Discurso
sobre
Las teorias de la respiracion

Si el hombre llega á confundirse con los seres del reino animal, por la semejanza de organizacion, en cambio se distingue de la manera mas notable por el conjunto de sus facultades, de las que recibe un caracter especial y distintivo. Su inteligencia le eleva al conocimiento de las causas de cuanto á su alrededor observa, procurando darse una esplicacion satisfactoria de los fenomenos que mas llaman su atencion.

Tal es el origen de las ciencias cuya antiguedad es la de la especie humana; y aunque el nombre

de algunos ramos del saber nos parezca muy moderno, sin duda alguna que varios hechos de importancia precedieron siempre á la epoca en que un detenido estudio reuniera los antecedentes necesarios para formar el nucleo de un nuevo orden de conocimientos.

Por esta causa las ciencias no se han desarrollado todas con igual rapidez y en el mismo periodo, sino que sus adelantos han sido progresivos y adoptados á las circunstancias que estaban llamadas á modificar, representando siempre las tendencias y aspiraciones de un siglo, y formando un circulo vicioso con el impulso de un descubrimiento y la solucion satisfactoria á muchas cuestiones arduas y dificiles de resolver, que la inteligencia humana

en su calidad de limitada no ha podido aun concebir.

Así vemos en el vasto campo de las ciencias Medicas la divergencia de teorias y sistemas que ha reinado en todos tiempos, y que aquellas que ayer se tenian como ajustadas á los principios de la razon son hoy reemplazadas por otras, cuyos defensores al enunciarlas, tropiezan talvez con los mismos obstaculos.

Con estos antecedentes sean permitido esponer á la consideracion de este ilustrado tribunal, las diversas <u>teorias de la respiracion</u> y confiando en su benevolencia ya que nada nuevo pueda añadir, procurare por lo menos ser breve molestando su atencion poco tiempo.

Se creia en la antiguedad que los animales superiores respiraban aire, los anfibios y peces agua y nada los insectos, en el supuesto que la respiracion tenia por objeto refrigerar la sangre

El primer hecho en contra que llamo la atencion fue el descubrimiento del acido carbonico por Paracelso y Black, que vieron no era apto para la respiracion

Van-Helmont y Boyle anunciaron que el aire respirado deja de ser respirable despues de algun tiempo, vino se renueva, é indico el primero que al quemarse el carbon y fermentar el vino, se producia un gas

que llamo silvestre que apagaba la llama y no era propio para la respiracion. Black comprobo que es uno de los productos de la respiracion del hombre y de los animales.

Los insectos se asfixiaban en el vacio y los peces morian en el agua privada de aire.

No quedaba ya duda que el aire libre ó disuelto en el agua era el unico gas que satisfacia por completo las necesidades de la respiracion, pero faltaba saber de que manera contribuia al sostenimiento de la vida y porque sobrevenia la muerte cuando cesaba la respiracion.

Priestley descubre el oxigeno llamandole aire deflogisticado, por ser apto para la combustion y sosten de la vida y le distingue del azoe ó aire flogisticado: observa que el

aire viciado por los animales favorece la vegetacion de las plantas y que purificado bajo su influencia vuelve á ser apto para la respiracion y combustion.

Él mismo observó que el oxigeno tenia la propiedad de enrojecer la sangre venosa y que el acido carbonico la de volver rojo-oscura la sangre arterial, pero cegado por la teoria del flogisto que dominaba entonces en la ciencia no descubrio la teoria de la respiracion.

Esta corresponde por completo á Lavoisier y le permite esplicar el calor animal.

"La respiracion, dice, no es mas que una combustion lenta de oxigeno é hidrogeno exactamente igual á la que se efectua en una lampara y bajo este punto de vista los

animales que respiran son verdaderos cuerpos que se queman y consumen"

"En la respiracion como en la combustion el aire de la atmosfera es el que suministra el oxigeno y el calorico pero en la respiracion es la sangre del animal la que suministra el combustible, teniendo que reparar continuamente por la alimentacion lo que pierde por la respiracion."

Pero presiso de un modo tan terminante como comunmente se dice que el pulmon es el sitio donde las combustiones tienen lugar porque dice "Se puede inferir una de estas dos cosas como resultado final de la respiracion; ó la porcion de oxigeno contenido en el aire atmosferico se convierte en acido car-

bonico á su paso por el pulmon; o se establece un cambio en esta víscera, de una parte, el oxígeno es absorbido y de otra, el pulmon restituye á la atmosfera una porcion de acido carbonico casi igual en volumen: parece sin embargo inclinarse á lo primero.

