

## Caracterització de la freqüència cardíaca i la lactatèmia en esgrimistes durant la competició

## Caracterización de la frecuencia cardíaca y la lactatemia en esgrimistas durante la competición

Iglesias, X.; Rodríguez, F.A.

INEFC. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (Barcelona)

### RESUM

L'objectiu de l'estudi fou l'anàlisi de les característiques temporals i de la resposta fisiològica (freqüència cardíaca i lactatèmia) durant les competicions d'esgrima. La mostra fou de tretze subjectes que competien en dues modalitats: l'espasa masculina (n=7) i el floret femení (n = 6). La durada total de les competicions va ser de 4 h 52 min. ( $\pm 1$  h 7 min.), de les quals la participació efectiva en assalts fou de  $49 \pm 26$  min. La durada mitjana per assalt va ser de  $3,7 \pm 0,9$  min. El conjunt de registres de freqüència cardíaca de tota la prova va mostrar una gran variabilitat inter i intraindividual. La freqüència cardíaca durant el temps efectiu dels 182 assalts estudiats va presentar una mitjana de  $169 \pm 11$  bat.  $\text{min}^{-1}$ , amb valors extrems de 90 i 199 bat.  $\text{min}^{-1}$ . La freqüència cardíaca es situà un 40,7% del temps de competició per sobre del llindar anaeròbic i el 39,2% per sobre del llindar aeròbic, confirmant l'alta demanda cardiocirculatòria de la competició d'esgrima. La mitjana en els assalts presenta una tendència progressiva a incrementar-se a mesura que avança la competició, però aquestes diferències tan sols foren significatives entre els registres de la primera volta i els de la resta d'eliminatòries ( $p < 0,05$ ). L'anàlisi estadístic del comportament de la freqüència cardíaca en els tiradors guanyadors o perdedors de cada assalt no va detectar diferències significatives. Els valors mitjans de lactatèmia en 66 assalts de competició foren discrets ( $3,59 \pm 1,16$  mmol.  $\text{L}^{-1}$ ), observant-se uns valors extrems de 0,59 i 6,40 mmol.  $\text{L}^{-1}$ .

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue el análisis de las características temporales y de la respuesta fisiológica (frecuencia cardíaca y lactatemia) durante las competiciones de esgrima. La muestra fue de trece sujetos que competían en dos modalidades: la espada masculina (n= 7) y el florete femenino (n = 6). La duración total de las competiciones fue de 4 h 52 min. ( $\pm 1$  h 7 min.), de las que la participación efectiva en asaltos fue de  $49 \pm 26$  min. La duración media por asalto fue de  $3,7 \pm 0,9$  min. El conjunto de registros de frecuencia cardíaca de toda la prueba mostró una gran variabilidad inter e intraindividual. La frecuencia cardíaca durante el tiempo efectivo de los 182 asaltos estudiados presentó una media de  $169 \pm 11$  lat.  $\text{min}^{-1}$ , con valores extremos de 90 y 199 lat.  $\text{min}^{-1}$ . La frecuencia cardíaca se situó a un 40,7% del tiempo de competición por encima del umbral anaeróbico y al 39,2% por encima del umbral aeróbico, confirmando la alta demanda cardiocirculatoria de la competición de esgrima. La media en los asaltos presenta una tendencia progresiva a incrementarse a medida que avanza la competición, pero estas diferencias tan sólo fueron significativas entre los registros de la primera vuelta y los del resto de eliminatorias ( $p < 0,05$ ). El análisis estadístico del comportamiento de la frecuencia cardíaca en los tiradores ganadores o perdedores de cada asalto no detectó diferencias significativas. Los valores medios de lactatemia en 66 asaltos de competición fueron discretos ( $3,59 \pm 1,16$  mmol.  $\text{L}^{-1}$ ), observándose unos valores extremos de 0,59 y 6,40 mmol.  $\text{L}^{-1}$ .

## Introducció

L'esgrima està experimentant un procés de modernització en el que, des dels sistemes de competició fins el material específic dels tiradors, l'evolució i les modificacions són constants. Aquests canvis no poden restar sense una valoració científica que apropri els tècnics al coneixement de la influència dels mateixos sobre la sol·licitació funcional dels tiradors segons el sistema competitiu i la modalitat practicada.

Darrerament s'han realitzat diferents investigacions que ofereixen un millor coneixement del perfil funcional de l'esgrimista.<sup>1, 2, 7, 8, 9, 10, 12, 17, 21, 24</sup> La valoració dels tiradors en laboratori ens permet reconèixer les seves qualitats morfològiques i funcionals comparant-les a les altres grups d'esportistes, però, per determinar la sol·licitació funcional dels esgrimistes en competició cal valorar el tirador en l'especificitat de la situació competitiva.

L'anàlisi dels registres cardíacs per telemetria és un dels mètodes més emprats pels diferents autors que s'han apropiat a l'estudi del comportament funcional dels esgrimistes.<sup>3, 4, 5, 8, 14, 16, 18, 26, 27</sup> Malgrat l'interès de les conclusions científiques, la major part dels treballs s'han realitzat en simulació o bé en el decurs d'entrenaments. En aquest estudi es presenta la valoració de la freqüència cardíaca i la lactatèmia d'esgrimistes, homes i dones, de dues armes, espasa i floret, en una competició real, classificatòria, per a alguns dels esportistes, pels JJ.OO de Barcelona 1992.

## Objectius

Els objectius principals d'aquest estudi foren:

- Analitzar les característiques temporals i la resposta fisiològica (evolució de la freqüència cardíaca i lactat sanguini) al llarg de la competició.
- Comprovar la veracitat de les afirmacions existents en la literatura sobre la feble intervenció del metabolisme anaeròbic lactàcid en les competicions d'esgrima.

## Material y mètodes

### Subjectes

Tretze subjectes han participat en l'estudi. La mostra femenina (subjectes 1 a 6) era formada per tiradores de floret d'alt nivell estatal, amb una mitjana d'edat de 27 anys ( $\pm$  de = 5). La mostra masculina (subjectes 7 a 13) era més heterogènia, amb dos espasistes d'alt nivell, dos "juniors" (menors 20 anys) i tres pentatletes de l'equip nacional (26  $\pm$  5 anys). Dels 13 subjectes, 7 estaven pre-seleccionats pels JJ.OO. de Barcelona'92 (3 hi van participar).

## Introducción

La esgrima está experimentando un proceso de modernización en el que, desde los sistemas de competición hasta el material específico de los tiradores, la evolución y las modificaciones son constantes. Estos cambios no puede existir sin una valoración científica que acerque los técnicos al conocimiento de la influencia de los mismos sobre la sol·licitación funcional de los tiradores según el sistema competitivo y la modalidad practicada.

Ultimamente se han realizado diferentes investigaciones que ofrecen un mejor conocimiento del perfil funcional del esgrimista.<sup>1, 2, 7, 8, 9, 10, 12, 17, 21, 24</sup> La valoración de los tiradores en laboratorio nos permite reconocer sus cualidades morfológicas y funcionales comparándolas a las de otros grupos de deportistas, pero para determinar la sol·licitación funcional de los esgrimistas en competición es necesario valorar el tirador en la especificidad de la situación competitiva.

El análisis de los registros cardíacos por telemetría es uno de los métodos más empleados por los diferentes autores que se han acercado al estudio del comportamiento de los esgrimistas.<sup>3, 4, 5, 8, 14, 16, 18, 26, 27</sup> A pesar del interés de las conclusiones científicas, la mayor parte de los trabajos se han realizado en simulación o bien en el decurso de entrenamientos. En este estudio se presenta la valoración de la frecuencia cardíaca y la lactatemia de esgrimistas, hombres y mujeres, de dos armas, espada y florete, en una competición real, clasificatoria, para algunos de los deportistas, para los JJ.OO de Barcelona 1992.

