

FISIOLOGÍA.

Influencia de la médula espinal sobre la repartición del calor animal.

Tesis sostenida por D. Manuel Carmona

en el concurso abierto en Marzo de 1866 para optar la plaza de Catedrático Adjunto de Fisiología, que actualmente sirve en la Escuela de Medicina de México.

(CONTINUA.)

El cuadro siguiente indica el número de veces en que dominó la temperatura de un lado respecto del opuesto. Su diferencia máxima, la mínima, y por último la diferencia media.

PERRA OPERADA EL DIA 19 DE ABRIL.												
TRES OBSERVACIONES.												
	Dominó la temperatura en el lado izquierdo.					Dominó la temperatura en el lado derecho.					N.º de veces, en que fué igual en los 2 lados. No se tomó por estar húmeda la parte.	
	Número de veces.	Diferencia máxima.	N.º de observaciones.	Diferencia mínima.	N.º de las observac.	Diferencia máxima.	N.º de las observac.	Diferencia mínima.	N.º de las observac.	Diferencia media.		
		Grados	Gs.		Grados	Grados	Gs.	Grados				
<i>Pata anterior</i>	3	6	1 ^a	1 ^a	3 1/8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Codo</i>	0	0	0	0	0	3	1	3 ^a	2 ^a	5/8	0	0
<i>Axila</i>	0	0	0	0	0	3	1	3 ^a	2 ^a	5/8	0	0
<i>Sétima costilla</i>	0	0	0	0	0	3	2 1/2	3 ^a	2 ^a	1 1/2	0	0
<i>Última costilla</i>	0	0	0	0	0	3	2	3 ^a	2 ^a	1 1/2	0	0
<i>Region lombar</i>	1	8 1/4	2 ^a	„	4 1/8	2	1 1/2	3 ^a	1 ^a	7/8	0	0
<i>Ingle</i>	1	8 1/4	2 ^a	„	4 1/8	2	1	3 ^a	1 ^a	5/8	0	0
<i>Muslo</i>	2	8 1/4	2 ^a	7 3/4	1 ^a	8	1	3 ^a	„	1	0	0
<i>Articul. femoro-tibial</i>	3	8 1/4	2 ^a	3	3 ^a	5 5/8	0	0	0	0	0	0
<i>Pata posterior</i>	3	13 1/2	3 ^a	7 3/4	1 ^a	10 5/8	0	0	0	0	0	0
<i>Cuello</i>	2	6	1 ^a	4	2 ^a	5	0	0	0	0	0	1
<i>Orejas</i> { <i>Parte média</i>	2	6	1 ^a	„	6	0	0	0	0	0	0	1
{ <i>Profundam</i>	2	6	2 ^a	3 3/4	1 ^a	4 7/8	0	0	0	0	0	1
<i>Párpados</i>	3	3 3/4	1 ^a	3/10	2 ^a	2 1/20	0	0	0	0	0	0
<i>Narices</i>	3	3 3/4	1 ^a	3/10	2 ^a	2 1/20	0	0	0	0	0	0
<i>Labios</i> { <i>Entrada</i>	3	7	3 ^a	3 3/4	1 ^a	5 3/8	0	0	0	0	0	0
{ <i>Profundam</i>	3	6	2 ^a	2	3 ^a	4	0	0	0	0	0	0

De él deduciremos la diferencia media de la temperatura total de un lado con relacion al opuesto.

Sumando la diferencia media en favor del lado izquierdo, tenemos un total de $64 \frac{2}{3}$; mientras que el que existe en favor del lado derecho, es solo de 7° Domina, pues, el lado izquierdo al derecho en $57 \frac{2}{3}$. Resultado análogo al que hemos observado en las esperiencias anteriores.

CUARTA ESPERIENCIA.

