

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 cuanto mayor es su adhesión para con las paredes de estos vasos, aquél que tenga esta adhesión más enérgica, será el que venza la resistencia que el otro opone, y como en el caso de que se trata, la adhesión del agua para con las paredes de los capilares de la membrana es mayor que la del alcohol, éste 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 ve, 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 atraído y solicitado con mayor energía por la adhesión de los capilares, es el que vence la resistencia del otro, estableciéndose en este sentido la corriente.

Conviene advertir, sin embargo, que al mismo tiempo que se establece la corriente de que acabamos de hablar, tiene lugar otra más pequeña, que marcha en dirección 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 *difusión* de que nos hemos ocupado anteriormente ; y como al atravesar el agua los conductos capilares del endosmómetro tropieza con el alcohol, que también 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 *diffusion*, 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 ademas, 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 demas condiciones sean iguales, cuando cambie ó varíe 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, sumergiendolo en agua la parte exterior del instrumento, el líquido interior, ó sea el alcohol, aumenta de volumen 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 había creído Béclard, del líquido cuya capacidad calorífica es mayor hácia el líquido cuya capacidad calorífica es menor, por más que sean dignos de atención sus curiosos experimentos. También demuestra que la corriente endosmótica no se dirige del líquido menos denso hácia el líquido más denso, según han supuesto otros fisiólogos, pues si fuera cierta la una ó la otra de estas opiniones, la corriente endosmótica no variaría de dirección con solo cambiar la naturaleza del diafragma.

Las ideas que acabamos de exponer y que venimos sosteniendo desde hace muchos años en la cátedra y en la prensa, desde la primera edicion de nuestra obra, se van generalizando entre los fisiólogos modernos, y últimamente han sido adoptadas con escasas variaciones por Brücke. Este fisiólogo eminente, sostiene como nosotros, que intervienen en la producción de los fenómenos osmóticos tres condiciones esenciales : 1.º la atracción recíproca de las moléculas constitutivas de cada uno de los líquidos ; 2.º la atracción recíproca de los dos líquidos entre sí, y 3.º la atracción que la membrana ejerce sobre cada líquido.

En la figura 26 hemos procurado dar una idea, lo más objetiva posible, de la teoría importantísima de Brücke: *m. m.* representa una membrana endosmométrica que separa los dos líquidos, alcohol, que es el que se halla en la

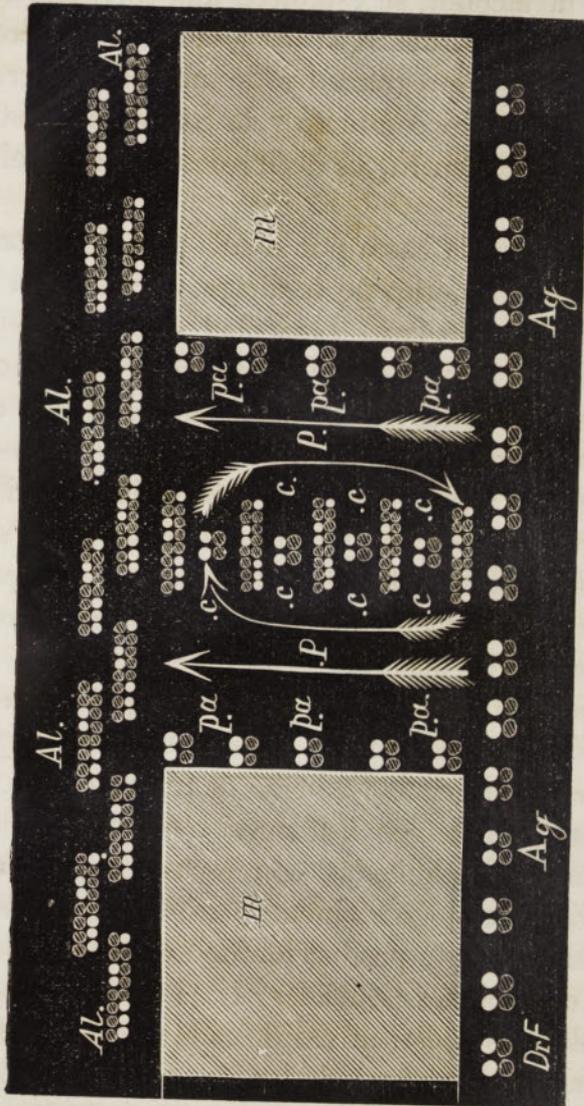


Fig. 26. — Teoría de la endosmose.

