

## El Gasto Respiratorio Máximo en el Valle de México

DRES. FERNANDO OCARANZA Y MARGARITA DELGADO

### I.—ANTECEDENTES

Omitiremos en la presente memoria toda explicación acerca del significado de la expresión «gasto respiratorio» y sobre la manera de poner en juego la máscara de Pech. Acerca de estos puntos se encuentra lo suficiente en diversas monografías sobre fisiopatología de la respiración, especialmente en las obras de Sergent (1) y otras de la misma índole y en diversas memorias extranjeras y nacionales tales como las del propio Pech (2) (3) y las de Desfosses (4), Gués (5), Michel (6), Piery y Michel (7) Izquierdo (8), Padilla (9) y Reynoso Beltrán (10).

En una memoria que presentó uno de nosotros a la Academia Nacional de Medicina, (II), decía lo siguiente acerca del gasto respiratorio, y especialmente con respecto a los datos recogidos en el Valle de México (2,240 de altura sobre el nivel del mar). «En 1921, Pech introdujo la noción del gasto respiratorio máximo, o sea la cantidad de aire que puede entrar o salir por segundo en el aparato respiratorio, cuando la persona inspira y expira tan rápida y tan enérgicamente como le sea posible. La estimación se hace por medio de la máscara que lleva el nombre del autor y según este mismo indicaba en el propio año de 1921, equivaldría a 1 litro 750 por segundo. Desfosses, hacia la misma época aceptaba la cantidad de 2 litros como gasto habitual, advirtiendo además, que en sujetos normales debe ser poco más o menos el mismo, en la inspiración y en la expiración.»

«Izquierdo pensó entonces, con justicia, en la importancia que tendría, estudiar el gasto respiratorio máximo en los habitantes del Valle de México, con el objeto de agregar una contribución nueva para el estudio de la vida en las alturas».

«Tomó observaciones en 200 personas del sexo masculino, cuya edad estaba comprendida entre 16 y 40 años y en buenas condiciones de salud. El resultado fue que obtuvo un promedio de 4,000 por segundo, con un

máximo de 5,000 y un mínimo de 2,500. De ahí concluye que el gasto aumenta en los lugares elevados y que en México es como el doble de lo que se había encontrado en Montepellier y París (Pech y Desfosses). Sin embargo, debe observarse que no existe en el escrito de Izquierdo indicación alguna con respecto a si el gasto se refiere a la inspiración o la expiración o si tuvo más o menos el mismo valor en los dos tiempos para poder considerar como normales desde el punto de vista respiratorio a los individuos que examinó. Además, para poder considerar como general su conclusión, existe el inconveniente de que, según parece, las observaciones fueron tomadas en personas de dos grupos sociales, solamente médicos y estudiantes. Pero el principal obstáculo para la realidad de sus conclusiones se encuentra en los trabajos de Gués de París (1922). Este señor rectificó las cifras obtenidas por Pech y Desfosses, ya que el promedio resultante de sus observaciones es de 4,000 c.c. exactamente igual al que encontró Izquierdo en México. No existía por lo tanto, diferencia, entre el gasto respiratorio encontrado en un lugar bajo (París) y un lugar elevado (México). Gués indica, además, que debe considerarse como un mal funcionamiento respiratorio todo caso en el cual, la máscara indique un gasto respiratorio máximo inferior a 3 lts. 500, cifra exactamente igual a la capacidad vital de Hutchinson considerada como normal».

«Guillermo Padilla reanudó la investigación emprendida por Izquierdo. Reunió 109 observaciones, anotando el gasto respiratorio máximo en la inspiración y en la expiración, nasal y bucal. En realidad, solamente 25 de sus observaciones pertenecen a individuos con función respiratoria normal, en vista de que no existía gran diferencia (medio litro a lo sumo) entre la inspiración y la expiración; en los demás que consideró con función respiratoria anormal: hay marcada diferencia entre la inspiración y la expiración, por ejemplo, 1 litro y medio en la primera y 4 litros y medio en la segunda o al contrario».

