

corre con bastante velocidad por el conducto torácico; pero no se conoce bien la causa de su movimiento ascensional,

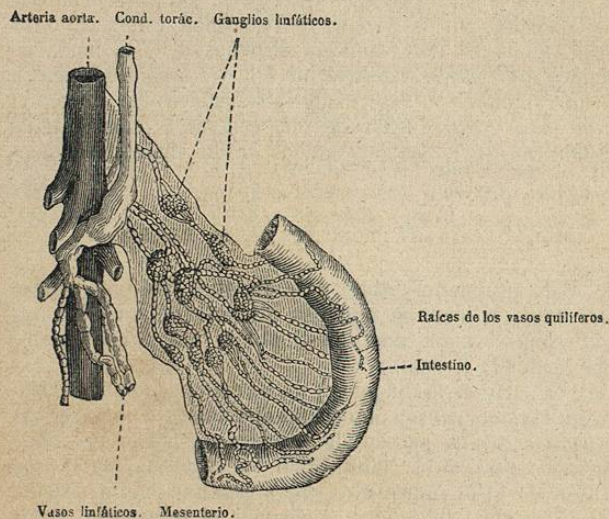


Fig. 46. — Vasos quilíferos.

§ 77. **Quilo.** — El aspecto de este líquido varía según la clase de alimentos de que proviene y según los animales en que se observe. En el hombre y la mayor parte de los mamíferos es por lo general un jugo blanco, lechoso, de olor particular y de sabor salado y alcalino. Examinado en el microscopio parece compuesto de un líquido seroso que tiene en suspensión granulecillas grasosas y glóbulos circulares. El quilo que proviene de alimentos que no contienen materias grasas no es opaco como el suministrado por sustancias que contienen grasa ó aceite: en las aves es casi siempre transparente.

Cuando se examina el quilo en los vasos lácteos cerca de su origen, se encuentra que las materias orgánicas que contiene consisten principalmente en albúmina; pero si se observa más lejos en su trayecto hacia la vena subclavia, se ve que sus cualidades no siguen siendo las mismas: á medida que adelanta en el interior de los vasos linfáticos, se carga de una cantidad más ó menos considerable de fibrina: principio que le da la propiedad

de coagularse espontáneamente como la sangre. En general, toma al mismo tiempo este líquido un color rosado y se vuelve susceptible de enrojarse al contacto del aire. Su naturaleza, por consiguiente, se va acercando cada vez más á la de la sangre, con la cual se mezcla en la vena subclavia en la salida del conducto torácico.

De este modo es como las materias nutritivas elaboradas por la digestión son absorbidas y mezcladas al fluido nutritivo. Para continuar el estudio de los fenómenos de la nutrición debemos, por consiguiente, ocuparnos ahora en este fluido y en la manera como se verifica la distribución de las materias orgánicas que él conduce.

§ 78. En los animales de estructura más sencilla se asemejan todos los líquidos de la economía unos con otros: no parecen sino agua más ó menos cargada de partículas de materias organizadas; pero, en los seres que ocupan puesto más elevado en el reino animal, cesan los humores de ser todos de la misma naturaleza y existe uno destinado especialmente á proveer á las necesidades de la nutrición: este *líquido nutritivo* es la *sangre*.

Éste es el líquido que conserva la vida en sus órganos y suministra á éstos los materiales de que se componen.

También se derivan de la sangre todos los humores formados en el cuerpo: la saliva, orina, bilis y lágrimas, por ejemplo.

§ 79. En todos los animales que por su estructura se acercan más al hombre, como los mamíferos, aves, reptiles y peces, y hasta en la mayor parte de los gusanos de la clase de los anélidos, la sangre es de color rojo oscuro; pero en casi todos los animales inferiores, en lugar de ser roja y espesa, no consiste sino en un líquido acuoso, tan pronto completamente incoloro, como ligeramente teñido de amarillo, rosado ó violado: por esto es difícil de ver, y durante mucho tiempo se pensó que estos seres carecían completamente de sangre y se los llamaba *animales exangües*.

