

# Consum d'oxigen en assalts d'esgrima: valoració directa i validació d'un mètode d'estimació\*

IGLESIAS X, RODRÍGUEZ FA  
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya – Centre de Barcelona

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

(\*) Treball realitzat amb un ajut a la recerca concedit per la Secretaria General de l'Esport (1991) i l'INEFC de Barcelona (1994, 1997)

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

**RESUM:** Es realitza un estudi de valoració del consum d'oxigen en situacions d'assalt en una mostra de 10 tiradors (8 homes i 2 dones). El  $\dot{V}O_2$  es registra telemètricament mitjançant un analitzador portàtil de gasos espirats (K2-Cosmed) en els assalts i en una prova d'esforç sobre cinta rodant. Es calculen les equacions de regressió individuals per tal d'estimar el consum d'oxigen dels assalts en base a la relació individual entre freqüència cardíaca i  $\dot{V}O_2$ . En els assalts d'entrenament els tiradors presenten una mitjana de  $29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $de=3,3$ ), el que representa una intensitat mitjana del 54,8 del  $\dot{V}O_2 \text{ max.}$  ( $de=6,8$ ). La mitjana dels valors màxims registrats en els assalts representava un 74,9 % ( $de=9,5$ ) del  $\dot{V}O_2 \text{ max.}$  S'estima el consum d'oxigen i, en la validació del mètode, es comprova l'existència d'una sobreestimació propera al 30% dels valors reals, que disminueix en fer-se més específica la determinació de la relació individual entre freqüència cardíaca i consum d'oxigen.

**PARAULES CLAU:** Esgrima, consum d'oxigen, fisiologia, valoració funcional, bioenergètica.

**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  $\dot{V}O_2 \text{ max.}$  ( $de=6.8$ ). The mean of the maximum values registered during the rounds showed 74.9% ( $de=9.5$ ) of  $\dot{V}O_2 \text{ max.}$  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.

## INTRODUCCIO

La identificació de la sol·licitació funcional en situacions reals de competició és un dels principals objectes d'estudi pels investigadors de l'esport. En anteriors estudis<sup>14, 15</sup> es va caracteritzar el comportament de la freqüència cardíaca i lactatèmia en situacions reals i simulades d'assalts d'esgrima. La determinació del consum d'oxigen i despesa energètica dels esgrimidors en competició han estat analitzades els darrers anys mitjançant diferents sistemes d'estimació.<sup>9, 16, 19, 32</sup> En aquest treball es pretén mostrar la validació realitzada sobre un mètode de valoració indirecta del consum d'oxigen<sup>26-29</sup> emprat en un estudi global sobre la valoració funcional específica de l'esgrima.<sup>11</sup>

Els principals objectius d'aquest treball han estat la caracterització de la resposta del consum d'oxigen dels tiradors en els assalts, així com la validació del mètode de valoració indirecta del consum d'oxigen en l'esgrima.

## MATERIAL I METODE

### Mesurament directe del consum d'oxigen

Es va utilitzar un analitzador telemètric de gasos espirats (K2-Cosmed) per a la mesura directa del consum d'oxigen en els assalts ( $\dot{V}O_2^{\text{real}}$ ) i en la prova d'esforç. La fiabilitat de l'analitzador ha estat comprovada en diferents estudis.<sup>4, 8, 17, 18, 20</sup> Per la complexitat de l'utilatge i per les mesures de seguretat adoptades com a protecció del propi aparell no es va poder valorar el consum d'oxigen en una competició real i es va fer en un entrenament emmarcat dins del període competitiu dels subjectes.

L'estudi consistia en valorar el consum d'oxigen real dels 10 subjectes en diferents situacions d'assalt (a 15, 5 i 1 tocats) per, posteriorment, comparar les dades reals amb les estimades en base al registre continu de la FC i l'aplicació de les equacions de regressió individuals:  $\dot{V}O_2 = f(FC)$

La incomoditat de l'utilatge, especialment per la disposició de la màscara i la turbina en contacte amb la careta, ens va aconsellar una durada de la prova no superior als 25 minuts de registre continu.

