



Valoració funcional específica en l'esgrima

Xavier Iglesias i Reig

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE BARCELONA
INSTITUT NACIONAL D'EDUCACIÓ FÍSICA DE CATALUNYA

VALORACIÓ FUNCIONAL ESPECÍFICA
EN L'ESGRIMA

TESI DOCTORAL

Xavier Iglesias i Reig

BARCELONA

1997



UNIVERSITAT DE BARCELONA
DIVISIÓ DE CIÈNCIES DE L'EDUCACIÓ
DEPARTAMENT DE TEORIA I HISTÒRIA DE L'EDUCACIÓ

INSTITUT NACIONAL D'EDUCACIÓ FÍSICA DE CATALUNYA
CENTRE DE BARCELONA

PROGRAMA DE DOCTORAT
"ACTIVITAT FÍSICA: ANÀLISI INTERDISCIPLINÀRIA"
1989/91

TESI DOCTORAL

VALORACIÓ FUNCIONAL ESPECÍFICA EN L'ESGRIMA

Tesi doctoral presentada per
XAVIER IGLESIAS I REIG

Per optar al títol de
Doctor en Filosofia i Ciències de l'Educació,
Secció Ciències de l'Educació

Director
Dr. FERRAN A. RODRÍGUEZ I GUIADO

Barcelona, novembre 1997



Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
**Institut Nacional d'Educació Física
de Catalunya**

Adscrit a la Universitat de Barcelona

Avgda. de l'Estadi, s/n.
Anella Olímpica de Montjuïc
08038 Barcelona
Telèfon (93) 425 54 45
Fax (93) 426 36 17

**FERRAN A. RODRIGUEZ I GUISADO, Doctor en Medicina i
Cirurgia, Professor Titular de l'Institut Nacional d'Educació Física
de Catalunya, centre adscrit de la Universitat de Barcelona,**

DECLARA:

Que la memòria presentada per en Xavier Iglesias i Reig per optar al grau de Doctor en Filosofia i Ciències de l'Educació, secció Ciències de l'Educació, amb el títol "Valoració funcional específica en l'esgrima", i que ha estat desenvolupada sota la meva direcció a l'Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, centre de Barcelona, té les condicions requerides de qualitat i interès científic, a més de constituir una aportació original al tema tractat. En conseqüència, n'autoritzo la presentació.

Barcelona, onze de novembre de mil nou-cents noranta-set.

Signat: Dr. Ferran A. Rodríguez i Guisado

La tesi presentada a continuació ha estat realitzada gràcies a diferents ajuts a la recerca atorgats per diferents institucions i sense els quals no hagués estat possible la seva realització:

- **Consejo Superior de Deportes (Ministerio de Educación y Ciencia):**

“Beca de investigación del Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte: Area del deporte de alto rendimiento: subarea de Fisiología del ejercicio aplicada a la optimización del entrenamiento” (1989).

- **Secretaria General de l’Esport de la Generalitat de Catalunya:**

“Ajuts per a la formació de tècnics i científics per mitjà de la recerca” (1990).

“Ajuts a la formació mitjançant la recerca específica i l’estudi de les diverses àrees de les ciències de l’esport” (1992).

- **Institut Nacional d’Educació Física de Catalunya – Centre de Barcelona:**

“Ajuts a la recerca per a alumnes postgraduats” (1991).

“Ajut per a la realització de tesis doctorals (material)” (1991).

“Ajuts per a postgraduats per a la col·laboració en projectes de recerca departamentals” (1995-1997).

IGLESIAS X (1997): Valoració funcional específica en l'esgrima. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya. Barcelona.