<p>PERRA OPERADA EL 20 DE ABRIL.</p> <p>—</p> <p><i>Seccion de la mitad derecha de la medula á nivel de la décima vértebra dorsal, hecha á las 11$\frac{1}{2}$.</i></p>		Region lom-bar.	
<p><i>Inmediatamente despues</i></p> <p><i>Dos y media horas desp.</i></p>	80 $\frac{8}{10}$	I.	D.
	79	77 $\frac{1}{4}$	78 $\frac{1}{2}$
Patas poste-riores.		Muslos.	
80 $\frac{8}{10}$	I.	D.	I.
79	75 $\frac{3}{8}$	76	75 $\frac{3}{8}$
80 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$	59	68 $\frac{1}{2}$
Articulacion femoro-tibial.		Ingles.	
80 $\frac{8}{10}$	I.	D.	I.
79	68 $\frac{1}{2}$	72	77 $\frac{1}{4}$
80 $\frac{8}{10}$	68 $\frac{1}{2}$	72	78 $\frac{1}{2}$

La cuarta y última esperiencia no se hizo como las otras. El dia 20 de Abril á las once y media de la mañana, teniendo á nuestra disposicion una perra de talla media, se procedió á descubrir la medula espinal en la region dorsal y á

nivel de la décima vértebra de esta region, se dividió la mitad derecha de dicho órgano. Inmediatamente despues se hizo la primera observacion, y dos horas y media despues la segunda, limitándonos á tomar la temperatura en la region posterior solamente. Los resultados constan en la tabla anterior.

A las tres de la tarde se dividió, en el mismo animal, la mitad superior é izquierda de la medula en el mismo punto que en los casos anteriores. Al practicar esta última operacion hubo una hemorragia considerable por haberse dividido la arteria vertebral, circunstancia que nos debilitó grandemente al animal. Media hora despues de la seccion, habia ya once grados de diferencia en favor de la pata posterior izquierda. A las cinco y media de la tarde se hizo una sola observacion termométrica, cuyo resultado consta en la tabla número 4.

Del exámen de la tabla de la vuelta se deduce: que despues de la seccion de la mitad derecha de la medula á nivel de la 10ª vertebral dorsal, la temperatura dominaba constantemente en el lado derecho media hora despues de la operacion. Dos horas y media despues se encontró, que si en la pata posterior, en la articulacion femoro-tibial, y en el muslo dominaba la temperatura del lado mismo de la seccion; en las ingles y en la region lombar dominaba la del lado opuesto.

Se ve tambien que la temperatura del ano bajó inmediatamente despues de la operacion; y por último se nota, que hecha la seccion en un punto tan bajo, las diferencias de temperatura no son tan notables como cuando se hace la division abajo del ángulo del calamus scriptorius.

En la tabla número 4, encontramos: que dos horas y media despues de hecha la seccion en el lado izquierdo de la medula, abajo del ángulo del calamus scriptorius, habia ya una diferencia de $10\frac{1}{2}$ en favor de la pata anterior izquierda y de 15° en favor de la posterior del mismo lado. La temperatura del lado izquierdo dominó á la del lado derecho en todas ó casi todas aquellas partes no cubiertas de músculos, ó que si lo estaban no se hallaban en estado de rigidez notable. En los puntos cubiertos de músculos la temperatura fué igual en ambos lados, ó dominaba ligeramente la del lado derecho.

Nótese, por último, que la temperatura del ano bajó notablemente despues de la segunda operacion. ¿Tuvo alguna parte en la produccion de este fenómeno la grande pérdida de sangre?

Despues de haber descrito minuciosamente las esperiencias y conociendo ya los resultados, estudiemos las consecuencias que de ellas se pueden sacar respecto de la influencia que tiene la medula espinal sobre la reparticion del calor animal.

Mr. Chossat habia dicho, que despues de la seccion de la medula hecha á diversas alturas, se notaba una elevacion de la temperatura del ano, la cual duraba un tiempo mas ó menos largo, dando lugar en seguida á un abatimiento permanente.

Nuestras experiencias no están de acuerdo con lo que Mr. Chossat dice haber observado; pues en todas ellas se nota una disminucion de la temperatura del ano, aun en los primeros momentos despues de la operacion.