Lagrange fue el primero que emitio la idea de que la combustion se efectua en los capilares generales, hecho que despues ha comprobado la experiencia.

Conocida la composicion del aire inspirado faltaba conocer la del espirado

Diversos metodos se han empleado para precisar lo que sucede en la respiracion.

Lavoisier fue el primero que trato de resolver este problema, en

metodo perfeccionado por Regnault y Reiset, consiste en colocar el animal objeto de la experiencia en un volumen de oxigeno, que se renueva de un modo continuo y á absorber el acido carbonico.

Un segundo metodo consiste en medir el volumen de gas espelado en cada espiracion para lo cual se recoje el aire espirado en un tiempo dado, contando las espiraciones producidas en el mismo. Este metodo no es tan exacto porque hay una espulsion instanea de acido carbonico y una perdida de oxigeno que forma agua.

Otro tercer metodo, indirecto, es el de Mr. Boussingault, que consiste en alimentar un animal de manera que su peso quede invariable, pesa y analiza su alimenta-

ion así como en deposiciones y la diferencia de ambos pesos representara lo que ha perdido por la respiracion pulmonar y cutanea.

Se deben á Schorling, Andral y Gavarret, Regnault y Reiset, Dumas, Bert y otros investigaciones importantes sobre la composicion química que ha entrado el aire espirado.

El coeficiente de solubilidad del oxigeno en la sangre á 15° es 0,0287 litros un poco menor que el del mismo en el agua, siendo el mismo para el plasma.

Y si tenemos presentes las leyes que preciden á la disolucion de los gases en los líquidos que son: 1ª la solubilidad de los gases aumenta proporcionalmente con la presion; y 2ª en una mezcla gaseosa cada uno

de los gases se disuelve como si estuviera solo, con la presion propia que ejerce en la mezcla; siendo la cantidad de oxigeno contenida en el aire un quinto proximamente, un litro de sangre debiera disolver 5,cc7 es decir $\frac{0^{litro}.0289}{5}$, mientras que la cantidad real contenida segun Fernet es de 92 á 95.cc, haciendola subir Bert de 180 á 200.cc

El oxigeno no esta disuelto en la sangre, su mayor parte se halla combinado con los globulos rojos bajo una forma muy inestable, quedando una pequeña parte disuelto en el plasma, adquiriendo un poder oxidante comparable unicamente al del ozono

Se ha calculado que por termino medio el aire espirado contiene de 4 á 5.cc menos de oxigeno que

el inspirado, cuyo volumen se ha fijado en medio litro y 16 á 18 el numero de las inspiraciones por minuto.

Dumas en esperimentos practicados en si mismo ha hallado que la absorcion del oxigeno es de 23 litros ó sean 33 gramos por hora, lo que representa 800 gr. en las veinte y cuatro horas; podemos fijar sin embargo que esta cantidad oscila entre 20 y 27 litros ó sean 28,5 á 38,5 gramos en el estado de salud por una porcion de circunstancias como la edad, constitucion &.

Bert ha hecho curiosas observaciones sobre la presion: un animal bajo la influencia de una presion de cuatro admosferas de oxigeno puro da pronto indicios de malestar presentandose convulsiones seguidas de la muerte si la presion sube á cinco admosferas.

A la accion del oxigeno y no á la presion atribuye estos efectos porque si se pone un animal á una presion de tres admosferas de aire y se añaden veinte de arroe, perece el animal sin convulsiones, las que se presentan á una presion de 20 admosferas de aire: estas convulsiones son debidas á una exaltacion de la accion excito-motora de la medula espinal, demostrando el analisis cuando la muerte acontece que en lugar de contener la sangre de 18 á 23 cc por % de oxigeno, contiene 35 cc; no se produce en esta intoxicacion una combustion exagerada, puesto que la temperatura del animal, lejos de aumentar disminuye de un modo sensible.

El oxigeno á alta presion detiene la fermentacion matando los

fermentos, resistiendo á su accion segun Mr. Pasteur los corpusculos-germénes de los vibriones y bacterias.

