

LA PRESION DEL AIRE,

CON RELACION Á LA VIDA DEL HOMBRE.

La reciente catástrofe del *Cenit*, que ha costado la vida á los aeronautas Sivel y Croce-Spinelli, da al estudio de la presión del aire y de su rarefacción, á medida que se asciende en las altas montañas, un interés de actualidad. Sin valerse de medio tan peligroso como el del globo, puede resolver el médico el problema de que hablo por la observación de la naturaleza en diferentes puntos de la tierra, y por medio de experimentos que no causan más víctimas que las de algunos animales. Sin ir tan lejos ni tan alto, los desgraciados y heroicos aeronautas hubieran conseguido su objeto con mucho menos peligro, pues ascendiendo por montañas de 2.000 á 6.000 m, los resultados hubieran sido igualmente satisfactorios para la ciencia. Lo que esta funesta tentativa no ha podido enseñar, lo conocemos por los trabajos de un francés, el doctor Jourdanet, publicados con el título: *De la influencia de la vida del hombre en la presión del aire*.

Hay en este libro cuanto la ciencia y las personas ilustradas, ajenas á la medicina, pueden desear saber sobre dicho asunto. Después de haber vivido veinte años en Méjico y de haberse dado detallada cuenta de lo que las altitudes engendran en el hombre, no sólo en América, sino en el Asia central, M. Jourdanet ha comprobado los datos de la observación con los de la experiencia. Empleando generosamente su fortuna, ha dotado á la Sorbona y á M. Bert, de aparatos especiales destinados á producir en los animales los efectos de la presión y de la depresión barométrica, de modo que puedan analizarse sin peligro los fenómenos producidos bajo esta influencia. De aquí provienen las investigaciones de M. Bert, y las de que da cuenta el mencionado libro.

El mérito principal de la obra de M. Jourdanet consiste en dar á conocer, conforme á largas observaciones en los habitantes de las principales montañas del globo, lo que la experiencia puede producir á su gusto en los animales.

El primer punto que debe fijarse es el de la *temperatura del aire* en las diferentes altitudes.

Estas investigaciones se han hecho por medio de ascensiones aerostáticas, ó subiendo á elevadas montañas. Las primeras me parecen curiosas, pero las segundas son más útiles.

Es probable que no vaya á vivir en globo á ninguna altura, y puedo verme obligado á permanecer en altitudes donde me sea útil el conocimiento de la temperatura media.

Todo el mundo conoce las ascensiones de Biot

y Gay-Lussac que se elevaron á 7.000 m; de Barral y Bixio que llegaron á 8.000, sufriendo una temperatura de 39°; de Wels, que ha hecho 1.400 viajes por los aires, sin otro resultado que el de sus impresiones personales; de Glaisher, que, después de 30 ascensiones, ha establecido que la temperatura variaba de 4° á 6° en los tiempos serenos, y los resultados de las investigaciones de Flammarion, que demuestran que en un cielo puro, el descenso medio de la temperatura ha sido de 4° en los primeros 500 m, de 7° á los 1.000 m, de 10°,05, á 1.500 m, de 13° á 2.000 m, de 15°, á 2.500 m, de 17° á 3.000 m, y por término medio 1° por cada 189 m de altura.

Estos resultados son interesantes, pero prefiero los que da la observación hecha en las montañas, por M. Jourdanet.

En la meseta de Anahuac está Méjico situado á 2.277 m de altura sobre Veracruz, y á 19° de latitud.

Encuétrase allí una temperatura media de +17° mientras que en Veracruz es de +26°, lo cual da un decrecimiento de 1° por cada 253 m de elevación. Ahora bien, como cerca de Méjico está el volcán de Popocatepetl á 5.400 m de altura y en el cual empiezan las nieves perpetuas á 4.500 m, si se continúa el estudio del descenso termométrico se ve que, desde Méjico á las nieves, que se suponen á +2° la disminución de temperatura, es de 1° por cada 148 m. Esta diferencia en el decrecimiento de la temperatura de Veracruz á Méjico y de Méjico á las nieves, se explica por la influencia del suelo, hecho que no puede producirse en las diferentes alturas de un globo, y cuyo conocimiento es de suma importancia.