LOS ANIMALES DE SANGRE BLANCA ó casi incolora son numerosísimos: todos los *insectos* entran en esta categoría, y es un error la creencia vulgar de que las moscas tienen sangre roja en la cabeza; es verdad que cuando se aplasta uno de estos insectos se ve salir un líquido rojizo, pero esta materia no es sangre, y pro-

viene únicamente de los ojos de estos pequeños seres. Los arácnidos, cangrejos y todos los animales parecidos á estos últimos, y que designan los zoólogos con el nombre de *crustáceos*, tienen igualmente la sangre casi incolora: en conclusión, los caracoles, almejas, ostras y demás animales del tipo de los *moluscos* y del de los *zoófitos*, lo mismo que los gusanos intestinales, están en el mismo caso.

§ 80. Examinando en el microscopio la sangre de un animal de SANGRE ROJA, tal como un mamífero, un ave ó un pez, se ve que está constantemente formada de dos sustancias diferentes: un líquido amarillento y transparente al cual se ha dado el nombre de *suero*, y un sinnúmero de pequeños corpúsculos, sólidos, regulares y de color rojo, en suspensión en el fluido que acabamos de citar, y que se llaman *glóbulos de la sangre*, *glóbulos rojos* ó *hematías*.

§ 81. **Glóbulos de la sangre.** — En animales de una misma especie, todos los glóbulos de la sangre tienen la misma forma y casi el mismo tamaño¹; pero cuando se les compara con animales de especies distintas, se notan importantes diferencias. Por lo general, estos corpúsculos se parecen mucho más en los diversos animales de una misma clase que en animales que pertenezcan á clases diferentes: en los primeros pueden variar sus dimensiones, pero presentan casi siempre la misma forma; mientras que de una clase á otra son á menudo mucho más considerables las diferencias de volumen, y hasta la forma misma puede cambiar.

Así en el hombre (fig. 47) y en casi todos los demás animales de la clase de los mamíferos (verbigracia, el perro, el caballo, el buey) los glóbulos de la sangre son circulares²; mientras que, en las aves, reptiles, batracios y peces, tienen forma elíptica (fig. 48).

Estos corpúsculos son siempre microscópicos, pero, sobre todo en los mamíferos, llegan á una pequeñez extrema. En el hombre, el perro, el conejo y algunos otros mamíferos su diámetro es igual á cosa de $\frac{1}{124}$ de milímetro, y en la cabra no

Fig. 47^o.

¹ Antes del nacimiento tienen las hematías, algunas veces, dimensiones y hasta formas diferentes de las que presentan durante todo el resto de la vida. Así se ve que en el embrión de la gallina son los glóbulos circulares, y que cuando el período de la incubación está adelantado presentan todos la forma elíptica. Pero después del nacimiento no varían más.

² Exceptúanse de esta regla los camellos y llamas, pues en estos mamíferos son elípticos los glóbulos de la sangre.

³ Glóbulos de la sangre del hombre, aumentados unas cuatrocientas veces (de diámetro).

tienen sino $\frac{1}{250}$ de milímetro; finalmente, en el gamezno no pasa de $\frac{1}{180}$ de milímetro poco más ó menos.

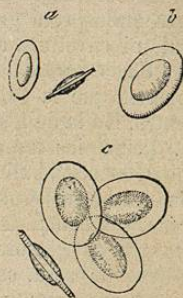
En las aves son los glóbulos de la sangre mayores (fig. 48) que en los mamíferos. Pero en la clase de los reptiles y en los batracios es donde llegan á mayores dimensiones: así, en la sangre de la rana tienen poco más ó menos $\frac{1}{45}$ de milímetro de largo por $\frac{1}{75}$ de ancho; y en el proteo, que es de todos los conocidos el animal en donde se han visto mayores, es su largo de $\frac{1}{17}$ de milímetro aproximadamente.

