdidas, porque aumentan las evacuaciones albinas.

Cuando la abstinencia no es absoluta, sino que se

toman alimentos en menor cantidad de la necesaria, constituye lo que se llama *alimentacion insuficiente*, y ocasiona los mismos fenómenos, pero con una marcha mas lenta. Á veces la alimentacion es insuficiente, aunque sea abundante, porque no contiene todos los elementos químicos que se necesitan, y en este caso sobreviene tambien la muerte con rapidez, aunque con menor disminucion en el peso del cuerpo. La privacion absoluta de agua, si las materias nutritivas no la llevan consigo en suficiente cantidad, dá lugar á los mismos efectos que la abstinencia, porque los animales se resisten á tomar toda clase de alimentos sólidos.

§ 122.

Alimentacion superabundante.—Hay ocasiones en que el exceso de alimentos orgánicos contribuye á que aumente el peso del cuerpo, porque no se gastan si las pérdidas continúan siendo iguales y, de consiguiente, se fijan en los tejidos; otras en que son prontamente oxidados y evacuados con las secreciones, dando lugar únicamente á mayor actividad en todas las manifestaciones vitales; y otras, en fin, en que producen ambos efectos á la vez. Por regla general la naturaleza evita los inconvenientes de una alimentacion exagerada: primero, porque la absorcion digestiva tiene sus límites, y parte de los materiales alimenticios son eliminados con las heces; segundo, porque las materias nutritivas inorgánicas, absorbidas con exceso, como el agua y las sales, son asimismo eliminadas con prontitud por las excreciones; y tercero, porque el exceso de alimentacion orgánica casi siempre lo compensa el mayor desarrollo de las oxidaciones que á su vez ocasionan tambien mayor cantidad de productos excrementicios. Pero aun así, siempre ofrece sus peligros el que la organizacion

tenga que valerse de medios extraordinarios para desembarazarse de los materiales que la estorban, y son tantas las enfermedades ocasionadas por esta causa, que bien puede asegurarse que el número de víctimas, producido por la intemperancia, es mucho mayor que el que originan la miseria y la falta de alimentacion.

Del conjunto de hechos que hemos dado á conocer, se deduce que el plasma de la sangre es el que proporciona á los tejidos los elementos reparadores que necesitan; que este plasma riega el parénquima de los órganos y penetra en su interior hasta ponerse en contacto con los utrículos invasculares, manifestándose por lo mismo los fenómenos de nutricion en todas las partes vivas, estén ó no provistas de vasos sanguíneos; y que este plasma intersticial se convierte en tejido organico, siendo todavía misteriosa la eleccion que cada parte del organismo hace de los materiales nutritivos que le convienen, así como las fases intermedias de esta trasformacion. De todos modos, lo que se refiere al acrecentamiento y regeneracion de los tejidos, está íntimamente relacionado con la evolucion fetal, y solo cuando conozcamos lo que sucede en el embrion al constituirse y acrecentarse, es cuando podremos formarnos una idea mas completa de la histogenia de los fenómenos nutritivos.

FIN DEL TOMO PRIMERO.

ÍNDICE DEL TOMO I.

PRIMERA PARTE.

Nociones preliminares.

PÁG.

PRÓLOGO. 5

Capítulo I.

§1.º De la Fisiología y sus límites. 9
Objeto de la Fisiología... . . 9
En qué se diferencia de las demás ciencias naturales. . 10
En qué se diferencia de las demás ciencias biológicas. . 10
Las manifestaciones de la vida no son iguales en todos los séres. 11
Fisiología vegetal, animal ó comparada y humana. . . 11
Funciones orgánicas. Clasificacion. 12

Capítulo II.

§2.º Idea general de la vida . . . 13
La vida considerada como entidad activa é inteligente. . 14
La vida considerada como resultado de la accion de los agentes físicos y químicos sobre la materia. 14
Las dos opiniones son igualmente inadmisibles. . . . 15
Causas que influyen en el modo de existir de los cuerpos inorgánicos. 15
La nocion de fuerza y la de materia son inseparables. . 17
Causas que influyen en el modo de existir de los cuerpos vivos. 17
No se concibe la existencia de ningun cuerpo organizado sin materia que lo forme y sin actividades que obren sobre la materia de que está formado. 18
Las actividades físicas y químicas no bastan para explicar los fenómenos de la vida. Hay además fuerzas vitales. 19
Las fuerzas vitales no se alteran ni trastornan con independencia de los cuerpos en que ejercen su accion. . 20

PÁG.

Las enfermedades llamadas vitales dependen primitivamente de un cambio en el modo de ser del organismo. 22

Capítulo III.