### El model d'estimació del consum d'oxigen

Es va determinar el consum màxim d'oxigen en laboratori, mitjançant una prova ergomètrica màxima, progressiva i triangular sobre cinta rodant (Woodway, RFA) a 10 tiradors de competició (2 dones i 8 homes), amb un protocol d'increments de 2 km·h<sup>-1</sup> cada minut, amb una velocitat inicial de 6 km·h<sup>-1</sup> i una pendent constant del 5%. La realització d'aquesta prova pretenia establir l'equació individual de regressió

**Foto 1** Col·locació de l'analitzador telemètric de gasos en un dels tiradors de la mostra.



$\dot{V}O_2 = f(FC)$  resultant de l'aparellament dels valors de FC i consum d'oxigen de cadascun dels subjectes. La valoració en laboratori fou realitzada amb el mateix analitzador de gasos utilitzat en les medicions directes de camp (K2-Cosmed).

Posteriorment es realitzà un registre continu de la freqüència cardíaca dels 10 subjectes en situació d'assalts d'esgrima amb l'ajut d'un cardiòmetre (Sport-Tester, Polar 4000). El càlcul del  $\dot{V}O_2$  en els assalts ( $\dot{V}O_2^{\text{ass}}$ ) d'entrenament es realitzà d'acord a les següents funcions:<sup>15, 16</sup>

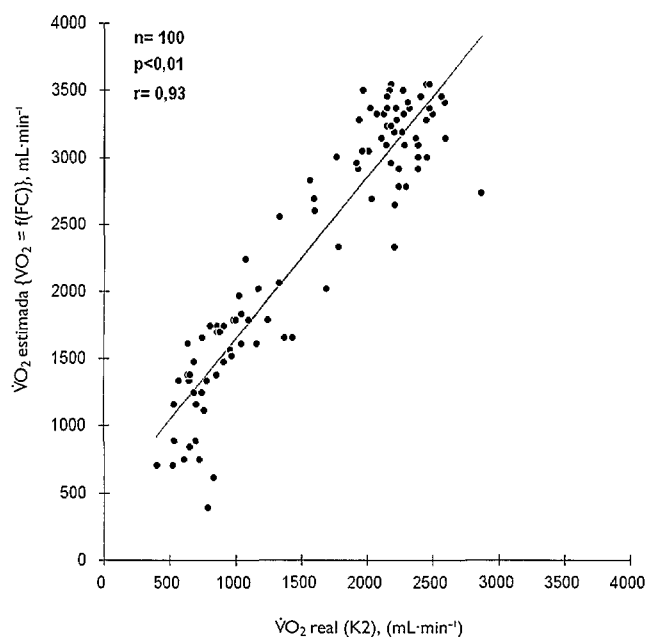
$$\dot{V}O_2 = a + b(FC)$$

### Validació del model d'estimació

La possibilitat de disposar d'un aparell telemètric d'anàlisi de gasos ens va permetre estudiar les característiques i magnitud de l'error assumit en l'estimació indirecta del consum d'oxigen. La validació d'aquest mètode d'estimació és objecte de diferents estudis ja realitzats i en curs.<sup>26-29</sup>

Definida l'equació individual de regressió, es van comparar els resultats estimats amb els valors reals de consum d'oxigen registrats telemètricament. Es va establir l'existència de diferències significatives entre els valors reals i els estimats (prova t de Student), seguidament es va determinar el nivell de correlació existent entre els valors reals i estimats, subjecte a subjecte (figura 1) i en el global de les relacions entre valors reals i estimats i, finalment, es van quantificar les diferències, determinant-se l'error estàndard de l'estimació. A aquest procés l'anomenem "validació general".

**Figura I** Validació de l'estimació indirecta en un dels subjectes de la mostra mitjançant l'anàlisi de correlació entre els valors reals i estimats de consum d'oxigen, durant els assalts d'esgrima.