## Objetivos

Los objetivos principales de este estudio fueron:

- Analizar las características temporales y la respuesta fisiológica (evolució de la frecuencia cardíaca y lactato sanguíneo) a lo largo de la competición.
- Comprobar la veracidad de las afirmaciones existentes en la literatura sobre la débil intervención del metabolismo anaeróbico lactático en las competiciones de esgrima.

## Material y métodos

### Sujetos

Trece sujetos han participado en el estudio. La muestra femenina (sujetos 1 a 6) estaba formada por tiradoras de florete de alto nivel estatal, con una media de edad de 27 años ( $\pm$  de = 5). La muestra masculina (sujetos 7 a 13) era más heterogénea, con dos espadas de alto nivel, dos juniors (menores 20 años) y tres pentatletas del equipo nacional

## Material

Per a l'anàlisi telemètric es van utilitzar 14 cardiotacòmetres (Sport-Tester PE 400) i el seu corresponent software (Polar 4000). L'evolució de la freqüència cardíaca segons la durada dels assalts era anotada en uns fulls d'observació.<sup>9</sup> Als tiradors se'ls va assignar un braçalet i un dorsal numerat a la careta, per facilitar les tasques d'identificació als membres de l'equip de recerca no habituats a reconèixer els tiradors amb indumentària d'esgrima.

Per a l'anàlisi fotoenzimàtic de lactat en sang capilar s'utilitzà un fotòmetre 4020 Hitachi amb un filtre de longitud d'ona de 340 nm (Boehringer-Mannheim, RFA), i el kit reactiu Test Combination Lactat per Medicina Esportiva (Boehringer-Mannheim, RFA), àcid perclòric 0,33 N (Boehringer-Mannheim, RFA), amb tampó NAD, GPT y LDH amb control Precinorm 2,80 (2,35-3,25) (Boehringer-Mannheim, RFA). Les mostres de 20 µl de sang capilar del lòbul de l'orella van ser desproteïnitza-des amb 200 µl d'àcid perclòric 0,33 N (Boehringer Mannheim, RFA). El mètode emprat, així com la validesa, fiabilitat, precisió i exactitud han estat prèviament definits i establerts.<sup>22</sup>

El consum màxim d'oxigen ( $VO_2$  màx.), així com la freqüència cardíaca corresponent als llindars ventilatoris es va determinar en laboratori mitjançant una prova ergomètrica realitzada sobre cinta rodant (Woodway, RFA), utilitzant un ergoespiròmetre de circuit obert del tipus "breath by breath" (CPX II, Medical Graphics, EUA).

## Mètode

### Definició de termes

Els registres es varen dur a terme en el "Torneig Internacional Generalitat de Catalunya" (1991) a espasa masculina i floret femení; dues competicions puntuables pel rànquing estatal, que varen comptar amb la participació de tiradors d'altres països.

La fase inicial de la competició (1<sup>a</sup> volta) va ser la "poule": una lligueta de 5 a 7 tiradors, on s'enfronten tots contra tots a un únic assalt. Cada assalt és el combat entre dos tiradors (esgrimistes) que finalitza a l'aconseguir un d'ells cinc tocats, o bé, a l'exhaurir-se els sis minuts de temps real màxim.

Les fases següents es realitzaren en eliminació directa (ED) al millor de dos assalts, o tres en cas d'empat. Considerant l'existència d'exempts en l'ED64 (ED amb 64 tiradors) de la prova d'espasa i de l'ED32 de la de floret, per a l'anàlisi de les dades de freqüència cardíaca hem agrupat els assalts d'ED en ED32 i ED16.

La final de 8 tiradors (Final 8), al millor de tres assalts, va constar dels aparellaments de quarts de final, semifinals i final.

( $26 \pm 5$  anys). De los 13 sujetos, 7 estaban preseleccionados para los JJ.OO. de Barcelona'92 (3 participaron).

## Material

Para el análisis telemétrico se utilizaron 14 cardiotacómetros (Sport Tester PE 4000) y su correspondiente software (Polar 4000). La evolución de la frecuencia cardíaca según la duración de los asaltos era anotada en unas hojas de observación.<sup>9</sup> A los tiradores se les asignó un brazalete y un dorsal numerado en la careta, para facilitar las labores de identificación a los miembros del equipo de investigación no habituados a reconocer a los tiradores con indumentaria de esgrima.

Para el análisis fotoenzimático del lactato en sangre capilar se utilizó un fotómetro 4020 Hitachi con un filtro de longitud de onda de 340 nm (Boehringer-Mannheim, RFA), y el kit reactivo Test Combination Lactat para Medicina Deportiva (Boehringer-Mannheim, RFA), ácido perclórico 0,33 N (Boehringer-Mannheim, RFA), con tampón NAD, GPT y LDH con control Precinorm 2,80 (2,35-3,25) (Boehringer-Mannheim, RFA). Las muestras de 20 µl de sangre capilar del lóbulo de la oreja se desproteinizaron con 200 µl de ácido perclórico 0,33 N (Boehringer Mannheim, RFA). El método empleado, así como la validesa, fiabilidad, precisión y exactitud han sido previamente definidos y establecidos.<sup>22</sup>

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), así como la frecuencia cardíaca correspondiente a los umbrales ventilatorios se determinó en laboratorio mediante una prueba ergométrica realizada sobre cinta rodante (Woodway, RFA), utilizando un ergoespirómetro de circuito abierto del tipo "breath by breath" (CPX II, Medical Graphics, EUA).

## Método

### Definición de términos

Los registros se llevaron a cabo en el "Torneig Internacional Generalitat de Catalunya" (1991) en espada masculina y florete femenino; dos competiciones puntuables para el rànquing estatal, que contaron con la participación de tiradores de otros países.

La fase inicial de la competición (1<sup>a</sup> vuelta) fue la "poule" una liguilla de 5 a 7 tiradores, donde se enfrentan todos contra todos en un único asalto. Cada asalto es el combate entre dos tiradores (esgrimistas) que finaliza al conseguir, uno de ellos, cinco tocados, o bien, al agotarse los seis minutos de tiempo real máximo. Las fases siguientes se realizaron en eliminación directa (ED) al mejor de dos asaltos, o tres en caso de empate. Considerando la existencia de exentos en la ED64 (ED con 64 tiradores) de la prueba de espada y de la ED32

### *Prova ergomètrica en laboratori*

Els subjectes van realitzar una prova ergomètrica màxima, progressiva i triangular sobre cinta rodant, amb una velocitat inicial de 6 Km h<sup>-1</sup>, amb increment de 2 Km<sup>-1</sup> cada minut, i amb una pendent constant del 5%. L'objectiu fou determinar el consum màxim d'oxigen dels esgrimistes, així com els valors de freqüència cardíaca corresponents als seus llindars ventilatoris.