§3.º De los cuerpos organizados. . 23
Principios elementales de los cuerpos organizados. . . . 23
Principios inmediatos y elementos anatómicos. . . . 24
De la célula, núcleo y nucleola. 25
Formacion y agrupamiento de las células. 27
Causas que influyen en la diversidad de los tejidos. . . 28
Los *principios elementales* de los tejidos no se diferencian de los inorgánicos. 32

Capítulo IV.

§4.º Diferencias entre los cuerpos vivos y los inorgánicos. . . 33
Orígen de los cuerpos vivos. . 35

Capítulo V.

§5.º De la generacion espontánea. 36
Pueden los cuerpos inorgánicos convertirse en séres vivos por la sola influencia del aire, de la luz y de la humedad? 38
Pueden los residuos orgánicos procedentes de animales ó vegetales muertos convertirse en séres vivos? . . 40
Los gusanos que aparecen en las carnes corrompidas son larvas de insectos. 41
Los infusorios proceden de gérmenes preexistentes, . 42
Experimentos que lo demuestran. 43
Pueden desarrollarse en los órganos de un sér vivo otros séres vivos de naturaleza diferente sin padres que los hayan engendrado?. . . . 46

PÁG.

Orígen de algunos parásitos.. 48
Todo lo que vive ha sido engendrado y la generacion espontánea es una quimera. 51

Capítulo VI.

§6.° Actividades que obran sobre los cuerpos vivos y que dan lugar á sus propiedades características. 51
Excitabilidad de los elementos anatómicos. 53
Necesidad de distinguir la excitabilidad; de los fenómenos activos á que da lugar.. 54
Diversidad de fenómenos activos provocados por la *excitacion* cuando son distintos los elementos anatómicos y las condiciones del agente excitador. 55
Elementos anatómicos vegetativos animales y racionales. 56
La excitabilidad es la única propiedad inseparable de los cuerpos vivos. Qué debe entenderse por fuerza medicatriz? 58

SEGUNDA PARTE.

SECCION PRIMERA.

Digestion de los alimentos.

Capítulo I.

§7.° Consideraciones generales acerca de la digestion. . . 59
En los vegetales no hay digestion propiamente dicha. 60

Capítulo II.

§8.° Hambre y sed. 61
Analogía entre el hambre y las sensaciones externas. . 61
Causas determinantes del hambre.. 62
§9.° Causas determinantes de la sed.. 67

Capítulo III.

§10. Alimentos.. 69
Clasificacion de los alimentos. 69
El hombre necesita hacer uso de diferentes clases de alimentos. 72
Alimentos llamados *falsos* ó que alimentan sin nutrir. . 74

Capítulo IV.

§11. De los alimentos en particular.. 76
Alimentos minerales. . . . 76

PÁG.

§12. Alimentos animales. 78
§13. Alimentos vegetales.. . . . 80

Capítulo V.

§14. Principios inmediatos que se encuentran en los alimentos.. 82
Sustancias albuminoideas, amiláceas y grasas. . . . 82
§15. Albúmina, fibrina.. 83
Caseina, protagon.. 84
Miosina, gelatina, condrina. . 85
§16. Féculas y azúcares. 86
Gomas. 87
§17. Oleina, margarina, estearina. 89

Capítulo VI.

§18. Bebidas.. 90
Clasificacion de las bebidas.. 90
§19. Agua. Caractéres del agua potable. 90
§20. Bebidas alcohólicas. 92
Vino, sidra, cerveza. 93
Bebidas alcohólicas destiladas.. 94
§21. Bebidas acídulas gaseosas. . 94
Idem idem no gaseosas.. . . 95
§22. Bebidas emulsivas. 95
§23. Bebidas aromáticas. 96

Capítulo VII.

§24. Nociones generales acerca del aparato digestivo. 98
Estructura del tubo digestivo. 99

Capítulo VIII.

§25. Mecanismo de la digestion. . 101
Funciones digestivas. . . . 102
§26. Prension de los alimentos. . 102
§27. Masticacion. 103

Capítulo IX.

§28. Insalivacion y deglucion. . . 105
Insalivacion. Saliva.. 105
Composicion de la saliva. . . 108
Accion de la saliva sobre las féculas. 110
Diastasa salival. 113
§29. Deglucion.. 113
Mecanismo de la deglucion. . 113

Capítulo X.

§30. Quimificacion. 118
Accion mecánica del estómago sobre los alimentos. . . 118
Regurgitacion. Eructacion. Vómito. 120
§31. Causas á que se ha atribuido la quimificacion. 121
§32. Del jugo gástrico y de sus propiedades. 123
Composicion del jugo gástrico. 127
Pepsina y modo de obtenerla. 129

PÁG.

§ 33. Accion del jugo gástrico sobre los principios inmediatos que se encuentran en los alimentos.. 129
§ 34. Accion del jugo gástrico sobre los alimentos compuestos de diferentes principios inmediatos. 132
Quimificacion y quimo.. . . 133

Capítulo XI.