parte superior, y agua, que se encuentra en la inferior. En un punto de esta membrana existe un poro *p. p.*, y como la membrana tiene mayor adhesión para el agua que para el al-

cohol, las paredes del poro se cubren de una capa de agua *pa. pa.*; y la parte central del poro *c. c.*, contiene alcohol y agua mezclados entre sí. En esta region central del sudicho poro, se verifican dos corrientes de difusion entre el alcohol y el agua, la una va del agua hácia el alcohol y la otra va desde el alcohol hácia el agua. En la pared del poro, el fenómeno es distinto, pues la adhesion de la membrana por el agua es causa de que se verifique la corriente en una sola direccion, esto es del agua hácia el alcohol. Se comprende fácilmente que si los poros de la membrana fuesen más pequeños y su adhesion para uno de los dos líquidos fuera mucho más enérgica, la corriente se verificaría en un solo sentido, pues sólo habría las corrientes parietales, faltando en absoluto la central.

Al hablar de poros, no nos referimos ni á los poros físicos ni á los espacios visibles de las membranas porosas: únicamente queremos significar los intersticios que se admiten entre las moléculas de las membranas vivientes, para dar paso á los líquidos que las impregnan.

Por lo demas, 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 las paredes de los mismos. Los fenómenos endosmóticos deben ser diferentes tambien, suponiendo que todas las demas 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

el cloruro ; pero segun los experimentos de Mr. Graham, la disolucion de cloruro de sodio 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 níquel 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 más 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 admission de la *diálisis*, dan mucha importancia á la teoría moderna de la difusion aplicada á los fenómenos de absorcion.

Con respecto á la electricidad, Wiedemann ha demostrado que en los ácidos, el transporte del líquido va en sentido inverso á la direccion de la corriente, y que por regla general, siempre que la corriente eléctrica camina en el mismo sentido que la corriente osmótica principal, esta se hace mucho más enérgica ; y que cuando la corriente eléctrica camina en un sentido opuesto al de la corriente osmótica principal, se amortigua notablemente esta corriente.

Con respecto á la influencia de los cuerpos *cristaloides* y *coloides* en los fenómenos de *diálisis*, conviene hacer algunas observaciones.

Se da el nombre de *cuerpos coloides* á los que como la gelatina, la albúmina, la goma, el almidon, el tanino, etcétera, tienen una consistencia más ó menos gelatinosa, atraviesan dificilmente las membranas orgánicas, atraen el agua y poseen un coeficiente endosmótico considerable. Las corrientes tanto endosmóticas como exosmóticas tienen en estos cuerpos una velocidad muy pequeña. Llámense *cuerpos cristaloides*, aquellos que como los ácidos cristalizados, las sales, etc., forman generalmente solucio-

nes sápidas, sin viscosidad, atraviesan las membranas orgánicas con facilidad suma, se disuelven fácilmente en el agua y pueden obtenerse casi sin excepcion en forma de cristales. Las corrientes endosmóticas y exosmóticas, son en ellos sumamente veloces. El estado coloide no es característico de las sustancias orgánicas, pues ciertos cuerpos minerales como el peróxido de hierro hidratado, lo presentan: por otra parte, las mismas sustancias albuminoideas pueden pasar al estado cristaloiide, como sucede en los granos de aleurona, cuya composicion de albúmina, fibrina, gliadina, legumina, goma, etc., no es obstáculo para que presenten facetas cristalizadas.

Entiéndese por *diálisis* la separacion de dos sustancias disueltas ó mezcladas en el agua, verificada por difusion á través de un tabique constituido por una sustancia no cristalina. Dáse el nombre de *dializador* á un aparato formado por un tubo cilíndrico cuya extremidad inferior se obtura por medio de un papel-pergamino y se sumerge en agua destilada: viértese en el tubo la sustancia que se quiere *dializar*, y si ésta es una mezcla de un cuerpo coloide con un cuerpo cristaloiide, el primero permanecerá dentro del tubo, y el segundo, atravesando el tabique, pasará poco á poco hácia el agua destilada. Este método, segun se desprende de lo que antes hemos dicho, no es otra cosa que una aplicacion especial de las leyes de la endosmose. Los cuerpos coloides poseen un poder osmótico muy débil con respecto á las paredes del tabique, al paso que los cristaloides, están dotados de un poder osmótico considerable.

A beneficio de la diálisis pueden obtenerse la pepsina, las peptonas, la úrea, etc.; pero debe tenerse presente en Fisiología, que el método dialítico ofrece algunos hechos excepcionales: así, cuando en el dializador introducimos una mezcla de albúmina y de sal comun disuelta en agua, al principio pasa la sal, por endosmose, hácia el agua

destilada ; pero más tarde, cuando esta agua ha adquirido cierta cantidad de aquel cloruro, la afinidad endosmótica existente entre la albúmina y la sal, se manifiesta con gran fuerza, y una parte de la albúmina atraviesa el tabique referido. Este fenómeno es de grande importancia en Fisiología y nos aclara algunos hechos de dudosa explicacion.

