

## CAPÍTULO IV.

## DE LA SANGRE Y LA LINFA.

SECCION I.—*Elementos Microscópicos de la Sangre.*

**79. Modo de examinar la Sangre.**—Para llegar á conocer debidamente los caracteres de la sangre, es menester examinarla con un microscopio que aumente por lo ménos tres ó cuatrocientos diámetros. Con este instrumento, un lente de mano y algunas tiras de vidrio grueso y de vidrio delgado, podrá el estudiante contraerse al presente capítulo.

El modo mas sencillo de obtener una pequeña cantidad de sangre para examinarla es atarse un cordón, bien ajustado, en el medio de la última falange del dedo medio ó del anular de la mano izquierda, con lo cual se hinchará inmediatamente un poco la punta del dedo, poniéndose de un color mas oscuro, á causa del obstáculo que opondrá la ligadura al reflujó de la sangre contenida en las venas. Hínquese entónces ligeramente la parte hinchada con una aguja bien fina (operacion que apénas se siente), y al punto brotará una gota de sangre de tamaño mas que regular. Deposítela en una lámina de vidrio, y póngasele luego encima otra lámina delgada, pero con mucho cuidado y tratando de que se extienda por parejo formando una capa delgada. Póngase despues otra gota en otra lámina, y cúbrasela con un vaso para evitar que se seque, y hágase, finalmente, lo mismo con una tercera gota, pero mezclándole ántes un polvito de sal comun.

**80. Apariencia de la Sangre cuando se la ve con Vidrio de Aumento.**—Examinada con la simple vista, la primera gota de sangre parecerá de un color rojizo, muy clara y homogénea; pero viéndola hasta con una lente de bolsillo, al punto desaparece su aparente homogeneidad, y presenta la apariencia de una mezcla de partículas sumamente pe-

queñas y de un color rojo que tira á amarillo, semejantes á granitos de arena ó de polvo, con un flúido acuoso y casi incoloro. Inmediatamente despues de extraida la sangre, parecerán esas partículas esparcidas con igualdad por todo el flúido; pero poco á poco van formando grupos muy diminutos, hasta que la capa de sangre queda mas ó ménos tachonada.

Las referidas “partículas” son lo que se llama los *corpúsculos* de la sangre; el flúido casi incoloro en que están suspendidos se llama el *plasma*.

**81. Coagulacion.**—Pasemos ahora á examinar la segunda lámina. La forma de la gota de sangre no se habrá alterado, y tal vez parecerá que la gota no ha sufrido cambio alguno; pero si ladeamos la lámina, veremos que la sangre no corre ya, ni se mueve absolutamente, porque se habrá solidificado, formando una masa gelatinosa y hemisférica, que se podrá quitar de la lámina con la punta de un corta-plumas. Esa masa estará, sin embargo, blanda y húmeda, de suerte que hay mucha diferencia entre esto, que es lo que se llama *coagulacion* de una gota de sangre, y su desecacion.

En la tercera lámina encontraremos que no se ha verificado la coagulacion, conservándose la sangre en el mismo estado de flúido en que se hallaba al salir del cuerpo. Quiere esto decir que la sal es la que ha impedido que se coagule la sangre; de suerte que tan sencilla investigacion nos enseña que la sangre se compone de un plasma casi incoloro en el cual nadan una multitud de corpúsculos de color; que es muy susceptible de coagularse, y que puede impedirse esta coagulacion por medios artificiales, tal, por ejemplo, como la adiccion de una sal neutra.

**82. Los Corpúsculos de la Sangre.**—Si en vez de usar una lente de mano, examinamos con el microscopio la primera gota de sangre, veremos que sus partículas ó corpúsculos son cuerpos de caracteres muy definidos y de dos clases, llamados respectivamente *corpúsculos rojos* y *corpúsculos incoloros*. Los primeros son mucho mas numerosos que los

segundos, y de un color rojo amarillento; miéntras que los últimos, un tanto mayores que los rojos, son, como lo implica su nombre, pálidos y sin color alguno.

**83. Su Tamaño, Forma y Apariencia.**—Tambien difieren entre sí los corpúsculos en otros conceptos mas importantes. Los rojos son unos discos circulares y achatados, del diámetro medio de  $\frac{1}{3200}$  de pulgada, y de un espesor como de la cuarta parte de esa medida; de lo cual se deduce que en el espacio de una pulgada cuadrada puede haber algo mas de 10,000,000 de esos átomos, y que el volúmen de cada uno de ellos no excede de  $\frac{1}{120,000,000,000}$  de pulgada cúbica.