Bajo una presion de 25 centimetros un animal da signos de malestar, si el aire se reemplaza por una mezcla mas rica en oxigeno, la presion puede disminuir de 20 á 15 centimetros sin molestia ninguna; de este modo disminuyendo la presion y aumentando el oxigeno ha podido Bert llegar á una presion de 6 centimetros sin que inmediatamente pereciera un pajaro; presentandose la muerte en un aire puro cuando la presion del oxigeno del medio respirable no es suficiente para mantener en la sangre la cantidad de oxigeno que exige el cumplimiento de los fenomenos vitales

El aire espirado contiene vapor

de agua. Lavoisier distinguió el agua de transpiración pulmonar que proviene del interior del cuerpo y el agua de la respiración formada por la combinación del oxígeno é hidrógeno; y estableció esta diferencia al buscar la relación entre la cantidad de oxígeno absorbido y el que representa el ácido carbónico expelido, encontrando que el oxígeno de este ácido no representa exactamente el consumido.

Según Valentin el peso del agua expelida por los pulmones en las 24 horas es 540 gramos, cifra que Mr. Barral asciende á 650 gr.

El aparato de que se sirve Scharling para la determinación del ácido carbónico expelido, consiste en una garita de madera herméticamente cerrada por la que pene-

tra en su parte interior el aire y sale el producto de la respiracion pasando por una serie de tubos que retienen la humedad y el acido carbonico; este metodo es inexacto porque al calentarse y llenarse de vapor de agua la garita altera las condiciones normales de la respiracion.

Por este medio ha encontrado que se producen de 17 á 19 litros de acido carbonico por hora ó sean 33 gramos: proximamente un 4 por% del aire espirado.

Andral y Gavarret han tratado de no modificar las condiciones normales de la respiracion, para lo que se valen de una mascarilla de cobre que tiene aberturas á la altura de las ventanas nasales, que se cierran por unas esferas

de medula de saco en el acto de la espiracion, el producto de esta penetra en frasco de capacidad conocida; se mantiene aplicada de 8 á 13 minutos.

Hacen estos experimentos en 37 hombres y 26 mugeres de distintas edades y sacan estas deducciones:

El fenomeno respiratorio tiene su maximum de intensidad á los 30 años, decreciendo hasta la muerte.

De 20 á 30 años la cantidad espalada varia de 18 á 20 litros de acido carbonico por hora.

La respiracion es mas activa en el hombre que en la muger.

En la epoca de la pubertad en ambos sexos hay un notable aumento en su produccion, que se manifiesta tambien en el embarazo, y

Durante la digestion aumenta

de 24 á 33 y el sueño le hace disminuir una cuarta parte, porque entonces las combustiones no son tan activas.

El ácido carbónico no está como el oxígeno combinado con los glóbulos, Fernet ha determinado la cantidad de este gas que los elementos del suero (agua, carbonatos, fosfatos de sosa, cloruro de sodio &.) son susceptibles de absorber sea en disolución ó combinación y resulta de sus experimentos que la cantidad de ácido carbónico que se encuentra en la sangre, es igual á la que el suero puede absorber.

Bert ha establecido recientemente estos principios por la cantidad de ácido carbónico en la sangre:

Que la sangre venosa no está saturada de ácido carbónico.

Que el desprendimiento de este gas durante la respiracion exige una descomposicion de las sales bicarbonatadas de la sangre.

Que estas sales no estan saturadas de acido carbonico ni en la sangre ni en los tejidos. y

Que la vida de los elementos anatomicos no puede continuar sino en presencia del acido carbonico combinado, pero si los alcalis estan saturados y el acido carbonico entra en disolucion les amenaza rapidamente la muerte.

Generalmente el aire espirado contiene un poco mas azoe que el inspirado, haciendolo depender Edwards de que el animal absorbe el azoe del aire y desprende cierta cantidad del de su propia sustancia.

Los trabajos de Regnault y Rei-

ret demuestran que el azoe del aire no es absorbido durante la respiracion y por consiguiente no es util para la nutricion, en las condiciones normales.

El aparato para sus esperimentos se compone de una campana hermeticamente cerrada, luego que se ha introducido el animal, colocada dentro de un deposito de agua para que la temperatura sea constante, provisto con oxigeno, condensadores para el acido carbonico, manometro &. completan el aparato: el animal esta en esperiencia el tiempo necesario para consumir de 70 á 150 litros de oxigeno, encontrandose durante este tiempo en condiciones normales.

De sus esperimentos sacan estas principales consecuencias:

Mientras los animales de sangre caliente estan sometidos á un habitual

regimen alimenticio, desprenden siempre azoe, pero la cantidad espelada de este gas es pequeña y nunca se eleva al 2 por % del peso del oxigeno total consumido siendo lo mas frecuente que sea inferior á 1,90.