La naturaleza del cuerpo cristaloides tiene una influencia considerable, respecto á la rapidez con que atraviesa los poros del tabique.

Se dice, en general, que el carácter más notable de las sustancias coloides, es el de ser permeables á las cristaloides, y el de no dejarse atravesar jamás por otras coloides ; pero esto, en absoluto, no es exacto, porque si bien es cierto que las coloides se mezclan entre sí con gran dificultad, y que con gran trabajo se establece entre ellas una mutua difusion, no es menos cierto que estos coloides se dejan penetrar por sus análogos, cuando han adquirido estos últimos un estado de solubilidad especial, á beneficio de una modificacion isomérica. Los alimentos albuminoides no podrian ser absorbidos si previamente no se transformaran en peptonas.

La distincion de los cuerpos en cristaloides y coloides se funda en un carácter puramente fisico ; pero es tan importante, que si en la materia no se encontrara realizado, serían imposibles las manifestaciones de la vida. Todo sér orgánico, desde la simple monera, hasta el rey de la Creacion, es un compuesto de cristaloides y coloides : los primeros, están disueltos en los segundos. Los elementos celulares forman diminutas masas de materia coloide dotadas de todas las propiedades que á esta materia distinguen ; es decir, que se empapan de agua y se dejan penetrar por las sustancias disueltas en este líquido. Los cuerpos cristaloides atraviesan el microscópico coloide, y lo atraviesan tambien otras disoluciones de sustancias pro-

téicas isoméricamente transformadas, estableciéndose unas corrientes que llevan á la célula sus elementos nutritivos, y otras en sentido opuesto, que arrastran el producto del desgaste material. Hay, pues, una renovacion continua en toda célula, caracterizando las más rudimentarias actividades de la vitalidad, y el estado coloide, como el más adecuado á la movilidad molecular, es el más apropiado para ser asiento de la vida.

Cuando desde las células nos remontamos á los derivados celulares : cuando llegamos á la idea de tejido y cuando nos elevamos á la comprension del sér entero, son ya indispensables otras causas para que los líquidos atraviesen las membranas. Aquí, no bastan ya los actos de *diffusion* para tener idea de los fenómenos que ocurren ; en este caso, la difusion conviértese en osmose, con sus dos corrientes opuestas, con la membrana que separa los dos líquidos, porque, aunque estos actos, fenomenalmente son distintos, su esencia es la misma, viniendo á constituir la difusion, la base física de la osmose y de la diálisis.

Pero, colocados en el terreno fisiológico, los hechos se complican y las explicaciones anteriores no nos bastan. Cuando estudiábamos la endosmose en el interior del endosmómetro, y la diálisis en el aparato dializador, veíamos que los tabiques constituidos por papel, pergamino, vejiga, etc., presentaban verdaderos agujeros : la comprension del fenómeno en este caso era muy fácil y casi podíamos prescindir de explicacion. Pero, cuando nos trasladamos al sér vivo, y observamos las fibras vivientes, las membranas vivientes, los tejidos vivientes, entonces, no nos es ya posible comprobar la existencia de agujeros ni de poros: el más potente microscopio, no nos revela la más pequeña solucion de continuidad. Indudablemente habrán de existir los poros físicos, porque sin ellos no se comprenderían las propiedades de los cuerpos ; pero la admision de estos espacios invisibles, no nos sirve para aclarar esta cuestion

Varias explicaciones se han propuesto para salvar esta dificultad, siendo entre ellas una de las que más han llamado la atención, la emitida por el eminente fisiólogo Robin. Según este autor, todo fluido que atraviesa una pared sea de una célula, de una fibra ó de un tejido, se une á los elementos químicos que á esta pared constituyen, y como en el lado opuesto de la pared indicada se halla un fluido nuevo, se combina con éste, abandonando su primitiva combinacion. Esta teoría halla en su apoyo una circunstancia muy notable: en el endosmómetro físico, la composicion del líquido no es modificada por el tabique membranoso, al paso que en el endosmómetro viviente la composicion del líquido, una vez verificada la absorcion, es distinta de la que presentaba antes de verificarse este fenómeno.

Haciendo aplicacion de estos principios á los organismos superiores, 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 que circula en el interior de los citados vasos, y el 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 prever según los casos y circunstancias.

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.

