

Consumo de oxígeno en asaltos de esgrima: valoración directa y validación de un método de estimación*

IGLESIAS X, RODRÍGUEZ FA
 Instituto Nacional de Educación Física
 de Cataluña – Centro de Barcelona

CORRESPONDENCIA:
 INEFC (X. Iglesias, F.A. Rodríguez)
 Av. de l'Estadi s/n
 08038 – BCN
 Tel.: 93 425 54 45

(*) Trabajo realizado con una ayuda a la investigación concedida por la Secretaria General de l'Esport (1991) y el INEFC de Barcelona (1994, 1997)

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2000; 133: 29-36

RESUMEN: se realiza un estudio de valoración del consumo de oxígeno en situaciones de asalto en una muestra de 10 tiradores (8 hombres y 2 mujeres). El $\dot{V}O_2$ se registra teleméricamente por medio de un analizador de gases espirados (K2-Cosmed) en los asaltos y en una prueba de esfuerzo sobre una cinta rodante. Se calculan las ecuaciones de regresión individuales con el objetivo de valorar el consumo de oxígeno de los asaltos en base a la relación individual entre frecuencia cardíaca y $\dot{V}O_2$. En los asaltos de entrenamiento, los tiradores presentan una media de $29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=3,3$), lo que representa una intensidad media del 54,8 del $\dot{V}O_2$ máx. ($de=6,8$). La media de los valores máximos registrados en los asaltos representaba un 74,9% ($de=9,5$) del $\dot{V}O_2$ máx. Se valora el consumo de oxígeno y, en la validación del método, se comprueba la existencia de una sobreestimación próxima al 30% de los valores reales, que disminuye al hacerse más específica la determinación de la relación individual entre frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno.

PALABRAS CLAVE: Esgrima, consumo de oxígeno, fisiología, valoración funcional, bioenergética.

SUMMARY: a valuation study of the oxygen consumption during round situations with 10 fencers (8 men and 2 women) was carried out. The $\dot{V}O_2$ was registered telemetrically with a portable exhaled gas analyst (K2-Cosmed) during the rounds and in an effort test in a treadmill. The individual regression equations were calculated to estimate the oxygen consumption during rounds, based on the individual relationship between cardiac frequency and $\dot{V}O_2$. During training rounds, the fencers showed a mean of $29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=3.3$), which represented a mean intensity of 54.8 of $\dot{V}O_2$ max. ($de=6.8$). The mean of the maximum values registered during the rounds showed 74.9% ($de=9.5$) of $\dot{V}O_2$ max. The oxygen consumption was estimated and, in the method's validation, the existence of an overestimation of around 30% of real values was checked, which decreased as the resolution of the individual relationship between cardiac frequency and oxygen consumption became more specific.

KEY WORDS: Fencing, oxygen consumption, physiology, functional valuation, bioenergetics.

INTRODUCCION

La identificación de la *solicitud funcional en situaciones reales de competición* es uno de los principales objetos de estudio por los investigadores del deporte. En estudios anteriores^{14, 15} se ha caracterizado el comportamiento de la frecuencia cardíaca y lactatemia en situaciones reales y simuladas de asaltos de esgrima. La determinación del consumo de oxígeno y el gasto energético de los esgrimidores en una competición han sido analizados en los últimos años mediante diferentes sistemas de valoración.^{9, 16, 19, 32} En este trabajo se pretende mostrar la validación realizada sobre un método de valoración indirecta del consumo de oxígeno²⁶⁻²⁹ utilizado en un estudio global sobre la valoración funcional específica de la esgrima.¹¹

Los objetivos principales de este trabajo han sido la caracterización de la respuesta del consumo de oxígeno de los tiradores en los asaltos, así como la validación del método de valoración indirecta del consumo de oxígeno en la esgrima.

MATERIAL Y METODO

Medida directa del consumo de oxígeno

Se utilizó un analizador telemétrico de gases espirados (K2-Cosmed) para medir directamente el consumo de oxígeno en los asaltos ($\dot{V}O_2^{\text{real}}$) y en la prueba de esfuerzo. La fiabilidad del analizador ha sido demostrada en diferentes estudios.^{4, 8, 17, 18, 20} Dada la complejidad del aparato y las medidas de seguridad adoptadas como protección del mismo no se pudo valorar el consumo de oxígeno en una competición real, por lo que se realizó un entrenamiento enmarcado en el periodo competitivo de los sujetos.