En conclusión, en los peces son estos corpúsculos intermediarios por el tamaño entre los glóbulos de las aves y los de los batracios.

Por lo demás, los glóbulos de la sangre son siempre aplastados y presentan una mancha central rodeada de una especie de círculo más oscuro. Su estructura interior es algunas veces muy difícil de conocer; pero cuando se tiene cuidado de tomarlos de un animal de los que los tienen más grandes y se examinan en un microscopio de mucho aumento, se ve que se hallan compuestos de dos partes distintas, de un núcleo central y de una envoltura que tiene la apariencia de una vejiguilla. Por lo general tienen deprimida esta envoltura formando al rededor del núcleo un reborde más ó menos delgado, de modo que el conjunto presenta el aspecto de pequeñísimos discos ensanchados por el centro: son de color rojo y parecen formados de una especie de jalea fácil de dividir, pero muy elástica. El núcleo central tiene forma esferoide y es incoloro. En el hombre y en los demás mamíferos, la parte central de los glóbulos es, al contrario, menos saliente que el borde y no se distingue núcleo.

Estas hematías, que dan á la sangre su color rojo, no son los únicos glóbulos que se descubren en la misma vista en el microscopio. Existen también en dicho líquido, pero en mucha menor cantidad, otros corpúsculos incoloros y de forma esférica, que se parecen mucho á los glóbulos del quilo; en general, son difíciles de percibir por estar mezclados con los glóbulos de la sangre. Designanse con el nombre de *leucocitos* ó *glóbulos blancos*.

¹ Glóbulos elípticos de la sangre de las aves, batracios y peces, aumentados unas cuatrocientas veces. — a, glóbulo de sangre de gallina, visto de frente y de lado; — b, glóbulo de sangre de rana; — c, glóbulos de un pez del género Escualo.

Fig. 48^a.

§ 82. En los animales sin vértebras, cuya sangre es blanca ó casi incolora, se encuentran también glóbulos, pero estos corpúsculos difieren mucho de los de los animales vertebrados; su tamaño es muy variable en un mismo individuo; su superficie presenta aspecto granuloso; no se distingue en ellos núcleo central, ni envoltura exterior, y su forma es por lo general esférica.

§ 83. **Composición de la sangre.** — La química nos demuestra que la sangre se compone de muchas sustancias diferentes. En la de los animales superiores, se encuentra: 1.º agua; 2.º principios inmediatos albuminoides, á saber: fibrina, albúmina, hemoglobulina (ó materia colorante roja de la sangre asociada á hierro), caseína, etc.; 3.º materias grasas, como la colestina, cerebrina, ácido esteárico, ácido oláico, etc.; 4.º materias azucaradas (glucosa); 5.º materias minerales (cloruro de sodio, fosfato de sosa, carbonato de cal, hierro unido á la hematosina, etc.); finalmente, se ha reconocido la presencia de pequeña cantidad de ácido carbónico libre, nitrógeno y oxígeno. Pero esta complicación, por grande que parezca, está muy lejos de la realidad; si nuestros medios de análisis fuesen más perfectos, se descubrirían en la sangre otras sustancias todavía, que ciertamente existen, pero que no se encuentran en suficiente cantidad para que la química pueda estudiarlas. Para convencerse de ello basta detener la acción de ciertos órganos encargados de separar de la sangre diversos líquidos particulares, como la orina; pues materias que eran expulsadas de la economía por esta vía y que por lo general no se presentan en la sangre, se acumulan entonces en dichos órganos y de este modo facilitan su reconocimiento, como veremos más explicado cuando lleguemos al estudio de las secreciones¹.

Las sustancias que acabamos de enumerar como contenidas en la sangre son también las que entran en la composición de casi todas las partes, sólidas ó líquidas, de la economía; la base de muchos tejidos es la albúmina; la fibrina es el principio constituyente de los músculos, las sales contenidas en la sangre se encuentran también en los huesos ó en los humores; y según el conjunto de hechos conocidos, se puede pensar que los materiales destinados á convertirse en carne, bilis, orina, etc., existen ya en el fluido nutricio: los órganos que deben apropiárselos los toman de este líquido y no los crean; así es que no sin razón ha sido la sangre llamada *carne líquida* por algunos autores.

