

cica, así como á los cambios que se verifican en cada uno de los actos respiratorios. Pero debemos notar que la situación de las dos aurículas es muy diferente; y esta circunstancia tiene que influir sobre la intensidad de la aspiración en una y otra.

He dicho antes, que la aurícula derecha está colocada verticalmente, y se extiende desde el tercio superior del tórax hasta su base. De esta situación resulta, que siendo la ampliación torácica mucho más extensa abajo que hacia arriba, obra eficazmente sobre esta aurícula. La izquierda está colocada transversalmente, sostenida por las cuatro venas pulmonares y situada casi exclusivamente en el tercio superior de la cavidad torácica. Ahora bien, como la dilatación del tórax es mucho menos amplia en la parte alta que en la parte baja, los efectos de la aspiración deben ser menos sensibles en la aurícula izquierda que en la aurícula derecha.

Por otra parte, la íntima unión que existe entre el diafragma y la aurícula derecha, hace que al abatirse este músculo en el acto inspiratorio, agrande la cavidad de la aurícula y aumente de una manera proporcional la intensidad de la aspiración. La aurícula izquierda, á su vez, está sostenida por las cuatro venas pulmonares, y como durante el acto inspiratorio, el pulmón crece en todos sus diámetros, debe producirse una relajación de las venas pulmonares y por tanto una relajación de las paredes de la aurícula.

Por consiguiente, el acto inspiratorio relajará las paredes de la aurícula izquierda, y las distenderá durante la espiración, fenómenos diametralmente opuestos á los que se verifican en la aurícula derecha. Por

tanto los resultados deben ser también diametralmente opuestos.

En resumen, el acto inspiratorio ejerce en la aurícula izquierda una aspiración mucho menos intensa que la que hemos visto desarrollarse en la aurícula derecha.

Por último, en el acto inspiratorio, se extiende considerablemente el parenquima pulmonar, y al hacerlo así, disminuye en proporción la presión sanguínea de la pequeña circulación. De donde resulta una disminución en el escurrimiento sanguíneo de las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda.

Para terminar y como resumen general diré: que la inspiración hace avanzar rápidamente la sangre venosa de la gran circulación hacia la aurícula derecha; 2º, favorece el curso de la sangre venosa hacia los capilares pulmonares; y 3º, disminuye la cantidad de sangre que por las venas pulmonares llega á la aurícula izquierda. En la próxima lección me ocuparé de estudiar los efectos mecánicos que sobre la circulación ejerce el acto espiratorio.

LECCION DECIMASEXTA.

(Setiembre 5 de 1894.)

Continuación del asunto de la anterior.—Estudio de los efectos mecánicos que sobre la circulación general ejerce el acto espiratorio.

SEÑORES:

El estudio detallado de las modificaciones que el acto inspiratorio imprime á la circulación general, nos ha hecho conocer: Primero, que durante este acto la

sangre venosa que llega al pulmón, enviada por el ventrículo derecho, penetra en los capilares del órgano con la facilidad con que el agua llena las mallas de una esponja, cuando ésta se dilata en medio de ella. Segundo, que la exageración de la aspiración torácica, y las condiciones físicas en que se encuentra colocada la aurícula derecha, hacen que en este momento la sangre venosa de las cavas se precipite hacia el órgano central de la circulación, aumentando entonces la tensión sanguínea en el corazón derecho.

Tercero, que después de haber estudiado minuciosamente todos los cambios de presión que se verifican en la aurícula derecha, deben modificarse las ideas que hasta hoy se han tenido respecto á la manera con que se suceden las contracciones de las cavidades cardíacas.

En la sesión de hoy, nos ocuparemos en estudiar las modificaciones que imprime el acto espiratorio á la circulación general.