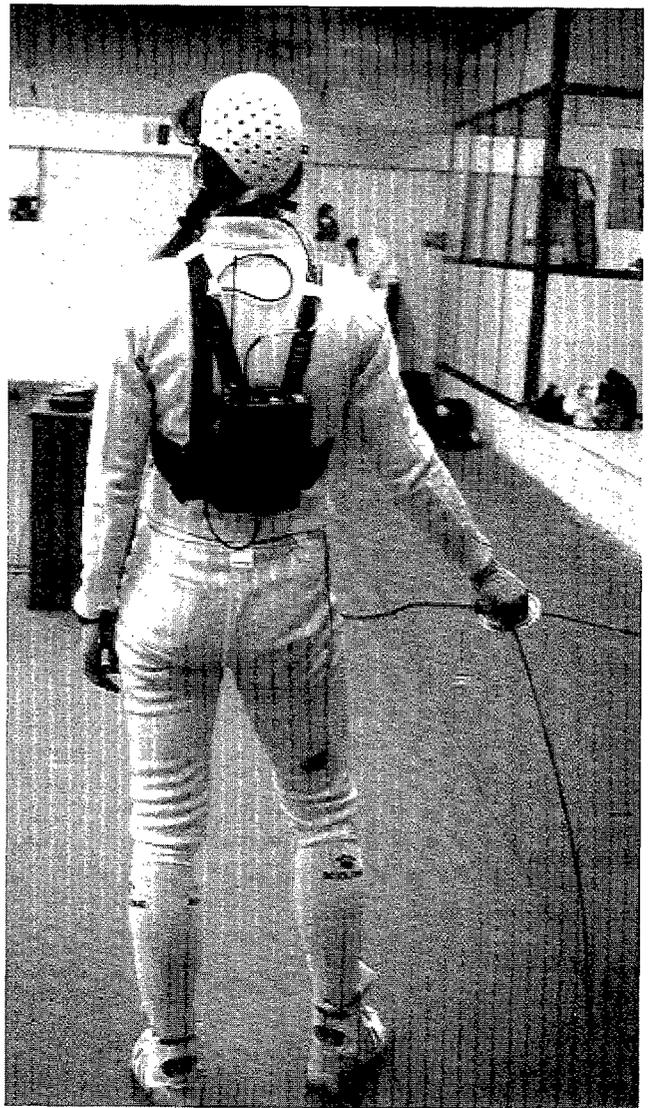
El estudio consistía en valorar el consumo de oxígeno real de los 10 sujetos en diferentes situaciones de asalto (a 15, 5 y 1 tocos) para, posteriormente, comparar los datos reales con los estimados en base al registro continuo de la FC y la aplicación de las ecuaciones de regresión individuales: $\dot{V}O_2 = f(FC)$.

La incomodidad del aparato, especialmente por la disposición de la máscara y la turbina en contacto con la careta, nos llevó a considerar una duración de la prueba no superior a los 25 minutos de registro continuo.

El modelo de valoración del consumo de oxígeno

Se determinó el consumo máximo de oxígeno en laboratorio, mediante una prueba ergométrica máxima, progresiva y triangular sobre cinta rodante (Woodway, RFA), con 10 tiradores de competición (2 mujeres y 8 hombres), con un protocolo de incrementos de 2 km·h⁻¹ cada minuto, con una

Foto 1 Colocación del analizador telemétrico de gases en uno de los tiradores de la muestra.



velocidad inicial de 6 km·h⁻¹ y una pendiente constante del 5%. La realización de esta prueba pretendía establecer la ecuación individual de regresión $\dot{V}O_2 = f(FC)$ resultante del emparejamiento de los valores de FC y consumo de oxígeno de cada uno de los sujetos. La valoración en laboratorio se realizó con el mismo analizador de gases utilizado en las mediciones directas de campo (K2-Cosmed).

Con posterioridad, se realizó un registro continuo de la frecuencia cardíaca de los 10 sujetos en situación de asaltos de esgrima con la ayuda de un cardiotacómetro (Sport-Tesler, Polar 4000). El cálculo del $\dot{V}O_2$ en los asaltos ($\dot{V}O_2^{\text{asa}}$) de entrenamiento se realizó según las siguientes funciones.^{15, 16}

$$\dot{V}O_2 = a + b(FC)$$

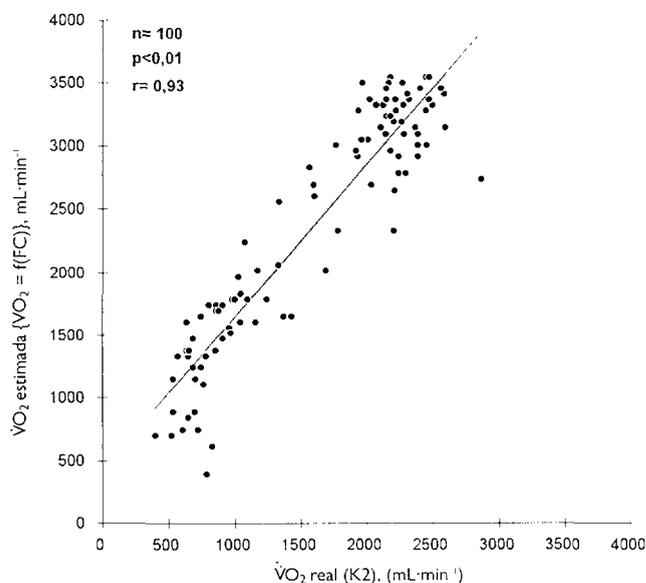
Validación del modelo de valoración

La posibilidad de disponer de un aparato telemétrico de análisis de gases nos permitió estudiar las características y la magnitud del error asumido en la estimación directa del consumo de oxígeno. La validación de este método de valoración indirecta del consumo de oxígeno. La validación de este método de valoración es el objeto de diferentes estudios ya realizados y en curso.²⁶⁻²⁹

Definida la ecuación individual de regresión, se compararon los resultados estimados con los valores reales de consumo de oxígeno registrados teleméricamente. Se estableció la existencia de diferencias significativas entre los valores reales y los estimados (prueba t de Student); a continuación, se determinó el nivel de correlación existente entre los valores reales y los estimados, sujeto a sujeto (figura 1), y en el global de las relaciones entre valores reales y estimados, para, por último, cuantificar las diferencias, determinándose el error estándar de la valoración. A este proceso lo denominamos "validación general".