Quando 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 más 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 accion de las sales purgantes. Colocadas en el tubo intestinal, obran como agente osmógeno atrayendo la serosidad de la sangre con la albúmina y los demas principios que tiene en di-

solucion, 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 sólo 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 indicaría 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, ya dijimos que 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; que 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, no sólo no se opone á la entrada de la materia grasa, sino que puede atraerla al interior de sus cavidades intersticiales. 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 más 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.

## § 57.

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, y de la mitad derecha del pecho, 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 tunicas: la externa ó celulosa es delgada y sumamente fina, y la media y la interna tienen las mismas propiedades que las de 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 reúnen detras del páncreas, por delante de la parte superior de la aorta abdominal, y entremezclándose con los numerosos ganglios linfáticos que hay en este sitio forman un plexo del que parte un tronco más 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 de la mayor parte del cuerpo.

M. Colin y algunos otros fisiólogos sostienen que las contracciones de los linfáticos se suceden con regularidad, y que se repiten con cortos intervalos en todos los mamí-

feros. Esta opinion, por más que aun no se halle completamente confirmada, parece tanto más 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 rítmicamente, observándose en la rana, segun asegura Müller, que éstas contracciones se repiten cerca de sesenta veces por minuto.

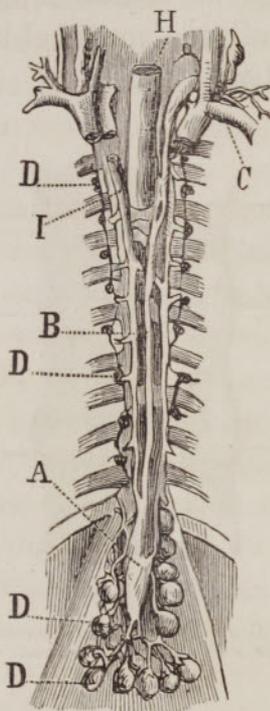


FIG. 27. — A, receptáculo del quilo. B, tronco del conducto torácico que se abre en C, en el punto de union de las venas yugular y subclavia. DD, Ganglios linfáticos. H, esófago cortado. I, ramo venoso que se bifurca, pasando por debajo del conducto torácico.

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 ve obligado á marchar hácia el conducto torácico.

Las válvulas de los vasos linfáticos son de forma semi-

lunar; 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 expedito 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.

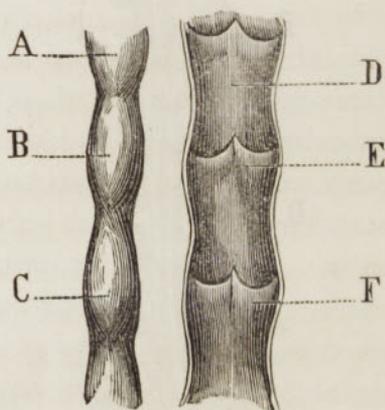


FIG. 28. — A, vaso linfático. B y C, abultamientos correspondientes á las válvulas. D, vaso linfático, abierto en el sentido de su longitud, permitiendo ver su superficie interna. E y F, válvulas.

Las contracciones musculares y las que accidentalmente 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 más ó menos comprimidos por las paredes torácicas y abdominales, y ésta 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 impulsión que estos líquidos reciben á su entrada en los linfáticos. Esta especie de *vis à tergo* sería en este caso producida por la presión 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 ganglios 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 ganglio y los que salen de él.



Fig. 29. — Ganglio linfático con sus vasos aferentes y eferentes.

Se ha creido que las raicillas linfáticas y venosas comunicaban entre sí en el interior de las glándulas linfáticas; pero las observaciones microscópicas más minuciosas no han podido demostrar esta comunicacion. Por lo demas,

los elementos vesiculares que existen en los ganglios, semejantes á los de las glándulas vasculares sanguíneas, modifican más 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.