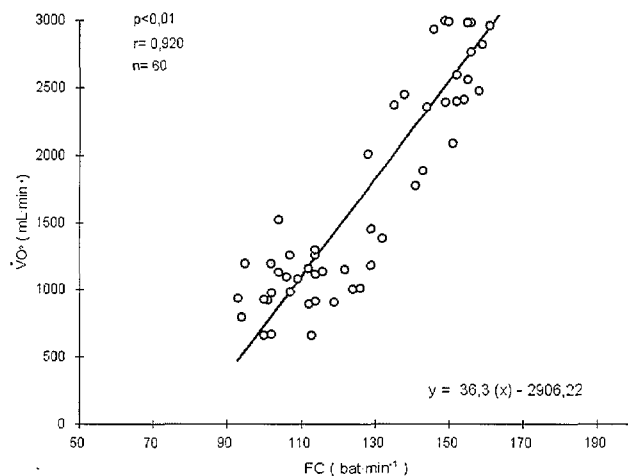
A continuació es van comparar les dades reals amb l'estimació del consum d'oxigen ( $\dot{V}O_2^{est}$ ), utilitzant la relació FC- $\dot{V}O_2$  resultant del conjunt total de registres del K2 durant els assalts. L'objectiu fou establir una nova relació entre els dos paràmetres fisiològics, més específica pel tipus d'activitat i més similar per la dinàmica temporal de pausa-repòs, on l'equació resultant ens permetés analitzar, amb més precisió la

validesa del mètode indirecte. Aquest procés fou anomenat "validació específica".

### RESULTATS

Els esgrimidors van presentar un consum màxim d'oxigen ( $\bar{x}=55,5$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>; n=8) superior al de les dones ( $\bar{x}=47,9$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>; n=2) en la prova d'esforç sobre cinta rodant. En aquesta prova es van definir els valors individuals de FC i  $\dot{V}O_2$  per a l'obtenció individual de les equacions de regressió (figura 2).

**Figura II** Recta de regressió del consum d'oxigen en funció de la freqüència cardíaca, obtinguts en una prova d'esforç sobre cinta ergomètrica en un dels esgrimidors.



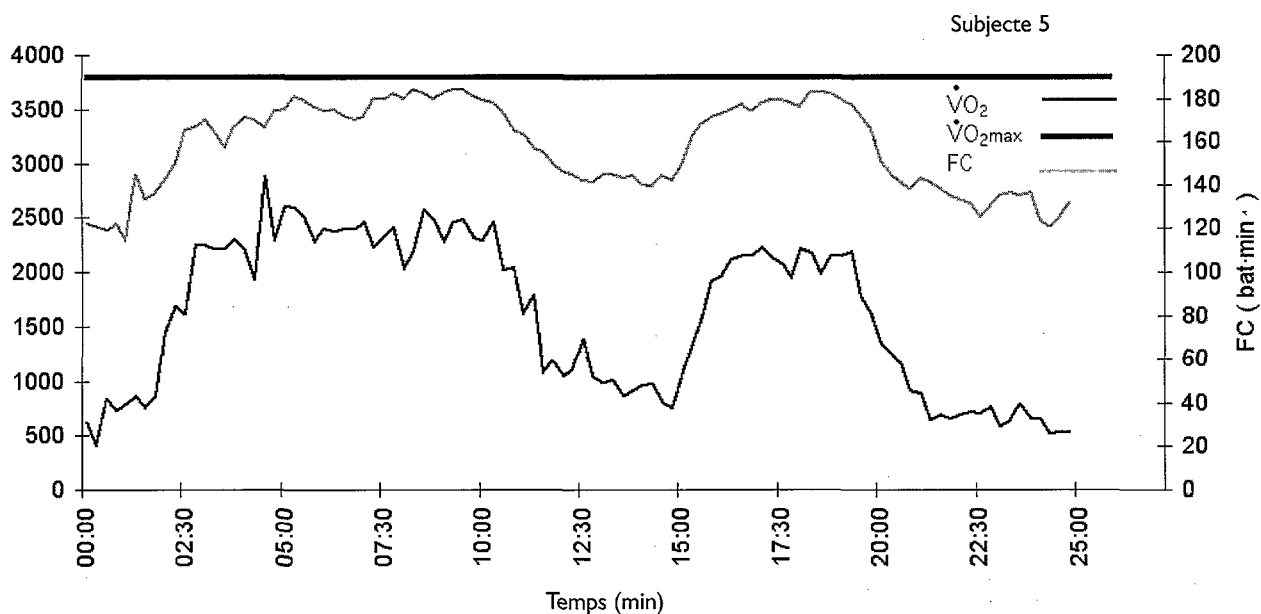
La correlació entre les variables FC i  $\dot{V}O_2$  fou molt significativa ( $p>0,001$ ) en tots els casos, trobant-se coeficients de correlació de Pearson (r) d'entre 0,89 i 0,98.