Figura I

Validación de la valoración indirecta en uno de los sujetos de la muestra por medio del análisis de correlación entre los valores reales y estimados de consumo de oxígeno durante los asaltos de esgrima.



A continuación, se compararon los datos reales con la valoración del consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2^{ind}$), utilizando la relación FC- $\dot{V}O_2$ resultante del conjunto total de registros del K2 durante los asaltos. El objetivo fue el de establecer una nueva relación entre los dos parámetros fisiológicos, más específica para el tipo de actividad y más similar por la dinámica tempo-

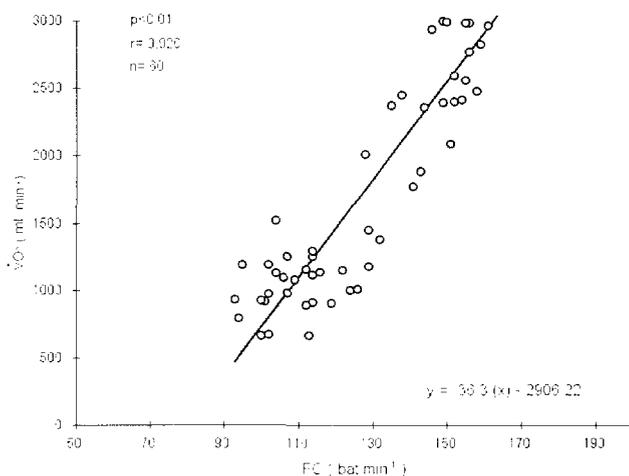
ral de pausa-reposo, donde la ecuación resultante nos permitiera analizar con más precisión la validez del método indirecto. Este proceso se denominó "validación específica".

RESULTADOS

Los esgrimidores presentaron un consumo máximo de oxígeno ($\bar{x} = 55,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $n=8$) superior al de las mujeres ($\bar{x}=47,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $n=2$) en la prueba de esfuerzo sobre cinta rodante. En esta prueba se definieron los valores individuales de FC y $\dot{V}O_2$ para la obtención individual de las ecuaciones de regresión (figura 2).

Figura II

Recta de regresión del consumo de oxígeno en función de la frecuencia cardiaca, obtenida en una prueba de esfuerzo sobre cinta ergométrica en uno de los esgrimidores.



La correlación entre las variables FC y $\dot{V}O_2$ fue muy significativa ($p > 0,001$) en todos los casos, encontrándose coeficientes de correlación de Pearson (r) de entre 0,89 y 0,98.

Los registros reales (figura 3) de consumo de oxígeno durante los asaltos presentaron unos valores medios de $29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=3,3$), lo que se corresponde con una intensidad media de trabajo del 55% del $\dot{V}O_2^{m\acute{a}x}$ ($de=6,8$), mientras que los niveles máximos de consumo de oxígeno en el conjunto de tiradores ($n=10$) fue de una media del 75% del $\dot{V}O_2^{m\acute{a}x}$.

La tabla 1 nos muestra un resumen de los valores de consumo de oxígeno registrados en la prueba de esfuerzo y en los asaltos de entrenamiento medidos con el analizador telemétrico, así como la valoración del $\dot{V}O_2$ de los mismos asaltos de entrenamiento, en base a la relación individual FC- $\dot{V}O_2$.

Las medias de consumo de oxígeno real y estimado se compararon individualmente en la globalidad de la competición simulada, incluyendo las breves pausas introducidas en-

Figura III Evolución de la frecuencia cardíaca (FC) y del consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$), medidos teleméricamente durante una poule de entrenamiento de sable. Se indica el valor de $\dot{V}O_2$ máximo obtenido en la prueba en cinta rodante.