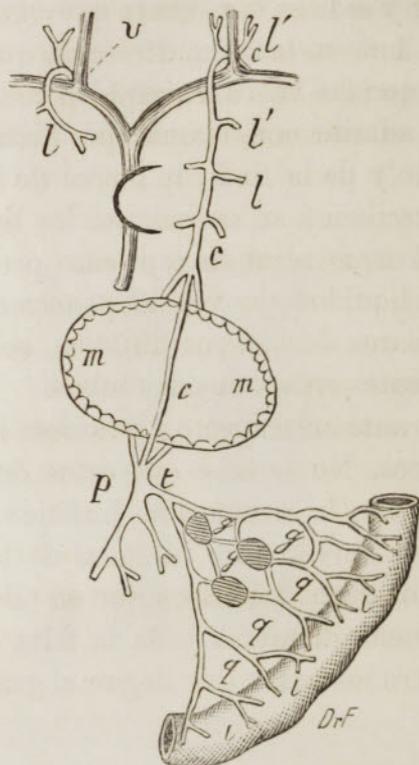


FIG. 30. — Circulación linfática. V, gran vena linfática, que se abre en la vena subclavia derecha, en el punto de reunion de esta última, con la vena yugular. l, linfáticos de parte del lado derecho del cuerpo, que desembocan en la gran vena linfática. c, c, conducto torácico que se abre en la vena subclavia izquierda. l', l', linfáticos de todo el lado izquierdo y parte del derecho del cuerpo que se abren en el conducto torácico. i, i, i, intestino. q, q, q, vasos quilíferos que nacen en el intestino. g, g, g, ganglios mesentéricos, por cuyo interior pasan los vasos quilíferos. t, tronco quilífero que conduce á la cisterna de Pecquet ó reservorio del quilo de los quilíferos intestinales. P, cisterna de Pecquet, de la cual sale el conducto torácico. m, m, cavidad de una membrana serosa que comunica con los vasos linfáticos.

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 ganglios 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 más facilidad.

Tampoco los capilares sanguíneos y linfáticos comunican entre sí, y, sin embargo, la sangre ejerce una influencia muy enérgica en la circulacion y en la velocidad de la linfa. En efecto, la principal causa de que la linfa circule en el interior de su sistema vascular, está representada por la presión sanguínea, á cuyo empuje parte de esta sangre va desde los capilares arteriales á los venosos, pasa á las venas y contribuye á la circulacion sanguínea; mientras que otra parte atraviesa la pared del capilar, llega á las lagunas linfáticas, se introduce en los intersticios de los órganos, y penetra en el capilar linfático, á beneficio de la osmose, para pasar luego al sistema venoso y más tarde al arterial. Así queda establecida por un lado, la incesante circulacion sanguínea y por otro, la nutricion de los tejidos en sus mismos elementos histológicos. Además, vuelven á la sangre los materiales que la nutricion arroja desde la trama más íntima de los órganos.

En la figura 30 está representada, en forma semiesquemática, la circulacion linfática y el paso del quilo desde el intestino hasta la sangre.

#### § 58.

*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 impulsión y obrando desigualmente las fuerzas que contribuyen al movimiento de la linfa, hay vasos hinchados de líquido y hay otros en los que apenas puede percibirse la más 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 econo-

mía. 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 fistula linfática, se ha visto que en el caballo sale de este modo al exterior medio kilogramo de linfa por hora ; en el buey, cerca de dos kilogramos ; 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.

Weiss, aplicando el hemodromómetro, ha comprobado experimentalmente esta velocidad, hallando que la linfa camina á razon de cuatro milímetros por segundo.

---

## SECCION TERCERA.

### CIRCULACION DE LA SANGRE.

---

#### CAPÍTULO I.

Descubrimiento de la circulacion.

##### § 59.

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 á su paso los productos de la digestion, y los absorbidos por los linfáticos en las diferentes partes del cuerpo y la serosidad modificada, que por absorcion venosa alcanza el torrente general circulatario.

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

Hipócrates y los Asclepiades sólo tenían ideas confusas acerca del uso y de la estructura de los órganos, porque el respeto religioso que en su tiempo inspiraban los cadáveres, imposibilitaba las investigaciones anatómicas.

Aristóteles asecuró que las venas no nacían de la cabeza, como se había 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 va desde el ventrículo derecho á los pulmones ; arteria venosa á la que en nuestros dias se llama vena pulmonar ; y hablaron de las válvulas del corazon, pero creían que sólo las venas contenían sangre y que las arterias estaban destinadas á llevar aire.

Galeno descubrió que las arterias contenían sangre y que había comunicaciones entre estos vasos y las venas ; pero creía que los ventrículos del corazon comunicaban directamente entre sí, y que la sangre de las arterias no venía de otra parte, sino que existía 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 volvía por la arteria venosa al corazon. Sostuvo que el tabique del corazon era sólido y no tenía orificio alguno, de acuerdo con lo que ya había 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 había 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 ve, no sólo describió con una exactitud que asombra la circulacion pulmonar, sino que adivinó, por decirlo así, la circulacion general.

