

GACETA MÉDICA DE MÉXICO.

PERIÓDICO DE LA ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA.

AÑO LIV.

4ª SERIE, TOMO I.

MÉXICO, JULIO DE 1919.

ACADEMIA DE MEDICINA.

TRABAJOS REGLAMENTARIOS.

La hematología de las altitudes.

DR. DANIEL VERGARA LOPE.

Hace ya tantos años cuantos de médico tengo, que comencé el estudio de los fenómenos que se producen en los organismos del hombre y de los animales, como consecuencia de la vida en los lugares de gran altitud. Mi labor ha sido coronada en varias ocasiones con la aprobación de los hombres de ciencia, y mi obra principal, escrita en colaboración con el Prof. Alfonso L. Herrera, obtuvo la medalla Hodkins del Instituto Smithsonian, de Washington, en concurso internacional, según la decisión del jurado calificador, que fué integrado por sabios de los más renombrados en las naciones civilizadas. Este jurado lo formaron J. Janssen, T. H. Huxley, von Helmholtz, W. von Bezold, G. Brown Goode, M. W. Harrington y John S. Billings.

La gran extensión de este libro y otras circunstancias, han hecho que no sea bien conocido por todos ni bien estudiado entre nosotros, siendo así que en él se tratan problemas de sumo interés, especialmente para todos los que vivimos en los climas de altitud.

Como estoy lejos de creer que mi obra sea perfecta, que sea dogmática, empleando el término que usa a este respecto el Sr. Dr. Ocaranza, me he propuesto traer a estudio ante ustedes, algunos de sus principales capítulos, ofreciendo ante vuestra indiscutible competencia mi labor personal, el fundamento de los resultados obtenidos, el juicio que ha presidido en mis conclusiones, y la comparación con los estudios de los maestros. De esta manera podré obtener la valiosa opinión de ustedes, las rectificaciones necesarias, vuestra cooperación, en una palabra, para esclarecer y perfeccionar en lo posible cuestiones de tal importancia.

Cuando haya logrado este primer propósito, formaré con el resultado obtenido en el seno de nuestra docta Academia, un nuevo libro que en forma más concreta, presente la obra a la consideración de los demás; que sin tener la extensión de aquélla, sirva especialmente para fijar, sin dejarnos dudas, hasta donde sea posible, las medias anatómicas y fisiológicas normales del hombre de nuestras altiplanicies y de nuestra raza; punto de partida para muchas otras investigaciones y de singular interés para la Clínica Médica.

Ojalá que las circunstancias de actualidad y supervenientes no me estorben e interrumpen esta labor, que tengo el alto honor de dedicar a ustedes como al primer cuerpo médico de nuestra República.

* * *

La hematología de las altitudes forma sin duda uno de los principales capítulos. No es ya poco lo que sobre este asunto se ha estudiado, precisamente por ser uno de los más trascendentales, y muy recientemente, ante el V Congreso Médico Mexicano que se reunió en Puebla, el Sr. Dr. D. Fernando Ocaranza, nuestro distinguido consocio, presentó una extensa memoria sobre histofisiología de la sangre del habitante de nuestra Mesa Central, en la que varias veces procura justipreciar mis trabajos sobre la materia.

Antes de ocuparme de los problemas que aquí vamos a estudiar y para ayudar al Sr. Dr. Ocaranza en su labor histórica, le suplico a este señor, que me permita hacer algunas aclaraciones sobre ciertos datos que constan en su memoria; no sin darle antes muy sinceramente las gracias por la importancia que le señala a mis trabajos y los términos de elogio con que a éstos se refiere en varias ocasiones.

Debo decir ante todo, que nunca he reclamado ni franca ni embozadamente, prioridad sobre el descubrimiento del fenómeno conocido generalmente con el nombre de "hiperglobulia de las altitudes"; así lo manifesté también y personalmente al Dr. Viault, cuando tuve el honor de tratar con él en Europa; mis primeras numeraciones practicadas sobre la sangre de los animales, en el extinto Instituto Médico Nacional, coincidieron en épocas con las que aquel sabio de Burdeos hizo en las cordilleras del Perú; y desde que conocí la publicación que hizo de sus trabajos en el periódico *Revue Scientifique*, cuando comprendí que las altas cifras que yo encontraba y que atribuía a mi falta de buena técnica, eran en realidad una confirmación de los estudios del Dr. Viault. Así lo digo con toda verdad en alguno de mis trabajos publicados.

Si es igualmente cierto que yo he sido el primero en México que señaló el fenómeno como uno de los factores que determinan la vida normal del hombre y de los animales en las altitudes, dándole toda su importancia, demostrando experimentalmente la liga de causa a efecto que hay entre la hiperglobulia y el enrarecimiento y la sequedad características del aire atmosférico, al grado de existir una proporcionalidad casi matemática entre la intensidad de la primera con el grado que alcanzan tales factores climatológicos; yo he sido también, el primero en señalar las modificaciones que por las mismas causas se observan sobre la forma del trazo normal esfigmográfico en el habitante de México, la densidad de la sangre y la presión con que circula en nuestros vasos.