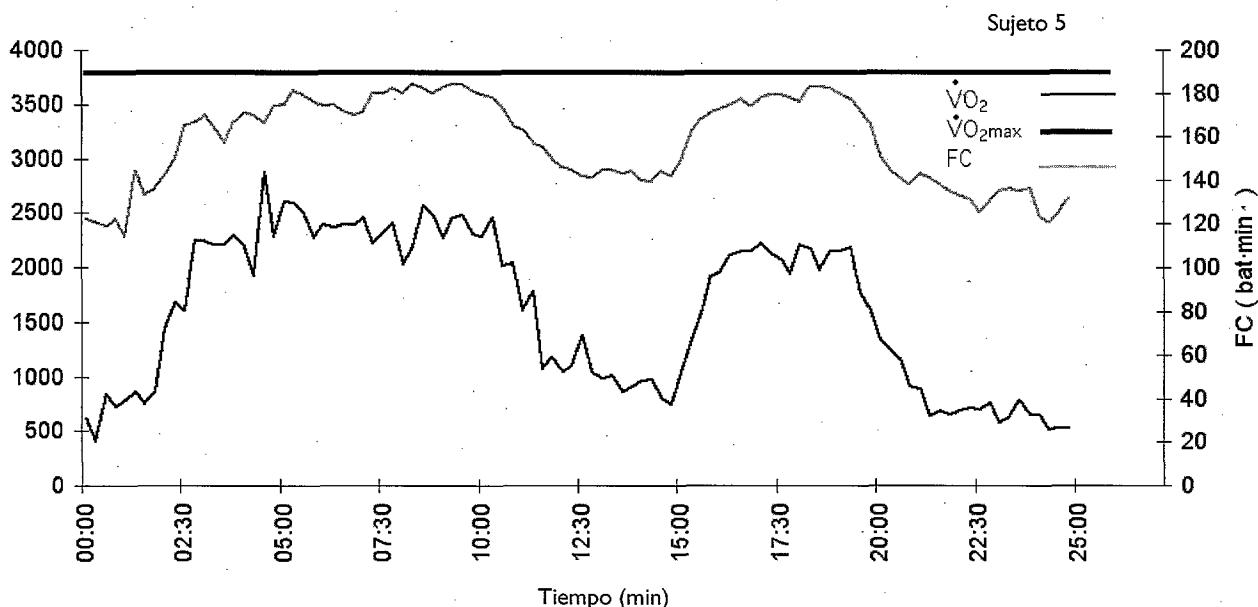


Tabla I Valores de frecuencia cardíaca (FC) y consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$) de la prueba de esfuerzo, de la medida directa y de la valoración del consumo de oxígeno en asaltos de esgrima (n=10)

FC (bat·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ (mL·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
Valores (máximos) reales en una prueba de esfuerzo		
186 ± 10 (164 - 203)	3790 ± 677 (2334 - 4664)	53,7 ± 9,0 (35,9 - 67,6)
Valores estimados en los asaltos		
-	2029 ± 413 (106 - 3680)	28,8 ± 6,1 (1,5 - 54,6)
Valores reales en los asaltos		
137 ± 13 (59 - 191)	1518 ± 197 (191 - 3572)	21,5 ± 2,5 (2,9 - 44,1)

Los datos son: $\bar{x} \pm de$ (mín - máx).

tre los diferentes asaltos evaluados y durante la disputa de los asaltos, excluyendo los valores de reposo entre los mismos (figura 4). El consumo de oxígeno estimado era superior al real en todos los sujetos.

El análisis estadístico manifestó altos niveles de correlación ($r=0,85$) en la comparación de la totalidad de los registros estimados y reales, aunque existen diferencias muy significativas entre las medias de ambos valores ($p<0,001$). En la

Figura IV Comparación de las medias del consumo de oxígeno real y estimado en asaltos de entrenamiento de esgrima, exentas las pausas de reposo, en los 10 sujetos de la muestra.

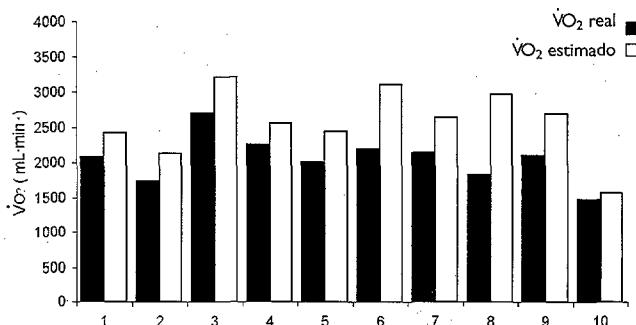
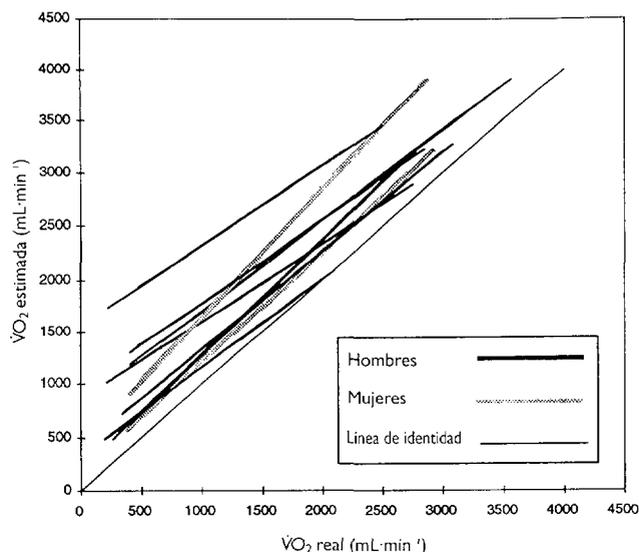


figura 5 se puede observar, al comparar las rectas de regresión entre el consumo real y estimado ($r=0,78$ a $0,94$) en cada tirador con la línea de identidad, cómo existe globalmente una sobrevaloración del consumo de oxígeno real. Esta sobrevaloración también se aprecia al observar las gráficas comparativas de los valores medios y estimados, sujeto a sujeto, donde los valores estimados son superiores a los reales en el conjunto tanto del entrenamiento como de los asaltos (figura 4). El error estándar de la valoración se correspondió con el 30% ($458 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) de los valores reales. La cuantificación de las diferencias existentes entre el consumo de oxígeno real y el estimado en los asaltos presenta una media de $505 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=313$), lo que corresponde a una sobrevaloración media