*“ Tingues sempre al cor la idea d'Ítaca.
Has d'arribar-hi, és el teu destí,
però no forçis gens la travessia.
És preferible que duri molts anys,
que siguis vell quan fondegis l'illa,
ric de tot el que hauràs guanyat
fent el camí,
sense esperar
que et doni més riqueses.*

*Ítaca t'ha donat el bell viatge,
sense ella no hauries sortit.
I si la trobes pobra, no és que Ítaca
t'hagi enganyat.
Savi, com bé t'has fet,
sabràs el que volen dir les Ítaques...*

*Més lluny, heu d'anar més lluny,
més lluny del demà que ara ja s'acosta.
I quan creieu que arribeu,
sapigueu trobar noves sendes...”*

Fragment d'**Ítaca**

Kavafis (adaptació de Lluís Llach sobre una versió catalana de Carles Riba)

I. DEDICATÒRIES

- ❑ Als meus pares i germans. Sense ells res no hauria estat.

II. AGRAÏMENTS

Agraiments personals

□ Al Dr. Ferran A. Rodríguez, director d'aquesta tesi doctoral, per la seva dedicació envers la meva formació. El seu entusiasme en la recerca i el seu esperit de millora constant m'han guiat en aquests 8 anys d'intens treball i m'han encoratjat en l'exigència personal.

☐ Als meus companys de recerca: Marta Tuda, Francesc Solanellas, Jordi Mateo, Diego Silla i Michel Marina, pel constant suport que ha fet possible una transmissió recíproca dels coneixements que hem anat assolint any darrera any.

☐ A Joan Anton Prat perquè ell em va obrir les portes del CAR de Sant Cugat on vaig iniciar-me en la recerca i vaig aprendre de grans professionals.

☐ Als meus companys del CAR de Sant Cugat: Manel Vela, Joan Verdaguer, Montse Banquells, Piero Galilea, Franchec Drobnic, Joan Riera, Victòria Pons, Boni Cedrún, Mireia Turró, Josep Escoda, Jordi Vila, Guillermo Pérez, Josep Font, Josep Marí, Rosa Angulo i tants d'altres que en la meva estada al CAR em van ajudar amb els seus coneixements i amb la seva amistat.

☐ Als meus companys de la Sala d'Armes Montjuïc i molt concretament a en Xavier Padilla, José Javier Vilagut, Olga Marco, Mònica Moro, Vanesa Papiol, Maite Bermejo, Blanca Anguera, Agustí Gasset, Alfred Mühlbacher, Carles Lerín, Beatriz Giró, Montse Esquerdo, Juanjo Cucala, Alícia Roig, Cèsar G. Llorens i Miquel Ojeda, per ser els que en més ocasions m'han ajudat amb la seva participació o col·laboració.

☐ Als mestres i tècnics que han contribuït en la meva formació com a esgrimidor.

☐ Als professors de l'INEFC de Barcelona i del curs de Doctorat per tot el que m'han ensenyat.

- ❑ A tots els meus alumnes per haver suportat les meves proves, experiències i recerques amb molta paciència i comprensió, i perquè sense la seva personalitat no hagués estat motivat per ampliar els meus coneixements sobre l'esgrima.

- ❑ Al Dr. José Antonio Quevedo, metge de la RFEE, pel seu ajut en les diferents fases de la recerca.

- ❑ Al Director Tècnic de la RFEE, Mestre Joaquin Campomanes, per les facilitats concedides al llarg del procés d'investigació.

- ❑ Al Mestre Alberto Martínez Vassallo, per formar-me com a esgrimidor i per donar-me facilitats en l'elaboració de diferents fases d'aquest treball.

- ❑ A Maribel Pérez i a tot el personal de l'INEFC pel seu suport al llarg d'aquests darrers anys.

- ❑ A tots els esgrimidors i tècnics que han intervingut en aquest treball ja que sense ells no hagués estat possible la seva elaboració.