Els llindars van ser definitis segons el model de Skinner i McLellan considerant-se un llindar aeròbic (o primer llindar ventilatori) i un llindar anaeròbic (o segon llindar ventilatori). Aquest darrer es produeix com a conseqüència de la compensació respiratòria de l'acidosi metabòlica i es caracteritza per un increment de l'equivalent ventilatori de l'oxigen (VE/VO<sub>2</sub>).<sup>19, 20, 25</sup>

### *Anàlisi telemètric de la Fc en competició*

Es registrà la freqüència cardíaca al llarg de dues competicions internacionals d'esgrima. Per tal de registrar totes les dades, quan s'efectuava la crida de les "poules", s'activaven els receptors sincrònicament amb els cronòmetres de tres observadors que realitzaren el seguiment de la prova indicant, en un full d'anotació, l'evolució de cada tirador (repòs i escalfament/assalts en competició), per posteriorment dur a terme l'anàlisi discriminatori del registre continu de la freqüència cardíaca (Fc).

Els receptors, que enregistraven la Fc en intervals de 5 s, es recanviaven abans que se'ls esgotés la memòria (màxim 2 h 40 min.), coincidint amb la fi d'alguna de les eliminatòries. Posteriorment es arxiu de cadascun dels subjectes eren agrupats en un full de càlcul per analitzar els resultats. Per tal de conèixer més acuradament el treball competitiu dels esgrimistes, en tots els càlculs sobre els valor de Fc s'han diferenciat els registres de la competició dels extrets en la disputa de cadascun dels assalts.

### *Anàlisi de la lactatèmia en competició*

Un cop finalitzat el darrer assalt de cada eliminatòria es procedia a les extraccions de sang capilar per determinar la lactatèmia als minuts 1 i 3 de la recuperació després de l'assalt. Segons l'eliminatòria a la que els subjectes de la mostra arribaven, se'ls van determinar d'una a vuit lactatèmies (2-16 mostres de sang).

### *Mètode estadístic*

Es realitzà el càlcul de la mitjana (±), desviació estàndard (de) i valors extrems (màx., mín.) dels diferents paràmetres avaluats. Tanmateix s'estudiaren les possibles diferències entre les mitjanes de la Fc segons les victòries (V) o derrotes (D) en

de la de florete, para el análisis de los datos de frecuencia cardíaca agrupamos los asaltos de ED en ED32 y ED16.

La final de 8 tiradores (Final 8), al mejor de tres asaltos, constó de los aparejamientos de cuartos de final, semifinales y final.

### *Prueba ergométrica en laboratorio*

Los sujetos realizaron una prueba ergométrica máxima, progresiva y triangular sobre cinta rodante, con una velocidad inicial de 6 Km h<sup>-1</sup>, con incrementos de 2 Km<sup>-1</sup> cada minuto, y con una pendiente constante del 5%. El objetivo fue determinar el consumo máximo de oxígeno de los esgrimistas, así como los valores de frecuencia cardíaca correspondientes a sus umbrales ventilatorios.

Los umbrales se definieron según el modelo de Skinner y McLellan considerándose un umbral aeróbico (o primer umbral ventilatorio) y un umbral anaeróbico (o segundo umbral ventilatorio). Este último se produce como consecuencia de la compensación respiratoria de la acidosis metabólica y se caracteriza por un incremento del equivalente ventilatorio del oxígeno (VE/VO<sub>2</sub>).<sup>19, 20, 25</sup>

### *Análisis telemétricos de la Fc en competición*

Se registró la frecuencia cardíaca a lo largo de dos competiciones internacionales de esgrima. Para registrar todos los datos, cuando se efectuaba la llamada de las "poules", se activaban los receptores sincrónicamente con los cronómetros de tres observadores que realizaron el seguimiento de la prueba indicando, en una hoja de anotación, la evolución de cada tirador (reposo y calentamiento/assalts en competició), para posteriormente llevar a cabo el análisis discriminatorio del registro continuo de la frecuencia cardíaca (Fc).

Los receptores, que registraban la FC en intervalos de 5 s, se recambiaban antes de que se les agotase la memoria (máximo 2 h 40 min.), coincidiendo con el final de alguna de las eliminatòries. Posteriorment els arxius de cada uno de los sujetos se agrupaban en una hoja de cálculo para analizar los resultados. Para conocer más a fondo el trabajo competitivo de los esgrimistas, en todos los cálculos sobre los valores de Fc se han diferenciado los registros de la competición de los extraídos en la disputa de cada uno de los assalts.

### *Análisis de la lactatemia en competición*

Una vez finalizado el último asalto de cada eliminatòria se procedía a las extracciones de sangre capilar para determinar la lactatemia en los minutos 1 y 3 de la recuperación después del asalto. Según la eliminatòria a la que los sujetos de la muestra llegaban, se les determinaron de una a 8 lactatèmies (2-16 muestras de sangre).

els assalts, i també segons l'eliminàtoria (1<sup>a</sup> volta, ED32, ED16 i Final 8), mitjançant la prova de la t de Student per a dades aparellades, estudiant prèviament la normalitat de les distribucions amb la prova de Kolmogorov-Smirnov. Les dades de la variable "Final 8" no presentaven una distribució normal, i per a la seva comparació es va aplicar l'aprovà a paramètrica de Wilcoxon dels rangs amb signe.

## Resultats

A la **Taula I** es presenten les dades antropomètriques i ergoespiromètriques dels dos grups estudiats.

La **Taula II** recull els principals paràmetres temporals i fisiològics analitzats en les dues competicions. La durada total de la competició d'un tirador és de 293,1 ( $\pm$  de = 97,3) min., és a dir, unes 5 hores, de les quals tan sols uns 50 minuts (49,7  $\pm$  26,5 min.) són de durada efectiva dels assalts, amb mínimes diferències entre la durada de la competició d'espasa masculina i la de floret femení. La durada mitjana d'un assalt és de 3,7  $\pm$  0,9 min., amb valors extrems que van dels 45 s als 815 s ( $\approx$  14 min.). Del conjunt de registres de freqüència cardíaca es van separar els valors obtinguts durant els 182 assalts dels de repòs i escalfament. Es va observar una gran variabilitat, amb extrems entre 90 i 199 bat. min.<sup>-1</sup> El nombre total d'assalts per subjecte oscil·la d'un mínim de 4 a un màxim de 23 (13  $\pm$  6 assalts), degut a les successives eliminacions que s'anaven produint al llarg de la competició.

## Método estadístico

Se realizó el cálculo de la media ( $\bar{x}$ ), desviación estándar ( $de$ ) y valores extremos (máx. mín.) de los diferentes parámetros evaluados. Asimismo se estudiaron las posibles diferencias entre las medias de la Fc según las victorias (V) o derrotas (D) en los asaltos, y también según la eliminatoria (1<sup>a</sup> vuelta, ED32, ED16 y Final 8), mediante la prueba de la t de Students para datos aparejados, estudiando previamente la normalidad de las distribuciones con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos de la variable "Final 8" no presentaban una distribución normal, y para su comparación se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon de los rangos con signo.

## Resultados

En la **Tabla I** se presentan los datos antropométricos y ergoespirométricos de los dos grupos estudiados.

