



DEPORTE Y PULMÓN

P. Casán

Unitat de Funció Pulmonar
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

El deporte es una actividad que ocupa la atención de millones de personas. Existen una cultura y un arte del deporte, unos mitos y un ritual deportivo, una industria, una arquitectura, una educación y una prensa dedicados al deporte. Sin lugar a dudas, el deporte es actualmente un fenómeno cultural, algunas veces religioso y muchas político de primera magnitud.

Aunque sus raíces van ligadas a la aparición del hombre en comunidad, es en la cultura de Esparta y Atenas y con la celebración de juegos de competición en Olimpia, cuando emerge el primer fenómeno deportivo de importancia en la historia de la humanidad. El deporte, tal como ahora lo conocemos, con sus reglas y formas de competición, nace en la Inglaterra de la Revolución Industrial, toma sus normas del fenómeno participativo del momento e introduce conceptos como imparcialidad, entrenamiento, amateurismo, récord y *fair play*¹. Desde este instante se extiende por el mundo moderno, ya sea como un fenómeno de masas, relacionado con aspectos culturales y artísticos o, tal como nos interesa resaltar ahora, como un hecho de participación personal, relacionado con un hábito saludable de vida y de utilización del tiempo libre.

En el libro resumen de la Conferencia Internacional sobre "Exercise, fitness and health", celebrada en Toronto en 1988², se define la "forma física" como la capacidad de realizar satisfactoriamente un trabajo muscular. Comprende aspectos de aguante cardiorrespiratorio y se determina por variables que incluyan la actividad física habitual, la dieta y factores de tipo hereditario. Este "estar en forma" o "puesta a punto", se extiende también a otros aspectos biológicos y debe considerar variables como la presión arterial, la glucemia, los perfiles proteico y lipídico, la distribución de la grasa corporal, la tolerancia al estrés o la capacidad respiratoria.

En este contexto, la forma física, requiere un proceso de adaptación del organismo a las variaciones de actividad, proceso que denominamos entrenamiento y que no es más que un conjunto repetitivo de ejercicios, realizados durante semanas o meses, con la intención de desarrollar una buena forma física y un buen estado de salud. De esta forma, el deporte se

convierte en un instrumento para fomentar, mantener o recuperar la salud, entendida como un hecho positivo de disfrutar de la vida y resistir a las agresiones.

Desde este punto de vista, el aparato respiratorio es un elemento más del engranaje corporal, y atiende el encargo de hacer llegar el oxígeno atmosférico hasta la sangre y retirar el dióxido de carbono hacia el exterior. En el individuo joven y sano, el aparato respiratorio no supone un límite a su capacidad de ejercicio. Éste se detiene por factores cardiocirculatorios o relacionados con la utilización del oxígeno por el músculo. Podríamos decir que la reserva funcional pulmonar es superior a la demanda generada durante el ejercicio máximo³.

Al iniciar el ejercicio, se produce un incremento de ventilación mediado probablemente por estímulos del sistema nervioso central. Posteriormente, el aumento de ácido láctico estimula los quimiorreceptores carotídeos y el incremento ventilatorio supone un ligero descenso en la PaCO_2 ^{4,5}. Se produce también un mayor gradiente alveolo-arterial de PO_2 , proporcional al aumento de PaO_2 , ya que la PaO_2 permanece constante⁶. La participación del volumen circulante y de la frecuencia respiratoria en el aumento de ventilación corren paralelos, hasta alcanzar aproximadamente el 50 % de la capacidad vital, punto en que comienza a predominar el incremento de frecuencia respiratoria⁷. Aunque el diafragma continúa siendo el músculo prioritariamente encargado de la inspiración, durante la fase inicial de la espiración ejerce una actividad antagonista, favoreciendo la acción de los músculos espiratorios de la caja torácica y del abdomen⁶. A su vez, la reducción observada en la capacidad residual funcional favorece la relación longitud/tensión de los músculos inspiratorios, y el aumento del volumen teleinspiratorio permite un aumento de los flujos aéreos espiratorios de hasta 10-12 veces los medidos en reposo, sin modificar la resistencia al paso del aire⁸. Las vías aéreas intra y extratorácicas se dilatan y se favorece la activación de los músculos abductores laríngeos durante la espiración⁹.

Sin embargo, en algunas ocasiones, durante el ejercicio máximo puede superarse la reserva ventilatoria, sin que ésta haya disminuido por causa de alteraciones anatómicas o de enfermedad. Este fenómeno pue-



de atribuirse a una limitación en la capacidad de generar presión por parte de los músculos respiratorios, a una limitación en el flujo aéreo espiratorio o a un problema en la difusión alveolo-arterial de oxígeno⁶.

En algunos atletas de edad avanzada, que realizan ejercicios máximos, cuya demanda ventilatoria es comparable a la de un joven no entrenado, los músculos inspiratorios alcanzan una tensión menor, debido al aumento en el volumen residual que se produce con la edad¹⁰. Además, el descenso observado en la retracción elástica pulmonar disminuye los flujos aéreos espiratorios necesarios durante un ejercicio máximo¹¹. Cuando el $\dot{V}O_2$ máx alcanza valores superiores a 65 ml/kg/min, el gradiente alveolo-arterial de PO_2 aumenta, no sólo por un incremento en la PaO_2 , sino también por un descenso de hasta 20 mmHg en la PaO_2 , que se ha atribuido principalmente a un desajuste en la relación ventilación/perfusión¹².