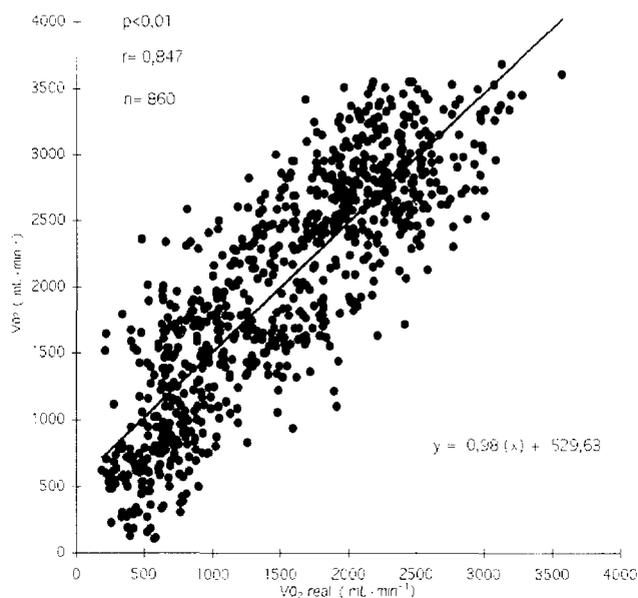
Figura V Representación gráfica de las 10 rectas de regresión lineal obtenidas en la comparación de los valores de consumo de oxígeno real y estimado en entrenamientos de esgrima. Se indica la línea de identidad.



del 33% sobre los valores reales. En valores relativos, la diferencia entre el consumo real y estimado fue de $7,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=4,4$). La mencionada sobrevaloración se enmarca en el intervalo de confianza (95%) definido en el análisis de la diferencia entre las medias de la totalidad de los 860 valores emparejados de $\dot{V}O_2^{\text{real}}-\dot{V}O_2^{\text{val}}$ (figura 6), donde la sobrevaloración se cifra entre los 465 y los 526 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ($p<0,001$).

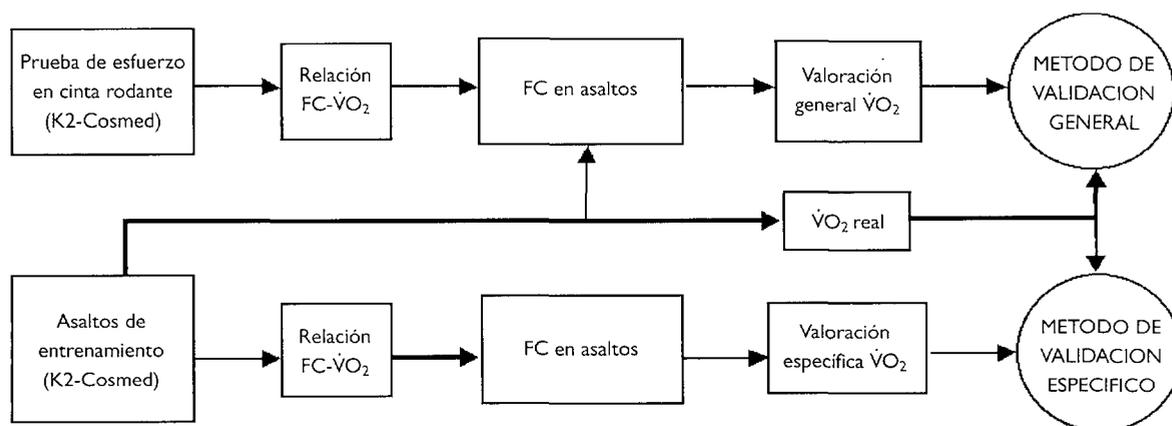
A continuación, se aplicó el mismo método utilizando la relación FC- $\dot{V}O_2$ registrada en los asaltos de entrenamiento, con el objetivo de calcular su ecuación y aplicarla en los registros de FC (valoración específica). El error estándar de la va-

Figura VI Regresión del conjunto de valores de $\dot{V}O_2$ real y estimado (valoración general) correspondientes a los 10 sujetos.



loración específica fue del 19,4% ($296,2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) en relación con el consumo de oxígeno medido directamente. Siguiendo el mismo proceso que en la valoración general, cuantificamos las diferencias existentes entre el consumo real y el estimado en los asaltos, obteniéndose una sobrevaloración media de un 5,1% ($77 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$). La sobrevaloración se incluye en el intervalo de confianza (95%), definido en el análisis de la diferencia entre las medias de la totalidad de los 860 valores emparejados de $\dot{V}O_2^{\text{real}}-\dot{V}O_2^{\text{val}}$, entre los 59 y los 102 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ($p<0,001$). La figura 7 ilustra los procedimientos seguidos en este trabajo para conseguir los dos análisis de validación mencionados.

Figura VII Esquematización de los diferentes estudios de valoración del consumo de oxígeno y validación del método relacionados en el presente trabajo.