Agraïments institucionals

- ❑ A l'**Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya**, i en especial al seu centre de Barcelona, per la formació rebuda i per tots els ajuts, econòmics, personals i materials, que han contribuït decididament en la realització d'aquesta tesi.
- ❑ Al **Centre d'Alt Rendiment Esportiu de Sant Cugat** que em va acollir, primer com esportista, i posteriorment com alumne en pràctiques i becari; per oferir-me en tot moment les màximes facilitats per al desenvolupament dels meus treballs de recerca.
- ❑ A la **Secretaria General de l'Esport** de la Generalitat de Catalunya pels ajuts concedits en la meva formació com a investigador.
- ❑ Al **Consejo Superior de Deportes** i concretament a l'**Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte**, per ser la primera institució que va recolzar un dels meus projectes de recerca.
- ❑ Al **Centre d'Estudis de l'Alt Rendiment Esportiu** de la Residència Joaquim Blume, i a tot el seu personal, que en la meva època d'estudiant van contribuir a despertar la meva motivació envers la recerca.
- ❑ A la **Real Federación Española de Esgrima** per les facilitats donades en la fase d'anàlisi dels diferents equips nacionals.
- ❑ A la **Federació Catalana d'Esgrima** pel seu suport i comprensió en la realització d'estudis en competicions oficials.
- ❑ A la **Sala d'Armes Montjuïc, Club d'Esgrima FIDES i Sala de Armas de Madrid** per les facilitats que em van donar en l'anàlisi específica dels seus esgrimidors.

III. GLOSSARI I ABREVIATURES

%	percentatge
μL	microlitres
1V	primera volta eliminatòria
ATP	trifosfat d'adenosina
a. de C.	abans de Crist
bat	batecs
CI	interval de confiança
cm	centímetres
CMJ	salt vertical amb contramoviment
CO_2	diòxid de carboni
CP	fosfat de creatina
de	desviació estàndar o típica
E	despesa energètica
E^{ass}	despesa energètica en els assalts
$E^{\text{ass}}_{\text{net}}$	despesa energètica neta en els assalts
E^{comp}	despesa energètica en la competició
$E^{\text{comp}}_{\text{net}}$	despesa energètica neta en la competició
\dot{E}	potència energètica
\dot{E}^{ass}	potència energètica en els assalts
\dot{E}^{comp}	potència energètica en la competició
EF	espasa femenina
EM	espasa masculina
ED	eliminació directa (sistema competició)
ED16	eliminació directa de 16 tiradors
ED32	eliminació directa de 32 tiradors
ED64	eliminació directa de 64 tiradors
$f(x)$	funció de la variable x
FC	freqüència cardíaca
FC_{max}	freqüència cardíaca màxima

FCE	Federació Catalana d'Esgrima
fem.	femení
$F_{E}O_2$	concentració d'oxigen en l'aire espirat (fracció espiratòria d'oxigen)
FF	floret femení
F_iO_2	concentració d'oxigen en l'aire inspirat (fracció inspiratòria d'oxigen)
FIE	Fédération Internationale d'Esgrime
FM	floret masculí
FR	freqüència respiratòria
F8	final de 8 tiradors (sistema de competició)
h	hores
kcal	quilocalories
kg	quilograms
kJ	quilojulis
km	quilòmetres
L	litres
m	metres
masc.	masculí
max	valor màxim de la variable d'estudi
MET	unitat metabòlica ($3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)
min	minuts
min	valor mínim de la variable d'estudi
mL	mililitres
mm	milímetres
mmol	milimols
N	normal (molar)
n	grandària de la mostra
nm	nanòmetres
ns	diferència no significativa
O_2	oxigen
p	probabilitat

PC	ordinador personal
P _c	pes corporal
R	quocient respiratori
r	coeficient de correlació de Pearson
r ²	coeficient de determinació de Pearson
RFEE	Real Federación Española de Esgrima
RK	rànquing esgrimístic (taula personal)
s	segons
S	sabre
\bar{S}	somatotipus mitjà
s.	segle
SJ	salt vertical amb genolls flexionats 90°
t	temps
T _{3/5}	test de 3 x 5 (protocols específics d'esgrima)
T _{5/3}	test de 5 x 3 (protocols específics d'esgrima)
TF	test de fons (protocols específics esgrima)
TFS	test de fons amb salt (protocols específics esgrima)
v	velocitat
VE	ventilació minut: volum d'aire espirat
$\dot{V}O_2$	consum d'oxigen per unitat de temps
$\dot{V}O_{2max}$	consum màxim d'oxigen
$\dot{V}O_2^{ass}$	consum d'oxigen en els assalts de competició
$\dot{V}O_{2net}^{ass}$	consum d'oxigen net en els assalts de competició
$\dot{V}O_2^{basal}$	consum d'oxigen en repòs (basal)
$\dot{V}O_2^{comp}$	consum d'oxigen en la totalitat de la competició
$\dot{V}O_{2net}^{comp}$	consum d'oxigen net en la totalitat de la competició
$\dot{V}O_2^{repòs}$	consum d'oxigen en repòs
XCONT _{3/5}	mitjana dels temps de contacte del Test de 3x5m
±	més / menys