§ 35. Quilificacion.. 136
Causas que la producen. . . 136
§ 36. Influencia del jugo pancreático en la quilificacion. . . 136
Composicion del jugo pancreático, y modo de obtenerlo. . 138
Su accion sobre las féculas y grasas. 139
§ 37. Influencia de la bilis en la quilificacion. 142
Composicion de la bilis. . . 142
La bilis considerada como producto excrementicio.. . 144
Colesterina y colesteremia. . 146
§ 38. Accion del jugo intestinal en la quilificacion. 147
Composicion del jugo intestinal. 148

Capítulo XII.

§ 39. Fermentacion láctica y butírica. Formacion de gases. Accion de los intestinos gruesos sobre los alimentos. Defecacion.. 150
Formacion de los ácidos láctico y butírico. 150
Orígen de los gases que se encuentran en el tubo digestivo. 151
Trasformaciones que experimentan los excrementos hasta su expulsion. . . . 152

SECCION SEGUNDA.

Absorcion.

Capítulo I.

§ 40 Vasos absorbentes.. 156
Vasos linfáticos y sanguíneos encargados de la absorcion. 157

Capítulo II.

§ 41. Absorcion de los productos de la digestion. 159
Sitio de la absorcion digestiva. 159
§ 42. Del quilo. 161

Capítulo III.

§ 43. Absorciones serosas.. . . . 166
De la trasudacion y de la absorcion de la serosidad.. . 167
§ 44. De la linfa.. 169

PÁG.

§ 45. Absorcion pulmonal.. . . . 172
§ 46. Absorcion por la piel. . . . 173
§ 47. Absorcion por las mucosas. . 174
§ 48. Absorcion por las serosas. . 175
§ 49. Absorcion por el tejido celular, huesos, tendones, etc.. 175
§ 50. Importancia de la absorcion. 175

Capítulo IV.

§ 51. Causas determinantes de la absorcion. 178
Causas físicas. Imbibicion. Capilaridad, etc. 178
Fenómenos endosmóticos. . 182

Capítulo V.

§ 52. De la circulacion del quilo y de la linfa. 192
Causas que contribuyen á esta circulacion.. 193
§ 53. Velocidad de la circulacion linfática.. 196

SECCION TERCERA.

Circulacion de la sangre.

Capítulo I.

§ 54. Descubrimiento de la circulacion.. 198
Ideas de los médicos antiguos acerca de la circulacion. . 198
Miguel Servet, Luis Lovera de Avila y otros médicos españoles. 199
§ 55. Del plasma de la sangre. . . 203
§ 56. De los glóbulos de la sangre. 211
Orígen de estos glóbulos.. . 213
§ 57. Diferencias entre la sangre arterial y venosa. 217
§ 58. Cantidad de sangre en el sistema circulatorio. 220

Capítulo II.

§ 59. Circulacion de la sangre. . . 223
Circulacion de la sangre en el corazon. 223
§ 60. Latidos del corazon. 230
Cardiógrafo de Chaveau. . . 231
§ 61. Ruidos del corazon. 233
§ 62. Capacidad del corazon. . . . 236
§ 63. Fuerza del corazon. 237

Capítulo III.

§ 64. Circulacion en las arterias. . 240
Contractilidad y elasticidad de las arterias. 240
§ 65. Movimiento de la sangre en las arterias. 242
Esfigmógrafo de M. Marey. . 244
Hemodinamómetro de M. Poiseuille. 246
Kimógrafo de Ludwig. . . . 248

PÁG.

Capítulo IV.

§ 66. Circulacion en los vasos capilares. 249
Observaciones microscópicas de la circulacion capilar. . 250
Influencia de la longitud, del número y del diámetro de los capilares en la circulacion. 251

Capítulo V.

§ 67. Circulacion de la sangre en las venas. 254
Experimentos de Magendie. . 255
§ 68. Circulacion en la vena porta, en el cerebro y los tejidos erectiles.. 261
§ 69. Circulacion pulmonal. . . . 262
§ 70. Velocidad de la circulacion. . 263
Hemodromómetro de Volkmann.. 264
Hemotacómetro de Vierordt.. 264
Hemodromómetro de Cheauveau 265
§ 71. Trasfusion de la sangre. . . 269
§ 72. Influencia del sistema nervioso en la circulacion. . . 270

SECCION CUARTA.

Respiracion.

Capítulo I.

§ 73. Opiniones acerca de la naturaleza de los fenómenos respiratorios. 275
Cambios que ha ido experimentando esta opinion. . . 277
Pulmones y aparato respiratorio. 278
Traquearteria y bronquios. . 279

Capítulo II.