DISCUSION

El registro telemétrico de la FC permite evaluar el $\dot{V}O_2$ de muchas actividades físicas y deportivas que sin su ayuda serían difícilmente medibles. La relación individual de la FC con el $\dot{V}O_2$ se ha utilizado por diversos autores en la mejora del conocimiento de la respuesta funcional en algunos deportes y actividades físicas.^{2, 3, 7, 22, 24, 27-29, 35} Como uno de los principales índices de las demandas fisiológicas y teniendo en cuenta la dificultad de su valoración, el consumo de oxígeno se ha analizado con diferentes métodos de valoración. Cucullo y col. (1987) aplicaron fórmulas para determinar el consumo máximo de oxígeno en pruebas de esfuerzo utilizando la potencia de trabajo y la FC_{máx} individual como principales variables. Los resultados demostraron una buena significación ($p < 0,05$) en la valoración, pero con diferentes niveles de correlación que mejoraban en el uso de valores reales de FC máx sobre valores teóricos (por ejemplo, FC máx = 220 (edad)). La valoración del consumo máximo de oxígeno dio valores próximos, aunque subvalorados, en comparación con los valores reales utilizados en la prueba de control. Pinnington y col. (1988, 1990) aplicaron un modelo de valoración del consumo de oxígeno en waterpolo en base a los registros de FC que los jugadores presentaban durante los partidos. Este sistema de valoración se basaba en la aplicación de una relación lineal entre el $\dot{V}O_2$ y la FC en una prueba de esfuerzo previa en medio acuático, que posibilitaba la determinación de diferentes niveles de intensidad en competición.

Ya en la valoración de los esgrimidores, Lavoie y col. (1988) valoraron el consumo de oxígeno durante los asaltos gracias a un método de retroextrapolación que se basaba en los gases espirados en la finalización del asalto. Los valores observados de $44 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($de=10$) se correspondían aproximadamente con el 70% del $\dot{V}O_2$ máx de los espadistas de la muestra.

La valoración directa es, hoy en día, inviable en la esgrima durante la competición real. Por esto, para conseguir más información sobre las necesidades funcionales de este deporte se llevó a cabo un estudio de la validez de un método de valoración del consumo de oxígeno que, en este momento, se incluye en una línea de investigación del conjunto de actividades físicas de carácter inminente.²⁶⁻²⁹

Los valores estimados en los asaltos de competición simulada en una poule resultaron netamente inferiores a los valorados en la competición¹¹ y a los expuestos por Lavoie y col. (1988) en competición simulada.

Centrándonos ya en la interpretación del conjunto de datos, hay que comentar que el consumo máximo de oxígeno presentado por los tiradores en las pruebas de esfuerzo sobre

cinta rodante coincide con los valores descritos en la literatura en diferentes conjuntos de esgrimidores, observándose un consumo máximo superior en la muestra masculina en relación con la femenina. Las características diferenciales, determinadas por la desigualdad en la composición corporal y en las capacidades funcionales de ambos sexos, condiciona una menor utilización del $\dot{V}O_2$ en las mujeres, respecto a los hombres, y la obtención de un $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ menor.¹

La significación estadística definida en todas las ecuaciones individuales de relación FC- $\dot{V}O_2$ coincidía con la obtenida en experiencias anteriores.^{2, 3, 23, 24, 29, 35}

La sobrevaloración detectada en la aplicación del método, por medio de la relación de los parámetros de FC y consumo de oxígeno en una prueba de esfuerzo continua y progresiva, podría ser uno de los factores que condicionaran la elevación de los valores estimados en nuestro estudio en relación con el trabajo de Lavoie y col. De hecho, la sobrevaloración del consumo de oxígeno y del gasto energético de acuerdo con los registros de FC en actividades donde puede haber trabajo estático alternado con ejercicio ha sido reconocida por Saris y col. (en Montoye y col. 1986, pp. 102-103).

La valoración del consumo de oxígeno en los entrenamientos fue uno de los elementos utilizados por Díaz (1981) para evaluar la sollicitación de los esgrimidores cubanos. En sus resultados se destaca la determinación de los valores de la deuda de oxígeno, cifrándolos entre los 9 y los 12 L en valores absolutos sobre la globalidad del entrenamiento. Si hacemos referencia al volumen relativo de esta deuda se comprobará cómo en ejercicios específicos de entrenamiento la importancia de esta deuda es variable, obviamente según el tipo de actividad y la intensidad en que se realiza. Así, en los asaltos fue tan sólo de 0,272 L ($de=0,81$) superior a los valores de reposo y de 0,639 L ($de=1,13$) en las clases de entrenamiento, modificándose los niveles de la deuda de O_2 con la adaptación al entrenamiento. Estos datos sirven a Díaz (1981) para corroborar la importancia del mecanismo anaeróbico aláctico, pues a los resultados expuestos acompañan —como en nuestro trabajo (Iglesias y Rodríguez, 1995)— valores muy discretos de lactatemia.

La valoración directa del consumo de oxígeno por medio de un analizador telemétrico nos posibilitó dos vías de estudio: por un lado, determinamos directamente —sin ningún antecedente en la literatura sobre valoración de esgrimidores— el consumo de oxígeno durante los asaltos; por otro, la posibilidad de validar el método indirecto empleado en otras investigaciones.