Antes de pasar adelante debo advertir que Mr. Beclard en su obra de Fisiología, al hacer mencion de estas experiencias, se refiere solamente á la seccion de la medula, practicada en la region dorsal.

¿Deberé yo concluir diciendo con Mr. Beclard, al interpretar estas experiencias, así como las de Mr. Nasse y las de Mr. Schiff, que despues de la division de la medula espinal hay una elevacion de temperatura en las partes paralizadas? Evidentemente no; porque la proposicion enunciada así, es del todo punto falsa, supuesto que se ven muchas partes paralizadas en donde la temperatura ha sido constantemente igual ó inferior á las del lado no paralizado.

El lenguaje intachable de la experimentacion nos dice que despues de una seccion de la medula espinal, hay una elevacion relativa de temperatura en las partes paralizadas *del movimiento*, que no están cubiertas de músculos: que en éstas, la diferencia nunca es tan considerable, y por último, que la elevacion ó abatimiento relativo, depende de los movimientos voluntarios ó involuntarios mas ó menos enérgicos que se verifican en las masas musculares de las partes homólogas.

Profundicemos un poco mas la cuestion y tratemos de darnos razon de los hechos. ¿Por qué despues de la seccion de una mitad de la medula, hay (absolutamente hablando) elevacion relativa de temperatura en el mismo lado de la seccion?

La razon es la siguiente: Hecha la seccion de la medula, se interrumpe la comunicacion de los filetes nerviosos del gran simpático con los centros nerviosos. Esta falta de comunicacion produce la parálisis mas ó menos completa de todo el sistema ganglionar colocado abajo de la seccion; y como es ya bien sabido que los nervios *vaso-motores* provienen del gran simpático; paralizado éste, se paralizan aquellos y en consecuencia los vasos se dejan distender fácilmente por la sangre.

Histológicamente hablando, podemos dividir al sistema arterial en tres órdenes distintos, segun los elementos que entran en su composicion.

Las arterias de primer órden están revestidas interiormente de una membrana serosa, formada de tejido conjuntivo, teniendo cubierta su cara interna por una capa fina de epithelium: exteriormente están cubiertas por la membrana celulosa, formada tambien de tejido conjuntivo en el cual se notan núcleos dirigidos longitudinalmente; por último, existe una membrana elástica intermedia, formada de fibras elásticas y de fibras de tejido muscular liso. En las gruesas arterias, la aorta por ejemplo, son mucho mas numerosas las fibras elásticas que las musculares; pero á medida que el vaso va disminuyendo de calibre, van aumentando las fibras musculares y siendo menos abundantes las elásticas. En las arteriolas que llamaremos de segundo órden no se encuentra ya ningun-

na fibra elástica y la túnica média viene á ser enteramente musculosa. Si avanzamos mas y mas hácia la periferia, notaremos que desaparece primero la membrana musculosa, un poco despues la esterna ó celulosa, y por último, que el verdadero capilar está formado por una membrana amorfa sumamente delgada en la cual se encuentran algunos núcleos. A estas pequeñas arterias, en las que ya no es posible encontrar ninguna fibra muscular son á las que llamaremos arterias de tercer orden.

De la constitucion histológica de estos vasos se deduce: 1º que el gran simpático que es el nervio que anima á los músculos arteriales, tiene poca accion sobre las gruesas arterias, supuesto que en ellas dominan las fibras elásticas: 2º que la accion del sistema ganglionar se va marcando mas y mas á medida que el vaso va disminuyendo de calibre; pero que dicha accion llega á su máximo en las arterias de segundo orden y que por lo mismo sus movimientos activos de dilatacion ó estrechamiento dependen esclusivamente de los nervios *vaso-motores* que vienen del gran simpático: 3º que la red capilar, propiamente dicha, no está bajo la influencia directa del sistema ganglionar.