¡Cosa curiosa! Si se compara la disminución de la temperatura desde Veracruz hasta las nieves, se ve que es de 1° por cada 187 m, cifra casi igual á la que Flammarion indica para la misma altura en globo. En efecto, á 4.500 m en un globo, la temperatura debe haber disminuido 25°, y ésta es próximamente la cifra de decrecimiento observada entre Veracruz y las nieves de Popocatepetl.

Parece que, desde hace largo tiempo, ha sucedido lo mismo, y á pesar de todo cuanto se ha dicho de enfriamiento del globo y de cambios de composición de la atmósfera, hechos incompatibles con la existencia del hombre actual, puede decirse que en las edades prehistóricas, la temperatura del aire y su presión eran iguales á las de hoy. En efecto, un cambio de temperatura hubiese producido la aminación ó aceleración de la rotación terrestre, lo cual no ha sucedido, porque, como dice Arago, la revolución diurna del globo no ha variado en un *céntimo de segundo* durante 2.000 años, lo que prueba que la temperatura no ha cambiado en un *décimo de grado*. Podemos, pues, vivir tranquilos respecto á

los pretendidos peligros del enfriamiento de la tierra.

Para apreciar los efectos de los climas de altitud sobre el organismo, es preciso tener á la vez en cuenta la disminucion de la temperatura media y el decrecimiento del peso de la atmósfera.

Para esto es preciso observar lo que pasa en el Asia central. En la cordillera del Himalaya, donde las nieves perpetuas empiezan á 4.677 m, en las localidades situadas por debajo á más de 2.000, y en la América meridional, en la Cordillera de los Andes y de Méjico á parecidas alturas.

Verdad es que los efectos del descenso barométrico y las variedades de temperatura en aquellos parajes, no producen en el organismo perturbaciones semejantes á las que se observan en nivel menor y en latitudes más próximas al polo.

La anemia y la hypoglobulia (disminucion de los glóbulos de la sangre) no existen, á juzgar por el análisis químico, y si la sangre tiene ménos color y produce palidez en el cútis, debe atribuirse á la disminucion de la cantidad de oxígeno. Es una *anoxemia ó anoxyhemia* producida por falta de presion barométrica.

Dígase lo que se quiera sobre este punto, la influencia climatérica de las elevadas altitudes, es una de aquellas á que no es posible habituarse, porque crea una fisiología y una patología especiales, debidas á una crásis sanguínea particular. Hay una accion debilitante real, cuya existencia justifica el análisis químico de la sangre, y que no puede negarse.

No conviene creer, sin embargo, que todas las altitudes producen el mismo efecto sobre el hombre, sino muy distintos; y en este punto, las investigaciones de M. Jourdanet son preciosas para la ciencia, porque los efectos de las altitudes poco considerables no son iguales á los de las elevadas altitudes. En las primeras de 1.000 á 2.000 m el aire es vivificante, y parece ser poderoso medio para curar á los anémicos, miéntras que las alturas más grandes engendran, por el contrario, fenómenos anémicos: de aquí la necesidad de precisar la presion barométrica útil y la que es perjudicial.

Sobre 2.000 m de altura, nivel de las montañas de la América tropical, se producen síntomas de anemia particulares, modificando la marcha de las enfermedades en los habitantes de estos paises. Más abajo, los fenómenos son distintos, y los efectos observados se deben, sea á la disminucion del oxígeno de la sangre en relacion con el corto número de glóbulos sanguíneos, sea á la disminucion de presion barométrica; es decir, al peso del aire.

Se debe tener en cuenta además la cantidad de ácido carbónico de la sangre, cuyo exceso aminora la accion del oxígeno respirado y que disminuye en

las altitudes poco elevadas, de donde se deduce que estas débiles altitudes favorecen la oxigenacion de la sangre, es decir, su rutilancia, lo cual es un medio de curacion de la anemia.

De estos hechos resulta la conclusion médica siguiente:

1.º Que el clima de las montañas poco elevadas, bajo presion de 70 y 75 es provechoso á la vida, favoreciendo la expulsion del ácido carbónico de la sangre y la accion del oxígeno del aire.

2.º Que las grandes altitudes y la prolongacion de la permanencia entre 60 y 65 de presion barométrica producen el efecto contrario.