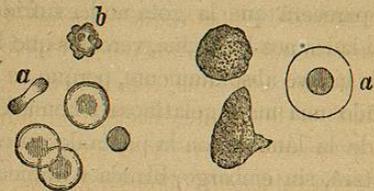


Fig. 25.

Fig. 26.

## CORPÚSCULOS DE LA SANGRE HUMANA.

Fig. 25.—Corpúsculos rojos: *a*, un corpúsculo visto de canto; *b*, un corpúsculo alterado por la presión. Al lado de los grandes corpúsculos de forma de disco, figura en la lámina uno rojo pequeño y redondeado, de cuya clase se encuentran bastantes en la sangre.

Fig. 26.—Glóbulos incoloros: *a*, glóbulo incoloro, tratado por el ácido acético diluido, y que presenta á la vista su núcleo.

Las caras anchas de los discos no son llanas, sino un tanto cóncavas, como si hubieran sido empujadas una hácia otra, por lo cual los glóbulos son mas delgados en el centro que en los bordes, y vistos con el microscopio, á luz transmitida, parecen claros en el centro y oscuros en los bordes, ó viceversa, segun las circunstancias; pero cuando giran los discos y presentan á la vista sus bordes, parecen unas varillas. Fácilmente se comprenderán todas estas variaciones de aspecto dándole vueltas á un biscocho redondo, ó á cualquier otro cuerpo de la forma del glóbulo rojo, y examinándolo por sus diversas fases.

**84. Estructura y Cambios de Forma.**—Los glóbulos rojos

son unos cuerpos muy blandos, flexibles y elásticos, mas densos en su exterior que en su interior, el cual se compone de una materia semiflúida ó enteramente flúida, que contiene una sustancia albuminosa llamada *globulina*, en solución, y deben su color á cierta materia llamada *hematosina*. La sustancia interior no contiene estructura de ninguna clase. A causa de lo densa de la sustancia exterior de cada glóbulo en comparacion de la interior, son los glóbulos ni mas ni ménos que unos diminutos sacos achatados, cuya forma puede cambiarse con solo alterar la densidad del plasma. Así, si se aumenta esa densidad disolviendo en el plasma sustancias salinas ó azúcar, se le extraerá al contenido del glóbulo agua que pasará al plasma, y el glóbulo quedará mas chato todavía. Por el contrario, si se diluye el plasma con agua, esta penetrará en el contenido del glóbulo y lo diluirá, haciéndolo aumentar de volúmen y aun ponerse esférico; y si alternativamente se le agregan al plasma soluciones débiles y densas, tan pronto tomarán los glóbulos la forma esferóide como la discóide. Expuestos á la acción del gas ácido carbónico, se inflarán al punto; miéntras que el gas oxígeno los achatará, por el contrario.

**85. Los Glóbulos Incoloros** son mas grandes que los rojos, y tienen, por término medio, un diámetro de  $\frac{1}{2500}$  de pulgada. A primera vista se nota tambien que difieren de los rojos en su forma, sobremanera irregular, y en su tendencia á adherirse á la lámina de vidrio, miéntras que los rojos sobrenadan siempre y libremente se mueven en todas direcciones pasando los unos por encima de los otros.

Otra particularidad de los glóbulos incoloros, mas notable aun que la irregularidad de su forma, es su irritabilidad. Los rojos no cambian de forma sino cediendo á influencias externas, tales como la presión, ú otras semejantes; pero los incoloros no cesan de variar de forma, á consecuencia de los cambios que constantemente se verifican en su propia sustancia. Para ver bien estos cambios se necesita un mi-

croscopio que aumente de quinientas á seiscientas veces el diámetro de los objetos; y aun así y todo, son aquellos tan graduales, que el mejor modo de cerciorarse de su realización es dibujar un glóbulo incoloro diversas veces y á intervalos de uno ó dos minutos. Es lo que se ha hecho con el de la Fig. 27, en la cual *a* representa la forma del glóbulo cuando se le examinó por primera vez; *b*, la que tenia un momento despues; *c*, á los dos minutos; *d*, á los tres, y *e* á los cinco.

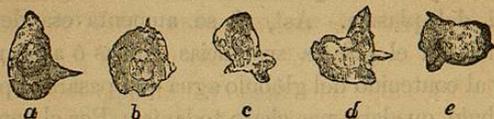


FIG. 27.