No olviden vdes. que al terminar la inspiración, los capilares del pulmón se encuentran perfectamente llenos de sangre. Si en este momento el órgano vuelve sobre sí mismo, por efecto de su elasticidad, ó si es comprimido porque la caja torácica estreche sus diámetros, es evidente que la tensión sanguínea aumentará en los capilares y que la sangre se escurrirá por donde pueda. Es imposible que retroceda hacia el ventrículo derecho, porque en cualquier momento de la revolución cardíaca, se encuentra con uno de estos dos obstáculos: ó bien el ventrículo está en contracción, en cuyo caso la sangre no puede penetrar en él; ó bien se encuentra en diástole, en cuyo caso, la oclu-

ción de las válvulas sigmoides de la arteria pulmonar, se oponen á la penetración del líquido al ventrículo. Por consiguiente, la compresión de los capilares pulmonares no puede hacer que la sangre retroceda en su curso. Por otra parte, cada contracción del ventrículo izquierdo envía cierta cantidad de sangre hacia la aorta, siendo reemplazada por la que antes existía en la aurícula del mismo lado; y ésta á su vez, por la que llega de las venas pulmonares.

Así, pues, la disminución progresiva de la tensión, hacia el ventrículo izquierdo, y la imposibilidad de que la sangre retroceda al ventrículo derecho, hacen, que la compresión pulmonar determine un aflujo considerable de sangre arterial hacia la aurícula izquierda.

Ven vdes., pues, cómo cada uno de los dos actos que constituyen la respiración, está encargado de proveer de sangre, alternativamente, á cada una de las aurículas; y que, si durante la inspiración, el líquido afluye á la aurícula derecha, la espiración está destinada á suministrarlo á la izquierda.

Pueden asemejarse los efectos de la respiración, á los que produce una bomba aspirante é impelente, que aspiraría la sangre venosa durante la inspiración, y empujaría la sangre arterial durante la espiración.

Puedo también comparar el pulmón con una esponja que al dilatarse absorbería la sangre venosa, y que al comprimirse exprimiría la arterial.

La llegada abundante de sangre arterial hacia la aurícula izquierda, debe producir durante la espiración un aumento de tensión en el corazón izquierdo; mientras que, según lo que hemos visto, en el corazón

derecho el aumento de tensión tiene lugar durante la inspiración. Limitémonos, por ahora, á estudiar lo que pasa durante la espiración.

Las experiencias de Ludwig con su *kimographion*, demuestran hasta la evidencia el aumento de tensión en el árbol arterial durante la espiración. No quiero detenerme en describir á vdes. el aparato en cuestión, porque todos lo conocen bien desde que estudiaron la fisiología. Básteme recordar la forma del trazo que da este aparato aplicado en la carótida de un perro. Vdes. recordarán que este trazo está formado de dos clases de ondulaciones: unas grandes que corresponden á los movimientos respiratorios, y otras pequeñas, que son producidas por las contracciones cardíacas. Las grandes ondulaciones están formadas por dos líneas: una de ascenso que corresponde á la espiración, y que es producida por el aumento de la tensión sanguínea; y otra de descenso ó disminución de la tensión, que corresponde al acto inspiratorio. Ninguna de estas líneas es recta; una y otra son onduladas y estas pequeñas ondulaciones son ocasionadas por las contracciones del corazón.

Debo advertir que esta demostración, sólo puede hacerse por el aparato de Ludwig ú otro semejante; pero que es condición indispensable que se aplique en la carótida ó en la aorta. Los estudios hechos por medio del esfigmógrafo aplicado en la radial han dado resultados contradictorios; y esto depende de que la tensión sanguínea en las arterias de mediano calibre es el resultado de fenómenos complejos, y no del simple hecho del aumento de la tensión cardíaca por el acto respiratorio, fenómeno que nosotros estudiamos.

En una fuerte inspiración, el diafragma se baja y comprime las visceras del vientre. Esta compresión se hace sentir hasta la aorta ventral, en cuyo caso disminuye la cantidad de sangre que contiene este vaso, y en proporción aumenta la que contiene la torácica. De donde resulta un aumento de tensión en la radial durante el acto inspiratorio; fenómeno diametral opuesto al que hemos visto que se produce en el experimento de Ludwig. He aquí, pues, el motivo por el cual debe operarse en las arterias cercanas al centro circulatorio cuando se trata de estudiar el aumento de tensión ocasionado, solamente, por el mayor aflujo de sangre hacia el corazón izquierdo, durante la espiración.