«Los individuos de la tesis de Padilla, que en mi concepto tienen función respiratoria normal, los clasifiqué de la manera siguiente:

G. R. M.	NUMERO DE CASOS
Entre 4.000 y 3.500.....	4
„ 3.500, „ 3.000.....	8
„ 3.000 „ 2.500.....	4
„ 2.500 „ 2.000.....	6
„ 2.000 „ 1.500.....	3

«Como se ve, el mayor número corresponde a un G. R. M. que oscila entre 3 y 3 litros y medio por segundo.»

«Padilla presenta los siguientes promedios:

RESPIRACION NASAL

Inspiración.	Expiración
2,465	3,634

RESPIRACION BUCAL

Inspiración	Expiración
4,006	4,612

«Con fundamento en las cifras anteriores concluye en que está aumentado el gasto respiratorio máximo en el Valle de México».

«Yo creo que está desprovista de fundamento tal conclusión, en vista de las objeciones que hice anteriormente, del resultado que obtuvo Gués en París (G. R. M. = 4,000) y de que se alejen notablemente las cifras que corresponden a la respiración bucal y a la nasal».

«La conclusión más atinada que puede obtenerse de las observaciones de Padilla, es, que existen en México muchas personas con función respiratoria anormal (más del 75% de sus observaciones)».

A los datos anteriores agrego ahora los siguientes: las investigaciones practicadas por Michel en 1921 y Piery y Michel en 1922 acerca del gasto respiratorio máximo durante las ascenciones a las montañas y el curso de los vuelos en aeroplano, que están en contradicción con los resultados obtenidos por Izquierdo en 1922 rectificadas en 1924 (12), aunque es justo advertir que los casos del último investigador se refieren a individuos adaptados a la vida en las alturas y los de Michel y Piery al momento mismo de la adaptación. De todos modos, las conclusiones de los últimos autores son las siguientes.

«A medida que aumenta la altitud, decrece el gasto respiratorio máximo».

«La disminución es tanto más acentuada cuando el esfuerzo para subir es mayor».

«El gasto respiratorio va creciendo al descender, hasta alcanzar el valor que tenía antes de emprender la excursión a las grandes alturas».

«El deficiente funcional es el mismo a igual altura cualquiera que sea el individuo de que se trate».

Los resultados anteriores fueron comprobados por Bayeux, quien practicó experiencias comparativas en las llanuras durante una ascensión a Monte Blanco (13). Beyne (14) advierte que el G. R. M. está en función; 1º de la potencia de los músculos respiratorios encargados de provocar las variaciones de volumen del tórax; 2º del calibre interior de las vías respiratorias y, 3º de la elasticidad pulmonar. Teniendo en cuenta estas circunstancias, podría atribuirse la caída del G. R. M. al deficiente causado en los músculos respiratorios por una provisión insuficiente de oxígeno o

las perturbaciones en el calibre de las vías aéreas o en la elasticidad pulmonar causadas por las modificaciones vasomotores que pudieran acaecer en los alveolos pulmonares.

Pero es el caso que las indicaciones del manómetro de Pech no se realizan solamente en función de la velocidad del aire sino así mismo en función de la densidad ya que «el aparato está graduado en litros por segundo, a 0° y a la presión de 760 m. m. de mercurio de tal manera que las indicaciones de 5 litros al nivel del mar y 3 lts. 500 a 5.000 metros de altura son equivalentes». Esta circunstancia no fue tomada en consideración por los observadores de los fenómenos fisiológicos de altitud, que precedieron a Beyne y el mismo Izquierdo pensaba que las indicaciones del aparato debían tomarse como reales «cualesquiera que fuesen las condiciones de la presión barométrica»; sin embargo, los hechos indican que las indicaciones de la máscara deben ser corregidas, según la altura y para el caso se propone multiplicar la cifra obtenida en el manómetro por  $V \frac{D_0}{D_n}$  y en tal concepto resultaría que si las cifras leídas en México, sin la corrección debida, son iguales a las obtenidas al nivel del mar, siempre resultaría aumentado el G. R. M: Veamos ahora, lo que dicen nuestras observaciones.