La media de los valores máximos de consumo de oxígeno ($n=10$) fue del 75% del $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, valor similar a los descritos por la literatura para diferentes deportes de equipo, como el

fútbol (80% del $\dot{V}O_2\text{máx}^{34}$, 69-102% del $\dot{V}O_2\text{máx}^{27}$), el baloncesto (70% del $\dot{V}O_2\text{máx}^{34}$), el voleibol (50 al 60% del $\dot{V}O_2\text{máx}^{34}$), el hockey sobre hierba (90,6% del $\dot{V}O_2\text{máx}^{33}$) o el hockey sobre patines (83% del $\dot{V}O_2\text{máx}^{25}$).

La coincidencia en la disminución de los valores medios y extremos de la valoración directa, en relación con la valoración general, puede obedecer a diferentes factores, uno de los cuales podría ser las difíciles condiciones en que los sujetos habían de realizar los asaltos con el analizador telemétrico. La gran incomodidad que presentaba la implementación del estudio con la disposición del analizador en la careta y la protección adicional por la unidad emisora, sin duda, incidió en la dinámica de trabajo en los tiradores, al mismo tiempo que no existían las condiciones emocionales, como el estrés y la motivación, que acompañan a la competición.

Como ya hemos visto, varios autores, citados por Montoye y cols (1996), han realizado estudios, principalmente en actividades cotidianas, sobre la valoración del consumo de oxígeno y el gasto energético de acuerdo con el uso de métodos de valoración indirecta con la FC como variable principal. Los resultados presentaban en algunos casos subvaloraciones y, en la mayoría de estudios, resultados sobrevalorados del gasto energético.

Muy probablemente, los diferentes factores que alteran la relación FC- $\dot{V}O_2$ intrasujeto dificultan, en la actualidad, una generalización en el establecimiento de un modelo de estimación. Los valores extremos establecidos en la sobrevaloración

del consumo de oxígeno (152 y 1.196 mL·min⁻¹) confirman que las diferencias son demasiado grandes para validar el método, pero, al menos, la cuantificación individual del error y la ecuación cada vez más certera con estudios donde los sujetos realizan un esfuerzo más específico, más que una prueba ergométrica en cinta, posibilitarían el uso del método en la mejora del conocimiento de la sollicitación funcional, individual, de los tiradores.

En este trabajo, hemos visto cómo en las valoraciones el método indirecto, sobre una prueba específica, mejora substancialmente la valoración del consumo de oxígeno y, por lo tanto, podrá ser objeto de un análisis más detallado en futuras investigaciones. Así, podría diseñarse un protocolo de trabajo específico que substituyera, o al menos perfeccionara, la prueba de esfuerzo, o más concretamente, la relación FC- $\dot{V}O_2$ que de ella se deriva.

Como conclusión, los registros reales de consumo de oxígeno en asaltos de competición simulada (\bar{x} =29 mL·kg⁻¹·min⁻¹; de =3,3; n =10) se corresponden con una intensidad media del 55% del $\dot{V}O_2\text{máx}$ de los esgrimidores y con unos valores máximos del 75% del $\dot{V}O_2\text{máx}$. La valoración del consumo de oxígeno en los asaltos de esgrima, por medio del uso de la ecuación resultante de la relación entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno en una prueba de esfuerzo inespecífica, presenta una sobrevaloración próxima al 30%, que disminuye al mejorar la especificidad de la actividad que determina la ecuación individual.

Bibliografía

1. ÅSTRAND PE, RODAHL K: Fisiología del trabajo físico. Buenos Aires: Ed.Médica Panamericana. 1992.
2. BANGSBO J: Physiological demands. Dins: Ekblom B (ed): Handbook of Sports Medicine and Science. Football (soccer). IOC Medical Commission. London: Blackwell Scientific Publications. 1994.
3. CUCULLIO JM, TERREROS JL, LAYUS E, QUÍLEZ J: Prueba ergométrica indirecta. Metodología para el cálculo óptimo de $O_2\text{max}$ en ciclistas. Apunts Medicina de l'Esport 93:157-162. 1987.
4. DAL MONTE A, FAINA M, LEONARDI LM, TODARO A, GUIDI G, PETRELLI G: Maximum oxygen consumption by telemetry. Rivista di Cultura Sportiva 15:3-12. 1989.
5. DI PRAMPERO PE: Energetics of muscular exercise. Rev Physiol Biochem Pharmacol 89:143-222. 1981.
6. DÍAZ JA: Fundamentos pedagógicos y fisiológicos del entrenamiento de los esgrimidores. La Habana: Científico Técnica. 1981.
7. EKBLOM B: Applied physiology of soccer. Sports Medicine 3:50-60. 1986.
8. FAINA M, GALLOZZI C, MARINI C, COLLI R, FANTON F: Energy cost of several sport disciplines by miniaturized tele-