Y 3.º Que la atmósfera más pesada de los niveles bajos del globo, es, cuanto más baja, ménos favorable á la respiracion perfecta.

Estos hechos, sacados de la grande historia de la vida en los distintos parajes del globo, han recibido recientemente su demostracion experimental en el laboratorio, merced á los aparatos de M. Jourdanet, que tiene M. Bert en la Sorbona.

Forman estos aparatos dos vastos recipientes que reciben luz por ventanillos, comunicándose por una puerta herméticamente cerrada, y en los cuales se pueden establecer presiones barométricas distintas. Otro recipiente evita la impresion desagradable del émbolo de la máquina de vapor y permite, en ocasiones, formar el vacío en una gran campana de cristal. Finalmente, si se quiere, puede establecerse una corriente de aire en el aparato, para que los animales vivan dentro de él largo tiempo.

Con estos aparatos ha investigado M. Bert cuál es la fuerza de resistencia de los animales en el aire, confinado á diversos grados de presion barométrica, y ha visto, segun se sabe ya, que los animales mueren cuando han agotado el oxígeno del aire que los rodea, de tal modo, que sólo dejan un 3 ó 4 por 100. En la presion barométrica de 76 pasan así las cosas; pero si el aire está rarificado de modo que ofrezca menor presion barométrica, la absorcion disminuye, y cuando el animal muere, queda un 6 ó un 8 por 100 de oxígeno en su atmósfera.

Si muere es á causa de la disminucion de la densidad del oxígeno mismo, cuya cantidad queda siendo cuatro centésimas partes, de lo que sería á la presion ordinaria de 76 cm. Cualquiera que sea la presion, los animales morirán, cuando el oxígeno quede reducido á cuatro céntimos de su densidad, sea cual fuere la cantidad que reste en el aparato, y que es tanto más grande cuanto mayor éste.

De aquí resulta el hecho interesante de que á grande altura y al aire libre, por ejemplo en globo, morirá el hombre si en la atmósfera rarificada por la altitud no hay más que cuatro céntimos del oxígeno de la atmósfera pura del nivel de los mares.

De la falta de presión de este oxígeno resulta su falta de incorporación ó de absorción por la sangre, y la vida se apaga.

Como prueba del límite extremo de las cantidades de oxígeno atmosférico necesarias á la vida, hay otros medios de demostración como, por ejemplo, los que resultan del envenenamiento de un animal dentro de una campana donde exhala el ácido carbónico sin morir hasta el momento en que la densidad del oxígeno llega á 3 ó 4 por 100.

Pero á fin de que no se atribuya la muerte á la asfixia por el gas ácido carbónico, M. Bert ha quitado este gas, y la muerte ha sobrevenido instantáneamente; es decir, al llegar la extinción mortal del oxígeno hácia el 4 por 100. El mismo resultado se observa cuando, para el animal colocado debajo de la campana se baja la presión atmosférica, manteniéndola disminuida á 15^{cm}, en medio de una corriente de aire respirable. Es el mismo experimento á que ántes me he referido.

Así, pues, un animal abandonado á sí mismo en el aire confinado y agotando el oxígeno atmosférico, ó colocado dentro de una campana donde se disminuye la presión barométrica, al mismo tiempo que se deja entrar aire puro, sucumbe desde que la tensión interior del oxígeno no tiene el poder de hacer absorber la cantidad necesaria.

Si el animal está colocado en una campana de 400 litros á 76^{cm} de presión barométrica, teniendo el aire normalmente 21 de oxígeno y 79 de ázoe por 100, desde que el oxígeno disminuye proporcionalmente al ázoe, bajando de 21 á 4 por 100, la muerte es inevitable.

Si la presión es de 38^{cm}, es decir, mitad de la presión ordinaria (no habrá más que 10,5 de oxígeno y 39,5 de ázoe por 100), sobrevendrá la muerte tan pronto como el oxígeno haya caído á cuatro céntimos de su densidad normal en el nivel del mar, es decir, al doble de su cantidad en la experiencia precedente, ó sea ocho céntimos. Resulta, pues, que á una presión barométrica que sea la mitad menor, se produce la muerte en doble cantidad de oxígeno.