Els registres reals (figura 3) de consum d'oxigen durant els assalts van presentar uns valors mitjans de 29 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> (de=3,3), el que es correspon a una intensitat mitjana de treball del 55 % del  $\dot{V}O_2^{max}$  (de= 6,8), mentre que els nivells màxims de consum d'oxigen en el conjunt de tiradors (n=10), fou d'una mitjana del 75% del  $\dot{V}O_2^{max}$ .

La taula 1 ens mostra un resum dels valors de consum d'oxigen registrats en la prova d'esforç i en els assalts d'entrenament amb l'analitzador telemètric, així com l'estimació del  $\dot{V}O_2$  dels mateixos assalts d'entrenament, en base a la relació individual FC- $\dot{V}O_2$ .

Les mitjanes de consum d'oxigen real i estimat foren comparades individualment en la globalitat de la competició simulada, incloent-hi les breus pauses introduïdes entre els diferents assalts avaluats, i durant la disputa dels assalts, dei-

**Figura III** Evolució de la freqüència cardíaca (FC) i el consum d'oxigen ( $\dot{V}O_2$ ), mesurats telemètricament durant una poule d'entrenament de sabre. S'indica el valor de  $\dot{V}O_2$  màxim obtingut a la prova en cinta rodant.



**Taula I** Valors de freqüència cardíaca (FC) i consum d'oxigen ( $\dot{V}O_2$ ) de la prova d'esforç, del mesurament directe i de l'estimació del consum d'oxigen en assalts d'esgrima (n=10).

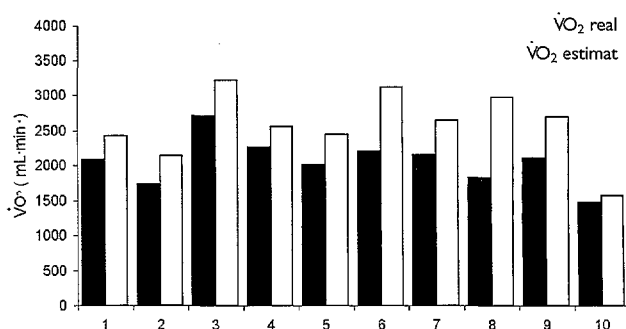
FC (bat·min <sup>-1</sup> )	$\dot{V}O_2$ (mL·min <sup>-1</sup> )	$\dot{V}O_2$ (mL·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )
Valors (màxims) reals en prova d'esforç		
186 ± 10 (164 - 203)	3790 ± 677 (2334 - 4664)	53,7 ± 9,0 (35,9 - 67,6)
Valors estimats en els assalts		
-	2029 ± 413 (106 - 3680)	28,8 ± 6,1 (1,5 - 54,6)
Valors reals en els assalts		
137 ± 13 (59 - 191)	1518 ± 197 (191 - 3572)	21,5 ± 2,5 (2,9 - 44,1)

Les dades són:  $\bar{x} \pm de$  (min - max).

xant exclosos els valors de repòs entre els mateixos (figura 4). El consum d'oxigen estimat era superior al real en tots els subjectes.