La **Tabla II** recoge los principales parámetros temporales y fisiológicos analizados en las dos competiciones. La duración total de la competición de un tirador es de 293,1 ( $\pm$  de = 97,3) min., es decir, unas 5 horas, de las que tan sólo unos 50 minutos (49,7  $\pm$  26,5 min.) son de duración efectiva de los asaltos, con mínimas diferencias entre la duración de la competición de espada masculina y la de florete femenino. La duración media de un asalto es de 3,7  $\pm$  0,9 min., con valores extremos

	Edat	Talla	Pes	Massa grasa	FC repòs	FC màx	Velocitat màx	VO2 màx	VO2 màx	Llindar aeròbic	Llindar anaeròbic
	anys	cm	kg	%	bat · min <sup>-1</sup>	bat · min <sup>-1</sup>	km · h <sup>-1</sup>	l · min <sup>-1</sup>	ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup>	bat · min <sup>-1</sup>	bat · min <sup>-1</sup>
<b>Floret Femení (n=6)</b>											
$\bar{x}$	27	160,9	55,4	13,4	81	192	13	2,76	49,2	167	182
de	5	8,0	5,9	2,6	11	8	2	0,65	7,3	11	9
<b>Espasa Masculina (n=7)</b>											
$\bar{x}$	26	179,0	74,5	7,6	62	187	17	4,82	64,8	151	175
de	5	2,0	4,8	1,9	19	14	2	0,51	7,1	9	13
$\bar{x}$ = mitjana			de = desviació estàndard								

**Taula 1:** Dades antropomètriques i ergoespiromètriques dels dos grups d'esgrimistes estudiats.

**Tabla 1:** Datos antropométricos y ergoespirométricos de los dos grupos de esgrimistas estudiados.

	Floret femení	Espasa masculina	Global
	$\bar{x} \pm de$	$\bar{x} \pm de$	$\bar{x} \pm de$
<b>Subjectes (n)</b>	6	7	13
<b>Assalts / Subjecte (n)</b>	14,3 $\pm$ 4,9	12,7 $\pm$ 6,8	13,5 $\pm$ 5,6
<b>t per assalt (min)</b>	3,7 $\pm$ 1,2	3,6 $\pm$ 0,7	3,7 $\pm$ 0,9
<b>t "real" en assalts (min)</b>	53,1 $\pm$ 29,8	46,3 $\pm$ 25,3	49,7 $\pm$ 26,5
<b>t "total" en competició (min)</b>	292,3 $\pm$ 69,6	293,7 $\pm$ 122,1	293,1 $\pm$ 97,3
<b>Assalts (n)</b>	86	96	182
<b>Fc en assalts (bat · min<sup>-1</sup>)</b>	173 $\pm$ 7	166 $\pm$ 8	169 $\pm$ 11
<b>Assalts (n)</b>	31	35	66
<b>Lactatèmia en assalts (mmol · L<sup>-1</sup>)</b>	4,2 $\pm$ 0,9	3,2 $\pm$ 0,7	3,7 $\pm$ 0,8

$\bar{x}$  = Mitjana  
de = Desviació estàndard

**Temps "real" en assalts** = Durada efectiva dels assalts, és a dir, des de l'inici a la fi de cadascun.  
Les pauses entre assalts no es comptabilitzen.

**Temps "total" en competició** = Durada total de la competició, inclosos els assalts i les pauses entre els mateixos.

**Taula 2:** Paràmetres temporals, freqüència cardíaca i lactatèmia en els dos grups d'esgrimistes en el decurs d'una competició.  
**Tabla 2:** Parámetros temporales, frecuencia cardíaca y lactatemia en los dos grupos de esgrimistas en el decurso de una competición.

Les **Figures 1 i 2** ens mostren l'evolució de les mitjanes de freqüència cardíaca en les diferents eliminatòries. A la 1<sup>a</sup> volta els valors mitjans assolits són de 165  $\pm$  9 bat. min.<sup>-1</sup>, mentre que en l'ED32 aquests presenten una tendència a l'alça que els porta fins a 169  $\pm$  12 bat. min.<sup>-1</sup>, en l'ED16 la mitjana creix fins als 171  $\pm$  10 bat. min.<sup>-1</sup>, assolint en la final 173  $\pm$  6 bat. min.<sup>-1</sup>. Aquestes diferències van resultar significatives entre els valors de la 1<sup>a</sup> volta ("poule") i els de la resta d'eliminatòries (p<0,05). Al comparar els registres de l'ED32 amb els de l'ED16 i de la final 8 no es varen detectar diferències significatives.

La **Figura 3** mostra una gràfica de tots els registres de Fc obtinguts pel subjecte 1 des de l'inici de la competició fins la seva eliminació -4 h 45 min. aproximadament-, observant-se els intervals tem-

que van de los 45 s a los 815 s ( $\approx$  14 min.). Del conjunto de registros de frecuencia cardíaca se separaron los valores obtenidos durante los 182 asaltos de los de reposo y calentamiento. Se observó una gran variabilidad, con extremos entre 90 y 199 lat. min.<sup>-1</sup>, y medias de asalto entre los 138 y 194 lat. min.<sup>-1</sup>. El número total de asaltos por sujeto osciló de un mínimo de 4 a un máximo de 23 (13  $\pm$  6 asaltos), debido a las sucesivas eliminaciones que se iban produciendo a lo largo de la competición.

Las **Figuras 1 y 2** nos muestran la evolución de las medias de frecuencia cardíaca en las diferentes eliminatòries. En la 1<sup>a</sup> vuelta los valores medios alcanzados son de 165  $\pm$  9 lat. min.<sup>-1</sup>, mientras que en la ED32 éstos presentan una tendencia a la alza que los lleva hasta 169  $\pm$  12 lat. min.<sup>-1</sup>, en la ED16

porals en que es produeixen els assalts i que determinen increments dels valors de Fc.

Coneixent la variabilitat de la prestació física dels tiradors en els assalts, es va considerar l'anàlisi transversal de la progressió de la Fc en tots els assalts (**Figura 4**), destacant l'increment de les mitjanes de Fc en els segons inicials, pujant dels  $157 \pm 20$  bat.  $\text{min}^{-1}$ , dels primers 30 s als  $169 \pm 14$  bat.  $\text{min}^{-1}$  de la segona franja de 30 s, per arribar als tercers 30 s als  $172 \pm 14$  bat.  $\text{min}^{-1}$ , valors on la Fc presenta una tendència a estabilitzar-se, fluctuant sobre els  $\pm 4$  bat.  $\text{min}^{-1}$  de mitjana.

En la **Taula III** es comparen els paràmetres dels assalts guanyats respecte dels perduts, observant-se la tendència dels assalts amb derrota a presentar valors superiors, no significatius estadísticament, en durada dels assalts, Fc i lactatèmia.

La lactatèmia en competició fou analitzada en 66 assalts, obtenint-se una mitjana de  $3,7 \pm 0,8$  mmol.  $\text{L}^{-1}$  amb valors extrems de  $0,59$  mmol.  $\text{L}^{-1}$  i  $6,4$  mmol.  $\text{L}^{-1}$ .

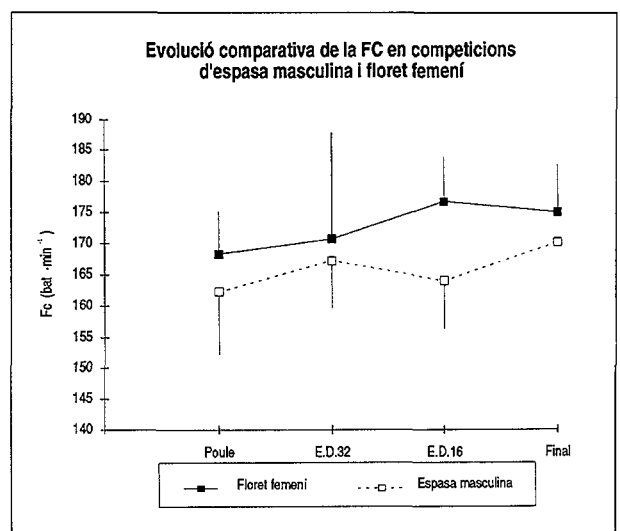
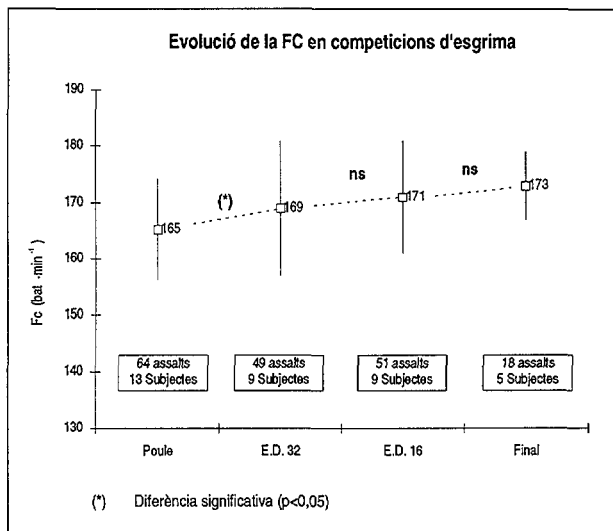
En la **Figura 5** es presenta la distribució dels temps de treball en assalt, segons els intervals de la Fc corresponent als llindars aeròbic i anaeròbic determinats en la prova d'esforç. Els resultats generals indiquen, amb una gran variabilitat, que els tiradors treballen per sobre de la Fc correspo-