- metric $\dot{V}O_2$ intake measurement. Colorado Springs, IOC World Congress on Sport Sciences 38:1-2. 1989.
9. FOX E: Fisiología del deporte. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana. 1984.
 10. HOCH F, WERLE E, WEICKER H: Sympathoadrenergic regulation in elite fencers in training and competition. *Int J Sports Med* 9:141-145. 1988.
 11. IGLESIAS X: Valoració funcional específica en l'esgrima. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya. Barcelona. 1997.
 12. IGLESIAS X, CANO D: El perfil de l'esgrimidor a Catalunya. *Apunts Educació Física i Esports* 19:45-54. 1990.
 13. IGLESIAS X, RODRÍGUEZ FA: Perfil funcional del esgrimista de alto rendimiento. *Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte* 18:37-52. 1991.
 14. IGLESIAS X, RODRÍGUEZ FA: Physiological testing and profiling of elite fencers. *Proceedings Second IOC World Congress on Sport Sciences. International Olympic Committee. Barcelona: COOB'92: pp 142-143. 1991.*
 15. IGLESIAS X, RODRÍGUEZ FA: Caracterització de la freqüència cardíaca i la lactatèmia en esgrimistes durant la competició. *Apunts Medicina de l'Esport* 123:21-32. 1995.
 16. IGLESIAS X, RODRÍGUEZ FA: Estimació del consum d'oxigen i de la despesa energètica en competicions d'esgrima. *Apunts Educació Física i Esports (En premsa, 1998).*
 17. IKEGAMI Y, HIIRUTA S, IKEGAMI H, MIYAMURA M: Development of a telemetry system for measuring oxygen uptake during sports activities. *Eur J Appl Physiol* 57:622-626. 1988.
 18. KAWAKAMI Y, NOZAKI D, MATSUO A, FUKUNAGA T: Reliability of measurement of oxygen uptake by a portable telemetric system. *Eur J Appl Physiol* 65:409-14. 1992.
 19. LAVOIE JM, LÉGER L, MARINI JF (1988): Escrime de compétition. *Analyse énergétique. Médecine du Sport* 62(6):310-3.
 20. LUCÍA A, FLECK SJ, GOSTSHALL RW, KEARNEY JT: Validity and reability of the Cosmed K2 instrument. *Int J Sports Med* 14:380-386. 1993.
 21. MARKOWSKA L, STUPNICKI R, GOLEC L, NAGIEC E, BEDNARSKI J, GRZEGOREK K: Urinary catecholamines in fencers during competition and training fights. *Biology of Sports* 2(5):93-99. 1988.
 22. MONTROYE HJ, KEMPER HCG, SARIS WHM, WASHBURN RA: Measuring physical activity and energy expenditure. Champaign: Human Kinetics. 1996.
 23. PINNINGTON H, DAWSON B, BLANKSBY BA: Heart rate responses and the estimated energy requirements of playing water polo. *Journal of Human Movement Studies* 15:101-118. 1988.
 24. PINNINGTON H, DAWSON B, BLANKSBY BA: The energy requirements of water polo. *Dins: Draper J (ed): Third report on the National Sports Research. Program July 1988 - June 1990: p 36. 1990.*
 25. RODRÍGUEZ FA, IGLESIAS X: Consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca durante el juego en hockey sobre patines. *Libro de resúmenes, 8th Fims European Sports Medicine Congress. Granada: p 58. 1995.*
 26. RODRÍGUEZ FA, IGLESIAS X: The energy cost of soccer: telemetric oxygen uptake measurements versus heart rate- estimations. *Journal of Sports Sciences* (16)5:484-485. 1998.
 27. RODRÍGUEZ FA, IGLESIAS X, ARTERO V: Consumo de oxígeno durante el juego en futbolistas profesionales y aficionados. *Libro de resúmenes, 8th Fims European Sports Medicine Congress. Granada: p 119. 1995.*
 28. RODRÍGUEZ FA, IGLESIAS X, MARINA M, FADÓ C: Physiological demands of elite competitive aerobic: aerobic or anaerobic?. *Book of Abstracts, second Annual Congress of the European College of Sport Science, vol. II, pp.922-923. Copenhagen, Denmark. 1997.*
 29. RODRÍGUEZ FA, IGLESIAS X, TAPIOLAS J: Gasto energético y valoración metabólica en el fútbol. *Jornadas Internacionales de Medicina y Fútbol (Premundial 94), San Sebastián/Donostia: pp 47-64. 1994.*
 30. RODRÍGUEZ FA: BANQUELLS M, PONS V, DROBNIC F, GALILEA P: A comparative study of blood lactate analytic methods. *Int J Sports Med* 13(6):462-466. 1992.
 31. SERRA LL, ARANCETA J, MATAIX J: Nutrición y salud pública. Barcelona: Masson. 1995.
 32. SEYFRIED D: Pentathlon Moderne: Approche énergétique et nutritionnelle de l'épreuve d'escrime. *Dins: Séminaire de bio-énergétique: les limites de la performance humaine. Paris: pp 63-68. 1989.*
 33. SILLA D, RODRÍGUEZ FA: Demandas cardiorrespiratorias y metabólicas de la competición de hockey sobre hierba de alto nivel. *Libro de resúmenes 8th Fims European Sports Medicine Congress. Granada: p 59. 1995.*
 34. TRANQUILLI C, ILARDI M, COLLI R, GROSSI A: Aspetti metabolici e nutrizionali nell'allenamento degli sport di squadra. *Rivista di Cultura Sportiva* 24:10-16. 1992.
 35. YZAGUIRRE I, BALCELLS M (1989): Perfil fisiològic dels practicants d'espeleologia. *Apunts Medicina de l'Esport* 102:233-245.