## II.—RESUMEN DE NUESTRAS OBSERVACIONES

De los individuos que hemos examinado y que son más de 800, solamente tomamos en consideración a 460 en los cuales no hay marcada diferencia (500) entre las cifras correspondientes a la inspiración y en la expiración. Para esta memoria, hemos desechado 340 observaciones tomadas en personas que presentaban un gasto respiratorio muy bajo (de 750c lts. a 1 lt. 750) o en las cuales se anotó diferencia (más de ½ litro), de la inspiración a la expiración. Esto nos permite afirmar, lo que ya habíamos insinuado a propósito de la tesis de Padilla o sea, que abundan, en el Valle de México, las personas con trabajo respiratorio anormal.

Las 460 observaciones que consideramos como normales, se refieren a personas de ambos sexos, con una edad comprendida entre 12 y 62 años, con oficios y profesiones muy diversas (estudiantes, médicos, abogados, ingenieros, oficinistas, obreros de fábricas, de talleres, de campo, domésticos, etc., etc.) que han vivido en el Valle de México desde que nacieron o en períodos comprendidos entre 2 y 40 años, algunas de ellas dedicadas a los deportes y otras que jamás los practican. De todos obtuvimos una media absoluta de 3 lts. 175 para la inspiración y de 3 lts. 630 para la expiración, con límites extremos excepcionales de 1.750 (2,16%) y 4 lts. 500 (0 22%) para la inspiración, y 2 lts. 500 (0.42%) y 5.000 (3,26%) para la expiración. Los extremos habituales correspondieron a 2,500 (20%) y 4,000

(5%) para la inspiración y 3,000 (4.52%) y 4,500 (5.86%) para la expiración y en tal concepto, las indicaciones más frecuentes están comprendidas entre 3,000 y 3,500 para la inspiración y 3,500 y 4,000 para la expiración. No son frecuentes los casos en los cuales la inspiración y la expiración tienen el mismo valor, ya que en el conjunto de nuestras observaciones solamente se encuentra un 10.43%. La edad no implica un motivo constante de variación en el G. R. M., ya que se observan cifras diversas en las distintas edades; sin embargo, los números más altos se registran con mayor frecuencia entre los 25 y los 40 años; en la mujer, no pasan de 3,000 en la expiración y de 3,000 en la inspiración; las diversas ocupaciones no influyen por ellas mismas; sino por las condiciones generales de salud y fortaleza que determinan en las personas y no nos parece que la dedicación constante a los deportes tenga una influencia decisiva sobre el valor del G. R. M.

Por último hacemos notar que de nuestras observaciones se deduce, que habitualmente es un poco más elevado el gasto expiratorio que el inspiratorio.

### III.—DISCUSION

Cuando Izquierdo terminó y computó sus observaciones, estuvo perfectamente autorizado para pensar que en el Valle de México estaba aumentado el G. R. M. ya que no habían llegado a nosotros, más que las observaciones de Pech, el propio autor de la máscara manométrica, que fijaba para la ciudad de Montepellier la cantidad de 1 lt. 750 por segundo o las de Desfosses, autor que elevaba un poco la cantidad, llevándola hasta 2 lts. por segundo. Cuando por virtud de las investigaciones de Gués y del mismo Desfosses se convino en que la media correspondiente a París, es de 4 lts., no tuvimos más remedio, sino asegurar que el gasto respiratorio máximo es el mismo en México y París o en otros términos, en las llanuras bajas y en las altiplanicies.

Pero como hizo observar Beyne y el mismo reproche puede aplicarse a cualquiera de nosotros, Izquierdo atribuyó «a las cifras leídas en el manómetro de Pech, una significación real considerando que corresponden a cualquiera condición con respecto a la presión barométrica». Pues bien, aplicando la fórmula de Beyne siempre resultaría el G. R. M. más elevado en el Valle de México, si se tomaran como fundamento para tal aseveración las observaciones de Izquierdo y Padilla, pues tendrían que corresponder a cifras comprendidas entre 4 litros y medio y 5 litros. Beyne, como ya dijimos puso el asunto en claro, haciendo notar que las indicaciones de la máscara manométrica deben corregirse en relación, con la presión barométrica, pues el cuadrante donde gira la aguja indicadora está calculado para 760 m.m. de mercurio y para 0° de temperatura.

