

FISIOLOGIA.

**La hiperglobulia de las altitudes no es un fenómeno
de hematopoesis.**

MEMORIA DE TÚRNO PRESENTADA POR EL DR. VERGARA LOPE,
M. S. A —MÉXICO, 1911.

Señores académicos:

Entre los factores climatéricos que determinan la biología de los organismos que viven a cierta altura sobre el nivel del mar, uno de los más importantes que influyen de manera de-

terminante en sus funciones y constitución normales, es el estado higrométrico del aire enrarecido de las capas más o menos elevadas de la atmósfera.

Se sabe bien, que el grado de humedad, o mejor dicho, la cantidad de vapor de agua que existe en la atmósfera depende de varias circunstancias, y que, en lugares que tengan la misma altitud y aun la misma temperatura, el estado higrométrico puede ser muy distinto; supuesto que no solamente la altitud, sino otras muchas causas, como: las corrientes atmosféricas, la presencia de grandes depósitos o corrientes de agua, la vegetación, la naturaleza del terreno, etc., determinan la cantidad de dicho vapor en la atmósfera y su tensión molecular; pero en todos los casos, sea en lugares de altitud muy elevada, sea en las comarcas bajas, la sequedad [atmosférica] acarrea modificaciones funcionales muy notables y trascendentales.

Estas modificaciones son más constantes en los habitantes de las grandes altitudes, porque al factor sequedad hay que agregar otros dos igualmente importantes, que al unírsele colaboran para obtener los mismos efectos, éstos son: la baja presión barométrica y la menor cantidad de oxígeno en un mismo volumen de aire.

La sequedad del aire de las altitudes, a pesar de que es debida principalmente a la menor presión barométrica, puede variar en razón de los demás factores ya señalados; pero éstos nunca pueden llegar a vencer cambiando el sentido y naturaleza de los fenómenos, y siempre se verá que el estado higrométrico es proporcionalmente más bajo cuanto más altos sean los lugares de la tierra donde se vive, aunque sean las orillas del lago de Titicaca, o del lago del cráter del Nevado de Toluca.

Existen, naturalmente, cálculos exactos que miden estas diferencias entre las cantidades de humedad relativa con respecto a la altitud; citaremos por tenerlos con la mayor oportunidad para nuestro objeto, los del Dr. Denison de los Estados Unidos. (1) Según este señor, en dos lugares elevados: Denver y Cayena, la humedad relativa es de 0.501 y de 0.478, mientras que en regiones bajas, como Jacsonville y Charleston, es respectivamente de 0.774 y 0.803, es decir, casi el doble que en los

(1) Denison. —The preferable climate for consumption. —Pág. 5.

primeros. Si se comparan las diferencias en peso, por metro cúbico, y a la misma temperatura, son todavía mucho más notables:

Denver,	4.44		Jacsonville.	8.33
Cheyenne.....	1.30		Charleston.	11.38

Aquí vemos que llegan las diferencias hasta el décuplo.

Datos semejantes nos sería muy fácil presentar comparando las atmósferas de sitios elevados de la "Mesa Central" de nuestra República con otros de nuestros litorales y demás tierras bajas; pero para nuestra demostración, es innecesario. El hecho, como verdad científica, está plenamente confirmado y para juzgar sobre la intensidad del fenómeno nos basta con el ejemplo citado.

*
* * *

El estado higrométrico del aire ejerce una gran influencia sobre las pérdidas de agua de los organismos, al través de la piel y de la mucosa respiratoria.

Nos bastaría citar las muy conocidas experiencias de William Edwards, (1) realizadas sobre una gran serie de animales de "sangre fría" y de "sangre caliente;" pero prescindo de sus detalles, porque para nuestro objeto son mucho más adecuadas y preferibles las observaciones hechas sobre el hombre por el Dr. Denison, citado ya en el párrafo anterior.

Para su estudio este experimentador hizo dos series de observaciones: en la primera determinó las cantidades de vapor de agua exhalados al través de los pulmones de individuos, situados en un lugar caliente y húmedo, Jacsonville, Florida, y comparó estas cantidades con las que exhalaban los mismos en un clima caliente y seco, Yuma, Arizona. En este primer grupo de experiencias, los sujetos observados fueron los mismos; los lugares en que fueron observados, Yuma y Jacsonville, poseen

(1) W. Edwards.—Influence des agents physiques sur la vie.—Paris, 1824, págs. 84, 97, 127 y 312.

una temperatura y una presión barométrica sensiblemente iguales; sólo era distinto el grado de humedad atmosférica.

En Yuma.....	0.428
„ Jacsonville	0.774

El resultado que se demostró en esta primera serie fué que, a pesar de la igualdad de las condiciones señaladas, y no obstante que el sujeto respiraba la misma cantidad de aire, la sola diferencia del estado higrométrico bastó para modificar considerablemente la pérdida de agua al través de la mucosa pulmonar:

Diferencia del vapor de agua exhalado sobre el inhalado.