la media crece hasta los  $171 \pm 10$  lat.  $\text{min}^{-1}$ , alcanzando en la final  $173 \pm 6$  lat.  $\text{min}^{-1}$ . Estas diferencias resultaron significativas entre los valores de la 1ª vuelta ("poule") y los del resto de eliminatorias ( $p < 0,05$ ). Al comparar los registros de la ED32 con los de la ED16 y de la final 8 no se detectaron diferencias significativas.

La **Figura 3** muestra una gráfica de todos los registros de Fc obtenidos por el sujeto 1 desde el inicio de la competición hasta su eliminación -4 h 45 min. aproximadamente-, observándose los intervalos temporales en que se producen los asaltos y que determinan incrementos de los valores de Fc.

Conociendo la variabilidad de la prestación física de los tiradores en los asaltos, se consideró el análisis transversal de la progresión de la Fc en todos los asaltos (**Figura 4**), destacando el incremento de las medias de Fc en los segundos iniciales, subiendo de los  $157 \pm 20$  lat.  $\text{min}^{-1}$ , de los primeros 30 s a los  $169 \pm 14$  lat.  $\text{min}^{-1}$  de lat.  $\text{min}^{-1}$  de la segunda franja de 30 s, para llegar a los terceros 30 s a los  $172 \pm 14$  lat.  $\text{min}^{-1}$ , valores donde la Fc presenta una tendencia a estabilizarse, fluctuando sobre los  $\pm 4$  lat.  $\text{min}^{-1}$  de media.

En la **Tabla III** se comparan los parámetros de los asaltos ganados respecto de los perdidos,



**Figura 1:** Evolució de les freqüències cardíques mitjanes dels assalts en el conjunt de cadascuna de les fases eliminatòries de la competició d'ambdós grups d'esgrimistes. Només varen resultar significatives les diferències entre la Fc de la "poule" i la resta d'eliminatòries ( $p < 0,05$ ). S'indiquen la mitjana  $\pm$  de.

**Figura 1:** Evolución de las frecuencias cardíacas medianas de los asaltos en el conjunto de cada una de las fases eliminatorias de la competición de ambos grupos de esgrimistas. Sólo resultaron significativas las diferencias entre la Fc de la "poule" y el resto de eliminatorias ( $p < 0,05$ ). Se indican la media  $\pm$  de.

**Figura 2:** Evolució comparativa de la freqüència cardíaca mitjana en competicions de floret femenina i espasa masculina. Les diferències entre les fases de la competició no varen ser significatives ( $p < 0,05$ ). S'indiquen la mitjana  $\pm$  de.

**Figura 2:** Evolución comparativa de la frecuencia cardíaca mediana en competiciones de florete femenino y espada masculina. Las diferencias entre las fases de la competición no fueron significativas ( $p < 0,05$ ). Se indican la media  $\pm$  de.

	Fc bat · min <sup>-1</sup>	Temps min	n assalts	Lactatèmia mmol · L <sup>-1</sup>	n assalts
<b>Assalts - Victòria (V)</b>	169 ± 8	3,2 ± 1,7	114	3,57 ± 1,09	41
<b>Assalts - Derrota (D)</b>	172 ± 8	4,0 ± 2,2	68	3,63 ± 1,26	25
<b>Diferències V/D</b>	<b>No significatives (p&gt;0,05)</b>			<b>No significatives (p&gt;0,05)</b>	

**Taula 3:** Comparació entre els paràmetres temporals, freqüència cardíaca i lactatèmia en funció dels resultats dels diferents assalts segons el resultat (victòria i derrota). Les diferències no són significatives (p>0,05).

**Tabla 3:** Comparación entre los parámetros temporales, frecuencia cardíaca y lactatemia en función de los resultados de los diferentes asaltos según el resultado (victoria y derrota). Las diferencias no son significativas (p>0,05).

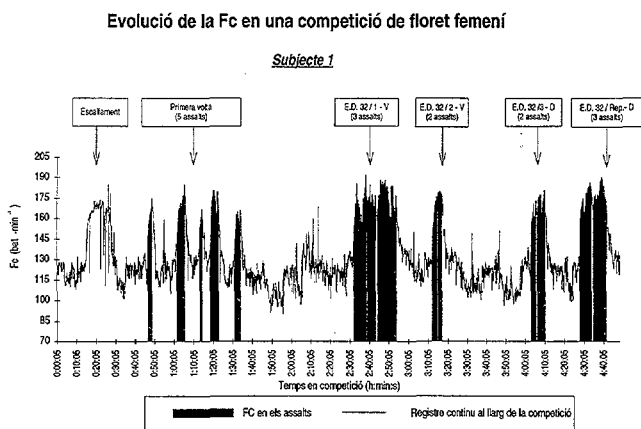
ment al seu llindar anaeròbic el 40,7 ± 33,5% del temps total d'activitat competitiva, per sota del llindar aeròbic el 20,1 ± 17,6%, i entre els dos llindars el 39,2 ± 26,4% restant del temps total en assalt.

## Discussió

Considerem que els subjectes de la mostra representaven fidelment la població catalana i espanyola que participa habitualment en competicions d'esgrima. En la mateixa ens trobem amb homes espasistes i pentatletes, i dones floretistes, tots ells amb un nivell esgrímic heterogeni, trobant-nos

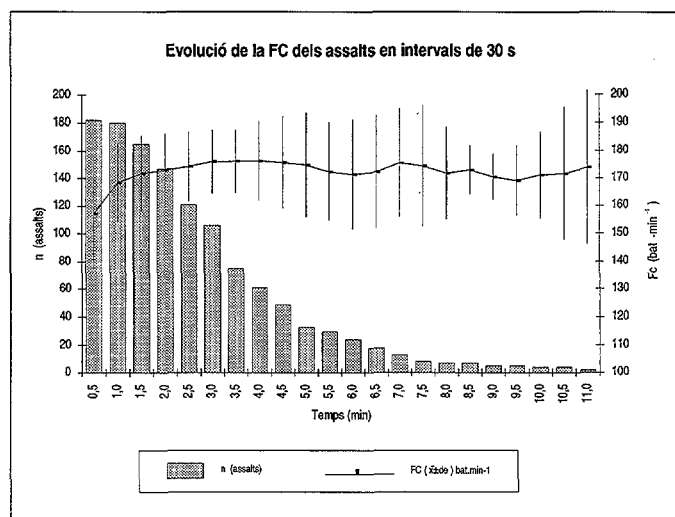
observándose la tendencia de los asaltos con derrota a presentar valores superiores, no significativos estadísticamente, en duración de los asaltos, Fc y lactatemia.