Durante la inanicion absorben con frecuencia azoe, cuya cantidad guarda la misma relacion que cuando estan sometidos á un regimen normal; esta absorcion es mas constante en los pajaros que en los mamiferos.

La relacion entre la cantidad del oxigeno contenido en el acido carbonico y la del total consumido parece depender mucho mas de la naturaleza de los alimentos que de la clase á que pertenece el animal. Esta relacion es mayor que la unidad cuando los animales se alimentan

de granos; si se alimentan de carnes varia entre 0,62 y 0,80; y si el regimen es leguminoso es intermediaria entre ambos. Esta relacion que varia para el mismo animal de 0,62 á 1,04 segun el regimen á que esta sometido esta por lo mismo muy lejos de ser constante.

Las cantidades de oxigeno consumidas por un mismo animal en tiempos iguales, varian poco en los diversos periodos que siguen á la digestion, al estado de movimiento y á otra porcion de circunstancias imposibles de enumerar. Para los animales de una misma especie é igual peso, el consumo de oxigeno es mayor en los jovenes que en los adultos y en los delgados que en los gordos

Los animales de sangre caliente no producen por la respiracion mas que cantidades infinita-

mente pequeños, casi inapreciables de amoniaco y gases enfermos y

La respiración en una atmosfera que contenga dos ó tres veces mas oxigeno que el aire normal, no se diferencia de la que se verifica al aire libre; el oxigeno consumido es el mismo, la misma la relación entre este y el acido carbonico producido é igual la proporcion de agua espalado.

El agua forma á lo mas una decima parte de los gases de la sangre, esta contiene de dos á tres por % y sin embargo el nero no disuelve mas que el uno por ciento; hay para este gas una accion particular no esplicada aun.

Nos hemos ocupado hasta ahora de las variaciones sufridas en la composicion de los gases espirados en el estado normal, veamos que sucede en el patologico aunque poco

se ha reseñado sobre este punto.

Segun Hervier y Saint-Lager la proporcion de acido carbonico disminuye en todas las enfermedades en que la respiracion esta dificultada como la tisis pulmonar y neumonia, pleuresia, pericarditis, fiebres eruptivas y afecciones tifoideas.

En la diabetes, clorosis, anemia y enfermedades no febriles, la proporcion varia poco: en las flegmasias el aumento es considerable.

Mayer y Doyere han encontrado constantemente en el aire espirado por los colericos mas oxigeno y menos acido carbonico que el espirado normalmente, sucumbiendo el enfermo siempre que la cantidad de oxigeno absorbido ha sido menor de 1,cc74 y el acido carbonico espa-

lado no ha llegado á 1,24 por ciento siendo mayor la absorcion del primero que la espulsion del segundo.

C. Bernard y Pasteur han iniciado otra teoria de la respiracion; el primero dice ultimamente:

"La teoria de la combustion que revelaba un adelanto cuando su ilustre fundador la introdujo en la ciencia, no esta sin embargo confirmada por los estudios fisiologicos. La combustion no es directa en el organismo y la produccion de acido carbonico, es el resultado de una verdadera destruccion organica, de un desdoblamiento análogo á los que producen las fermentaciones. Citar con por otra parte el equivalente dinamico de las combustiones, con ellas se satisface el mismo objeto puesto que pro-

dueen calor y como consecuencia el origen de la energía necesaria para la vida"

Mr. Pasteur dice "Me inclino á creer que el oxígeno no obra únicamente como principio de oxidacion que se absorbe y produce las combustiones, sino que comunica á las celulas de los organos una actividad por la que adquieren la propiedad de funcionar separadas de la influencia del oxígeno libre, á la manera de celulas-fermentos"

Llevado el oxígeno por los globulos de la sangre y puesto en contacto con las celulas durante el tiempo de una inspiracion y una espiracion, provocaria en las mismas la actividad de que se trata, seguida de los fenomenos de fermentacion que se continuarian algun tiempo

despues al funcionar como celulas fermentos"

Esta teoria esplica facilmente hechos dificiles de resolver por la teoria de las combustiones directas.