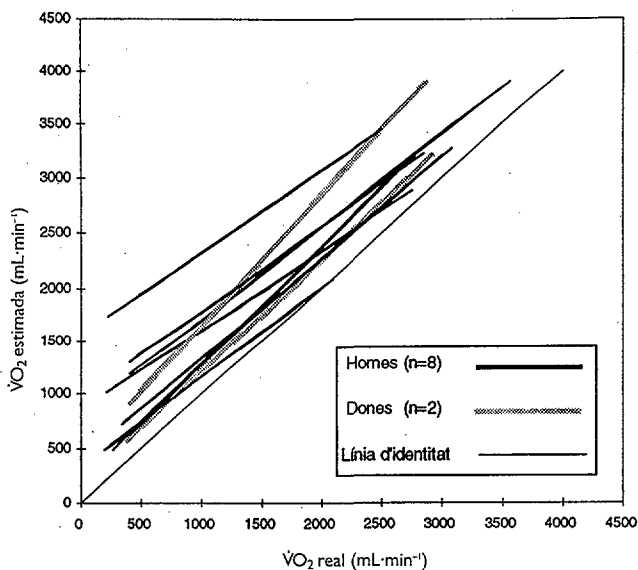
L'anàlisi estadística va poder manifestar alts nivells de correlació ( $r=0,85$ ) en la comparació de la totalitat dels registres estimats i reals, tot i que existien diferències molt significatives entre les mitjanes d'ambdós valors ( $p<0,001$ ). En la figura 5 es pot observar, al comparar les rectes de regressió entre

**Figura IV** Comparació de les mitjanes del consum d'oxigen real i estimat en assalts d'entrenament d'esgrima, exempts de pauses de repòs, en els 10 subjectes de la mostra.

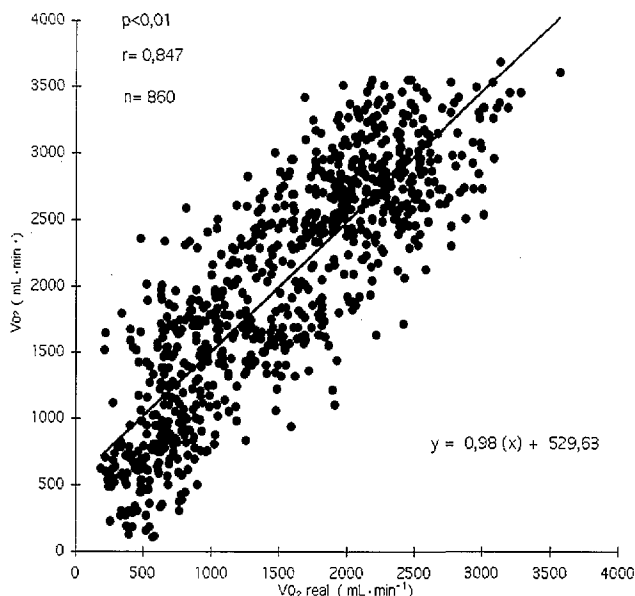


el consum real i estimat ( $r=0,78$  a  $0,94$ ) en cada tirador amb la línia d'identitat, com existeix globalment una sobreestimació del consum d'oxigen real. Aquesta sobreestimació també l'apreciem en observar les gràfiques comparatives dels valors mitjans i estimats, subjecte a subjecte, on en els valors estimats són superiors als reals en el conjunt de l'entrenament com en l'anàlisi dels assalts (figura 4). L'error estàndard de l'estimació va correspondre al 30% ( $458 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ) dels valors reals. La quantificació de les diferències existents entre el consum d'oxigen real i l'estimat en els assalts presenta una mitjana de  $505 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $de=313$ ), que correspon a una sobreestimació mitjana del 33% sobre els valors reals. En valors relatius, la diferència entre el consum real i l'estimat fou de

**Figura V** Graficació de les 10 rectes de regressió lineal obtingudes en la comparació dels valors de consum d'oxigen real i estimat en entrenaments d'esgrima. S'indica la línia d'identitat.



**Figura VI** Regressió del conjunt de valors de  $\dot{V}O_2$  real i estimat (estimació general) corresponents a 10 subjectes.