\bar{X}	mitjana
$\bar{X} \pm de$	mitjana \pm desviació típica
Σ	sumatori
$[La^-]_s^{max}$	concentració sanguínia de lactat (lactatèmia) màxima
$\Delta[La^-]_s$	increment de la lactatèmia

IV. ÍNDEX DE CONTINGUTS

I. DEDICATÒRIES.....	I
II. AGRAÏMENTS.....	VII
III. GLOSSARI I ABREVIATURES.....	XXI
IV. ÍNDEX DE CONTINGUTS.....	XXVII
V. ÍNDEX D'ANNEXES	XXXV
VI. ÍNDEX DE FIGURES	XXXIX
VII. ÍNDEX DE TAULES	LI
VIII. ÍNDEX DE FOTOS	LXV
1. SUMARI	1
2. INTRODUCCIÓ	11
2.1.ORÍGENS DE L'ESGRIMA	13
2.1.1.Els antecedents.....	13
2.1.2.L'esgrima moderna.....	19
2.2.L'ACTUAL ESGRIMA DE COMPETICIÓ.....	22
2.2.1.Els tiradors	22
2.2.2.Les armes.....	23
2.2.3.La tècnica bàsica.....	26
2.2.4.El terreny de combat	29
2.2.5.El material dels tiradors.....	29
2.2.6.El sistema de competició.....	30
2.2.7.L'esgrima en cadira per a disminuïts físics	31
2.3.LA VALORACIÓ FUNCIONAL EN L'ESGRIMA.....	32
2.3.1.Estructura i dinàmica de la competició en l'esgrima.....	34

2.3.2.Valoració cineantropomètrica	39
2.3.3.Freqüència cardíaca en entrenaments i competició.....	42
2.3.4.El consum d'oxigen.....	44
2.3.5.Lactatèmia	48
2.3.6.Potència anaeròbica alàctica.....	49
2.3.7.Proves funcionals específiques	50
2.3.8.Despesa energètica.....	51
2.3.9.Factors perceptiumotrius	54
2.3.10.Model de rendiment.....	56
3. JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS	61
3.1.OBJECTIUS GENERALS.....	64
3.2.OBJECTIUS ESPECÍFICS	65
4. ANÀLISI DE LA SOL-LICITACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS EN ENTRENAMENT I COMPETICIÓ	67
4.1.JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS.....	71
4.2.SUPÒSITS I LIMITACIONS.....	73
4.3.SUBJECTES.....	77
4.3.1.Distribució de la mostra	77
4.3.2.Criteris d'inclusió.....	78
4.4.MATERIAL I MÈTODE	79
4.4.1.Material	79
4.4.2.Mètodes	83
4.4.2.1.Caracterització de la freqüència cardíaca.....	83
4.4.2.2.Caracterització de la lactatèmia	89
4.4.2.3.Caracterització del consum d'oxigen	92
4.4.2.4.Estimació de la despesa energètica en competició	109
4.4.2.5.Estimació de la potència energètica.....	114
4.5.DISSENY I MÈTODE ESTADÍSTIC.....	116