§ 84. Las proporciones en las cuales se encuentran reunidas

¹ Para más detalles sobre química y fisiología de la sangre véanse mis *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. II, pág. 141 y siguientes.

las distintas materias que constituyen la sangre varía mucho en los diferentes animales. En el hombre se encuentra ordinariamente en 100 partes de sangre, como 79 partes de agua, 19 centésimas de albúmina, 1 de sal y algunas milésimas solamente de fibrina y de materia colorante. En la sangre de las aves es por lo general menor la proporción de agua; pero, en la sangre de los batracios y peces es mayor. En la de la rana, por ejemplo, existe más de 88 centésimas partes de agua en 100.

Análogas diferencias se observan cuando se comparan las cualidades relativas del suero y de las hematias en la sangre de distintos animales; y, como en seguida veremos, existe una relación notable entre la proporción de dichos glóbulos y el calor desarrollado por tales seres. De todos los animales, los que tienen la sangre más rica de glóbulos son las aves y también son los que tienen temperatura más elevada. La sangre de los mamíferos contiene un poco menos (de 7 á 12 centésimas partes en 100); en los reptiles y peces, que se llaman animales de sangre fría, á causa del poco calor que desarrollan, la cantidad relativa es mucho menor aún.

Por lo demás, las proporciones de los elementos sólidos y líquidos varían también en individuos de una misma especie, y diversas circunstancias pueden producir modificaciones en la sangre de un mismo animal. Así se observa que la cantidad de glóbulos es mayor, y menor la del agua, en la sangre del hombre que en la de la mujer, y en la sangre de los individuos de temperamento sanguíneo, mayor también que en la de los de temperamento linfático.

§ 85. **Coagulabilidad de la sangre.** — En estado ordinario es siempre fluida la sangre y se compone, como ya hemos dicho, de un líquido acuoso con glóbulos sólidos en suspensión, pero hay circunstancias en las cuales cambian completamente estas propiedades físicas. Es lo que se verifica, por ejemplo, siempre que se extrae la sangre de los vasos que la contienen en el interior del cuerpo de un animal vivo; abandonada á sí misma se transforma en este caso, al cabo de algunos instantes, en una masa de consistencia gelatinosa, que se separa poco á poco en dos partes: una líquida, amarillenta y transparente, formada por el suero; y la otra más ó menos sólida, completamente opaca, de color rojo, á la cual se ha dado el nombre de *coágulo* ó de *grumo de sangre*.

Este fenómeno se debe á la presencia de la fibrina contenida en la sangre. Esta sustancia, que se halla disuelta en el suero, tiene la propiedad de solidificarse cuando no se halla sometida á la influencia de la vida; y, al solidificarse de este modo, arrastra

tra consigo los glóbulos, y forma con ellos una masa gelatinosa, de la misma manera que la clara de huevo, empleada para clarificar un líquido turbio, arrastra los corpúsculos que se encuentran mezclados con él cuando se coagula por efecto del calor. Para comprobar que la coagulación de la sangre depende de la fibrina basta batir dicho líquido con unas varitas en seguida que sale de las venas; se verá que la fibrina al solidificarse se adhiere á las varillas y se extrae fácilmente, perdiendo la sangre la propiedad de coagularse. Con este sencillo experimento puede también adquirirse el convencimiento de que la fibrina se encuentra en el suero y no contenida en los glóbulos como se creía hasta hace poco tiempo. En efecto, si se echa en un filtro sangre que tenga glóbulos muy voluminosos, sangre de rana, verbigracia, es fácil hacer pasar el suero y detener todos los glóbulos antes que la coagulación se haya efectuado; y, en este caso, aunque los glóbulos hayan quedado intactos sobre el filtro, el suero se coagulará como de ordinario: sólo que el coágulo, formado de este modo exclusivamente de fibrina, es blanco en vez de ser rojo como cuando los glóbulos se encuentran en él.