La lactatemia en competición fue analizada en 66 asaltos, obteniéndose una media de 3,7 ± 0,8 mmol · l<sup>-1</sup> con valores extremos de 0,59 mmol · l<sup>-1</sup> y 6,4 mmol · l<sup>-1</sup>.



**Figura 3:** Gràfica del registre continu de la Fc d'un dels subjectes durant tota la competició de floret femení.

**Figura 3:** Gráfica del registro continuo de la Fc de uno de los sujetos durante toda la competición de florete femenino.

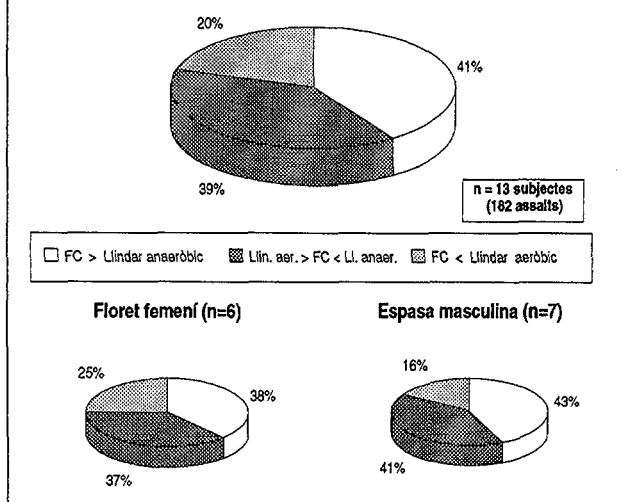


**Figura 4:** Evolució de la freqüència cardíaca ( $\bar{x} \pm de$ ) en cada fracció de 30 segons del conjunt de tots els assalts de la mostra. S'indiquen (barres verticals) el nombre d'assalts disputats en cada període de temps.

**Figura 4:** Evolución de la frecuencia cardíaca ( $\bar{x} \pm de$ ) en cada fracción de 30 segundos del conjunto de todos los asaltos de la muestra. Se indican (barras verticales) el número de asaltos disputados en cada período de tiempo.



### Distribució temporal de la FC en competicions d'esgrima



**Figura 5:** Distribució temporal de la freqüència cardíaca en competicions d'esgrima, relativa a la Fc corresponent als llindars aeròbic i anaeròbic individuals. S'indiquen els percentatges globals i per arma (floret femení i espasa masculina).

**Figura 5:** Distribució temporal de la freqüència cardíaca en competicions de esgrima, relativa a la Fc corresponent a los umbrales aeròbic y anaeròbic individuales. Se indican los porcentajes globales y pro arma (florete femenino y espada masculina).

amb dos "juniors", finalistes en proves estatals de la seva categoria, dues tiradores absolutes finalistes en proves de rànquing estatal i 9 internacionals dels quals 3 van ser olímpics als Jocs de Barcelona 1992.

La prova d'esforç realitzada confirma les conclusions existents en la literatura sobre la rellevància del consum d'oxigen en els tiradors,<sup>7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 24</sup> doncs els esgrimistes presenten, en general, un VO<sub>2</sub> màx. de valors comparables als de diferents esports d'equip.<sup>23</sup>

Tal com s'ha comprovat en l'anàlisi dels 182 assalts, la Fc, indicador de la intensitat relativa de l'esforç, s'incrementa a mesura que la competició avança, condicionada per l'eliminària que s'està disputant, el nivell del contrincant i les condicions particulars de cada assalt. El major nivell dels rivals a mesura que es superen eliminatòries, s'afegeix a la fatiga acumulada de varies hores de treball i pausa a intensitats diverses, la qual cosa aconsella a l'esgrimista a preparar-se físicament per respondre a assalts d'intensitats diferenciades al llarg de la competició.

La possibilitat de realitzar una anàlisi directa de la Fc en una prova real on, a més a més, el resultat

En la **Figura 5** se presenta la distribució de los tiempos de trabajo en asalto, según los intervalos de la Fc correspondiente a los umbrales aeròbic y anaeròbic determinados en la prueba de esfuerzo. Los resultados generales indican con una gran variabilidad, que los tiradores trabajan por encima de la Fc correspondiente a su umbral anaeròbic el  $40,7 \pm 33,5\%$  del tiempo total de actividad competitiva, por debajo del umbral aeròbic el  $20,1 \pm 17,6\%$ , y entre los dos umbrales el  $39,2 \pm 26,4\%$  restante del tiempo total en asalto.

## Discusión

Consideramos que los sujetos de la muestra representaban fielmente la población catalana y española que participa habitualmente en competiciones de esgrima. En la misma nos encontramos con hombres espadistas y pentatletas, y mujeres floretistas, todos ellos con un nivel esgrimístico heterogéneo, encontrándonos con dos juniors, finalistas en pruebas estatales de su categoría, dos tiradoras absolutas finalistas en pruebas de rànquing estatal y 9 internacionales de los que 3 fueron olímpicos en los Juegos de Barcelona 1992.

La prueba de esfuerzo realizada confirma las conclusiones existentes en la literatura sobre la relevancia del consumo de oxígeno en los tiradores,<sup>7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 24</sup> pues los esgrimistas presentan, en general, un VO<sub>2</sub> máx. de valores comparables a los de diferentes deportes de equipo.<sup>23</sup>

Tal y como se ha comprobado en el análisis de los 182 asaltos, la Fc, indicador de la intensidad relativa del esfuerzo, se incrementa a medida que la competición avanza, condicionada por la eliminària que se está disputando, el nivel del contrincante y las condiciones particulares de cada asalto. El mayor nivel de los rivales a medida que se superan eliminatòries, se añade a la fatiga acumulada de varias horas de trabajo y pausa a intensidades diversas, lo que aconseja al esgrimista a prepararse físicamente para responder a asaltos de intensidades diferenciadas a lo largo de la competición.

La posibilidad de realizar un análisis directo de la Fc en una prueba real donde, además, el resultado era importante para los tiradores, fue una ocasión inmejorable para evaluar la respuesta funcional específica.

La variabilidad en los registros durante y entre los diferentes asaltos, nos impulsó a analizar detalladamente el comportamiento de la Fc a lo largo de las competiciones. El incremento de la media de la Fc entre la primera vuelta y el resto de eliminatòries nos demostró estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), confirmando así los datos reflejados en tiradores de élite en un estudio nuestro anterior.<sup>8</sup>

La observación de la dinámica de la Fc durante las diferentes fracciones de 30 s nos muestra un

era important pels tiradors, fou una ocasió immillorable per avaluar la resposta funcional específica.