SUCESIVO CAMBIO DE FORMA DE UN GLÓBULO INCOLORO DE SANGRE HUMANA.

El intervalo entre las formas *abcd* fué de un minuto, y entre *d* y *e* de dos minutos; de suerte que todos los cambios de *a* á *e* se verificaron en cinco minutos.

Observando atentamente un glóbulo incoloro, se descubre, en realidad, que cada una de las partes de su superficie se está cambiando sin cesar—sufriendo una contracción activa, ó bien dilatándose pasivamente por la contracción de otras partes, lo cual equivale á decir que posee la facultad de contraerse en la forma mas sencilla ó primitiva.

**86. Estructura y Contractilidad.**—Es imposible formar concepto exacto de la estructura de los glóbulos incoloros mientras están vivos y en estado de actividad; pero diluyendo la sangre con agua, y, mejor aun, con agua acidulada con ácido acético, mueren los glóbulos y se dilatan, revelando entónces su verdadera naturaleza. Véase entónces que son sacos esferóides, de paredes muy delgadas, y que contienen un flúido claro en unos y granuloso en otros, y un cuerpo vesicular esferóide que se llama el *núcleo* (Fig. 26), el cual algunas veces, aunque muy raras, es de color rojo.

El glóbulo incoloro de forma de saco, con su núcleo, es lo que se llama *celdilla nucleada*. Se observará que está

vivo, en estado libre, en el plasma de la sangre y que la pared celular, ó sea, el saco, manifiesta una contractilidad independiente. Si no fuera que en cuanto á las condiciones de su existencia depende del plasma, bien podria compararse con uno de esos organismos sencillos que se encuentran en las aguas estancadas, y que se conocen con el nombre de *ameba*.

**87. Su Desarrollo y Derivacion.**—Puede tenerse por cierto que los glóbulos rojos se derivan, de un modo ú otro, de los incoloros; pero no ha sido posible averiguar á punto fijo cómo se verifica la trasformación. Hay, sin embargo, razones para creer que el glóbulo rojo es pura y simplemente el núcleo algo aumentado del glóbulo incoloro, achatado por los dos lados, alterado por el desarrollo en su interior de una materia colorante roja, y libertado al rasgarse el saco ó pared del glóbulo rojo. En otras palabras, el glóbulo rojo es un núcleo libre. Tampoco se ha podido averiguar positivamente el origen de los glóbulos incoloros; pero es muy probable que sean celdillas componentes de la sustancia sólida del cuerpo separadas de la misma y arrastradas á la sangre, y que esta operación se verifique en grande escala en las llamadas *glándulas sin conducto*, de las cuales pasan las celdillas directa ó indirectamente á la sangre como *glóbulos de la linfa*.

Son importantes los siguientes hechos su cuanto á la relación que existe entre las diversas clases de glóbulos:

(*a*) Los animales invertebrados que tienen verdaderos glóbulos de sangre, no tienen sino unos parecidos á los incoloros del hombre.

(*b*) El último de todos los animales vertebrados—el lancelet (*Amphioxus*)—no tiene sino glóbulos incoloros; y los embriones recién formados de todos los animales vertebrados no tienen sino glóbulos incoloros y con núcleos.

(*c*) Todos los vertebrados que ponen huevos tienen dos clases de glóbulos—unos incoloros, como los del hombre, y otros grandes y rojos, generalmente ovales y que difieren

ademas de los del hombre en que tienen núcleo. En realidad no son sino los mismos glóbulos incoloros aumentados y coloridos.

(d) Todos los animales que amamantan su cria (ó sea, los llamados mamíferos) tienen, como el hombre, dos clases de glóbulos, incoloros unos y pequeños, pero con color los otros, siendo siempre los últimos chatos y sin núcleo, generalmente circulares, pero elíptico en la familia del camello. Y es digno de notarse que en estos animales los núcleos de los glóbulos incoloros se vuelven elípticos.

(e) Los glóbulos incoloros difieren mucho ménos entre sí en punto á tamaño y forma, en los vertebrados, que los glóbulos de color. Estos últimos son mas pequeños que en ningun otro animal vertebrado en el almizcle, en el cual son como la cuarta parte de los del hombre. Los anfibios (ó séase, las ranas y salamanquesas), son, por otra parte, los que tienen mayores glóbulos rojos: en algunos de estos animales son diez veces tan grandes como los del hombre.