El Sr. Dr. D. Miguel Cordero, como sabe el Sr. Ocaranza, no señaló que hubiese hiperglobulia; sin que esto quiera decir que sus numeraciones, consideradas por nosotros, constituyan una prueba más sobre la existencia de la hiperglobulia. El Dr. Cordero, queriendo asimilar los resultados que obtuvo con los resultados de autores europeos, señala una suma de 4.771,281 como

promedio de cifras encontradas en hombres, mujeres y niños, y todos sabemos que la mujer y el niño señalan casi siempre cifras inferiores; y aunque probablemente no supo apreciar el fenómeno por los motivos que señala el Dr. Ocaranza, el hecho es que el Dr. Cordero no demostró que hay hiperglobulia en el hombre de las altitudes, como consecuencia inmediata de la menor presión atmosférica.

En mi concepto, fué el sabio francés Paul Bert, el primero que señaló que podría existir esta hiperglobulia, y el Dr. Viault, de Burdeos, el primero que la demostró sin dejar duda; viniendo en seguida los trabajos de Müntz, Regnard, Egger, Wolff, Koeppel, Stierling y los míos, a confirmar más y más su existencia.

El primero que refutó la teoría de la anoxihemia barométrica del Dr. Jourdanet, fué innegablemente el malogrado Dr. León Coindet, médico del cuerpo expedicionario francés que invadió nuestra República (1); y los trabajos del señor Dr. Luis E. Ruiz, Angel Gaviño y los míos, vienen mucho tiempo después en el orden de sucesión que aquí señalo. Así, pues, tampoco reclamo ni nunca he reclamado prioridad sobre este otro capítulo de asunto tan interesante.

Los trabajos de numeración que practicó el Sr. Dr. Everardo Landa en el Instituto Médico Nacional, primero, y después en la Sección de Antropometría adscrita a la de Higiene Escolar, deben considerarse como una sucesión de los míos, y estoy seguro que el Sr. Dr. Landa confirmará con mucho gusto la exactitud de mi dicho. Siendo yo el profesor en jefe de la Sección de Fisiología en dicho Instituto y el Sr. Dr. Landa mi ayudante, y habiendo sido yo encargado de determinar las medias anatómicas y fisiológicas normales en el niño de México, dispuse que el Sr. Dr. Landa fuese quien practicara estas numeraciones, procuré que se adiestrase, comunicándole lo que mi propia práctica me había enseñado respecto al manejo de los aparatos que usábamos, y quise, así, que otra mano que no fuese la mía, hiciera esto, para dar mayor importancia a los resultados; supuesto que de esta manera quedaba suprimido el factor individual que de mí dependiera.

Bajo mi dirección también y aprovechando mi labor personal, hicieron sus estudios los Sres. DD. Sánchez de Tagle, Padilla, Vélez (Adolfo) y algunos más cuyos nombres no recuerdo, sobre numeraciones de hamatías, densidad de la sangre, presión arterial, etc.

Sigo yo en la creencia, de que es el aparato cuentaglóbulos de Hayem, el que proporciona resultados más exactos. Todos aquellos en que se usan pipetas mezcladoras, que a la vez sirven para medir la sangre y el líquido de dilución, y cuyo tipo es la primitiva pipeta de Malassez, tienden a suministrar cifras inferiores a las verdaderas, y cuando he usado las pipetas de Reichert o de Thoma Zeiss, ha sido solamente para medir la gota de sangre, cuya mezcla con el suero la practico en el vasito del mismo aparato de Hayem.

Además de que es difícil medir con toda exactitud en la misma pipeta el suero y la sangre, hay una causa constante que favorece el error de menos, y que cualquiera puede comprobar por medio de una sencilla experiencia: tómese polvo fino de una substancia que se deje penetrar por el agua,

(1)—COINDET.—Artículo publicado en la *Gazette hebdomadaire de Med. et Chir.* en 1863. P. 780 y 781.

por ejemplo, serrín de madera; después de permanecer por cierto tiempo mezclado con el líquido, se verá que permanece casi indiferentemente en el seno de la masa de agua, sobre todo al ponerse ésta en movimiento por agitación; si en estas condiciones se hace pasar el todo por un embudo de cristal, se observará lo siguiente: las primeras porciones de la mezcla pasan con una cantidad sumamente escasa de polvo, pues las partículas de éste al precipitarse por la abertura inferior chocan entre sí, estorbándose el paso, y al detenerse ocasionan que pase en mayor cantidad relativa el agua; poco a poco va aumentando con el escurrimiento la proporción de partículas sólidas, y las últimas porciones salen por el contrario apretadas y en enorme cantidad; debe considerarse que solamente a la mitad del escurrimiento sale en proporción media la mezcla.

Seguramente que esta observación es la que hace que los que usan estas pipetas mezcladoras, aconsejen dejar caer las dos o tres primeras gotas de la mezcla de glóbulos y suero antes de tomar la que ha de servir para la cuenta, y yo aseguro que si no se toma la gota entre las que salen cuando ha salido la mitad del contenido de la parte globulosa del mezclador, los resultados resultarán falsos; pues los glóbulos rojos por su viscosidad y depresibilidad, exageran aún las causas que dificultan su paso a través del tubo capilar.

La mayor parte de los que utilizan estas pipetas, desperdician solamente las primeras dos o tres gotas, y naturalmente la mezcla que se utiliza para contar, no tiene aún la riqueza globular media que corresponde al vaciado de la mitad infundibuliforme. Esta es, sin duda, una de las causas predominantes para ocasionar el error en *déficit*.

Midiendo separadamente el suero y la sangre que pueden mezclarse perfectamente en el vasito de Hayem, desaparece esta causa de error.