Luis Lovera de Avila, en su *Tratado de anatomía*, escrito en 1544, dice : « la sustancia del corazon es muy dura ; tiene á cada lado un ventrículo, derecho é izquierdo ; » cada uno de éstos "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 llamada arte-  
 » rial, la cual va á nutrir el pulmon, y lo restante de ella,  
 » ascendiendo más arriba, se ramifica por muchas partes.  
 » Del lado izquierdo sale la vena pulsátil, de la cual un  
 » ramo va al pulmon y se llama arteria venal; el otro se  
 » ramifica en las partes superiores é inferiores del cuerpo.  
 » Sobre estos dos orificios hay tres películas ó membrani-  
 » llas que se abren y cierran, y al lado de ellas dos aurí-  
 » culas por las cuales *entra y sale* la sangre preparada por  
 » el pulmon, y los sobredichos vasos se dividen y ramifi-  
 » can en el pulmon hasta lo más 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 más 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  
 » impulso lo arroja juntamente con la sangre por medio  
 » de la grande arteria á todo el cuerpo. *Quem concomita-*  
 » *tum sanguine per magnam arteriam universo corpori dis-*  
 » *tribuit.*»

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 Montserrat, médico de su Magestad.—Impreso en Valladolid en casa de Sebastian Martinez. Año de 1551.—Uno de los ejemplares que hemos podido examinar, lo debemos á la amabilidad de nuestro amigo el Dr. Diaz Benito, práctico eminente de esta capital, y otro, regalo de uno de nuestros más aprovechados discípulos, lo hemos cedido á nuestro excelente amigo D. Víctor Balaguer, con destino á su preciosa Biblioteca de Villanueva y Geltrú.

En la obra de Bernardino Montaña, 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 apa- » rejarla 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 cuerpo, » y asimismo se engendran en el dicho ventrículo los espí- » ritus 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, da lugar al dicho paso.»

« En cada uno de estos ventrículos hay dos agujeros: » por el un agujero del ventrículo derecho entra la sangre » 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 lla- » mamos vena arterial, porque es quieta como vena y tiene » dos cubiertas como arteria, la cual vena va á los livia- » nos y se esparce por su sustancia para que la parte car- » nosa de dichos livianos se mantenga de aquella sangre » que le envía el corazon por la dicha vena.»

« En el ventrículo izquierdo entra por él 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 espí- » ritus vitales para mantenimiento de las partes sólidas » del pulmon, y del otro agujero sale del corazon la arte- » ria grande, que llamamos *adorti*, *la cual lleva la sangre » 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 ventrículos 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 podría conservar el calor natural del cora-  
» zon, y por consiguiente perescería la vida de todo el  
» cuerpo. »

« Pues digo, que las dichas *orejas* principalmente sirven  
» 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 san-  
» gre que está en los ventrículos, quede todavía en las  
» orejas la cantidad de sangre que ha menester el cora-  
» zon, y éste es beneficio muy notorio, porque por expé-  
» riencia vemos que las dichas orejas ambas se hinchan de  
» sangre cuando el corazon se aprieta, y cuando el cora-  
» zon se ensancha vuelven las orejas la dicha sangre á los  
» ventrículos : de lo cual parece claramente que son las  
» dichas orejas medida de la sangre que ha menester el  
» corazon en cada uno de sus ventrículos, 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 arte-  
» rial 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 más 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 pulmonar 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 *Exercitatio anatomica 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.

## CAPÍTULO II.

El método gráfico en fisiología experimental.

## § 60.

Antes de entrar en el estudio de la función circulatoria y como antecedente indispensable á la comprensión de un gran número de fenómenos que con ella se relacionan, será preciso que demos á conocer un procedimiento de investigación, notablemente fecundo en resultados, que desde hace algunos años se ha introducido en la ciencia fisiológica. Este método, es el *método gráfico*; su técnica es sencilla; su importancia grande, y sus resultados son tan precisos, que en muchas ocasiones, alcanzan el rigor de las deducciones matemáticas.

Entiéndese en fisiología por método gráfico aquella sección del método experimental, que por medio de aparatos adecuados *recoge* un movimiento, lo *agrand*a y lo *inscribe*.

Esta es la definición que consideramos más adecuada por ser la que comprende el mayor número de casos. Sin embargo, en ciertas circunstancias verdaderamente excepcionales, el movimiento, en lugar de ser ampliado, es reducido; y muchas veces, hay necesidad de modificarlo en su velocidad normal.

Generalmente el movimiento se *agrand*a por medio de una *palanca* cuya extremidad va á *inscribirlo* en una hoja de *papel ahumado*. Este papel, en la mayoría de casos, cubre un *cilindro rotador*; en otros, una plancha metálica dotada de un movimiento de traslación, y en otros, las disposiciones son distintas. Como la mayor parte de

los fenómenos del organismo son en último resultado fenómenos de movimiento, tenemos que, éstos, una vez recogidos, ampliados é inscritos, pueden ser perfectamente *analizados*. El método gráfico, pues, permite el *análisis de los movimientos fisiológicos*.