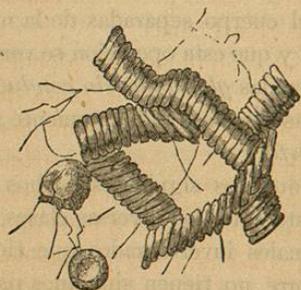


Fig. 23.

GLÓBULOS ROJOS DE SANGRE HUMANA, PEGADOS UNOS CON OTROS DE MODO QUE FORMEN ROLLOS.

Figuran también en la lámina un glóbulo rojo y otro incoloro libres, y el plasma está atravesado por hebras muy delgadas de fibrina.

**88. Los Glóbulos Rojos tienden á unirse formando Rollos.**—Al morir la sangre, sus diversos componentes, que han sido descritos ya, sufren notables cambios.

Los *glóbulos incoloros* pierden su contractilidad, pero por lo demas sufren muy poca alteracion. No tienden á unirse entre sí, ni con los glóbulos rojos, sino que se adhieren á la lámina en que están colocados.

Muy diferente es lo que sucede respecto de los *glóbulos rojos*, los cuales, segun ya hemos visto, flotan libremente al principio, ó se deslizan unos sobre otros, moviéndose sin cesar. Al cabo de un breve espacio (cuya duracion varía en diferentes personas, pero que llega por lo general á dos ó tres minutos) se ponen al parecer pegajosos y tienden á unirse unos con otros, y esta tendencia aumenta hasta que, al fin, la mayor parte de ellos se van pegando cara con cara, formando largas séries, que parecen pilas de monedas. Adhiriéndose luego el extremo de una de esas columnas á los costados de otra, prodúcese una red de varios grados de estrechez; los glóbulos permanecen unidos de esta manera durante cierto tiempo, pero se separan luego y vuelven á flotar libremente. Un poquito de agua, ó de ácidos diluidos, ó de cualquiera disolucion salina bastará para desbaratar en un instante las columnas.

Esta propiedad que tienen los glóbulos de agruparse formando pedazos de randa, es la causa del cambio de aspecto que con el auxilio de la lente hemos notado ya. Mientras los glóbulos se mantienen separados, conserva la capa el aspecto arenoso; pero en cuanto se agrupan aquellos, parece esta como tachonada ó llena de manchas.

Los glóbulos rojos rara vez se reúnen en columnitas, siendo lo corriente que siempre queden algunos sueltos en las mallas de la red. Expuestos al contacto del aire, ó sometidos á presion, cúbrense de nuditos muchos de ellos, de modo que parecen diminutas moras, lo cual se ha considerado equivocadamente como resultado de la espontánea division ó explosion de los glóbulos (Fig. 25, b).

**89. Cristales de la Sangre.**—Sufren también á veces los glóbulos rojos de la sangre un cambio mas notable todavía. En ciertas circunstancias, su contenido, que se compone de

la sustancia incolora llamada *globulina*, y de la materia colorante llamada *hematosina*, se separan de la túnica exterior de los glóbulos en calidad de cristales, que en el hombre tienen la forma de prismas, y diversas formas en otros animales. El tratamiento de la sangre por el oxígeno y el ácido carbónico, á la luz del sol, facilita mucho este procedimiento, de suerte que el medio mas sencillo de ver estos *cristales de sangre* es exponer al aire libre una gota de sangre, humedecerla luego con agua y respirar despues varias veces sobre ella para suministrarle ácido carbónico. A medida que se vayan formando los cristales, se irá aclarando el color de la sangre.

SECCION II.—*Propiedades Físicas y Químicas de la Sangre.*

**90. Coagulacion.**—A los diez ó quince minutos de extraída la gota de sangre, se verá que el plasma ha perdido su claridad, y que presenta una infinidad de hebras sumamente finas de una sustancia llamada *fibrina*, que se han separado de él, y que lo atraviesan en todas direcciones, uniéndose unas con otras y con los glóbulos, y formando del todo una masa semi-sólida.

Esta precipitacion de la fibrina es la causa de la aparente solidificacion ó coagulacion de la gota colocada en la segunda lámina de vidrio; mas los fenómenos de la coagulacion, que son de grande importancia, no pueden ser bien comprendidos sino cuando se ha visto cómo se comporta la sangre en cantidad mayor que la que nos ha servido para los anteriores experimentos.

**91. Separacion de los Elementos.**—Cuando se abre una vena con una lanceta, y se deja caer en una vasija la sangre, esta es al principio perfectamente flúida; pero al cabo de un cuarto de hora, y á veces en ménos de la mitad de ese tiempo, sepárase en dos elementos muy diferentes—á saber, un líquido claro y amarillento, y una masa roja semi-sólida suspendida en el líquido, y mas pálida y consistente en la superficie que en el interior.