Paso por alto el resto de la técnica que es perfectamente conocida y que describen con tanta precisión los distintos operadores, y en México se ha señalado igualmente por los Sres. Cordero, Landa, Ocaranza y el que esto escribe.

Algo hay que tener en cuenta para la parte histórica, en lo que toca a las numeraciones de hamatías practicadas sobre la sangre de las embarazadas en México, por los Sres. Hidalgo, Zárraga y por mí mismo. No sé a punto fijo, por qué motivo el Sr. Dr. Hidalgo encontró una cifra tan baja: 3.985,000 en 46 casos observados (2); supongo que el uso de la cámara de Malassez, tan defectuosa, según lo explico en varias de mis publicaciones (3), fué el principal factor para tal resultado, en tanto que cifras obtenidas por el Dr. F. Zárraga, 5.111.000 (4), y por mí, 5.060,000, son perfectamente asimilables.

El Dr. Zárraga estaba, sin embargo, tan distante de creer que la cifra que obtuvo, indicase una hiperglobulia relativa y ocasionada por la acción del aire enrarecido, que al comparar sus datos solamente con los que señalan los europeos para la mujer no embarazada, dedujo que en la mujer embarazada, la cantidad de hamatías está aumentada en vez de disminuída. He aquí una

(2) - A. HIDALGO - Algunas consideraciones sobre la numeración de las hamatías. - Tesis. 1894.

(3) - HERRERA Y VERGARA LOPE. - *La Vie sur les Hauts Plateaux*. - México. - P. 522.

(4) - F. ZÁRRAGA. - Contr. al est. de la sangre en las mujeres embarazadas. - México, 1892.

prueba de la importancia que tiene para nosotros la fijación de estas medias fisiológicas.

La conclusión del Sr. Dr. Zárraga indujo al insigne partero, D. Juan M. Rodríguez, a encomendarme que yo repitiese estas numeraciones, lo que hice con el resultado que señalo arriba.

Para terminar este capítulo de aclaraciones históricas, y como el señor Dr. Ocaranza lamenta que los resultados de las numeraciones practicadas en indígenas azufreros del Popocatepetl, no sean dignos de fe, por haber sido éstas hechas "de prisa"; y en su trabajo no señala quién fué el autor de tales numeraciones, diré aquí que como se ve claramente en el libro de la vida en las altiplanicies, fueron practicadas por el Sr. Prof. Herrera, quien carecía de la práctica necesaria, y en consecuencia, yo tampoco les doy la importancia que debieran tener.

En el trabajo que el Sr. Dr. Ocaranza leyó en enero del presente año, ante el V Congreso Médico Mexicano, se encuentra buen acopio de datos, ya originales o de otros autores, sobre la fórmula leucocitaria en individuos de nuestras altiplanicies; es en mi concepto, lo más completo que se ha escrito sobre un problema tan importante, y su estudio tendrá que ser de gran utilidad para el clínico. Es justo recordar aquí, que ya desde el año de 1892, el señor Dr. D. Manuel Toussaint hizo en el Instituto Médico Nacional interesantes investigaciones a este respecto. En esa época, él era el jefe de la Sección de Fisiología y yo su ayudante, por lo que pude presenciar sus estudios. A él le debo mucha enseñanza para la práctica de la numeración de los elementos figurados de la sangre, por lo que hago este recuerdo con singular agradecimiento.

* * *

En los actuales momentos, es ya un hecho incontrovertible adquirido para la ciencia, el estado de hiperglobulia, real o aparente, en la sangre del hombre y los animales que viven a cierta altura sobre el nivel del mar. Tomo de mi libro *La vie sur les Hauts Plateaux*, el cuadro que demuestra los resultados obtenidos en distintas localidades de altitudes diferentes, agregando tres datos más que constan en la memoria del Dr. Ocaranza, ya citada:

LUGARES.	ALTITUD.	AUTORES.	NÚMERO DE HEMATÍAS.
Cristiania	Nivel del mar	Laache	4.970,000
París	78 metros	Hayem	5.000,000
Göttingen	148 "	Schaper	5.225,000
Hohenkoner	236 "	Schroeder	5.332,000
Zübinegn	314 "	Reichert	5.322,000
Zürich	412 "	Stierling	5.752,000
Auerbach	400 a 450 "	Wolff y Koeppe	5.784,000
Reiboldgrüm	700 "	Wolff y Koeppe	5.970,000
Dowrefjall	950 "	Shaumann	6.112,000
Davos	1,560 "	Kundig	6.551,000
Arosa	1,800 "	Egger	7.000,000
México	2,280 "	Vergara Lope	6.500,000
Morococha	4,392 "	Viault	8.000,000

Como vemos aquí, con excepción de los datos de Kundig para Davos y de Egger, para Reiboldsgrün, que se interponen con cifras mayores a los que siguen en progresión de altura, hay un ascenso notable de la cifra de hematías con la altitud, y como he mostrado ya en mi obra mencionada y en la serie de artículos sobre hematología que vieron la luz en la Revista de Anatomía Patológica y Clínicas Médica y Quirúrgica, publicada bajo la dirección del señor Dr. Rafael Lavista, existe también cierta relación matemática entre algunas de estas cifras y la presión barométrica media del lugar correspondiente.