He dicho que la red capilar no está bajo la influencia *directa* del sistema ganglionar, porque no siendo capaz de contraccion ni de dilatacion activas, la escitacion ó parálisis del gran simpático no ejerce ninguna accion directa sobre las paredes de los pequeños vasos. Pero como la red capilar comunica con las arterias de segundo orden, resulta: que si por la escitacion del gran simpático éstas se estrechan, necesariamente debe disminuir la cantidad de sangre que llega al tejido capilar. Por el contrario, si por la parálisis del sistema ganglionar, se distienden las paredes de las arterias de segundo orden, llega mas cantidad de sangre á la red capilar y por consiguiente ésta se llena mas completamente.

Debe advertirse, que las arterias de segundo orden tienen comunicacion, no solamente con el tejido capilar, sino que tambien comunican directamente con el sistema venoso, como se deduce de las observaciones de M. Virchow, de M. Bernard y de otros muchos observadores. De esta admirable disposicion resulta, que una parte de la sangre pasa directamente del sistema arterial al venoso y otra parte tiene que atravesar la red capilar propiamente dicha, antes de llegar al sistema de sangre negra.

Como en la naturaleza nada se hace sin objeto, es de creerse: que supuesta la existencia de esa doble comunicacion, el animal debe tener la facultad de hacer pasar mas ó menos cantidad de sangre, por una ú otra vía, segun las circunstancias. De las esperiencias de M. Bernard sobre las secreciones se deduce, que la escitacion de uno de los nervios cerebro-espinales, produce de una manera refleja una accion paralizante del sistema ganglionar; de aquí resulta una dilatacion de lo que yo he llamado, *histológicamente hablando*, arterias de segundo orden, y por consiguiente aflujo considerable de sangre á la red capilar que existe en la glándula; la cual, hallándose impregnada del líquido de

donde saca los elementos necesarios para la secrecion, esta funcion se aumenta notablemente.

M. Bernard ha llegado á suponer la existencia de pequeños esfinteres en los puntos en que las arterias de segundo órden comunican con el tejido capilar. Se concibe fácilmente que estando estos esfinteres animados por el gran simpático, la escitacion de este nervio impediria mas ó menos completamente la llegada de la sangre á la red capilar; mientras que su parálisis le dejaria enteramente libre el paso.

Esta suposicion del célebre fisiologista del Colegio de Francia, no es tan gratuita como puede suponerse, supuesto que se ha encontrado una disposicion análoga en el sistema circulatorio de las larvas de la langosta.

Comprendiendo el mecanismo por el cual, paralizado el gran simpático, afluye mas cantidad de sangre á las arterias de segundo órden y á la red capilar; fácil es comprender por qué se eleva la temperatura de la parte paralizada. En efecto, la sangre es, como lo dice muy bien M. Beclar, una especie de manantial de calor, y el sistema circulatorio es análogo á un calorífero de agua caliente y de circulacion continua, que lleva el calor á todas las partes en donde penetra, siguiéndose de aquí que estarán mas calientes aquellos puntos que en un tiempo dado reciban mas cantidad de sangre, que la que recibian en su estado normal.

Esta doctrina que, ademas de estar fundada en hechos innegables, cuenta en su apoyo los resultados de las numerosas esperiencias hechas por MM. Bernard, Kusmanl, Brown-Séquard, Van der Beke, Callenfels, Donders, Fenner, Samuel, Gunning, Pineus, etc., etc., nos esplica satisfactoriamente la elevacion general de temperatura en el mismo lado de la seccion de la medula; pero como se habrá visto en las tablas que he presentado, hay determinadas partes en el animal en las que la temperatura lejos de ser superior á las del lado no paralizado, es constantemente igual ó inferior. Quizá esta circunstancia hizo creer á M. Bezold, que los nervios vaso-motores que van á los miembros inferiores corresponden al mismo lado de la medula; mientras que los que van al tronco y á los miembros superiores sufren un entrecruzamiento á lo largo del centro nervioso espinal.