Conforme á estas experiencias demostrativas de la teoría de la influencia de las altitudes moderadas, era preciso investigar las modificaciones de la cantidad de gases contenidos en la sangre arterial, bajo la influencia de las mismas condiciones barométricas. En efecto, si la disminución de la presión aminora la absorción del oxígeno, debe encontrarse menor cantidad en la sangre arterial de los habitantes de las grandes altitudes. Esta previsión de M. Jourdanet está perfectamente justificada, y M. Bert ha proporcionado la demostración completa, puesto que á la presión ordinaria de 76 ha encontrado más oxígeno en la sangre que bajo una

presión menor. La cantidad de este gas varía con la depresión, y de un 20 por 100 que es en estado normal, baja á 10 ó 15 por 100 por las presiones de 25 y de 65^{cm}. No hay error alguno que altere estos resultados, pues al volver los animales á la presión atmosférica ordinaria, la sangre recobra sus cantidades normales de oxígeno.

Vese, pues, que hay verdadera relación entre la presión de la atmósfera y la cantidad de oxígeno de la sangre arterial, y si se tiene en cuenta este hecho para apreciar la influencia de las altitudes de más de 2.000^m, por ejemplo, vérase que los habitantes de estas regiones tienen en la sangre arterial una cantidad de oxígeno menor que la de los habitantes de la orilla del mar.

La observación médica había demostrado que por bajo de 2.000^m la presión atmosférica no cambia sensiblemente la absorción del oxígeno por los pulmones ni la cantidad de este gas contenido en la sangre arterial, mientras que sobre 2.000^m la respiración y la hematopoesa (ó composición de la sangre), se modifican. La experiencia ha venido á confirmar estos resultados, dándoles una precisión que los pone al abrigo de cualquier negativa.

Todo el mundo comprenderá mejor ahora la diferencia que conviene establecer en la apreciación de los efectos de un «clima de montaña» que no pase de 2.000^m y de «un clima de altitud», situado á mayor altura.

Esta diferencia es tal, que de ella procede resulta en el segundo caso y no en el primero la aparición de síntomas particulares que se llaman el mal de montaña.

Este mal, producido por las grandes ascensiones á más de 2.000 y 3.000^m, es muy análogo al mareo que produce la navegación. Los síncope que sentían los compañeros de Hernán-Cortés en 1519 cuando su ascensión al Popocatepetl; las náuseas semejantes á las del mareo, indicadas por el Padre Acosta en 1590, los desfallecimientos y debilidad muscular observados en 1735 por la comisión francesa de Bouguer, la Condamine y Godin en las altitudes de 3.000 á 5.000^m, los vértigos y salida de sangre por la nariz que advirtieron después de Saussure, Humboldt y Bonpland y cuantos han renovado después tan peligrosas ascensiones; todos estos accidentes los atribuye M. Jourdanet á falta de oxigenación de la sangre, y de aquí el nombre de anoxhemia, ó, mejor dicho, de anoxemia, que les ha dado.

Puede discutirse para saber si, en efecto, la disminución del oxígeno de la sangre es la causa del mal de montaña, ó si lo es más bien una *carbonhemia* debida á la acumulación del ácido carbónico en la sangre, que entorpece los órganos y desarregla las

funciones, pero esto en nada cambia el hecho en sí, que es incontestable. Bajo mi punto de vista, y según mis experimentos, todos los fenómenos nerviosos de la axfisia se deben á la acción narcótica del ácido carbónico retenido en la sangre. He demostrado, en efecto, que todos los animales que perecen asfixiados por falta de oxígeno, tienen previamente una anestesia más ó ménos pronunciada, y me sorprende que los aeronautas no hayan indicado este hecho tan fácil de comprobar en un mamífero puesto en el recipiente de una máquina neumática.

Otro efecto de las altitudes sobre los indígenas es el exagerado desarrollo del torax, una ligera disminucion de la calorificacion, y un aminoramiento real de procreacion.