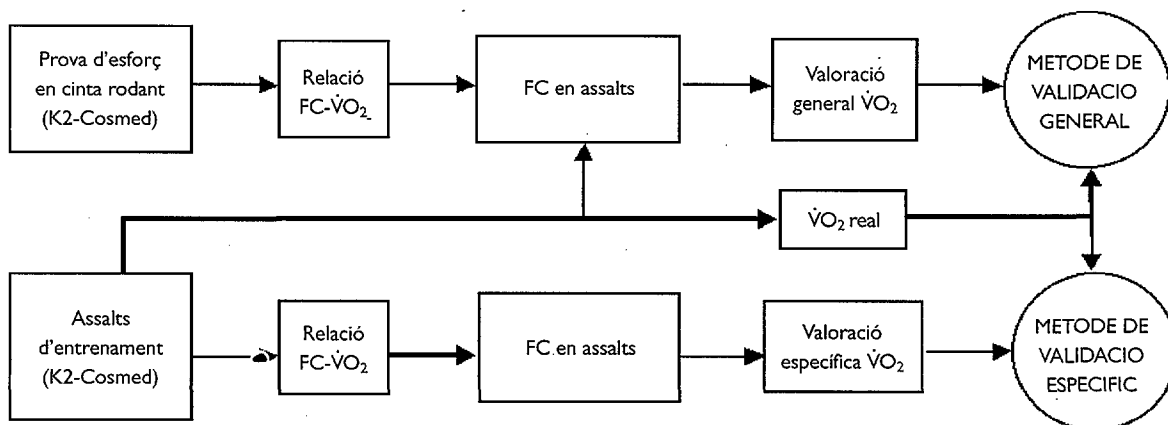


$7,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $de=4,4$ ). L'esmentada sobreestimació s'emmarca dins l'interval de confiança (95%) definit en l'anàlisi de la diferència entre les mitjanes de la totalitat dels 860 valors aparellats de  $\dot{V}O_2^{\text{real}}-\dot{V}O_2^{\text{est}}$  (figura 6), on la sobreestimació es xifra entre els 465 i els 526  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $p<0,001$ ).

A continuació es va aplicar el mateix mètode utilitzant la relació FC- $\dot{V}O_2$  registrada en els assalts d'entrenament, per tal de calcular la seva equació i aplicar-la en els registres de FC (estimació específica). L'error estàndard de l'estimació específica fou del 19,4% ( $296,2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ) en relació al con-

sum d'oxigen mesurat directament. Seguint el mateix procés que en l'estimació general, vam quantificar les diferències existents entre el consum real i l'estimat en els assalts, obtenint-se una sobreestimació mitjana d'un 5,1% ( $77 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ). La sobreestimació s'inclou dins l'interval de confiança (95%), definit en l'anàlisi de la diferència entre les mitjanes de la totalitat dels 860 valors aparellats de  $\dot{V}O_2^{\text{real}}-\dot{V}O_2^{\text{est}}$ , entre els 59 i els 102  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $p<0,001$ ). La figura 7 il·lustra els procediments seguits en aquest treball per tal d'arribar a les dues anàlisis de validació esmentades.

**Figura VII** Esquematzació dels diferents estudis d'estimació del consum d'oxigen i validació del mètode relacionats en el present treball.



## DISCUSSIO

El registre telemètric de la FC permet avaluar el  $\dot{V}O_2$  de moltes activitats físiques i esportives que sense el seu ajut serien difícilment mesurables. La relació individual de la FC amb el  $\dot{V}O_2$  ha estat utilitzada per diferents autors en la millora del coneixement de la resposta funcional en alguns esports i activitats físiques.<sup>2, 3, 7, 22, 24, 27-29, 35</sup> Com a un dels principals índexs de les demandes fisiològiques i atesa la dificultat de la seva valoració, el consum d'oxigen ha estat analitzat mitjançant diferents mètodes d'estimació. Cucullo i col. (1987) van aplicar fórmules per determinar el consum màxim d'oxigen en proves d'esforç utilitzant la potència de treball i la FCmax individual com a principals variables. Els resultats van demostrar una bona significació ( $p < 0,05$ ) en l'estimació però amb diferents nivells de correlació que milloraven en la utilització de valors reals de FCmax sobre valors teòrics (per exemple, FCmax = 220 (edat)). L'estimació del consum màxim d'oxigen va donar valors propers però subestimats en comparació als valors reals utilitzats en la prova de control. Pinnington i col. (1988, 1990) van aplicar un model d'estimació del consum d'oxigen en waterpolo en base als registres de FC que els jugadors presentaven durant els partits. Aquest sistema d'estimació es basava en l'aplicació d'una relació lineal entre el  $\dot{V}O_2$  i la FC en una prova d'esforç prèvia en medi aquàtic, que possibilitava la determinació de diferents nivells d'intensitat en competició.