La variabilitat en els registres durant i entre els diferents assalts, ens va impulsar a analitzar detalladament el comportament de la Fc al llarg de les competicions. L'increment de la mitjana de la Fc entre la primera volta i la resta d'eliminatòries es va demostrar estadísticament significativa ( $p < 0,05$ ), confirmant així les dades reflectides en tiradors d'èlit en un estudi nostre anterior.<sup>8</sup>

L'observació de la dinàmica de la Fc durant les diferents fraccions de 30 s ens mostra un marcat increment en el primer minut. Aquest es produeix probablement a conseqüència del trànsit entre la fase de repòs o escalfament previ i la pròpia activitat agonística, amb el consegüent increment de la intensitat de treball i la descàrrega de catecolamines ocasionada per la tensió emocional derivada de l'activitat competitiva.<sup>6</sup>

Des del punt de vista energètic, l'esgrima és un esport al qual la literatura reconeix unànimement una contribució important de les vies anaeròbiques alàctiques de producció d'energia (metabolisme dels fosfats d'alta energia), però no existeix la mateixa homogeneïtat de criteris en referència a la contribució anaeròbica lactàcida. En aquest treball hem valorat l'evolució de la lactatèmia de tots els subjectes en les diferents fases de la competició, analitzant un total de 66 assalts i trobant valors molt discrets ( $3,59 \pm 1,16$  mmol. l<sup>-1</sup>). En cadascuna de les eliminatòries es varen registrar els resultats individuals i globals (**Taules II i III**) i no es varen detectar diferències entre les mateixes. Aquests resultats no reflecteixen una activació important de la glicolisi anaeròbica en aquest esport, que es posaria de manifest per una elevació de la concentració sanguínea de lactat molt més significativa.

L'escàs requeriment anaeròbic làctic pot explicar-se analitzant la dinàmica de la competició d'esgrima: la durada de la mateixa és d'unes 5 h, de les que tan sols una cinquena part és competició activa. En aquest temps l'esgrimista realitza assalts d'una durada mitjana de 3,5 min. amb una gran variabilitat de la intensitat de l'exercici i freqüents pauses entre accions d'un mateix assalt –esforç intermitent–, que permeten als tiradors una recuperació constant, així com la possibilitat de síntesi ràpida d'ATP a expenses de la fosfocreatina entre pics d'activació intensa del metabolisme anaeròbic i de síntesi més lenta a càrrec de la fosforilació oxidativa.

La utilització de diferents grups musculars durant els assalts (cames en els desplaçaments, extremitats superiors en l'ús de l'arma i una gran intervenció del tronc en moltes accions), la intensitat de les accions i l'elevada tensió emocional de la competició real, fan que els esgrimistes treballin la majoria del temps en condicions d'elevades demandes fisiològiques, tot i considerant que la variabilitat de l'esforç al llarg de la competició és prou evident. La **Figura 5** ens mostra com l'esgrimista, en temps

marcado incremento en el primer minuto. Éste se produce probablemente a consecuencia del tránsito entre la fase de reposo o calentamiento previo y la propia actividad agonística, con el consiguiente incremento de la intensidad de trabajo y la descarga de catecolaminas ocasionada por la tensión emocional derivada de la actividad competitiva.<sup>6</sup>

Desde el punto de vista energético, la esgrima es un deporte al que la literatura reconoce unánimemente una contribución importante de las vías anaeróbicas alácticas de producción de energía (metabolismo de los fosfatos de alta energía), pero no existe la misma homogeneidad de criterios en referencia a la contribución anaeróbica lactácida. En este trabajo hemos valorado la evolución de la lactatemia de todos los sujetos en las diferentes fases de la competición, analizando un total de 66 asaltos y encontrando valores muy discretos ( $3,59 \pm 1,16$  mmol. l<sup>-1</sup>). En cada una de las eliminatorias se registraron los resultados individuales y globales (**Tablas II y III**) y no se detectaron diferencias entre las mismas. Estos resultados no reflejan una activación importante de la glicolisis anaeróbica en este deporte, que se pondría de manifiesto por una elevación de la concentración sanguínea de lactato mucho más significativa.

El escaso requerimiento anaeróbico láctico puede explicarse analizando la dinámica de la competición de esgrima: la duración de la misma es de unas 5 h, de las que tan sólo una quinta parte es competición activa. En este tiempo el esgrimista realiza asaltos de una duración media de 3,5 min. con una gran variabilidad de la intensidad del ejercicio y frecuentes pausas entre acciones de un mismo asalto –esfuerzo intermitente–, que permiten a los tiradores una recuperación constante, así como la posibilidad de síntesis rápida de ATP a expensas de la fosfocreatina entre picos de activación intensa del metabolismo anaeróbico y de síntesis más lenta a cargo de la fosforilación oxidativa.

La utilización de diferentes grupos musculares durante los asaltos (piernas en los desplazamientos, extremidades superiores en el uso del arma y una gran intervención del tronco en muchas acciones), la intensidad de las acciones y la elevada tensión emocional de la competición real, hacen que los esgrimistas trabajen la mayoría del tiempo en condiciones de elevadas demandas fisiológicas, considerando que la variabilidad del esfuerzo a lo largo de la competición es evidente. La **Figura 5** nos muestra como el esgrimista, en tiempo real de competición, está sometido a una elevada intensidad de trabajo, presentando un 40% del tiempo frecuencias cardíacas superiores a las correspondientes a su umbral anaeróbico, y tan sólo un 20% del tiempo total por debajo del umbral aeróbico. Las elevadas desviaciones estándar observadas confirman la gran variabilidad existente en la intensidad de trabajo en los diferentes asaltos de la competición de esgrima.

real de competició, està sotmés a una elevada intensitat de treball, presentant un 40% del temps freqüències cardíques superiors a les corresponents al seu llindar anaeròbic, i tan sols un 20% del temps total per sota del llindar aeròbic. Les elevades desviacions estàndard observades confirmen la gran variabilitat existent en la intensitat de treball en els diferents assalts de la competició d'esgrima.

Malgrat l'interès dels resultats obtinguts, el seu anàlisi no pot deslligar-se de la incertesa sobre la influència de l'increment del tó simpaticoadrenèrgic produït per l'estrés emocional sobre els valors de Fc registrats en competició.

## Conclusions

Els resultats d'aquest estudi ens porten a les següents conclusions:

Els valors de consum d'oxigen màxim assolit pels esgrimistes en la prova d'esforç en cinta rodant són similars als descrits en la literatura sobre esgrimistes i als valors descrits per a diferents esports d'equip.

La Fc en els assalts d'esgrima presenta uns valors mitjans de  $169 \pm 11$  bat. min.<sup>-1</sup> (n = 182 assalts de 13 subjectes), existint una gran variabilitat, probablement condicionada per l'eliminària disputada, el nivell del rival i les condicions particulars de cada assalt. La Fc es situa per sobre del llindar anaeròbic el 40,7% del temps de competició, i el 39,2% per sobre del llindar aeròbic, el que confirma l'alta demanda cardiocirculatoria de la competició d'esgrima.

Els valors de Fc en la primera volta eliminatòria ( $165 \pm 17$  bat. min.<sup>-1</sup>) són significativament inferiors als de la resta d'eliminàries (p<0,05), existint una tendència a incrementar-se la mitjana dels registres cardíacs a mesura que la competició avança.

Tanmateix, en l'estudi de l'evolució dels registres cardíacs dins de cada assalt ens trobem amb un marcat increment durant el primer minut, per després seguir amb una certa estabilització dels valors registrats, entorn als 175 bat. min.<sup>-1</sup> de mitjana, amb l'esmentada variabilitat intra i interindividual.

No existeixen diferències significatives entre les mitjanes de Fc dels assalts guanyats respecte dels perduts.

Els valors mitjans de lactatèmia dels 66 assalts analitzats (n = 13) ha estat de  $3,59 \pm 1,16$  mmol. L<sup>-1</sup>, amb un valor màxim de 6,40 mmol. L<sup>-1</sup>, confirmant la discreta activació del metabolisme anaeròbic làctic.

A pesar del interès de los resultados obtenidos, su análisis no puede desligarse de la incerteza sobre la influencia del incremento del tono simpaticoadrenérgico producido por el estrés emocional sobre los valores de Fc registrados en competición.