§ 86. **Importancia de la sangre.** — Hemos dicho que la sangre es el agente especial de la nutrición. Mas no sirve solamente para renovar las pérdidas que sufren los órganos y para nutrirlos, hállase también destinada á producir en dichas partes una excitación sin la cual no podría mantenerse la vida. El experimento siguiente puede, mejor que cualquiera otro, dar una idea de la importancia de la acción de este líquido en la economía.

§ 87. Cuando se sangra abundantemente un animal se le ve debilitarse cada vez más, y si la hemorragia es muy copiosa no tarda en perder el conocimiento; su respiración se detiene, todo movimiento muscular cesa y la vida no se manifiesta sino por algún signo exterior; finalmente, si la pérdida de la sangre es demasiada y se deja al animal en este estado, la realidad sucede luego á la apariencia y la muerte no tarda en presentarse. Pero si en vez de abandonar á su suerte esta especie de cadáver, se inyecta en sus venas sangre semejante á la que ha perdido, se le ve volver á la vida: á medida que se introduce en sus vasos nuevas cantidades de sangre va reanimándose; no tarda en respirar libremente, se mueve con facilidad, toma de nuevo su porte y hasta puede restablecerse completamente.

Esta operación, que se designa con el nombre de *transfusión*, es, en verdad, una de las más importantes de las que se hacen, y prueba mejor que todos los razonamientos la importancia de la acción de los glóbulos de la sangre sobre los órganos vivientes; pues si se emplea de la misma manera suero privado de glóbulos,

no se produce sino el mismo efecto que se obtendría con agua pura, y no impediría que la muerte fuese consecuencia inevitable de la hemorragia.

§ 88. También es fácil de demostrar la influencia de la sangre en la nutrición. Así, cuando por medios mecánicos se disminuye de una manera notable y permanente la cantidad de este líquido recibida por un órgano, vese á éste disminuir de dimensiones y hasta secarse y reducirse casi á nada. Por otra parte se observa igualmente, que, cuanto más funciona una parte del cuerpo, más sangre recibe, y más asimismo aumenta su volumen. En efecto, todo el mundo sabe que el ejercicio muscular tiende á desarrollar las partes que lo ejecutan; que en los bailarines, por ejemplo, los músculos de las piernas y sobre todo de las pantorrillas adquieren un crecimiento notable, mientras que en los panaderos y otros individuos que ejecutan con los brazos trabajos rudos, se ven los miembros superiores más desarrollados que las demás partes. Ahora bien, los músculos reciben más sangre cuando se contraen que cuando están en reposo, y á causa de esta afluencia de sangre el trabajo nutritivo que se efectúa en ellos es más activo y su volumen crece.

§ 89. El líquido nutricio obrando de este modo sobre los órganos con los cuales está en contacto, experimenta á su vez modificaciones, y á causa de este cambio pierde pronto sus cualidades vivificantes. La sangre que llega á las diversas partes del cuerpo es de color rojo subido; mientras que después de haber pasado por ellas presenta un matiz oscuro de color rojo negruzco. Pero esta sangre así viciada, ó por lo menos usada de cierta manera, toma por la acción del aire sus propiedades primitivas y de nuevo se vuelve propia para excitar el movimiento vital.

La función por medio de la cual se opera este importante cambio es la de la *respiración*, en la que pronto hemos de ocuparnos.

La sangre que ha sufrido la acción del aire, y que es propia para la conservación de la vida, se llama *sangre arterial*; la que ya ha obrado sobre los órganos y no puede continuar excitando el movimiento vital, se llama *sangre venosa*: contiene, ordinariamente, menos glóbulos que la sangre arterial, y se coagula con menos rapidez, pero su color negruzco, la cantidad de ácido carbónico de que está cargada y su manera de actuar sobre los tejidos vivos, es lo que más la distingue.