Todos vdes. conocen el *pulso paradoxal* de Kussmaül que consiste, en que el pulso radial, imperceptible durante la inspiración, se marca perfectamente durante la espiración. Kussmaül daba este síntoma como patognomónico de la sínfisis cardíaca con adherencias aórticas y torácicas. Dice este autor que, en tales condiciones, al verificarse la inspiración ó dilatación del tórax, estas adherencias deben atirantarse y comprimir el vaso; de lo cual resultaría la pequeñez del pulso radial. En la espiración, al contrario, al aproximarse las paredes torácicas, relajarían las adherencias y la arteria recobraría su calibre, permitiendo entonces al pulso recobrar su fuerza.

Esta teoría, que es bien seductora, ha sido deshecha por Traube, quien ha demostrado que el pulso paradoxal se puede presentar, siempre que el centro cardíaco esté debilitado, y sin necesidad de que existan las adherencias torácico-aórticas. En tal estado las co-

sas, necesitamos buscar la verdadera explicación del referido pulso paradójal.

Una vez que sabemos que la tensión cardíaca aumenta durante la espiración, ó en otros términos, que en este momento llega bastante cantidad de sangre al corazón izquierdo, la explicación será sencillísima. Un corazón que se contrae débilmente, debe enviar muy débil cantidad de sangre en el momento en que á él le llega poca, esto es, durante la inspiración; pero cuando le llega abundante, como sucede en la espiración, la onda líquida enviada en estos momentos será más considerable, y por consiguiente el pulso más perceptible.

El estudio detenido de los trazos cardiográficos, va á enseñarnos también los cambios de la contracción cardíaca en los diferentes momentos del acto respiratorio. La figura 3ª representa el trazo de la pulsación cardíaca, tomado en un hombre sano. Copio fielmente esta figura del Diccionario Enciclopédico, artículo citado antes, página 447. En este trazo, vuelven á encontrar vdes., como vimos en la figura 2ª, cuatro pulsaciones enteramente desiguales entre sí. Las dos primeras más pequeñas que las dos segundas. Empezando por la más amplia, las he numerado sucesivamente, de tal manera, que la tercera en el trazo es el número 1; la cuarta, el número 2; la primera, el número 3; y la segunda, el número 4.

Puestas en este orden, noten vdes. que van disminuyendo poco á poco en elevación, y que las líneas se van haciendo, poco á poco, más onduladas.

Por el estudio de las consecuencias mecánicas del acto espiratorio, hemos deducido que en este momen-

to abunda la sangre arterial en el corazón izquierdo; y por las experiencias de Ludwig se ha visto que la tensión sanguínea se eleva durante la espiración. Así, pues, en las cuatro pulsaciones que estudiamos, las dos más amplias deben corresponder á la espiración, y las otras dos á la inspiración. Fíjense vdes. en que la primera ondulación, es la más elevada; la que tiene contornos más arredondados, y en la que, las líneas que la forman son las más rígidas; fenómenos todos, que están demostrando una grande energía de la tensión sanguínea. La segunda, es un poco menos elevada, menos amplia y sus líneas más onduladas. De lo que podemos deducir, que en la segunda contracción que se verifica durante la espiración, la tensión sanguínea ha disminuído perceptiblemente.

La pulsación número 3, que es la primera de la inspiración, es más pequeña que las otras dos; más agudo su vértice, y las líneas mucho más onduladas. Por último, la número 4, es la más pequeña de todas, y en la que las ondulaciones son mucho más marcadas. Es, pues, evidente que en las pulsaciones del corazón izquierdo, la tensión sanguínea tiene su máximum al principio de la espiración, y su mínimum al fin de la inspiración.

Por todo lo dicho, deben vdes. convencerse de que las pulsaciones cardíacas, aunque parecen ser iguales en intensidad y en resultados mecánicos, en realidad son desiguales entre sí, y esta irregularidad depende de la influencia de la respiración.

Para convencer á vdes. más, de la realidad de mi aserto, les presento la figura número 4, que es otro trazo de pulsación cardíaca en el hombre sano, y que