Desde que en union de M. Brown-Séquard comencé á hacer las esperiencias de que me ocupó, me llamó vivamente la atencion el hecho de que á medida que de las patas posteriores se iba subiendo á puntos mas musculados, iba siendo menos constante la elevacion de la temperatura en favor del lado de la seccion; que en seguida se llegaba á otros en los que frecuentemente se igualaba el termómetro en ambos lados, y, por último, que habia algunos en los cuales dominaba, casi siempre, la temperatura del lado opuesto: y como este fenómeno se repitiese en sentido inverso, cuando del tronco se descendia hácia los miembros anteriores, me vino la sospecha de que esta diferencia en favor del lado opuesto al de la seccion, proviniese de la falta de accion muscular en el lado parali-

zado. Teniendo tal idea, me propuse estudiar este punto; para lo cual anotaba escrupulosamente en mis apuntes cuándo habia rigidez ó temblor muscular y en qué puntos existia; cuándo el animal estaba inmóvil ó qué partes de su cuerpo lo estaban, etc. Pude así notar varios hechos que apoyaban mi modo de pensar. Así, por ejemplo, se ve en la primera esperiencia: que si en casi todas las observaciones, la temperatura de las diversas partes cubiertas de músculos fué en el lado izquierdo igual ó inferior á la del lado derecho; en las dos primeras sucedió lo contrario en el miembro posterior, en la ingle, muslo, etc.; supuesto que en ellas dominó la temperatura del lado izquierdo. Pero recuérdese que en este animal sobrevino inmediatamente despues de la operacion, *un temblor muscular muy marcado en el miembro posterior izquierdo*; de donde resultó, que si en las partes musculadas de la pata posterior derecha, en la que se conservaban los movimientos voluntarios, se elevaba la temperatura por la tonicidad y contraccion muscular; en estas mismas partes musculadas de la pata paralizada, habia ademas del mayor aflujo de sangre por la parálisis del gran simpático, una elevacion de temperatura por las contracciones musculares reflejas, que ocasionaban el temblor que se observó.

Un fenómeno igual se presentó en la perra que sirvió para la tercera esperiencia, aunque en este animal no se observó el temblor de la pata posterior é izquierda. Pero si bien es cierto que no se presentó dicho fenómeno, tambien lo es, que la rigidez muscular que del lado derecho se observó en los demas animales, en el presente *fué muy poco notable en la pata posterior*. Por consiguiente, estando los músculos de este miembro en simple estado de tonicidad, la cantidad de calórico que se producía no era suficiente ni aun para igualar el aumento de temperatura, que habia en el lado opuesto, por el mayor aflujo de sangre.

Una explicacion análoga se puede dar de lo que pasó en la última observacion de la segunda esperiencia. En efecto, en este caso se notará que en todas las partes musculadas del lado izquierdo fué superior la temperatura, á la de las partes correspondientes del lado derecho; esceptuando, sin embargo, la pata anterior y la region costal en donde sucedió lo contrario. Pero recuérdese que estando ya el animal próximo á morir, se hallaba en un estado de inmovilidad casi completo y que solo habia movimientos perceptibles *en la pata anterior derecha y en la region costal del mismo lado*.

Por último, nótese que al hacer la tercera observacion de la segunda esperiencia, tomé primero la temperatura de todo el lado izquierdo, dando así lugar para que al defenderse el animal hiciera grandes movimientos en el lado derecho, que era el no paralizado. El resultado fué, que al tomar la temperatura de este lado, lo encontré casi en todas partes mas caliente que el izquierdo.

Por todo lo espuesto me llegué á convencer, de que la superioridad de la temperatura que con frecuencia se observa en favor del lado opuesto al de la seccion, no depende de otra causa, *sino de que siendo este el lado no paralizado,*

se conserva enteramente la accion muscular, mientras que falta del todo en el mismo lado de la seccion, por hallarse paralizado del movimiento.

De aquí deduje la influencia tan importante que tiene la contraccion muscular en la produccion del calor animal; influencia que las recientes esperiencias de M. Bernard, han venido á poner enteramente fuera de duda; y que á la vez que justifican mis deducciones, nos dan la llave para esplicar otro de los fenómenos que hemos observado en las esperiencias descritas. Me refiero al abatimiento de la temperatura en general, y á la del ano en particular.