En Yuma (lugar seco).....	3937
„ Jacsonville (lugar húmedo).....	3073

Exceso calculado en Yuma sobre Jacsonville.... 864 gms. al día.

Estas medidas se hicieron con los individuos en pleno reposo, siendo el promedio de sus movimientos respiratorios a razón de 18 por minuto, y siguiendo los métodos aconsejados por Quételet, Hutchinson y Flint.

Repetidas estas experiencias con el sujeto en movimiento, y según cálculos hechos por el Dr. Edward Smith, las diferencias se acentuaron hasta ser cerca del triple.

La segunda serie o grupo de experiencias, comprende medidas practicadas por Denison sobre los mismos sujetos, pero comparando entre sí las que se obtuvieron en un lugar bajo con otro de altitud considerable. Los resultados constan en este cuadro:

	Denver (5350 pies)	Jacsonville (al nivel del mar).
Humedad relativa.....	0.501	0.774
Cantidad de aire respirado en 24 horas, en pulgadas cúbicas	1,062,800	884,000
En pies cúb'cos.....	615	492
Vapor de agua exhalado en 24 horas	8,900	4.934
Exceso de Denver sobre Jacsonville.	3,961 en 24 horas.	

Por estos datos del Dr. Denison vemos que se pierde por los pulmones una cantidad doble de agua en Denver, a 5350 pie sobre el nivel del mar que la que se pierde a este nivel.

En relación con la mayor exhalación de este líquido por la mucosa respiratoria existen algunos otros hechos aparentes al primer examen, como las sensaciones muy conocidas, de sequedad de la boca, de la faringé, la sed, algunas veces hasta la ronquera y deglución difícil de que nos dan cuenta Boussingault, Saussure y otros viajeros y aeronautas, y que muchos de nosotros experimentamos con sólo subir de nuestras costas a la "Mesa Central."



Las pérdidas de agua por la piel, en una atmósfera enrarecida y seca, son todavía más exageradas. Así lo ha demostrado W. Edwards, quien ha visto en diversos animales sobre los que ha experimentado cómo afluye la sangre a los capilares cutáneos y cómo en seguida se atenúa esta congestión, gracias a una abundante transpiración. (1)

La sequedad, dice Weber, (2) aumenta notablemente la evaporación por la piel.

Las experiencias hechas sobre los animales sometidos a la inanición, según que la experiencia se haya hecho en el seno de una atmósfera seca o húmeda, han venido también a suministrar datos precisos y comprobantes del mismo fenómeno, y otros semejantes señala Richet observando a los animales invernantes, cuya actividad respiratoria es casi nula, y en los que solamente las pérdidas de agua al través de la piel pueden explicar la disminución de su peso en las atmósferas secas, y la conservación y aun aumento en las húmedas. (3) Prueba, la más elocuente, que nos conduce a comparar los organismos a cuerpos porosos, más o menos impregnados de agua, cuya proporción disminuye según el grado de humedad y de enrarecimiento del aire que los rodea. (4)

(1) Longet.—Fisiología.—Vol. I, pág. 556.

(2) Weber.—Climatoterapia, pág. 176.

(3) L'inanition chez les animaux.—Revue Scientifique.—Vol. XVII, pág. 643.

(4) Vergara Lope.—Memoria sobre las variaciones de la presión sanguínea y de la presión barométrica.—"Gaceta Médica."—Octubre, 1908.

*
* *

Las pérdidas de agua en una escala mucho mayor, al través de la piel y del pulmón de los individuos que vivimos en atmósferas secas y enrarecidas, son hechos evidentes que no necesitan mayor demostración, y como la eliminación de agua al través del riñón se conserva casi proporcionalmente la misma (800 ó 1,200 cent. cúb.) y la ingestión de bebidas no es evidentemente en mayor cantidad de la que tiene lugar entre los que viven al nivel del mar, nos vemos desde luego inclinados a creer que todos los elementos histológicos, el protoplasma y los diversos humores del organismo, se encuentran sujetos a tener una cantidad menor de agua, son más densos.

El examen de la sangre, con otras pruebas y argumentos que después expondré, tienden a corroborar tal suposición.

*
* *

El aumento de los elementos figurados de la sangre en relación con el plasma, es uno de los fenómenos más marcados y constantes en los moradores de las altitudes.

En 1889, casi simultáneamente, se anunciaba por el Doctor Viault, de Burdeos, en el Perú, y por mí aquí en México, la existencia de este fenómeno, sospechado muchos años antes por el malogrado profesor Paul Bert.