Ejemplo:

P	—Presión bar. med. en París	0.75 cent.	R	—Hematías s. Hayem:	5.000,000
P'	—Id. id. México	0.58	R'	—Id.	6.460,000
P''	—Id. id. Morococha	0.45	R''	—Id.	Viault: 8.000,000

Dividiendo respectivamente para encontrar la relación entre estas cifras:

$$\frac{P}{P'} = 1.293 \qquad \frac{P}{P''} = 1.66$$

$$\frac{R}{R'} = 1.292 \qquad \frac{R}{R''} = 1.60$$

La diferencia en el primer grupo equivale tan sólo, según el cálculo, a ... 49,692 glóbulos rojos y en el segundo a 300,000.

Atendiendo, pues, a este resultado y prescindiendo naturalmente de otros factores que pueden hacer variar esta proporción, podremos, no obstante, decir:

$$P : P' : P'' :: R : R' : R''$$

Proporción que por sí misma habla respecto a la relación de causa a efecto entre la presión y la hiperglobulia, aun cuando estos términos estén sujetos a variaciones individuales o a otras circunstancias.

Esta relación impera naturalmente sobre todas las modificaciones fisiológicas que determinan la aclimatación del hombre y de los animales en las altitudes, y así tiendo a demostrarlo en varios de los trabajos que he publicado anteriormente; y la fórmula que vemos podría bastar en varios casos para fijar muy aproximadamente cuál tendrá que ser la cifra media de glóbulos rojos que como promedio normal deba tener la sangre de los habitantes de una localidad, cuando de ésta se conocen la altitud y la presión barométrica media.

Adquirido este hecho, es preciso averiguar cuál es la causa directa o sea el mecanismo por el que se produce. ¿Se debe a una exageración de la hematopoesis, cualquiera que sea el sitio que los fisiologistas asignen a la génesis de las hematías, y es una verdadera hiperglobulia? ¿Es, acaso, como algunos pretenden, un hecho aparente, que se debe a una simple acumulación de los glóbulos en las redes vasculares periféricas, por la menor presión atmosférica que soportan? ¿Es igualmente ficticio y sólo debido a una concentración de la masa total de la sangre? He aquí el problema que voy a estudiar con ustedes, que aún no creo que hayan resuelto los autores, pero que mis experiencias y los fenómenos que vamos a juzgar, creo que resuelvan en favor de la última hipótesis.

Dos causas favorecen marcadamente la concentración de la sangre en las altitudes, por pérdida de agua al través de las superficies cutánea y pulmonar: 1^a. El enrarecimiento del aire. 2^a. La mayor sequedad de la atmósfera.

Es una ley física que la temperatura se abate proporcionalmente con el grado de enrarecimiento de la atmósfera, y este factor es desde luego uno de los que hacen disminuir la humedad relativa del aire; la más rápida evaporación del agua, contribuye, naturalmente, a que la sequedad se exagere en proporción. Las observaciones meteorológicas demuestran esto en cualquier sitio de la tierra. En nuestra República, se observa que en la tierra caliente, o sea en nuestras comarcas más bajas y cálidas, la humedad relativa media, varía de 85.4 a 77 centésimas; en la tierra templada, que para nosotros se halla comprendida entre 1,000 y 2,000 metros de altitud, la humedad media es de 77 a 60, y en nuestras altiplanicies de 2,000 a 2,600 metros de altitud, es de 67.5 a 48.4 centésimas. (4).

La ley de la sequedad creciente con la altitud presenta naturalmente excepciones muy notables, debidas a circunstancias meramente locales, y así vemos que en Guadalajara, a 1,567 metros de altitud, se tiene una humedad media de 77 centésimas, igual a la de Mazatlán, que está al nivel del mar. Pero esto no quita nada a la generalidad de dicha ley y a sus consecuencias sobre los organismos.

Se ha demostrado plenamente, por otra parte, que la sequedad del aire influye considerablemente en las pérdidas de agua que sufre el organismo al través de la piel y de la mucosa pulmonar. William Edwards, Chossat, Richet, Valentin, Denison y otros sabios, lo han demostrado hasta la evidencia.

Según las medidas practicadas por el Dr. Denison, en Denver, a 5,350 pies de altitud, la cantidad de agua que se pierde al través de la mucosa pulmonar, es doble de la que se pierde en Jacksonville, que está situada casi al nivel del mar.

Puede consultarse su memoria relativa, *The preferable climate for consumption* (5), y ofrezco aquí a la consideración de los que me atienden, uno de los cuadros que demuestran el fenómeno:

OBSERVACIONES PRACTICAS DURANTE EL OTOÑO DE 1838.	DENVER.	JACKSONVILLE.
Temperatura media.....	50° 4 F.	71° 0 F.
Granos de vapor de agua por pie cúbico a la saturación en las temperaturas indicadas.....	4. 44	8. 33
Humedad media....	0.501	0.774
Pulgadas cúbicas de aire respirado en 24 horas.....	1.062,800	884,000
Id. en pies cúbicos.....	615	492
Granos de vapor de agua inhalados a la temperatura y humedad señaladas.....	3 336	3,162

Sería inútil copiar aquí otros cuadros del mismo autor, que vienen a demostrar lo mismo y cuyas diferencias consisten en la variabilidad de condiciones que buscó Denison, haciendo sus observaciones en distintas estaciones del año, etc.