La historia del método gráfico es muy breve. El primero que lo empleó, fué el marqués de Oms, en Brey, en el año de 1734. Este sabio, por medio de su *anemógrafo inscriptor*, obtuvo sobre una hoja de papel arrollada en un cilindro, la direccion que presentaba el viento; Magellan en 1782 inventó un *meteorógrafo inscriptor*; Rutherford en 1794 ideó un *termógrafo*; Watt en 1806 un inscriptor del trabajo efectuado por una máquina de vapor. Pomelet y Morin un inscriptor de las leyes de la caída de los cuerpos. Pero lo que más interesa al fisiólogo en esta historia, es la aplicacion de los aparatos gráficos, á la economía de los seres vivos: y en este punto encontramos á Ludwig que inventó un *manómetro inscriptor* de las oscilaciones de la sangre en las arterias de un animal; á Helmholtz, que imaginó un *miógrafo* aplicado á la medicion de la velocidad del agente nervioso; á Vierordt que ideó su clásico *esfigmógrafo*.

Por importantes que sean estos aparatos y por dignos de aplauso que sean sus inventores, nadie ha hecho para el método gráfico lo que ha conseguido realizar Marey. La mayor parte de los aparatos en cuyo estudio tendremos que ocuparnos, son debidos á este distinguidísimo fisiólogo.

#### § 61.

La inscripcion de los trazados gráficos nos ofrece tres variedades principales: 1.<sup>a</sup> *inscripcion mecánica*; 2.<sup>a</sup> *inscripcion fotográfica*; 3.<sup>a</sup> *inscripcion óptica*. En este capítulo nos ocuparemos exclusivamente en la inscripcion mecánica.

*Inscripcion mecánica.* — Antes de tratar de esta inscrip-

cion, conviene decir algo acerca de la *representación gráfica de los fenómenos fisiológicos*. Para recibir los trazados de la palanca oscilante, ó simplemente para representar de un modo gráfico cualquier fenómeno que comprenda dos *variables*, podemos hacer uso de un papel cuadriculado.

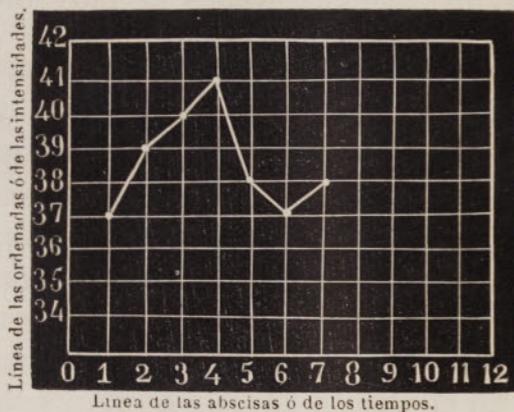


FIGURA 31.

Este papel ofrece una serie de líneas verticales que en geometría se llaman *ordenadas*, cortadas á su vez por otra serie de líneas horizontales que en dicha ciencia se denominan *abscisas* (fig. 31). Estas líneas cortándose en ángulo recto dividen el papel en una serie de pequeños cuadrados. La línea horizontal inferior se llama *línea de las abscisas*; la primera línea vertical del lado izquierdo, se llama *línea de las ordenadas*. Toda inscripción de la línea de las abscisas corresponde á los *tiempos ó duraciones*: toda inscripción de la línea de las ordenadas, corresponde á las *intensidades*. Supongamos que en el terreno clínico ó fisiológico nos convenga representar la temperatura del cuerpo durante doce horas del día; para ello, señalaremos en la línea de las abscisas, empezando por la izquierda las antedichas horas, desde 0 á 12, teniendo cuidado de que cada número corresponda á la base de una ordenada; luego, en la línea de las ordenadas y empezando por la

parte inferior, señalaremos los grados del termómetro, teniendo también cuidado de que cada grado termométrico, corresponda al encuentro de las líneas de las ordenadas con las líneas horizontales. Para indicar por medio de una *curva* las variaciones de temperatura que en cada hora del día experimenta el organismo, supondremos que á la una de la tarde por ejemplo, la temperatura señala  $37^{\circ}$ ; en este caso marcamos con un punto el grado de temperatura correspondiente á esta hora, en la interseccion de la abscisa y la ordenada correspondiente; si á las dos señala  $39^{\circ}$ , á las tres  $40^{\circ}$ , á las cuatro  $41^{\circ}$ , á las cinco  $38^{\circ}$ , á las seis  $37^{\circ}$ , á las siete  $38^{\circ}$ , etc., tendremos una porcion de puntos aislados: ahora, si reunimos estos puntos por medio de líneas, el resultado final será una *curva* continua, que representará de una manera gráfica las variaciones de temperatura en el espacio de siete horas.