El líquido se llama *suelo*; la masa semi-sólida es el *cuajo* ó *crassamentum*. Ahora bien, es evidente que el cuajo contiene los glóbulos de la sangre, unidos entre sí por alguna otra sustancia, y si se examina con el microscopio una pequeña parte del coágulo, se verá que aquella sustancia es la misma *fibrina* que hemos visto formarse en la capa delgada de sangre; de suerte que el coágulo es equivalente á los glóbulos mas la fibrina del plasma, mientras que el suelo es el plasma ménos los elementos fibrinosos que contenía.

**92. La Linfa Cuajada.**—Los glóbulos de la sangre son algo mas pesados que el plasma, y naturalmente cuando se extrae sangre, se hunden poco á poco. De aquí que la parte superior del coágulo contenga ménos glóbulos y sea de color mas claro que la inferior, pues la fibrina encuentra en la capa superior del plasma ménos glóbulos de que apoderarse al cuajarse. En ciertas circunstancias los glóbulos se agrupan con mucha mas rapidez y forman masas mas densas que de ordinario, de suerte que vencen con mas facilidad la resistencia que les opone el plasma cuando comienzan á caer, así como un mazo de plumas arrojado al aire cae con mucha mas rapidez que las mismas plumas sueltas. En semejantes casos, la capa superior del plasma se halla enteramente libre de glóbulos rojos ántes de que se forme en ella la fibrina, y la capa superior del coágulo es, por lo tanto, casi blanca. Dásele entónces el nombre de *linfa cuajada*.

Luego que se forma el coágulo, encógese la fibrina y expele una gran parte del suelo que contiene en sus mallas, siendo de advertir que, en igualdad de circunstancias, mientras ménos glóbulos encuentre á su paso al encogerse, más se contraerá. Por esto, una vez formada la *linfa cuajada*, se contrae de ordinario tanto, que le da á la superficie superior del coágulo la forma de una taza.

Quiere decir que la *linfa cuajada* es fibrina separada naturalmente de los glóbulos rojos, separacion que puede

efectuarse tambien por medios artificiales batiendo la sangre con unas varillas desde el momento en que se la extraiga hasta que se coagule por completo. Si tal cosa se hace, la fibrina se adherirá á las varillas, y quedará en el receptáculo un flúido rojo, compuesto del suero mas los glóbulos rojos, y muchos de los incoloros.

**93. Condiciones Infuyentes.**—Muchas son las circunstancias que aceleran, retardan, ó impiden temporalmente la coagulacion de la sangre.

(a) *Temperatura.*—Una temperatura elevada acelera la coagulacion de la sangre; una baja la retarda; miéntras que en el punto de congelacion del agua jamas se coagula. Sin embargo, la sangre conservada en estado flúido se coagula cuando se eleva su temperatura, y se ha hecho el experimento de enfriarla y calentarla casi hasta la coagulacion tres veces seguidas sin que haya perdido por ello su coagulabilidad.

(b) *Agregacion de materia soluble á la sangre.*—Hay muchas sustancias salinas, y mas especialmente el sulfato de sosa y la sal comun, que tienen la propiedad de impedir la coagulacion de la sangre; pero si se mezcla esta con un poco de agua, para que se diluya la solución salina, al punto se verificará la coagulacion.

(c) *Contacto con la materia animada ó inanimada.*—El contacto con la materia inanimada promueve la coagulacion de la sangre. Por esto si al extraerla se la recoge en una vasija, se coagulará primero por donde esté en contacto con las paredes de la vasija, y si se introduce un alambre en una vena de un animal vivo, se cubrirá aquel de fibrina, aunque esté rodeado de sangre perfectamente flúida.

El contacto directo con la materia viva retarda, por el contrario, ó impide completamente la coagulacion de la sangre, así es que si se liga una vena en dos puntos la sangre contenida entre ámbos se conservará por mucho tiempo flúida.

El corazon de la tortuga sobrevive muchas horas y aun

dias despues de extraido del cuerpo, y miéntras vive no se coagula la sangre que contiene; pero en pocos minutos se coagulará cualquiera cantidad que se le extraiga.

La sangre del cuerpo de la tortuga, conservada en estado flúido por medio del frio, y vaciada dentro del corazon separado ya del cuerpo, no se coagula.