Beyne hace referencia a los trabajos de Michel, Piery y Michel y Bayeux y con el fin de precisar diversos puntos a discusión, emprende a su vez una serie de investigaciones, aprovechando la cámara del Instituto aereotécnico de Saint Cyr en donde hace respirar a individuos adultos y normales observando las modificaciones que acaecen en el G. R. M. cuando partiendo de 760 m.m. de mercurio se hace una depresión progresiva hasta 378 m.m. Hg. Los resultados fueron inscritos en gráficas y corregidos con la fórmula  $V \frac{D_0}{D_h}$  de donde resultaba ficticia la disminución atribuida por Michel, Piery y Michel y Bayeux a la depresión barométrica sufrida por las personas que realizaban vuelos en avión o hacían una ascensión a las montañas.

Los resultados generales obtenidos por nosotros, que comprenden cifras inferiores a los de Izquierdo y Padilla, pueden ser corregidos con la fórmula de Beyne y resultará que no tienen diferencia real con las medias encontradas en las llanuras bajas de Francia por Gués y Desfosses. En tal concepto, y en vista de nuestras numerosas observaciones tomadas en personas de los dos sexos, de edades diversas y en variadas condiciones de trabajo, nos creemos autorizados para afirmar la siguiente

### CONCLUSION

No existe diferencia en el gasto respiratorio máximo, comparando lo que se observa en las altiplanicies con respecto a los lugares situados casi al nivel del mar.

*Jos. Ocaranza*

## BIBLIOGRAFIA

- (1) N. Sergent.—Les syndromes respiratoires.—Paris, G. Doin, editeur.—1924.
- (2) J. L. Pech.—Masque manométrique, nouveau procédé pour l'étude des phénomènes physiques de la respiration.—Tesis.—Montpellier.—1918.
- (3).—J. L. Pech.—La notion du débit respiratoire maximum.—La Presse Médicale.—Nº 10, 2 feb.—1921.
- (4).—P. Desfosses.—La masque manométrique de Pech en éducation physique.
- (5).—E. Gués.—La mesure du débit respiratoire maximum a l'état normal et a l'état pathologique par la méthode et la masque manométrique de Pech.—Paris.—1922.
- (6).—Michel.—Le débit respiratoire dans les ascensions en avion et en montagne.—Tesis.—Lyon.—1921,
- (7).—Piery et Michel.—Le débit respiratoire dans les ascension en avion et en montagne.—Lyon Medical.—25 julio 1922.
- (8).—José Joaquín Izquierdo.—Contribución a la fisiología de la respiración en las altitudes.—El gasto respiratorio máximo.—Memoria y Revista de la Sociedad Científica «Antonio Alzate»,—Tomo 41. Nos. 2 y 3.—México.
- (9).—Guillermo Padilla.—El gasto respiratorio máximo.—Tesis.—México.—1923. (Escuela Médico Militar).
- (10).—David Reynoso y Beltrán.—Contribución al estudio de la insuficiencia respiratoria funcional en el escolar.—Tesis:—México.—1923. (Facultad de Medicina).
- (11).—F. Ocaranza.—Estado de nuestros conocimientos acerca de las «constantes fisiológicas» del hombre en el Valle de México.—«A. M. M.»—Tomo II. Nº 11.—Nov, 1924.—México.
- (12).—José Joaquín Izquierdo.—Nota adicional a mi estudio acerca del gasto respiratorio máximo.—Revista Mexicana de Biología.—Tomo IV. Nº 4.—Junio de 1924.
- (13)—R. Bayeux.—La respiration maximum a très hautes altitudes.—Comptes rendus de l'Academie des Sciences.—10, abril 1922.
- (14).—J. Beyne.—Quelques recherches sur la relation qui unit le débit respiratoire maximum, et la pression atmosphérique.—Journal de Physiologie et de Pathologie Générale. Nº. 1.—1923.