Desde esa fecha las investigaciones se han multiplicado confirmándose constantemente el mismo hecho, tal como puede verse en el siguiente cuadro:

Lugares.	Altitudes.	Observadores.	Núm. de hemacias.
En Cristianía ...	nivel del mar.	Laache.	4.970,000
„ París	78 mts.	Hayem.	5.000,000
„ Göttingen.....	148 „	Schaper.	5.225,000
„ Tübingen ..	314 „	Reinert.	5.322,000
„ Zürich	412 „	Stierlin.	5.752,000
„ Auerback	425 „	Wolf & Köppe.	5.748,000
„ Reiboldgrüm ..	700 „	„ „	5.970,000
„ Arosa	1,800 „	Egger.	7.000,000 (?)
„ México	2,280 „	Vergara Lope.	6.500,000 (1)
„ Morococha....	4,392 „	Viault.	8.009,000 (2)

(1) La Vie sur les Hauts Plateaux. — México. — 1899, por A. L. Herrera y Dr. Vergara Lope.

(2) Crónica Médica de Lima, Perú. — Enero de 1890 y Compt. Rendue de l'Académie des Sciences de Paris. — Diciembre de 1890 y Febrero de 1891.

Por lo que se refiere a las observaciones practicadas en México, debo presentar aquí datos más exactos tomados de observaciones hechas posteriormente, que son:

Sujetos.	Núm. de hemacias.	Autores.
Hombre adulto.....	6 300,000 a 6 500,000..	Vergara Lope.
Mujer adulta	6.000,000 a 6.300,000..	Vergara Lope.
Mujer embarazada.....	{ 5.111,000	Dr. F. Zárraga.
	{ 5.060,000.....	Dr. Vergara Lope.
Niños de 6 a 12 años..	6 066,000	Departamento Antropométrico.

El aumento de los glóbulos rojos y de la capacidad de absorción de la sangre para el oxígeno, han sido demostrados también por experiencias de laboratorio. Las de Regnard, en la Sorbonne sobre cochinitos de Guinea, que permanecieron durante un mes bajo una campana en la que circulaba aire enrarecido y seco; (1) las de Müntz en el Pic du Midi y las que yo hice en el Instituto Médico Nacional de México, sobre el hombre y los animales, (2) han sido completamente demostrativas. Solamente quiero aquí dejar consignado, de una vez, que en la mayor parte de los casos se puede ver cierta relación proporcional entre las cifras de glóbulos y las presiones barométricas correlativas, que representan la media del lugar; o sea, entre la magnitud del fenómeno y la densidad de la atmósfera.

Sea como ejemplo:

Presión barométrica media en París.....	75 cent. = P
" " " " México.....	58 " = P'
" " " " Morococha.....	45 " = P''
Glóbulos rojos por milímetro cúbico en París.	
(Hayem).....	5.000,000 = R
Glóbulos rojos por milímetro cúbico en México.	
(Vergara Lope).....	6.500,000 = R'
Glóbulos rojos por milímetro cúbico en Morococha.	
(Viault).....	8.000,000 = R''

(1) M. P. Regnard.—Mémoires de la Société de Biologie.—Séance de 28 de Mai de 1893 pág 470.

(2) Vergara Lope y Herrera —Op. cit.

$$\frac{75}{58} = \frac{P}{P'} = 1.29$$

$$\frac{75}{45} = \frac{P}{P''} = 1.66$$

$$\frac{6.500,000}{5.000,000} = \frac{R'}{R} = 1.30$$

$$\frac{8.000,000}{5.000,000} = \frac{R''}{R} = 1.60$$

Luego podemos poner:

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

En las experiencias de Regnard, si comparamos los resultados que obtuvo con los cochinitos sometidos a una presión de 52 cent., tenemos la misma comprobación:

Oxígeno absorbido por la sangre de los animales sacrificados al final de la experiencia.....	21 c. c.
Oxígeno absorbido por la sangre de los que sirvieron como testigos.....	15 „
Presión del aire ambiente sobre los primeros.....	52 cent.
„ „ „ „ para „ segundos.....	75 „

Dividiendo recíprocamente, tendremos:

$$\frac{P}{P'} = \frac{75 \text{ cent.}}{52 \text{ „}} = 1.44$$

$$\frac{O'}{O} = \frac{21 \text{ c.c.}}{15 \text{ „}} = 1.40$$

De donde podemos sacar sin vacilación alguna:

$$P : P' :: O' : O.$$

Con el fin de refutar una de las explicaciones que se dan sobre este fenómeno de la hiperglobulia de las altitudes, hago desde luego notar, que en las experiencias de Regnard, la medida de la capacidad respiratoria de la sangre, se hizo operando sobre la masa total del líquido que se obtuvo al sacrificar los animales, y no sobre una pequeña porción extraída de los capilares cutáneos, como se hace al practicar la numeración de los glóbulos rojos, en las investigaciones más frecuentes.