Este procedimiento tan sencillo es sumamente cómodo para la práctica de los laboratorios y de las salas de hospital.

Sin embargo, los trazados de la palanca oscilante acostumbran á inscribirse en papel ahumado, por cuyo motivo las curvas obtenidas, no pueden limitarse por el antedicho sistema de líneas verticales y horizontales. A pesar de todo, es preciso, aun cuando se trate del papel ennegrecido por el humo, *representarse en la imaginacion* el sistema de abscisas y ordenadas siempre que se lea un trazado gráfico, toda vez que en estos trazados conviene tener en cuenta las intensidades y los tiempos.

Conocida ya la manera de representar los trazados, y la interpretacion que debe darse á los diversos accidentes de la curva, pasemos al estudio de la *inscripcion gráfica directa* de los diferentes movimientos fisiológicos.

Este procedimiento, al cual llamaremos *inscripcion automática del fenómeno*, nos ofrece, como hemos dicho, grandísimas ventajas: donde no alcanzan los sentidos, al-

canzan los aparatos inscriptores, hasta el punto de que, empleando, por ejemplo, un buen *cronógrafo*, podemos apreciar la  $\frac{1}{20000}$  parte de un segundo.

Los innumerables movimientos que en toda economía se producen, pueden transmitirse á una palanca, ya directa é inmediatamente ó ya mediata é indirectamente. El movimiento obra en la palanca como potencia; la longitud del brazo de la resistencia, determina la ampliacion, y si en la extremidad de este brazo oscilante fijamos un lápiz, ó una pluma, y lo relacionamos con una hoja de papel, tendremos un *trazado del movimiento*, escrito por las oscilaciones de dicho brazo de palanca. Lo mismo sucede, si en lugar de la pluma mojada en tinta, colocamos un estilete constituido por una simple paja, el cual, en vez de relacionarse con un papel blanco, lo efectúa con un papel ahumado: en este caso, que es el más frecuente en Fisiología, el estilete separa el negro de humo, en todos los puntos de su roce; la gráfica aparece blanca, en fondo negro y puede *fijarse* por medio de un barniz apropiado.

Ahora bien, si al verificarse la oscilacion de la palanca el papel está en reposo, se comprende que el trazado consistirá simplemente en una línea vertical ú horizontal, segun sea la disposicion del aparato; y como para ir de un punto á otro no se puede tirar más de una recta, resulta que por mucho que oscile la palanca, nunca trazará otra cosa que una línea, porque los trazados se sobrepondrán indefinidamente. Pero, si la hoja se desplaza, el movimiento de la palanca se representará por una curva, pues la hoja irá presentando al estilete partes en las que no se habrá verificado rozamiento. Esta curva estará regida en su forma por la rapidez del desplazamiento de la hoja de papel.

Tres cosas hemos de tener en cuenta, al tratar de la inscripcion gráfica del movimiento; á saber, el *movimiento* mismo, su *transmision* y su *inscripcion*.

## § 62.

1.º *Estudio del movimiento considerado en sí mismo.*—La economía viviente, es asiento de incesantes movimientos: la digestion, la respiracion, la circulacion, la absorcion, las secreciones, etc., nos presentan fenómenos mecánicos; unas veces, el móvil es un cuerpo *liquido*, sangre, linfa, quilo, saliva, orina, etc.; otras, un cuerpo *gaseoso*, aire atmosférico en la inspiracion; ácido carbónico, nitrógeno, oxígeno en la expiracion; y otras, un cuerpo *sólido*, contraccion de las fibras lisas del tubo intestinal, de la fibra cardiaca en el sístole, de la fibra estriada voluntaria en los movimientos conscientes, etc.

Sea cual fuere el cuerpo que se mueva, sólido, líquido ó gaseoso, podemos *recoger* este movimiento y *obligarle á impulsar* un aparato.

## § 63.

2.º *Estudio de la transmision del movimiento.*—Al verificarse el movimiento, podemos transmitirlo á piezas *sólidas*, como palancas y resortes; á cuerpos *liquidos*, como el mercurio de un tubo manométrico; á cuerpos *gaseosos*, como el aire de un tambor. En toda transmision, hemos de tener en cuenta la *amplitud* que el movimiento tiene para calcular la *ampliacion* ó *reduccion* que es preciso darle, así como la *velocidad* que presenta, para adoptar el aparato de la manera que más convenga.

Estudiemos brevemente las transmisiones por sólidos, por líquidos y por gases.

*Transmisiones por sólidos.*—Pueden efectuarse por medio de *resortes* y por medio de *palancas*. [El juego de los resortes, está fundado en la elasticidad de los metales.