§ 74. Fenómenos mecánicos de la respiracion. 281
Inspiracion 281
§ 75. Espiracion. 285
Contractilidad bronquial.. . 287
§ 76. Ritmo y frecuencia de los movimientos respiratorios. 289
§ 77. Ruidos respiratorios.. . . . 289
Volúmen del aire inspirado y espirado. 290
§ 78. Actos fisiológicos dependientes de los fenómenos mecánicos de la respiracion. . . 293

Capítulo III.

§ 79. Fenómenos químicos de la respiracion. 294
Respiracion externa é interna. 295
§ 80. Composicion del aire y aparato para determinar la cantidad de vapor acuoso y de ácido carbónico que contiene. 296

PÁG.

Aparato para determinar el oxígeno y el ázoe contenido en el aire. 297
§ 81. Alteraciones que experimenta durante la respiracion y aparato aspirador para recoger el aire espirado. . . 298
§ 82. Alteraciones del oxígeno y del ácido carbónico. 300
§ 83. Alteraciones de la temperatura. 303
§ 84. Alteraciones del ázoe. . . . 303
§ 85. Vapor acuoso en el aire espirado. 304
§ 86. Materias orgánicas. 305
§ 87. Causas que determinan el cambio de gases entre la sangre y el aire.. 306
§ 88. Influencia de la respiracion sobre la sangre.. 310
§ 89. Influencia del sistema nervioso en la respiracion. . . 312

Capítulo IV.

§ 90. Respiracion cutánea y mucosa. 318

SECCION QUINTA.

Calorificacion.

Capítulo I.

§ 91. Del calor en los animales.. . 321
Animales de sangre caliente y de sangre fria.. 322
Aparato termo-eléctrico para la exploracion de la temperatura animal. 323
§ 92. Temperatura general y temperaturas locales en el hombre.. 325

Capítulo II.

§ 93. Causas productoras del calor animal. 329
Opinion de los médicos de la antigüedad y modificaciones que ha experimentado hasta nuestros dias. . . . 329
Calorímetro de Lavoisier y Laplace. 333

Capítulo III.

§ 94. Circunstancias que favorecen la produccion del calor. . . 338
Influencia de las combustiones fisiológicas. 339
§ 95. Influencia del sistema nervioso en la calorificacion. . . 344
§ 96. Cantidad de calor que se produce en un timpo dado. . . 346
§ 97. Pérdidas habituales de calor. 348

Capítulo IV.

§ 98. Conservacion de la temperatura media en los casos de mucho frio ó de mucho calor. 350

PÁG.

Medios naturales de calorificacion cuando hace mucho frio. 350
§ 99. Medios naturales de refrigeracion cuando hace mucho calor. 353
§ 100. Combustion espontánea y fosforescencia. 358

SECCION SEXTA.

Secreciones.

Capítulo I.

§ 101. De las secreciones en general. 364
Órganos secretorios. 364
Vesículas secretorias elementales. 369
Vesículas secretorias formando glándulas cerradas. . . 371
Vesículas secretorias formando glándulas con abertura. 375
Glándulas combinadas. . . 378
Cuadro sinóptico de los órganos de secrecion del cuerpo humano. 382
Cuadro sinóptico propuesto por Milne Edwards. . . . 283

Capítulo II.

§ 102. Fenómenos físicos y químicos de las secreciones. . . 384
Fenómenos físicos. 384
§ 103. Fenómenos químicos. . . . 389
§ 104. Influencia del sistema nervioso en las secreciones. . 393

Capítulo III.

§ 105. De las secreciones en particular. 398
Secrecion de la orina. . . . 398

PÁG.

§ 106. Expulsion de la orina. . . . 404
§ 107. Composicion de la orina. . . 406
§ 108. Materias extrañas que se encuentran accidentalmente en la orina. 410
§ 109. Secreciones de la piel. . . . 413
§ 110. Materia sebácea. 416
§ 111. Formacion de la sustancia glucogénica y del azúcar en el hígado. 417
§ 112. Secrecion de las membranas trasudatorias. 423
§ 113. Secrecion de las membranas mucosas. 424
§ 114. Secrecion de las glándulas cerradas. Cápsulas suprarenales. 425
Cuerpo tiroides. 426
Timo. 427

SECCION SÉPTIMA.

De la nutricion.

Capítulo I.

§ 115. Fenómenos nutritivos en general. 429
§ 116. Del agua en los fenómenos nutritivos. 431
§ 117. De las sales en la nutricion. . 432
§ 118. De las sustancias albuminoidas en la nutricion. . . . 434
§ 119. Sustancias no azoadas en la nutricion. 438

Capítulo II.

§ 120. Cantidad de alimentos que necesita el hombre para su conservacion. 441
§ 121. Alimentacion insuficiente. . 448
§ 122. Alimentacion superabundante. 449

ESTANTE 8.º
Tabla 4.ª
N.º 10

MAGAZ

FISIOLOGIA

HUMANA

1

15.870