Demostrado ya este fenómeno, sabiendo que la evaporación del agua es

(4).—DR. ORVAÑANOS.—Geografía Médica.—P. 20 a 27

(5).—DENISON.—Op. cit., P. 4 y sigtes.—*La Vie sur les Hauts Plateaux*.—P. 703 y sigtes.

mayor en los organismos que viven en atmósferas enrarecidas y secas, viene la idea de que los distintos elementos más o menos flúidos que entran en su constitución, pudieran hacerse más densos. El agua entra en la constitución de todos los tejidos, y la sangre que circula en superficies extensísimas, propias para la evaporación y en contacto directo con el aire atmosférico, es la más expuesta a sufrir las consecuencias de la mayor pérdida de agua.

Existe, además, un buen número de casos en que se observa este mismo fenómeno en los organismos, producido por causas muy diversas, en que hay un aumento aparente del número de hematías, como consecuencia de un aumento en la eliminación de agua, y esto lo dicen todos los fisiologistas. Examinemos algunos de ellos:

1º.—*Según la edad.*—Denis ha demostrado que en los recién nacidos, desde las dos primeras semanas hasta los cinco meses, aumenta la proporción de agua y disminuye la proporción de glóbulos rojos. La densidad de la sangre sigue en estos casos, una curva paralela a la cifra de glóbulos (7). De los 40 a los 70 años, la proporción de agua aumenta de nuevo y la de los glóbulos disminuye. Lecanu y Popp han obtenido resultados análogos, y en todos estos casos, la proporción de agua ha disminuído en razón directa del aumento de glóbulos; y Polli, por su parte, ha reconocido que la densidad de la sangre es más considerable en el adulto que en el niño.

2º.—*Según el sexo.*—Denis, Lecanu, Becquerel y otros experimentadores, han demostrado que la sangre de la mujer tiene más agua y menos glóbulos que la sangre del hombre, siendo también menos densa: 1,055 en vez de 1,060.2, que señala como promedio para la densidad de la sangre del hombre.

Ejemplos semejantes, en los que puede observarse esta relación inversa entre la cantidad de agua y la de hematías, podríamos multiplicarlos mucho más, comparando los resultados obtenidos en distintas especies zoológicas; pero no nos son necesarios tantos ejemplos.

Becquerel y Rodier suministran el cuadro siguiente de observaciones recogidas en varios estados patológicos:

PROPORCIÓN DE AGUA.	PROPORCIÓN DE GLÓBULOS.
Para 828.2	86.0
„ 803.4	115.3
„ 801.0	118.6
„ 800.0	122.5
„ 798.6	120.4
„ 799.0	127.4
„ 796.8	119.4
„ 777.0	138.1

Según Müller, en un diabético:

Para 681.0	140.2
----------------------	-------

(7).—LYONET.—*De la densité du sang.*—Tesis.—Paris. 1892 —LONGET.—*Physiologie*, Vol. II, P. 53.—PÉLOUZE y FRÉMY.—*Traité de Chimique*. Vol. VI, P. 509.

Todos sabemos a qué grado de concentración llega la sangre en los diabéticos y que la hiperglicemia desempeña en este caso un gran papel, y sin embargo, vemos que el examen de la sangre demuestra igualmente la relación inversa que existe entre la cifra de glóbulos rojos y la de agua. En los coléricos, cuya sangre se concentra también de una manera notable, se ha podido demostrar igual relación, y en cualquier otro caso en que el organismo sufre pérdidas considerables de agua, como a consecuencia de la administración de los purgantes, de los diaforéticos y en la inanición.

He aquí el resumen de estos ejemplos, tomado de uno de los cuadros de *La vie sur les Hauts Plateaux*:

MENOS AGUA Y MÁS GLÓBULOS.

De los 5 meses a los 4 años.

Sangre del hombre.

En los carnívoros.

En los animales de sangre caliente.

En el estado de vacuidad.

Después de la sección de los neumogástricos.

En la fiebre palúdica cuando la temperatura es muy elevada.

En el cólera.

En la inanición.

A consecuencia de evacuaciones profusas.

Por los diaforéticos.

MÁS AGUA Y MENOS GLÓBULOS.

En los recién nacidos hasta los 5 meses.

De los 40 a los 70 años

Sangre de la mujer.

En los hervíboros.

En los animales de sangre fría.

En el embarazo.

En la tisis.

En algunas hidropesías.

En la clorosis.

En el escorbuto.

En la fiebre palúdica cuando la temperatura se abate.

Antes de pasar adelante, y refiriéndonos a la hiperglobulia de las altitudes, diré, que existe una observación a primera vista contradictoria, comunicada por el Dr. Kohlbrugge, quien encontró que en Tosari, isla de Java, a 1,777 metros de altitud, la cifra de glóbulos rojos no es mayor que al nivel del mar, y dice: "que a pesar de que las numeraciones de hematías que se han practicado en distintas alturas, hacen creer que el aire enrarecido produce necesariamente la hiperglobulia o policitemia, las observaciones hechas por él, en Tosari, vienen a desmentir que dicho fenómeno sea debido a la permanencia en el aire enrarecido, o por lo menos, que este agente sea el único factor que contribuya a su realización." (8)

(8).—*La Semaine Médicale*.—Acción del clima de los trópicos y del clima de las altitudes sobre la sangre humana.—París, 1896.

Aunque en el artículo que publica este observador y que yo tuve a la vista, no se dan detalles respecto a las circunstancias en que fueron hechas estas numeraciones, debemos fijarnos en que la humedad media de la Isla de Java, no puede ser la misma que las observadas en Davos y en el Valle de México; como no es tampoco la misma en Guadalajara que en otros lugares de la misma altitud en nuestros valles centrales. A la vista de este dato, se robustece más en nosotros la idea de que es la sequedad de las altitudes el principal factor de la concentración de la sangre.

