

## EL METABOGRAMA DE ESFUERZO EN LA VALORACION DE LAS INCAPACIDADES ENERGETICAS (\*)

G. COMBA EZQUERRA

*Jefe del Servicio de Exploraciones Funcionales Cardiorrespiratorias del Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo*

Las insuficiencias en reposo del corazón y pulmón se manifiestan en general, por síndromes fácilmente diagnosticables. Más difícil resulta la determinación de las insuficiencias cardíacas y pulmonares al esfuerzo, y de la capacidad de reserva funcional, adquiriendo gran interés la determinación de la capacidad funcional cardiorrespiratoria frente al ejercicio físico, para hallar el esfuerzo límite, que sobrepasado, la disnea aparece. Esto explica la existencia de insuficiencias respiratorias y cardiocirculatorias inaparentes en reposo, y de cortacircuitos parciales intrapulmonares, por insuficiencia local de la ventilación a causa de atelectasias segmentarias, enfisemas bullosos localizados y broncoestenosis orgánicas, solamente evidenciadas durante el ejercicio muscular.

Otro elemento de juicio de gran valor que proporciona las pruebas de esfuerzo, estriba en evidenciar el estado cardiovascular permitiendo descubrir alteraciones de la circulación pulmonar inaparentes en los exámenes en reposo, sugiriendo frecuentemente modificaciones severas de los vasos pulmonares informando conjuntamente sobre el comportamiento ventilatorio y circulatorio.

Hallazgo fundamental lo constituye el hecho señalado hace tiempo mediante ergoespirometría, según el cual, el consumo de oxígeno en el individuo normal aumenta progresivamente durante los primeros minutos de la prueba de esfuerzo, hasta alcanzar el equilibrio que la adapta a las necesidades fisiológicas, acoplándose a éstas en el denominado «estado estable». Se designa como «potencia máxima soportada» (P.M.S.) a la máxima sobrecarga que permite un estado de equilibrio fisiológico, sobrepasado el cual se presenta un desequilibrio del metabolismo pulmonar, obligando a interrumpir la prueba, al no realizarse la oxigenación muscular en condiciones normales. Para que una prueba de esfuerzo pueda descubrirnos datos de interés, se precisa que su duración sea prolongada, admitiéndose como óptima una duración media de 20 minutos de sobrecarga siendo fundamental el estudio de la respuesta registrada del décimo al veinteavo minuto del esfuerzo, permitiendo establecer si el ejercicio es bien tolerado, al existir en este período una estabilización del consumo de oxígeno y del CO<sub>2</sub> y un aumento de ventilación inferior al 5%. Sadoul y colaboradores admiten que cuando tal régimen estable es conseguido durante veinte minutos, el esfuerzo puede ser mantenido en condiciones fisiológicas durante 40 a 60 minutos. Al contrario al aumento continuo de la ventilación con aumento superior al 5%, indica que el esfuerzo no puede ser mantenido durante 20 minutos más, mientras que un aumento brusco de la ventilación hacia el 18 minuto testimonia que la carga impuesta sobrepasa en unos 20 watios al esfuerzo máximo tolerado (potencia máxima soportada). Generalmente se precisa para el hallazgo de la potencia máxima soportada de tres o cuatro determinaciones, debiéndose espaciarse entre sí 24 a 48 horas para evitar la fatiga del sujeto. La colaboración del enfermo durante la prueba es absolutamente indispensable, llegándose en caso contrario a registros erróneos.

Para juzgar la validez de la prueba se precisa el enjuiciamiento conjunto de los distintos parámetros ventilatorios, siendo en general fácil de distinguir cuando se está habituado a estos exámenes, los trazados de los simuladores de los de aquellos que efectúan un trabajo superior a su potencia máxima soportada.

(\*) Comunicación presentada a la VIII Reunión Española de la Asociación Internacional para el Estudio de los Bronquios. Valencia, 14 y 15 de junio de 1963.

El problema que se impone más frecuentemente es el de la hiperpnea. ¿Tal hiperventilación es simulada o verdaderamente patológica? El aumento rápido de la ventilación en los primeros minutos del esfuerzo para más adelante estabilizarse, el aumento de la ventilación durante el régimen estable en función de la potencia impuesta, la ausencia de elevación del cociente respiratorio por encima de la unidad, el aumento del tiempo de recuperación, la reproductividad de los valores de una prueba a otra para una misma potencia, son elementos que afirman la autenticidad de registro realizado.