M. Bernard al ocuparse de la contraccion muscular, ha analizado la sangre arterial que llega á un músculo, y la venosa que sale de él. Los resultados que ha obtenido son los siguientes:

En 100 centímetros cúbicos de sangre ha encontrado:

1º En la sangre arterial que llega al músculo.	2º En la sangre venosa, que sale del músculo, estando este en reposo pero bajo la influencia nerviosa.
Oxígeno. 7º31	Oxígeno. 5º00
Acido carbónico 0, 81	Acido carbónico 2, 50
3º Sangre venosa, despues quo el músculo se ha contraído completamente.	4º Sangre que sale de un músculo paralizado por la seccion del nervio que se distribuye en él.
Oxígeno 4º28	Oxígeno. 7º20
Acido carbónico 4, 20	Acido carbónico 0, 50

Se ve, pues, que la sangre que sale de un músculo paralizado, tiene casi la misma composicion que la sangre arterial: que la que sale de un músculo en reposo, pero que se halla en el estado de tonicidad que comunica la influencia nerviosa, contiene ya una cantidad notable de ácido carbónico: y por último, que despues de la contraccion muscular, la sangre sale mucho mas cargada de dicho ácido y en proporcion menos rica de oxígeno.

Las consecuencias innegables que se deducen lógicamente de los hechos anteriores, son las siguientes: 1ª En un músculo paralizado, no se verifican los cambios gaseosos en la sangre, que son el resultado de la combustion: 2ª La combustion en la sangre se hace á medias, en un músculo en reposo pero bajo la influencia del sistema nervioso: 3ª En la contraccion de un músculo, la combustion es mucho mas completa. O en otros términos: 1ª Un músculo paralizado no contribuye á la produccion del calor animal: 2ª Un músculo en estado de reposo, contribuye á medias: y 3ª Un músculo en estado de contraccion influye eficazmente en la produccion del calor.

¿Por qué despues de la seccion de la medula hay un abatimiento de la tem-

peratura general, como se nota por la disminucion de la del ano? Sin duda que una de las causas mas poderosas, es la parálisis muscular, cuya consecuencia inmediata es, la cesacion de los fenómenos químicos en toda la masa de sangre que llega á los músculos paralizados. Así se ve que despues de la seccion medular hecha en la region dorsal, la disminucion de la temperatura del ano no fué tan considerable como en las secciones hechas abajo del ángulo del *calamus scriptorius*. La masa de músculos paralizados en el primer caso, es notoriamente menor, que la que se tiene en las secciones superiores.

Aunque podria detenerme todavía en examinar algunos otros puntos; como, por ejemplo, la razon de por qué algunas horas despues de la seccion, domina la temperatura del lado paralizado, aun en las partes musculadas: por qué en las partes cubiertas de músculos la diferencia de temperatura de uno y otro lado, nunca es muy considerable, etc. etc.; pero, haciéndose ya este escrito demasiado largo, y bastando lo ya espuesto para la resolucion de estas cuestiones, terminaré diciendo: 1º Que la medula espinal por las relaciones que tiene con el sistema ganglionar, puede aumentar ó disminuir la temperatura de un órgano aumentando ó disminuyendo la cantidad de sangre que llega á él: 2º Que teniendo bajo su dominio la contraccion muscular, puede á su arbitrio aumentar ó disminuir los fenómenos de combustion en la sangre y 3º Que paralizada una parte mas ó menos grande de la medula espinal, se presentan los fenómenos siguientes relativos al calor animal: 1º Un abatimiento de la temperatura general, proporcionada á la cantidad de músculos paralizados: 2º En la parte paralizada hay una elevacion relativa de temperatura, debida á la parálisis del gran simpático y por consiguiente al mayor aflujo de sangre: 3º En la misma parte paralizada, hay un abatimiento relativo de temperatura ocasionado por la falta de contraccion muscular. Todo queda, pues, sabiamente compensado, en lo que se ha llamado *naturaleza*.

México, Marzo 7 de 1866.

MANUEL M. CARMONA.