Las experiencias practicadas por mí, vienen también a apoyar esta manera de ver, quizá a determinar la naturaleza del fenómeno.

Dos clases de experiencias he practicado: las primeras sobre los animales sujetos a permanecer en atmósferas desecadas artificialmente y otras en el hombre encerrado en cámara neumática.

Las primeras han sido hechas en el cuy y en el gallo.

Un gallo joven y vigoroso fué observado por varios días; practicósele en muchas y variadas ocasiones, la numeración de sus glóbulos, lo que nos dió un promedio de 3.814,354 hematías por milímetro cúbico. En septiembre 12 de 1893, se hizo permanecer durante veinticuatro horas bajo una campana de fierro y cristal, construída expreso. En el interior, el aire circuló constantemente, gracias a la aspiración producida por una trompa de agua. La llave que permitía la entrada del aire, se cerraba gradualmente hasta obtener un desnivel con la presión ambiente de 7 cent. del barómetro fijo en el aparato; este aire penetraba desecándose al través de frascos de Woulff, con ácido sulfúrico, seguidos de otro con potasa cáustica. En el interior del aparato, bajo la parrilla que servía de piso al animal, se puso cantidad suficiente de yeso calcinado para mantener la sequedad. No se dejó agua para bebida. A las veinticuatro horas se dió por terminada esta primera experiencia y se contó la cifra de hematías inmediatamente después de que se sacó al gallo de la cámara neumática: la cifra encontrada, fué: 4.578,750, o sean 764,396 glóbulos más por milímetro cúbico.

La segunda experiencia fué una repetición de la anterior en cuanto a la disposición general; pero la permanencia fué solamente de cuatro horas y media, y la presión se abatió a 7, 18 y 21 centímetros, como máximo de descompresión; la numeración de los glóbulos, inmediatamente después, indicó: 5.692,625. Es decir: 1.878,271 glóbulos más que la cifra normal, antes de comenzar la acción de la atmósfera enrarecida y seca.

Tercera experiencia: el mismo gallo es sometido a la permanencia en una atmósfera puramente desecada, pero conservándose la misma presión que en el exterior del aparato. La campana usada fué la misma que en las dos primeras; el aire se desecó por el mismo procedimiento; circuló constantemente de día y de noche, gracias a la succión de la trompa hidráulica; el gallo tuvo maíz y agua; la permanencia fué de cuarenta y ocho horas, del 25 al 27 de septiembre. Después de estos dos días, se examinó la sangre con el mayor cuidado por varias veces y la cifra media de las numeraciones fué: 6.493,300.

Ni en Europa ni en México se ha visto que el gallo tenga esta cifra tan elevada de hematías, y como se ve, en este caso, no hicimos variar la presión

del aire; solamente se hizo su desecación. Sólo Viault, a más de 4,000 metros, en Morococha, examinó un gallo con sangre igualmente rica en hematías.

Las experiencias practicadas sobre cuyes, en condiciones iguales a las practicadas con el gallo, nos dieron el mismo resultado.

La experiencia practicada en el hombre, fué una sola, sirviendo para ella uno de los empleados del Instituto Médico Nacional, en donde fueron hechas todas las experiencias descritas; usando para este caso, la cámara neumática del Dr. Legay, que existía en dicho Instituto y que tan valiosa fué para mis estudios.

Siguiendo el procedimiento que indico en mi libro de *La vie sur les Hauts Plateaux*, me encerré con el sujeto y mis aparatos, con el objeto de examinar: el número de pulsaciones, la cantidad de glóbulos rojos, la proporción de hemoglobina, la densidad de la sangre y la tensión sanguínea. Antes de entrar en la cámara se recogieron todos estos datos, y hubiera yo deseado hacer otro tanto a la salida, lo que no me fué posible.

El cuadro que sigue demuestra los resultados de mi observación; no aparece aún en la obra tantas veces mencionada, por haber sido practicada esta experiencia después de su publicación; siendo ésta la primera vez que lo consigo:

Observaciones practicadas en el Instituto Médico Nacional, en abril de 1900, en el Sr. A. T., mexicano, de 49 años, pintor. Cámara neumática del Dr. Legay. Los datos recogidos a la presión de 45 cent. se hicieron después de tres y media horas de permanecer en el aire enrarecido.

Presn. barom.	Altitud corresp.	Número de resp.	Número de puls.	Glóbulos rojos por m. cúb.		Hemoglobina. Hemat. Hénocq.	Densidad. Metod. Hammerschlag.	Presión vasc. Metod. Ma ey.
				Hemat.	Hayem.			
58 cen.	2,260 mt.	20	76	6.080,600		14.50 p. %	1,062.5	16 cent.
45 ,,	3,300 ,,	27	80	7.790,000		15.50 p. %	1,068.	12 ,,

Creo que estos experimentos pueden considerarse como concluyentes: en todos ellos hemos visto aumentar siempre la cantidad de glóbulos rojos después de una corta permanencia en el aire enrarecido o seco, y no creemos que cuando las leyes físicas son suficientes para explicar el fenómeno, haya que recurrir a la hipótesis de la globuligenia, ni que ésta pudiera presentarse al grado que la hemos observado en un período tan corto de tiempo. Los que esto afirman, tendrán también que demostrar por medio de la experimentación rigurosa, que tal puede ser el fenómeno, y mientras esto no suceda, me creo autorizado para asentar que la hiperglobulia de las altitudes no es sino un fenómeno de simple concentración de la sangre, como la hiperglobulia aparente que se presenta en los distintos casos a que hemos pasado revista.