Estas limitaciones en la reserva funcional pulmonar durante el ejercicio máximo tienen diversas consecuencias. El transporte de oxígeno a los tejidos puede verse, si no comprometido, al menos modificado, y producirse un aumento precoz de ácido láctico que, junto a la hipoxemia, se encargan de incrementar excesivamente la ventilación, con el consiguiente descenso en la $PaCO_2$ que, en algunos casos, puede producir síntomas en el atleta¹³. El aumento ventilatorio requiere además un aporte adicional de oxígeno para los músculos respiratorios, que puede alcanzar hasta el 15-20 % del $\dot{V}O_2$ máx y una fracción parecida del gasto cardíaco¹⁰.

De esta forma, al propio compromiso de los músculos prioritariamente activos durante el ejercicio, debe añadirse la posibilidad de que los músculos respiratorios alcancen su punto de fatiga. Este aspecto ha sido observado en corredores de maratón, de 35-40 años, inmediatamente después de finalizar la carrera¹⁴.

Las condiciones urbanas de la vida actual han dado lugar a una drástica reducción en nuestra actividad física, que deberemos recuperar urgentemente mediante programas de entrenamiento adecuados a la edad, condiciones personales, facilidad de acceso a zonas deportivas o preferencias individuales. La "forma física" y la buena salud no son sinónimos, pero se complementan.

En sus recientes recomendaciones¹⁵, la Federación Internacional de Medicina Deportiva sugiere que cada persona debería mantener un programa regular de ejercicio en condiciones aeróbicas, consistente en 3-5 sesiones semanales de una duración de 30-60 minutos cada una. El organismo posee una enorme capacidad de reserva para adaptarse a la práctica de ejercicio, y el pulmón, como hemos visto, desfallece sólo en condiciones muy extremas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mandell RD. Sport. A cultural history. N. York, Columbia University Press, 1984.
2. Bouchard CL, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BD. Exercise, fitness and health. A consensus of current knowledge. Champaign, Illinois, Human Kinetics Books, 1990; 3-27.
3. Olafsson S, Hyatt RE. Ventilatory mechanics and expiratory flow limitation during exercise in normal subjects: *J Clin Invest* 1969; 48:564-573.
4. Dempsey JA, Vidruk EH, Mitchell GS. Pulmonary control systems in exercise uptake. *Proc* 1985; 44:2.260-2.270.
5. Whipp BJ. The control of exercise hyperpnoea. En: Whipp BJ, ed. The control of breathing in man. Physiological Society Study Guides n.º 3, Manchester University Press, 1987; 87-118.
6. Dempsey JA, Johnson BD, Saupe KW. Adaptations and limitations in the pulmonary system during exercise. *Chest* 1990; 97 (suppl):81S-87S.
7. Milic-Emili J, Cajani F. La frequenza dei respiri in funzione della ventilazione pulmonare durante il ristoro. *Boll Soc Ital Biol Sper* 1957; 33:821-824.
8. Henke KG, Sharratt M, Pegelow D, Dempsey JA. Regulation of end-expiratory lung volume during exercise. *J Appl Physiol* 1988; 64:135-146.
9. England SJ, Bartlett Jr, D. Changes in respiratory movements of the human vocal cords during hyperpnea. *J Appl Physiol* 1982; 52:780-785.
10. Dempsey JA, Johnson BD, Bayly WM. Constraints on the ventilatory response to maximum exercise in health. En: Sutton JR, Coates G, Remmers JE, eds. Hypoxia. The adaptations. Toronto, B.C. Decker Inc., 1990; 169-1.
11. Jones NL. The lung of the masters athlete. En: Sutton JR, Borck RB, eds. Sports Medicine for the mature athlete. Indianapolis, Benchmark Press. Inc., 1986; 319-328.
12. Dempsey JA, Hanson PG, Henderson KS. Exercise-induced arterial hypospemia in healthy human subjects at sea level. *J Physiol* 1984; 355:161-175.
13. Powers SK, Lawler K, Dempsey JA, Dodd S, Landry G. Effects of incomplete pulmonary gas exchange on $\dot{V}O_2$ máx. *J Appl Physiol* 1989; 66:2.491-2.495.
14. Loke J, Mahler DA, Virgulto JA. Respiratory muscle fatigue after marathon running. *J Appl Physiol* 1982; 52:821-824.
15. American College of Sports Medicine. Physical exercise. An important statement from the International Federation of Sports Medicine (FIMS). *Int J Sports Med* 1989; 10:460-461.

FE DE ERRATAS

En el artículo "Carcinoides bronquiales: estudio clínico, histopatológico e inmunohistoquímico", de M. Fraga Rodríguez et al (*Arch Bronconeumol* 1990; 26:12-16) se han deslizado algunos errores:

En la página 12, Abstract en inglés, línea 9, donde dice "neuore specific enolase", debe decir "neuron-specific enolase". En el mismo Abstract, línea 10, donde dice "chromogramine", debe decir "chromogranin".

En la página 13, las imágenes de las figuras 1 y 2 están intercambiadas, de manera que la de la figura 1 debe ser la de la 2 y viceversa.