Todos estos efectos reunidos constituyen del modo más evidente una disposicion especial del organismo, que se llama *idiosincrasia*, y en la cual la anoxymia desempeña importante papel, sea por la produccion de ciertas enfermedades cloróticas, vertiginosas, hipocondriacas ó dispépticas, sea por la inmunidad de algunas otras dolencias, como la tisis pulmonal y la fiebre amarilla. Se sabe, en efecto, que estas dos enfermedades son rarísimas en Méjico, y que sólo las padecen los extranjeros á aquellas comarcas. Con la misma influencia se relaciona el tífus especial de aquel país y el gran número de pneumonías que en él se observa. Todo esto se enlaza, y á la fisiología especial del habitante de las altitudes corresponde una patología especial que desconocen los médicos, y cuyos principales lineamientos acabo de señalar.

Como contraste con los efectos dañinos de las altitudes á más de 2.000 m, M. Jourdanet indica la influencia de los climas de montaña, es decir, de las altitudes entre 500 y 2.000 m.

Para comprender bien esta influencia, es preciso estudiarla en los nacidos en las montañas, en los extranjeros que se domicilian en ellas, en los viajeros y algo en las latitudes, porque lo que resulta cierto en las zonas montañosas intertropicales, no lo es en la zona norte y templada. Por estas diversas causas deben admitirse, con reserva, algunas conclusiones de M. Jourdanet.

Segun este autor, el aire de las montañas, proverbialmente reputado como tónico, depurado, excitante, vivificante, no tiene todas estas cualidades. En las alturas medias y en los valles hay, como en todas partes, tífus, disenteria, tisis, escrófulas, tumores y cretinismo, que causan entre los habitantes una mortandad mayor que en las llanuras. Esto es bastante cierto, y la prueba está escrita en las tablas de mortalidad de nuestros departamentos montañosos, formadas recientemente por Bertillon.

Al parecer, sólo en la altura entre 1.000 y 2.000 m se observa un estado higiénico y salubre especial,

creando inmunidades patológicas evidentes y predisposiciones morbosas no ménos caracterizadas; hecho señalado ya por Lombard, de Ginebra, en trabajos que justamente aprecia el mundo sabio.

Lo que es cierto respecto á la poblacion indígena, no lo es tanto respecto á la flotante de los viajeros y desocupados, que, atacados de la *malaria urbana*, van á buscar en las montañas el vigor y la fuerza que les han hecho perder una enfermedad accidental, trabajos excesivos ó placeres ilimitados. Para ellos la transicion de una presion barométrica bastante fuerte á una presion menor, el cambio de aire, que no tiene los miasmas de la gran ciudad, la tranquilidad del ánimo, una alimentacion nueva, más asimilada á causa del ejercicio del cuerpo, y finalmente, el aspecto de nuevos y grandiosos paisajes, que excitan de continuo su admiracion, es motivo para una actividad orgánica, de donde puede resultar la salud.

En todos estos hechos reunidos por M. Jourdanet, apoyados con pruebas científicas terminantes y referidos con talento, se encuentran algunos elementos de esa geografía médica universal, que espera aún quién la escriba. Día llegará en que algun espíritu desinteresado emprenda la ingrata tarea de enseñarnos las enfermedades de las diferentes comarcas del globo en sus distintas altitudes, sus caracteres particulares, sus causas geológicas ó climáticas, y ésta será una de las obras más considerables que puedan realizarse en servicio de la humanidad.

DR. E. BOUCHUT.

(*Les Mondes.*)

LOS CULTIVOS IMPORTADOS EN LA INDIA INGLESA.

Era célebre la India en los tiempos antiguos, por sus telas pintadas, su marfil, sus minas de diamantes y sus especias; pero el arroz, el algodón, el indigo, los granos oleaginosos constituían las fuentes más reales de riqueza y los objetos más importantes del comercio. Hoy, gracias á la iniciativa, á la energía y á la perseverancia propias del carácter inglés, el café, el té y la quina, no sólo están naturalizados en aquel imperio, sino que han llegado á ser artículos muy importantes de exportacion. Créese generalmente en Europa que todo el café procede de Arabia, de las Antillas y de algunas regiones intertropicales de ambas Américas; que el té es de procedencia puramente china, y que la chinchona ó quina viene únicamente del Perú. Vamos á indicar brevemente en este artículo cómo han sido introducidos en la India inglesa el café, el té y la quina,