Por el contrario la interrupción de la prueba alegando claudicación muscular con parámetros ventilatorios en estado estable, siendo la prueba mantenida más tiempo con sobrecargas más elevadas, la falta de proporcionalidad entre las ventilaciones registradas y las sobrecargas impuestas, el aumento del cociente respiratorio por encima de la unidad, la rápida recuperación después de interrumpida la prueba de falta de tolerancia, son criterios que permiten asegurar que el registro ha sido falseado voluntariamente.

Las irregularidades de la ventilación en estado estable, pueden ser observadas en sujetos normales cooperantes, volviendo después de ligeros aumentos a las cifras iniciales. Por el contrario el aumento relativamente lento pero continuo de la ventilación traduce indiscutiblemente un trabajo no soportado. En el enfermo cooperante, cuando la ventilación es superior a la normal es por lo general regular, aumentando paulatinamente durante el ejercicio, no acompañándose necesariamente de un aumento de la eliminación de  $\text{CO}_2$ , siendo el cociente respiratorio inferior a la unidad, mientras que una elevación del equivalente respiratorio superior a 30 indicaría, sobre todo para esfuerzos de pequeña y mediana intensidad una defectuosa adaptación al ejercicio, que enjuiciada dentro de los restantes parámetros respiratorios permite valorar el grado de entrenamiento y de adaptación al esfuerzo.

Por norma general cuando la potencia máxima soportada alcanza cifras elevadas, en los registros efectuados por debajo de la PMS, es frecuente durante el ejercicio una disminución del equivalente respiratorio, que inicialmente no suele superar el valor de 20-22 en las sobrecargas mínimas y solamente en ejercicios intensos aumenta el equivalente respiratorio no siendo esta elevación constante y siempre inferior a 25.

Las pruebas de esfuerzo realizadas con las precauciones debidas son inofensivas siempre que no sean ejecutadas en sujetos de más de 65 años y en enfermos portadores de procesos evolutivos o descompensados (tuberculosis activa, asistolia, arritmia, angor, etc.), debiendo ser interrumpidas siempre que se aprecie una falta de adaptación al esfuerzo o una taquicardia considerable (por encima de 160 pulsaciones-minuto). La taquicardia en general no permite criterios absolutos para determinar si el ejercicio se realiza en condiciones de equilibrio fisiológico presentándose frecuentemente frecuencias inferiores a 120 pulsaciones-minuto en sobrecargas superiores a la PMS, especialmente en los procesos broncopulmonares, mientras que en las cardiopatías a menudo se encuentran pulsaciones superiores a 120 con perfecta adaptación al esfuerzo.

Para la puesta en práctica de las pruebas ergométricas se precisa ante todo de un dispositivo técnico tal, que permita junto con una eficaz ventilación del circuito, una perfecta absorción del gas carbónico, y una constante estabilización del oxígeno consumido, permitiendo registrar simultáneamente la ventilación pulmonar y los cambios gaseos en reposo y durante el ejercicio muscular, sea cual fuese la intensidad de éste. Todas estas condiciones las reúne el aparato diseñado por Fleisch con el nombre de «Metabógrafo», dispositivo universalmente considerado como ideal para esta clase de registros.

Entre las características principales del metabógrafo hay que destacar las siguientes:

— Registro directo, continuo y simultáneo con intervalos de un cuarto, medio

o un minuto de los siguientes parámetros respiratorios.

a) Volumen corriente y volumen minuto respiratorio corregido a las condiciones pulmonares (37° C. de temperatura 760 mm./Hg., y saturación de vapor de agua (BTPS).

b) Eliminación del CO<sub>2</sub> reducido a las condiciones standar de temperatura y presión (O°, 650 mm./Hg., y gas seco (STPD).

d) Cociente respiratorio.

e) Equivalente respiratorio para el O<sub>2</sub>

— Permite registrar todos los grados de metabolismo, con aumento metabólico veinte veces superior a las cifras basales, mediante una regulación automática de oxígeno, con suministro de 0 a 5 litros por minuto.

— Un dispositivo especial permite una depuración completa de CO<sub>2</sub> del circuito, no sobrepasando este gas una concentración de 0,3 % en el aire inspirado, para una eliminación de CO<sub>2</sub> de 4 a 5 litros por minuto.

— La resistencia del aparato es imperceptible en todos los grados de esfuerzo respiratorio, evitando esto la posibilidad de respiración al nivel de la máscara.

— Existe un dispositivo automático de termorregulación manteniendo constantes las condiciones de temperatura en el circuito.

— Puede ser cambiado instantáneamente la concentración de oxígeno en el aire inspirado sin causar errores en el registro y permitiendo obtener cualquier concentración de O<sub>2</sub> en el circuito.

— Permite trabajar indefinidamente durante períodos ilimitados de tiempo.