Un musculo en actividad desarrolla un volumen de acido carbonico mayor que el del oxigeno absorbido en el mismo tiempo, el consumo de oxigeno no esta en relacion directa con la produccion de acido carbonico y si este resulta de actos de fermentacion se comprende no debe guardarla

En los gases inertes, hidrogeno, azoe &. un musculo puede contraerse y desarrollar acido carbonico, consecuencia obligada de la prolongacion de la vida en las celulas que viven separadas de la influencia del oxigeno libre y bajo la escitacion

recibida anteriormente por el contacto del oxigeno transportado por los globulos rojos de la sangre. Este hecho no ha podido explicarse por la teoria de la combustion.

Los musculos tienen despues de la muerte y asfixia una reaccion acida, lo que se comprende si los actos de descomposicion y fermentacion se cumplen mas alla de la vida en estas celulas fermentos.

En lo constante que á la hora de haberse asfixiado un animal, su temperatura aumenta, siendo asi que debia disminuir enseguida por la cesacion de las combustiones, si el calor animal es la consecuencia de las mismas y sin embargo nada mas natural si consideramos que en el cuerpo del animal sin trabajo muscular ninguno se desarrollan fe-

nomenos de fermentacion que producen calor.

La fiebre cuya esplicacion es difícil en la actualidad ¿no podrá ser considerada con el tiempo como uno de los efectos de un desorden en el modo de funcionar de estas celulas de donde resultaria una espaltacion de las fermentaciones que ellas provocan?

De lo anteriormente espuesto podemos sacar estas conclusiones:

La respiracion segun la teoria de Lavoisier es una combustion lenta de oxigeno é hidrogeno, en la que la sangre del animal, suministra el combustible, que se ha de reponer por la alimentacion.

Las vesiculas pulmonares hacen el papel de un filtro donde

se verifica el cambio de gases en el acto de la respiracion; la sangre arterial hasta la entrada en los capilares pierde sus caracteres y se vuelve venosa á su salida.

Las combustiones pueden verificarse en los mismos capilares, ó bien el oxigeno penetrar en el interior de los tejidos, atraberando las paredes finas y delicadas de los vasos, produciendo directamente las oxidaciones y estableciendose un cambio de gases analoxo al que se verifica en el pulmon.

El aire espirado no tiene la composicion quimica del inspirado, ha sufrido importantes modificaciones en su composicion, ha perdido de 4 á 5cc de oxigeno, se ha cargado de vapor de agua y contiene un 4 por % de acido carbonico.

La cantidad de oxigeno abor-

vida varía poco en los diversos periodos que siguen á la digestión, el estado de movimiento &c., pero no así la producción de ácido carbónico que aumenta durante la digestión y disminuye con el sueño

El desprendimiento de ácido carbónico durante la respiración exige una descomposición de las sales bi-carbonatadas de la sangre, las que ha su vez no están saturadas de dicho gas ni en la sangre ni en los tejidos; no siendo compatible la vida de los elementos anatómicos en presencia del ácido carbónico libre.

La cantidad de área expelida puede aumentar ó disminuir segun la clase del animal, alimentacion á que esta sometido y al estado de inanicion.

El aumento ó disminucion exagerada de la presion produce la asfixia, en el primer caso la muerte viene precedida de convulsiones, efecto de la accion del oxigeno sobre la medula espinal excitando su accion excito-motora, aumentando considerablemente la proporcion de oxigeno disuelto en la sangre sin que por esto se produzca una combustion exagerada; en el segundo caso la asfixia se presenta en un medio respirable cuando la presion no es suficiente para mantener en disolucion en la sangre, el oxigeno necesario para el cumplimiento de los fenomenos vitales.

Berthard y Pasteur no admiten las combustiones directas y creen que la produccion de acido carbo-

mo en el resultado de una serie de transformaciones análogas á las que se producen en las fermentaciones, lo que les permite explicar al mismo tiempo que el calor animal varios hechos de difícil resolución por la teoría de las combustiones directas; viniendo á ser la fermentación el equivalente dinámico de la combustión.

Tal es la breve reseña que sobre este importante punto me había propuesto presentar á vuestra consideración y si bien es cierto que no hay unidad de parecer á cerca del modo como se verifican estos cambios químicos ya sea por combustiones ó por fermentaciones el producto de la respiración y la producción del calórico como resultado final es siempre el mismo.

La fisiologia Patologia é Higiene general, principalmente, al sacar importantes deducciones de estos hechos, resuelven problemas de la mas alta trascendencia para la conservacion y prolongacion de la vida ya en el estado normal ya en el patologico = He dicho.

Madrid Setiembre 1883

Franco Monserrat Fernandez