Ja en la valoració dels esgrimidors, Lavoie i cols (1988) van estimar el consum d'oxigen durant els assalts gràcies a un mètode de retroextrapolació que es basava en els gasos espirats a la fi dels assalts. Els valors de  $44 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $de=10$ ) observats corresponien aproximadament al 70 % del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  dels espasistes de la mostra.

La valoració directa és, avui en dia, inviable en l'esgrima durant la competició real. Per això, amb la intenció d'aconseguir major informació sobre les necessitats funcionals d'aquest esport, es va dur a terme un estudi de la validesa d'un mètode d'estimació del consum d'oxigen que a hores d'ara s'inclou en una línia de recerca del conjunt d'activitats físiques de caràcter intermitent.<sup>26-29</sup>

Els valors estimats en els assalts de competició simulada en una poule van resultar netament inferiors als estimats en competició<sup>11</sup> i als exposats per Lavoie i col. (1988) en competició simulada.

Centrant-nos ja en la interpretació del conjunt de dades, cal esmentar que el consum màxim d'oxigen presentat pels tiradors en les proves d'esforç sobre cinta rodant coincideix amb els valors descrits en la literatura en diferents poblacions d'esgrimidors, observant-se un consum màxim superior en la

mostra masculina en relació a la femenina. Les característiques diferencials, determinades per la desigualtat en la composició corporal i les capacitats funcionals dels dos sexes, condiciona una menor utilització del  $\dot{V}O_2$  en les dones en relació als homes, i l'assoliment d'un  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  menor.<sup>1</sup>

La significació estadística definida en totes les equacions individuals de relació FC- $\dot{V}O_2$  coincidia amb la d'experiències anteriors.<sup>2, 3, 23, 24, 29, 35</sup>

La sobreestimació detectada en l'aplicació del mètode, mitjançant la relació dels paràmetres de FC i consum d'oxigen en una prova d'esforç contínua i progressiva, podria ser un dels factors que condicionés l'elevació dels valors estimats en el nostre estudi en relació al treball de Lavoie i cols. De fet, la sobreestimació del consum d'oxigen i de la despesa energètica en base als registres de FC en activitats on hi pot haver treball estàtic alternat amb exercici ha estat reconeguda per Saris i col. (dins Montoye i col. 1986; pp:102-103).

L'estimació del consum d'oxigen en els entrenaments fou un dels elements utilitzats per Díaz (1981) per avaluar la sol·licitació dels esgrimidors cubans. En els seus resultats es destaca la determinació dels valors de deute d'oxigen, xifrant-los entre els 9 i els 12 L en valors absoluts sobre la globalitat de l'entrenament. Si fem referència al volum relatiu d'aquest deute es comprovarà com en exercicis específics d'entrenament la importància d'aquest deute és variable, òbviament segons el tipus d'activitat i la intensitat en que es realitza. Així en els assalts fou tan sols de 0,272 L ( $de=0,81$ ) superiors als valors de repòs i de 0,639 L ( $de=1,13$ ) en les classes d'entrenament, modificant-se els nivells del deute d' $\dot{V}O_2$  amb l'adaptació a l'entrenament. Aquestes dades serveixen a Díaz (1981) per corroborar la importància del mecanisme anaeròbic làctic, doncs als resultats exposats s'acompanyen –com en el nostre treball (Iglesias i Rodríguez, 1995)– valors molt discrets de lactatèmia.