## Conclusiones

Los resultados de este estudio nos llevan a las siguientes conclusiones:

Los valores de consumo de oxígeno máximo alcanzado por los esgrimistas en la prueba de esfuerzo en cinta rodante son parecidos a los descritos en la literatura sobre esgrimistas y a los valores descritos para diferentes deportes de equipo.

La Fc en los asaltos de esgrima presenta unos valores medios de  $169 \pm 11$  lat. min.<sup>-1</sup> (n = 182 asaltos de 13 sujetos), existiendo una gran variabilidad, probablemente condicionada por la eliminatòria disputada, el nivel del rival y las condiciones particulares de cada asalto. La Fc se sitúa por encima del umbral anaeròbico el 40,7% del tiempo de competición, y el 39,2% por encima del umbral aeròbico, lo que confirma la alta demanda cardiocirculatoria de la competición de esgrima.

Los valores de Fc en la primera vuelta eliminatòria ( $165 \pm 17$  lat. min.<sup>-1</sup>) son significativamente inferiores a los del resto de eliminatòrias (p<0,05), existiendo una tendencia a incrementarse la media de los registros cardíacos a medida que la competición avanza.

Asimismo, en el estudio de la evolución de los registros cardíacos dentro de cada asalto, nos encontramos con un marcado incremento durante el primer minuto, para después seguir con una cierta estabilización de los valores registrados, en torno a los 175 lat. min.<sup>-1</sup> de media, con la mencionada variabilidad intra e interindividual.

No existen diferencias significativas entre las medias de Fc de los asaltos ganados respecto de los perdidos.

Los valores medios de lactatèmia de los 66 asaltos analizados (n = 13) ha sido de  $3,59 \pm 1,16$  mmol. l<sup>-1</sup>, con un valor máximo de 6,40 mmol. l<sup>-1</sup>, confirmando la discreta activación del metabolismo anaeròbico láctico.

## Bibliografia

---

1. CALDARONE, G.: (ed). Studi e ricerche di medicina dello sport applicata alla scherma. Pisa: Giardini, 1983.
2. DAL MONTE, A.; FAINA, M.: La valutazione funzionale dello schermatore Dins: Primo seminario di studio per docenti ISEF di scherma. Roma: Scuola dello Sport, CONI, 1980.
3. DE ROSE, H.; TEIXEIRA, M.A.: Télémétrie de l'escrimeur pebdabt l'effort. *Cinésiologie*; 56: 46-47, 1975.
4. DE ROSE, H.; TEIXEIRA, M.A.: Etude télémétriques réalisés au cours des épreuves du championnat du monde d'escrime. *Cinésiologie*; 56: 48-55, 1975.
5. DÍAZ, J.A.: Fundamentos pedagógicos y fisiológicos del entrenamiento de los esgrimistas. La Habana: Científico Técnica, 1981.
6. HOCH, F.; WERLE, E.; WEICKER, H.: Sympathoadrenergic regulation in elite fencers in training and competition. *Int. J. Sports Med.*; 9: 141-145, 1988.
7. IGLESIAS, X.; CANO, D.: El perfil de l'esgrimista a Catalunya. *Apunts Educació Física i Esports*; 19: 45-54, 1990.
8. IGLESIAS, X.; RODRÍGUEZ, F.A.: 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.
9. IGLESIAS, X.; RODRÍGUEZ, F.A.: Perfil funcional de l'esgrima d'alt rendiment. *Memòria del treball de recerca. INEF de Catalunya*, 1990.
10. IGLESIAS, X.; RODRÍGUEZ, F.A.: 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.
11. IGLESIAS, X.; RODRÍGUEZ, F.A.: Valoració indirecta del consum d'oxigen dels esgrimistes en situacions competitives. *Memòria del treball de recerca. Secretaria General de l'Esport. Generalitat de Catalunya. (No publicada)*, 1993.
12. LAVOIE, J.M.; LÉGER, L.; MARINI, J.F.: Comparaisons anthropométriques et physiologiques de deux niveaux d'escrimeurs compétitifs. *La Revue Québécoise de l'Activité Physique*; 2 (3): 91-95, 1984.
13. LAVOIE, J.M.; LÉGER, L.; MARINI, J.F.: Competitions d'escrime. Epée. Analyse des durées et distances de déplacement. *Medicine du Sport*; 59 (5): 279-283, 1985.
14. LAVOIE, J.M.; LÉGER, L.; MARINI, J.F.: Escrime de compétition. Analyse énergétique. *Médocone du Sport*; 62 (6): 310-313, 1988.
15. MARINI, H.F.; FAUCHE, S.; REVENU, D.; CAZORLA, G.: L'évaluation des escrimeurs. Évaluation de la valeur physique. A: *Travaux et recherches E.P.S. Paris: INSEP*, 1984.
16. MONTERVINO, C.: Adattamenti cardiocircolatori nello sport della scherma. *Dins: Scuola dello Sport: Primo seminario di studio per docenti ISEF di scherma. Roma: CONI*, 3-9, 1980.
17. NYSTROM, J.; LINDWALL, O.; CECI, R.; HARMENBERG, J.; SWEDENHAG, J.; EKBLOM, B.: Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *Int. J. Sports Med.*; 11 (2): 136-139, 1990.
18. RITTEL, H.F.; WATERLOH, E.: Données télémétriques de l'entraînement d'escrime. *Cinésiologie*; 56: 37-45, 1975.
19. RODRÍGUEZ, F.A.: Umbral anaeróbico y entrenamiento. *Archivos de Medicina del Deporte*; 10 (3): 145-156, 1986.
20. RODRÍGUEZ, F.A.: Valoració funcional, control i programació de l'entrenament en nedadors, mitjançant tècniques de determinació de lactatèmia. *Revista de Entrenamiento Deportivo*; 2 (I) 28-36, 1987.
21. RODRÍGUEZ, F.A.: Fisiologia, valoració funcional i esport d'alt rendiment. *Apunts d'Educació Física i Esport*; 15: 48-56, 1989.
22. RODRÍGUEZ, F.A.; BRANQUELLS, M.; PONS, V.; DROBNIC, F.; GALILEA, P.: A comparative study of blood lactate analytical methods. *Int. J. Sports Med.*; 13 (6): 462-466, 1992.
23. RODRÍGUEZ, F.A.; ARAGONÉS, M.T.: Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. *Dis: González, J. (ed.). Fisiología de la actividad física y del deporte. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill*, 237-278, 1992.
24. SAPEGA, A.; MINKOFF, J.; VALSAMIS, M.; NICHOLLES, A.: Musculoskeletal performance testing and profiling of elite competitive fencers. *Clinics in Sports Medicine*; 1 (3): 231-244, 1984.
25. SAPEGA, A.; MINKOFF, J.; VALSAMIS, M.; NICHOLLES, A.: Musculoskeletal performance testing and profiling of elite competitive fencers. *Clinics in Sports Medicine*; 1 (3): 231-244, 1984.
25. SKINNER, J.S.; MCLELLAN, T.H.: The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res. Quart. Exerc. Sport*; 51: 234-248, 1980.
26. VELÁZQUEZ, J.R.: Registro directo y continuo de la frecuencia cardíaca durante la actividad esgrimística. *Boletín Científico Técnico INDER*; 4: 25-32, 1978.
27. WATERLOH, E.; RITTEL, H.; NEISEL, G.; LEIDE, E.: La charge physique pendant la compétition d'escrime. *Cinésiologie*; 56: 31-36, 1975.