La fibrina recién depositada obra lo mismo que la materia viva: la sangre contenida en tubos aforrados con esa sustancia se conserva líquida por mucho tiempo.

**94. Naturaleza de la Coagulacion.**—La coagulacion de la sangre es en todos conceptos una operacion físico-química, sujeta á las propiedades de algunos de los componentes del plasma y que nada tiene que hacer con la vitalidad de ese flúido. Pruébalo así el hecho de que si se impide por medio del frio la coagulacion de un poco del plasma de la sangre, y se le diluye luego mucho, una corriente de ácido carbónico que lo atraviere precipitará al fondo cierta sustancia blanca, que disuelta en una disolucion débil de potasa ó de sosa, se coagula y da un coágulo de fibrina pura. Seria absurdo suponer que una sustancia precipitada de su disolucion, y disuelta otra vez, pueda conservarse viva.

Hay motivos para creer que esta sustancia consta de dos elementos de composicion muy semejante que existen separadamente en la sangre viva, y cuya union es la causa de la coagulacion. En breves palabras expondrémos estos motivos:—El pericardio y otras cavidades serosas del cuerpo contienen un flúido claro, exudado por los vasos sanguíneos, y que encierra los elementos de la sangre sin los glóbulos. Dicho flúido se coagula á veces espontáneamente, como lo haria el plasma de la sangre, pero con mucha frecuencia deja de mostrar tendencias á la espontánea coagulacion. Cuando esto sucede, puede, sin embargo, hacérsele coagular y producir un coágulo verdaderamente fibrinoso, mezclándole un poco de *globulina* en cualquiera de sus formas. Esta globulina, como ya hemos visto, es el principal elemento de los glóbulos de la sangre: existe en el suero de la

sangre que se ha coagulado, y por la acción del ácido carbónico se le puede precipitar de la misma en la forma de un polvo blanco: se la encuentra también en el tejido conexivo, la córnea, el lente cristalino y los humores del ojo, y en otros flúidos del cuerpo.

**95. Globulina y Fibrinógena.**—Puede secarse ó conservarse en alcohol la globulina, sin que se disminuya por esto su facultad de producir fibrina cuando se la mezcla con efusiones serosas. Es sumamente activa en una disolución alcalina bien débil. El exceso de álcali y cualquier ácido suspenden por completo su acción.

Tenemos, pues, que la *globulina*, incorporada en condiciones adecuadas á una efusión serosa, coagula esa efusión, haciendo desarrollar en ella fibrina.

Hácelo así obrando en combinación con una sustancia contenida en la efusión serosa, que puede ser extraída por sí misma y que produce en una disolución de globulina el mismo efecto que produce esta en su disolución. Esta sustancia, que ha sido llamada *fibrinógena*, es sumamente parecida á la globulina y puede ser precipitada de las exudaciones serosas por el ácido carbónico, así como puede la globulina ser precipitada del suero de la sangre. Cuando se la vuelve á disolver en una disolución alcalina, y se la pone en un flúido que contenga globulina, obra como coagulador de ese flúido y hace que se desarrolle en él un coágulo de fibrina. Conforme con lo que se acaba de decir, puede conservarse indefinidamente en un vaso un poco de suero de sangre que se haya coagulado por completo, y en otro un poco de flúido del pericardio, sin que ninguno de los dos se coagule; pero si se les mezcla, al punto se verifica la coagulación.

Parece, pues, evidente que la causa primaria de la coagulación de la sangre y de la formación de la fibrina es la acción recíproca ó alternativa de dos sustancias (ó dos modificaciones de la misma sustancia): *globulina* y *fibrinógena*, la primera de las cuales abunda mucho en los glóbulos de la

sangre y en algunos tejidos del cuerpo, mientras no consta hasta ahora que exista sino en el plasma, la linfa, el quilo y los flúidos que de estos se derivan.

**96. Las Cualidades Físicas de la Sangre.**—El proverbio inglés que dice que “la sangre es mas espesa que el agua,” es literalmente exacto, pues no solo “espesan” la primera los glóbulos, de los cuales se ha calculado que hay nada ménos que 70,000,000,000 (ochenta veces la población del globo) en una pulgada cúbica, sino que es también ligeramente viscosa por efecto de las materias sólidas disueltas en el plasma. De aquí que sea mas pesada que el agua, teniendo una gravedad específica de cerca de 1,055, es decir, que veinte pulgadas cúbicas de sangre pesan tanto, sobre poco mas ó ménos, como veinte y una de agua. Los glóbulos son mas pesados que el plasma, y su volúmen es de ordinario algo menor que el del plasma. Los incolores están casi siempre en la proporción de tres ó cuatro por cada mil de los rojos; pero este número varía mucho, aumentándose á poco de haber comido, y disminuyéndose en el espacio de tiempo que media de una á otra comida. La sangre es, además, caliente: su temperatura se eleva á 100° Fahrenheit, poco mas ó ménos.