La valoració directa del consum d'oxigen mitjançant un analitzador telemètric ens va possibilitar dos vies d'estudi: d'una banda vam determinar directament –sense cap altre antecedent en la literatura sobre valoració dels esgrimidors– el consum d'oxigen durant els assalts; d'altra banda, la possibilitat de validar el mètode indirecte emprat en d'altres investigacions.

La mitjana dels valors màxims de consum d'oxigen ( $n=10$ ) fou del 75% del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ , valor similar als descrits en la literatura per a diferents esports d'equip, com el futbol (80% del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ;<sup>34</sup> 69-102 del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ <sup>27</sup>), el bàsquet (70% del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ <sup>34</sup>), el voleibol (50 al 60 % del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ <sup>34</sup>), l'hoquei herba (90,6% del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ <sup>35</sup>) o l'hoquei patins (83% del  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ <sup>25</sup>).

La coincidència en la disminució dels valors mitjans i extrems de la valoració directa, en relació a l'estimació, pot obeir a diferents factors, un dels quals podria ser les difícils condicions en que els subjectes havien de realitzar els assalts amb l'analitzador telemètric. La gran incomoditat que presentava la implementació de l'estudi amb la disposició de l'analitzador dins la careta, i la protecció addicional per a la unitat emissora, sens dubte va incidir en la dinàmica de treball en els tiradors, alhora que no existien les condicions emocionals, com l'estrès i la motivació, que acompanyen la competició.

Com ja hem vist, diferents autors citats per Montoye i cols (1996), han realitzat estudis, principalment en activitats quotidianes, sobre l'estimació del consum d'oxigen i la despesa energètica en base a la utilització de mètodes de valoració indirecta amb la FC com a variable principal. Els resultats presentaven en alguns casos subestimacions i, en la major part d'estudis, resultats sobreestimats de la despesa energètica.

Molt probablement els diferents factors que alteren la relació FC- $\dot{V}O_2$  intrasubjecte dificulten, a hores d'ara, una generalització en l'establiment d'un model d'estimació. Els valors extrems establerts en la sobreestimació del consum d'oxigen (152 i 1196 mL·min<sup>-1</sup>) confirmen que les diferències són

massa grans per a validar el mètode però, si més no, la quantificació individual de l'error, i l'afinament de l'equació amb estudis en els que el subjecte realitzi un esforç més específic que no una prova ergomètrica en cinta, possibilitarien l'ús del mètode en la millora del coneixement de la sol·licitació funcional, individual, dels tiradors.

En aquest treball hem vist com en les valoracions el mètode indirecte, sobre una prova específica, millora substancialment l'estimació del consum d'oxigen i, per tant, podrà ser objecte d'una anàlisi més acurada en futures investigacions. Així, podria dissenyar-se un protocol de treball específic que substituís, o si més no, perfeccionés, la prova d'esforç, o més concretament, la relació FC- $\dot{V}O_2$  que d'ella es deriva.

En conclusió, els registres reals de consum d'oxigen en assalts de competició simulada ( $\bar{x}$ =29 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>;  $de$ =3,3;  $n$ =10) es corresponen a una intensitat mitjana del 55% del  $\dot{V}O_{2max}$  dels esgrimidors, amb uns valors màxims del 75% del  $\dot{V}O_{2max}$ . L'estimació del consum d'oxigen en els assalts d'esgrima, mitjançant l'ús de l'equació resultant de la relació entre freqüència cardíaca i consum d'oxigen en una prova d'esforç inespecífica presenta una sobreestimació propera al 30%, que disminueix en millorar l'especificitat de l'activitat que determina l'equació individual.

## Bibliografia

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. CUCULLO JM, TERREROS JL, LAYUS F, QUÍLEZ J: Prueba ergométrica indirecta. Metodología para el cálculo óptimo de  $O_{2max}$  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. Tesi 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. MONTOYE 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: Seminaire de bio-energetique: 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.