



Ergoespirometría

Estudia de forma no invasiva la fisiopatología de los sistemas respiratorio y cardiovascular en condiciones de estrés físico, evaluando objetivamente el grado de limitación funcional y su mecanismo. Su realización es muy compleja y requiere un elevado grado de entrenamiento y experiencia para interpretarla. (Ver parámetros espirométricos).

Puede llevarse a cabo en cinta sin fin o en cicloergómetro. En cinta, el valor del VO₂ pico es un 5-10% superior. Los cicloergómetros de freno electromagnético realizan una estimación precisa de la carga de esfuerzo y los trazados electrocardiográficos y de parámetros espirométricos sufren menos interferencias. Los protocolos de esfuerzo más empleados son los escalonados con incrementos de potencia cada minuto.

Deben adaptarse individualmente con el fin de que la duración de la prueba sea de entre 8-12 minutos. Protocolos más cortos provocan una pérdida de la relación lineal entre VO₂ y la carga de esfuerzo y más prolongados causan detenciones por fatiga de grupos musculares o motivos ortopédicos.

Contraindicaciones: las mismas que para el test de seis minutos caminando (T6M).

Protocolo:

- Siempre ha de realizarse por un médico y en un medio hospitalario.
- La prueba se realizará sin suplementos de oxígeno.
- El analizador de gases deberá ser calibrado cada día antes de comenzar las pruebas.
- La preparación del paciente (ropa, ingesta, ejercicio previo y medicación) es igual que para el test de 6 minutos. Firmará consentimiento informado. Es recomendable un breve período de pedaleo sin carga para que el paciente se familiarice con el cicloergómetro.
- Tras canalizar vía periférica se tomarán medidas basales de TA, electrocardiograma (ECG), frecuencia cardíaca, escala de disnea/fatiga de Borg y saturación de O₂.
- Las instrucciones que han de darse al paciente son: pedalear a un ritmo constante, manteniendo la cadencia de pedaleo dentro del intervalo que asegura el mantenimiento de la potencia hasta el agotamiento o aparición de síntomas limitantes.
- No debe hablar durante la prueba para no provocar interferencias en las curvas espirométricas. La comunicación se establece mediante signos y una escala de Borg escrita en cartulina. Cuando desee parar, levantará una mano.
- Antes de comenzar el ejercicio es recomendable tomar uno o dos minutos de medidas basales. El ejercicio ha de comenzarse con un RER <-; 0,85.
- Los incrementos de carga son de 5 watios/45 segundos, partiendo de carga basal O.
- Durante la prueba se tomará la tensión arterial cada dos minutos (o más brevemente si fuera preciso), y se realizará un registro electrocardiográfico y de pulsioximetría continuos. Es recomendable animar al paciente para tratar de conseguir el mayor valor de VO₂ pico.



- Cuando el paciente no pueda continuar se suprimirá la carga del cicloergómetro. El paciente continuará pedaleando durante un minuto para evitar hipotensión arterial. Durante la recuperación (3-5 minutos) continuará el análisis de gases espirados, la monitorización ECG, de TA y de saturación de oxígeno.
- Por último, se llevará a cabo el análisis de los resultados: determinación de VO₂ pico, umbral anaeróbico y resto de parámetros, estimando el porcentaje alcanzado respecto a los valores teóricos para la edad, sexo, peso y altura.

Indicaciones de detención precoz de la prueba: deseo del paciente de parar por síntomas limitantes (disnea, dolor torácico, presíncope), extrasistólica ventricular polimorfa o frecuente, taquicardia ventricular, taquicardia auricular sostenida, bloqueo aurícula ventricular de segundo o tercer grado, descenso de tensión arterial sistólica > 20 mmHg o > 240 mmHg, desaturación grave al esfuerzo « 80 %).

Parámetros espirométricos

1. Consumo máximo de oxígeno (VO₂max): Máxima capacidad del organismo para extraer, transportar y utilizar oxígeno del aire inspirado en una situación de esfuerzo máximo. Se expresa en ml/min, ml/Kg/min o porcentaje del valor predicho para la edad, sexo, peso y altura del paciente.

2. Consumo pico de oxígeno (VO₂pico): cantidad de oxígeno que el organismo extrae del aire inspirado por una unidad de tiempo en un esfuerzo realizado hasta la máxima intensidad tolerada. Se utiliza cuando no se puede medir el VO₂max. Se expresa igual que VO₂max.

3. Producción de dióxido de carbono (VCO₂): cantidad de CO₂ eliminada por el organismo por unidad del tiempo.

4. Cociente respiratorio (RER): VCO₂/ VO₂ Es una medida objetiva del grado de esfuerzo realizado: menos de 1, pobre esfuerzo; más de 1.2, esfuerzo excelente.

5. Pulso de oxígeno: cantidad de oxígeno que se consume durante un ciclo cardíaco completo (VO₂/FC). Es un indicativo del gasto cardíaco.

6. Umbral anaeróbico: valor de va, por encima del cuál comienza la producción anaeróbica de energía. Se expresa como porcentaje del va, pico o porcentaje del UA teórico. Habitualmente se sitúa en el 60% del VO₂ max predicho.

7. Equivalentes ventilatorios para el oxígeno (VE/VO₂) y para el CO₂ (VE/VCO₂): mi de aire que deben ventilarse para extraer o eliminar 1 mi de oxígeno o CO₂ respectivamente. Cuanto menor sea su valor, mayoreficiencia ventilatoria.

8. Pet O₂ y Pet CO₂: presión parcial de oxígeno o CO₂ al final de la espiración. A menor Pet O₂, y mayor Pet CO₂. mayor eficiencia ventilatoria.

9. Vd/Vt: cociente espacio muerto fisiológico/volumen corriente. Es otro parámetro de eficiencia ventilatoria.

Por tanto, a menor valor, mayor eficiencia.

10. Reserva ventilatoria (BR): se estima como 1-VE máx (ventilación máxima)/MW (máxima ventilación voluntaria). Oscila entre 30-50% y no puede ser inferior al 20%. En este caso, consideramos que la mecánica pulmonar es la limitante.



BIBLIOGRAFÍA:

1. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of exercise testing and interpretation. 4th ed. Baltimore, Md: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
2. American Thoracic Society/American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respi Crit Care Med 2003; 167 (211-77).
3. Sun XG, Hansen J, Oudiz RJ, et al. Exercise pathophysiology in patients with primary pulmonary hypertension. Circulation 2001; 104: 429-35.
4. Yasunobu Y, Oudiz RJ, Sun XG, et al. End-tidal PCO₂ abnormality and exercise limitation in patients with primary pulmonary hypertension. Chest 2005; 127: 1637-46.