Intencionalmente he dejado para después el examen de la hipótesis que supone que el fenómeno sea debido a una acumulación mayor de las hematías en las redes capilares cutáneas, ocasionada por la menor presión que soporta el tegumento externo en el aire enrarecido; pues esto me ha sido fácil averiguarlo, haciendo numeraciones en el mismo animal, tomando alternativamente sangre de los capilares superficiales y de los vasos profundos, con sólo tomar la sangre de estos últimos con una jeringuilla aspiradora. Esto me ha hecho

ver siempre que la hiperglobulia era la misma en ambos casos; con lo que basta para desechar esta suposición.

Las experiencias que yo he practicado, están a los alcances de cualquier experimentador, y muy grandes son mis deseos de que haya quien se ocupe de repetir las. Ojalá que los tiempos aciagos en que vivimos, bien distintos de aquellos en que tranquilamente y lleno de entusiasmo me entregué al estudio de tan atractivos como interesantes problemas, no sean obstáculo para ello. Como complemento para el estudio de la concentración de la sangre por la altitud, yo aconsejo a los experimentadores que me sigan en esta vía, que hagan por medir con la mayor precisión posible el volumen total de la sangre que contienen los organismos; pues de la comparación de estos resultados con los obtenidos en los niveles inferiores, se vendrá también en conocimiento de la existencia de tal concentración.

Por otra parte, el examen de otros datos que vienen en seguida a completar este estudio, veremos que están asimismo de acuerdo con esta manera de juzgar la hiperglobulia de las altitudes.

* * *

Admitido como un hecho que la hiperglobulia o policitemia de las altitudes, se debe a un fenómeno de simple concentración y no a una verdadera globuligenia, deberemos ahora estudiar si en esta forma es siempre útil y nunca perjudicial a los organismos.

1º.—¿Puede ser realmente útil para la hematosis, supuesto que no existe en realidad un aumento de hemáticas?

2º.—¿Qué cantidad de agua tiene que perderse para que la sangre tenga en cada milímetro cúbico el número de glóbulos en proporción a la altitud?

3º.—¿Al adquirir la sangre la *densificación* necesaria, no resultaría un desequilibrio del estado fisiológico normal?

Para contestar a la primera cuestión, creo que bastará fijar nuestra atención en las consecuencias que resultan para el organismo en algunos casos de concentración de la sangre de los que hemos visto en párrafos anteriores; nos referimos a las que se observan después de administrar ciertos purgantes, sobre todo, si son salinos. Existe un paralelo elocuente entre los efectos que algunos autores han observado con los purgantes y los que han encontrado otros por la permanencia en las alturas.

EN LAS ALTITUDES SE ENCUENTRAN :

Según las observaciones de Müntz, Regnard, etc.: aumento de glóbulos rojos, exageración de la hematosis pulmonar, aumento de la capacidad respiratoria de la sangre, exhalación de mayor volumen de anhídrido carbónico.

LOS PURGANTES ORIGINAN :

Según Speck, Mering y Zuntz (9) : un aumento aparente de los glóbulos rojos; aumento de los cambios gaseosos que constituyen la hematosis, habiéndose medido una cantidad mayor de oxígeno absorbido y de anhídrido carbónico eliminado.

(9).—Undécimo suplemento a La Oficina de Farmacia Española.—Madrid, 1891. P. 196.—*La Vie sur les Hauts Plateaux*. Párraf. 1,626 y sgtes.

Según Lepine, en la inanición, hay también concentración de la sangre, aumento ficticio de hematías y aumento real de los cambios gaseosos: "medios de defensa a que recurre el organismo en este caso para su propia conservación." (10)

No es nada difícil comprender que el aumento de glóbulos rojos en un mismo volumen de sangre traiga como consecuencia el aumento de los cambios gaseosos, así en las células o alvéolos pulmonares como en la intimidad de todos los tejidos: en virtud de este hecho, pasa por los capilares un número mayor de hematías en el mismo tiempo; y no hay que olvidar que en las altitudes es también mayor la velocidad con que la sangre circula.

La circulación de la sangre más concentrada es más fácil que la de la sangre delgada: así lo han demostrado varios experimentadores, y lo vemos consignado ya por Pélouzze y Fremy. "Los fenómenos de la circulación, son tanto más fáciles y más compatibles con el estado de salud, cuanto más densa es la sangre," dice Magendie.

Podremos, pues, afirmar que la concentración de la sangre, sin pasar de los límites en que se observa en los distintos casos señalados y en los habitantes de las altitudes, tiene que ser útil para conservar la actividad de los cambios gaseosos y facilitar la circulación.

Para contestar a la segunda pregunta, tendremos que calcular cuál es la cantidad de agua que tiene que perderse para obtener el grado de concentración que se observa en las altitudes, y ver si es compatible con la vida y la conservación del estado normal.