**97. La Composición Química de la Sangre.**—Considerada químicamente, la sangre es un flúido alcalino compuesto de agua y materias sólidas y gaseosas. Las proporciones de estos diversos elementos varían segun la edad, el sexo y el estado de los individuos, pero por término medio pueden estimárselos como sigue:

En cada 100 partes de sangre hay 79 de agua y 21 de materias sólidas, es decir, que hay entre el agua y los sólidos de la sangre la misma proporción que entre el nitrógeno y el oxígeno del aire. En términos comunes se diría que una cuarta parte de la sangre es materia sólida y seca, y tres cuartas partes agua. De las 21 partes de sólidos secos, 12 ( $=\frac{2}{3}$ ) le corresponden á los glóbulos, y de las 9 restantes, las dos terceras partes próximamente ( $6\frac{2}{3}$  partes= $\frac{2}{3}$ )

son albúmina (sustancia parecida á la clara del huevo, y que se coagula por el calor), y una tercera parte ( $=\frac{1}{3}$  de toda la materia sólida), es una mezcla de sustancias salinas, crasas y sacarinas, diversos productos del consumo del cuerpo, y fibrina. La cantidad de este último elemento es sumamente pequeña en proporción del importante papel que representa en el acto de la coagulación. Con efecto, 1,000 partes de sangre sana no producen al coagularse sino de dos á cuatro partes de fibrina.

La cantidad total de materia gaseosa contenida en la sangre es igual á algo ménos de la mitad del volúmen de esta, es decir, que 100 pulgadas cúbicas de sangre contienen un poco ménos de 50 pulgadas cúbicas de gases. Estas materias gaseosas son ácido carbónico, oxígeno y nitrógeno, ó, en otras palabras, los mismos gases que existen en la atmósfera, pero en proporciones totalmente diferentes, pues al paso que el aire contiene cerca de tres cuartos de nitrógeno, un cuarto de oxígeno y apenas un vestigio de ácido carbónico, los gases de la sangre se calcula que están, por término medio, en la proporción de cerca de dos tercios de ácido carbónico, algo ménos de un tercio de oxígeno, y ni un décimo siquiera de nitrógeno.

Importa observar (*a*) que la sangre contiene mucho mas gas oxígeno del que podría conservarse en disolución con agua pura á la misma temperatura y bajo la misma presión; (*b*) que esta facultad de contener oxígeno parece depender de un modo ú otro de los glóbulos, en primer lugar, porque el suero puro no tiene en mayor grado que el agua la propiedad de absorber oxígeno, y, en segundo lugar, porque las disoluciones de hematosina absorben con mucha facilidad el oxígeno; y (*c*) que ciertas sustancias muy susceptibles de oxidarse—tales como el ácido pirogálico—no se afectan al pasar por la sangre. Parece, pues, que el oxígeno no está enteramente libre, sino combinado químicamente, aunque de una manera indeterminada, con un elemento de la sangre contenido en los glóbulos.

Difieren estos químicamente del plasma en que contienen una gran proporción de las materias crasas y los fosfatos, todo el hierro y casi toda la potasa de la sangre; mientras que el plasma contiene, por su parte, una cantidad muchísimo mayor de cloro y sosa que los glóbulos.

**98. Influencia de la Edad, el Sexo y el Alimento en la Sangre.**—La sangre de los adultos contiene una proporción mayor de elementos sólidos que la de los niños, y la de los hombres mas que la de las mujeres; pero en las personas de temperamento débil ó linfático, la diferencia de sexo apenas afecta las condiciones de la sangre.

Los alimentos animales tienden á aumentar los glóbulos rojos; mientras que los vegetales y la abstinencia tienden á disminuirlos. La pérdida de sangre ejerce la misma influencia en mayor grado aun, siendo su consecuencia que se disminuyan los glóbulos rojos en proporción mucho mayor que la de los demas elementos sólidos de la sangre.

**99. Cantidad Total de Sangre en el Cuerpo.**—La cantidad de sangre que contiene el cuerpo varía mucho en diferentes épocas, por lo cual es punto ménos que imposible fijarla con exactitud. Podría probablemente estimársela por término medio en no ménos de un décimo del peso del cuerpo.