Suponiendo que el aumento de glóbulos sea exactamente proporcional a la disminución de agua, tendríamos:

Para tener	{	<table style="border: none;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">9.000,000</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">8.000,000</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">7.000,000</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">6.000,000</td></tr> </table>	9.000,000	8.000,000	7.000,000	6.000,000	de glóbulos deben perderse	{	<table style="border: none;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">4 décimas.</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">3 ,,</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2 ,,</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1 ,,</td></tr> </table>	4 décimas.	3 ,,	2 ,,	1 ,,	} de agua.
9.000,000														
8.000,000														
7.000,000														
6.000,000														
4 décimas.														
3 ,,														
2 ,,														
1 ,,														

¿Es posible que exista una pérdida de agua capaz para obtener tal grado de concentración? Indudablemente que sí. Nos bastará recordar aquí los cálculos del Dr. Denison, comparando las cantidades de agua que se pierden sólo por la mucosa pulmonar, en el hombre de Jacksonville (casi al nivel del mar) y en el de Denver (casi a 1,700 metros de altitud). En el párrafo anterior nos ocupamos ya de esto; y si a las pérdidas de agua por el pulmón, agregamos lo que tiene que corresponder a la eliminación por la piel, convendremos en que ese aumento de pérdida de agua proporcional al grado de humedad media en la atmósfera, puede ser perfectamente lo necesario para llegar al grado de concentración que se observa.

La contestación a la tercera pregunta se impone después de haber contestado las dos primeras; la concentración de la sangre al grado que ha podido observarse en las altitudes como un medio físico y extraordinariamente sencillo a que recurre la Naturaleza para asegurar el equilibrio orgánico, no puede, no debe ser nociva. Los hechos se multiplican en torno nuestro como testimonios elocuentes de que así es. El hombre y todas las especies zoológicas exis-

tentes se aclimatan, se desarrollan y se multiplican lo mismo al nivel del mar que en las elevadas altiplanicies del globo, con tal de que otros factores climáticos, especialmente el grado de temperatura local, no venga a oponerse a su desarrollo. En nuestro Valle de México, a más de 2,000 metros de altitud, se aclimatan los bovinos de la Holanda, cuyas razas se han formado en niveles aun inferiores al del mar; conservan su robustez, su talla y todos los pormenores más característicos de su origen; los análisis químicos y microscópicos de la leche de estos animales, han demostrado que esta secreción, no solamente conserva todas sus propiedades normales, sino que es más densa y nutritiva. (V. *La Vie sur les Hauts Plateaux.*)

No he sabido que por algún otro observador se haya reconocido que la hiperglobulia de las altitudes se deba especialmente a la concentración de la sangre por mayor pérdida de agua, como lo dejo asentado en este trabajo y en varios de los que le han precedido, y espero con el mayor interés la sanción o las rectificaciones de los hombres de ciencia sobre mi teoría.

NÚMERO DE GLÓBULOS ROJOS DE LA SANGRE EN LOS HABITANTES DE MÉXICO.

OBSERVADORES.	FECHAS.	NÚMERO DE HEMATIAS.			
		Adulto.	Mujer (vac.)	Mujer (embar.)	Niño.
Doctores:					
Miguel Cordero.	1884	5.948,000	4.577,441	.....	3.789,122
Angel Gaviño.	1888	4.800,000	.....	.....	.....
Fernando Zárraga.	1892	.....	.....	5.111,000	.....
Vergara Lope.	1893	.....	.....	.....	.....
	38 observs.	6.762,236	.....	.....	.....
A. Hidalgo.	1894	.....	.....	3.985,000	.....
Vergara Lope.	1894	6.456,000	.....	.....	.....
	50 observs.	.....	.....	.....	.....
Vergara Lope.	1894 a 1912 (a)	.....	.....	.....	.....
	225 observs.	6.480,000	.....	5.060,000	.....
E. Sánchez de Tagle.	1895	6.074,150	.....	.....	.....
Sección 3a. del Instituto Médico Nacional (después Sección de Antropometría) (b)					
E. Landa.	1908 a 1912	.....	.....	.....	6.185,000
F. Ocaranza	1918 (c)	.....	.....	.....	.....
	Cuadro 1.	5.725,750	.....	.....	.....
F. Ocaranza. (d)	Cuadro 2.	5.956,000	.....	.....	.....
Francisco Paz.	?	6.000,000	.....	.....	.....
Emilio del Raso.	?	5.500,000	.....	.....	.....
		a	.....	.....	.....
		6.000,000	.....	.....	.....
Ernesto Cervera (e)	?	6.000,000	.....	.....	.....

(a).—Practicadas en la Sección 3a. del Instituto Médico Nacional, en la clase de Fisiología de la Escuela Nacional de Medicina, en la Sección de Antropometría y casas particulares.

(b).—La Sección de Antropometría, adscrita a la de Higiene Escolar, fué fundada en la Sección 3a. del Instituto Médico Nacional, de la que era entonces el profesor. en jefe el Dr. Vergara Lope; quien encomendó estas numeraciones al Sr. Dr. Everardo Landa, que las llevó a efecto con toda regularidad y eficacia. Además de constar en un trabajo que presentó ante el Jefe de la Sección de Higiene Escolar, Doctor Uribe y Troncoso, constan en los que presentó a Vergara Lope, y en estos informes describe con todo detalle la técnica que seguía.

(c).—Para sacar el promedio de los cuadros que constan en la memoria del Sr. Dr. Ocaranza, se han suprimido las cifras correspondientes a dos señoritas.

(d).—Esta observación y las dos siguientes constan en la misma memoria del Sr. Dr. Ocaranza.

(e).—El Sr. Dr. Padilla, en 1894, en su tesis sobre transfusión de la sangre, presenta numerosas observaciones sobre el número de glóbulos rojos en el cuy.