**100. Influencia Vivificante de la Sangre sobre los Tejidos.**—La función de la sangre consiste en suministrarles alimento á todas las partes del cuerpo, y recoger las materias que por supérfluas desecha este. Es de absoluta necesidad para la conservación de la vida de cada una de las partes del cuerpo el hallarse en tal relación con una corriente de sangre, que las materias puedan pasar libremente de la sangre á ellas, y de ellas á la sangre, exudándose por las paredes de los vasos en que está contenida la sangre. Esta influencia vivificante depende, además, de los glóbulos de la sangre, y los siguientes experimentos prueban la exactitud de estos asertos: Si se le ata un miembro á un animal vivo, de modo que no penetre en ese miembro la corriente de

sangre, bastará esto solo para que presente todos los síntomas de la muerte: se pondrá pálido y frío, perderá su sensibilidad, dejará de estar sometido al imperio de la voluntad, se pondrá rígido y acabará acaso por gangrenarse.

Pero si, aun despues de haberse declarado la rigidez de la muerte, se le quitan las ligaduras, y se deja penetrar la sangre en el miembro, pronto cesará su rigidez, se elevará su temperatura, recobrará su sensibilidad, volverán sus músculos á hallarse bajo el dominio de la voluntad, y, en una palabra, se restablecerá por completo el estado normal.

Si, en vez de dejar circular de nuevo la sangre del animal, se toma esa sangre y, quitándole ántes su fibrina, batiéndola al efecto, pero dejándole sus glóbulos, se la introduce artificialmente por los vasos, el resultado será exactamente igual al producido por la sangre completa; al paso que el suero, que es equivalente á sangre batida sin sus glóbulos, nó produce semejante efecto.

**101. Transfusion de Sangre.**—No es necesario emplear para obtener este resultado la sangre del mismo animal con el cual se hace el experimento. Un hombre ó un perro muertos al parecer por consecuencia de una extraordinaria pérdida de sangre, pueden recobrar su vigor con solo inyectarles en las venas sangre de otro hombre ó perro, operacion conocida con el nombre de *transfusion*.

Ni es tampoco de absoluta necesidad para el buen éxito de esta última operacion que la sangre empleada para hacerla sea de un animal de la misma especie. La del caballo hará revivir á un asno, y, por regla general, puede usarse sin malos resultados la de un animal cualquiera, para operar á otros de especies allegadas; miéntras que esa misma sangre introducida en el cuerpo de un animal enteramente diferente, le hará mas ó ménos daño, pudiendo hasta causar su inmediata muerte.

**102. La Linfa,**—que llena los vasos linfáticos es, como la sangre, un flúido alcalino, compuesto de un plasma y glóbulos, y se coagula por la separacion de fibrina del plas-

ma. Difiere de la sangre en que todos sus glóbulos son incoloros, y en que tiene poquísimos elementos sólidos—nada mas que un cinco por ciento, sobre poco mas ó ménos. Puede, en rigor, considerarse la linfa como sangre sin sus glóbulos rojos y diluida con agua, de suerte que es ménos densa que el suero de aquella, el cual contiene como ocho por ciento de materias sólidas.

El sistema linfático vierte probablemente en la sangre todos los dias una cantidad de flúido igual á la de la misma sangre. Este flúido es en gran parte sangre que se sale de madre, es decir, plasma que pasa por exudacion de los capilares á los tejidos y que no es arrastrada de nuevo por la corriente venosa; lo restante es el quilo absorbido del canal alimenticio.

---

## CAPÍTULO V.

### DE LA RESPIRACION.

#### SECCION I.—*Sangre Arterial y Venosa.*

**103. Gran Complejidad de la Sangre.**—La sangre, cuyas propiedades y naturaleza general han sido descritas en el anterior capítulo, es el producto, sumamente complejo, no de un solo órgano ó elemento del cuerpo, sino de todos ellos. Debe, sin duda, muchos de sus caracteres distintivos á sus propios elementos, los glóbulos; pero tambien la afecta profundamente la circunstancia de que todas las demas partes del cuerpo toman algo de la sangre y le llevan algo en cambio. Puede compararse la sangre con un rio, la naturaleza de cuyo contenido se determina en gran parte por la de las aguas de su nacimiento y la de los animales que nadan en él; pero en el cual ejercen tambien una notable influencia el terreno por donde corre, las yerbas acuáticas que crecen