4.5.1.Disseny.....	116
4.5.2.Recollida de dades i anàlisi estadística	122
4.5.2.1.Recollida i tractament de les dades.....	122
4.5.2.2.Anàlisi estadística	123
4.6.RESULTATS	131
4.6.1.La freqüència cardíaca.....	131
4.6.1.1.La freqüència cardíaca en competició	131
4.6.1.2.La freqüència cardíaca en entrenaments	151
4.6.2.La lactatèmia	157
4.6.3.El consum d'oxigen	162
4.6.3.1.L'estimació del consum d'oxigen	162
4.6.3.2.El consum d'oxigen per telemetria.....	181
4.6.3.3.Estudi de validació del mètode d'estimació del consum d'oxigen	189
4.6.4.La despesa energètica en competició	194
4.6.5.Dinàmica de la competició d'esgrima.....	198
4.7.DISCUSSIÓ	204
4.7.1.Freqüència cardíaca.....	206
4.7.2.Lactatèmia	220
4.7.3.Consum d'oxigen.....	224
4.7.4.Despesa energètica en competició	242
4.7.5.Dinàmica temporal de la competició	249
4.8.CONCLUSIONS	257
5. VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS D'ALT RENDIMENT	269
5.1.JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS	273
5.1.1.Valoració dels esgrimidors d'alt rendiment	273
5.1.2.Valoració de la força explosiva dels esgrimidors	276
5.1.3.Definició dels objectius.....	279
5.2.SUPÒSITS I LIMITACIONS	280
5.3. VALORACIÓ DE LA FORÇA EXPLOSIVA DE LES EXTREMITATS INFERIORS.....	283
5.3.1.Subjectes.....	283

5.3.1.1. Distribució de la mostra	283
5.3.1.2. Criteris d'inclusió	286
5.3.2. Material i mètode	287
5.3.2.1. Material	287
5.3.2.2. Mètode	289
5.3.3. Disseny i mètode estadístic	299
5.3.3.1. Disseny	299
5.3.3.2. Tractament de dades i anàlisi estadística	304
5.3.4. Resultats	310
5.3.5. Discussió	367
5.3.6. Conclusions	383

5.4. VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS

D'ALT RENDIMENT	387
5.4.1. Subjectes	387
5.4.1.1. Distribució de la mostra	387
5.4.1.2. Criteris d'inclusió	388
5.4.2. Material i mètode	389
5.4.2.1. Valoració cineantropomètrica	389
5.4.2.2. Valoració ergoespiromètrica	391
5.4.2.3. Valoració de la força explosiva	392
5.4.3. Disseny i mètode estadístic	394
5.4.3.1. Disseny	394
5.4.3.2. Tractament de dades i anàlisi estadística	398
5.4.4. Resultats	401
5.4.4.1. Resultats de la valoració cineantropomètrica	401
5.4.4.2. Resultats de la valoració ergoespiromètrica	412
5.4.4.3. Resultats de la valoració de la força explosiva	415
5.4.5. Discussió	426
5.4.5.1. Valoració cineantropomètrica	427
5.4.5.2. Valoració ergoespiromètrica	435
5.4.5.3. Valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors	439
5.4.6. Conclusions	445

6.CONCLUSIONS	453
6.1.VALORACIÓ FUNCIONAL ESPECÍFICA EN COMPETICIÓ I ENTRENAMENT	455
6.2.VALORACIÓ DE LA FORÇA EXPLOSIVA DE LES EXTREMITATS INFERIORS	460
6.3.VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS D'ALT NIVELL.....	463
6.4.CONCLUSIONS FINALS	467
6.5.PERSPECTIVES DE RECERCA	470
7. REFERÈNCIES	473
8. ANNEXES	521

V. ÍNDEX D'ANNEXES

Annex 1: Qüestionari de dades personals	525
Annex 2: Fulls d'observació i control	529
Annex 3: Valors de freqüència cardíaca, lactatèmia, temps i resultats dels assalts d'una competició internacional	535
Annex 4: Gràfiques de freqüència cardíaca i valors mitjans dels assalts d'una competició internacional.....	541
Annex 5: Gràfiques del registre continu de la freqüència cardíaca en els Campionats de Catalunya d'esgrima 1993.	557
Annex 6: Grficació dels registres de freqüència cardíaca en les poules d'entrenament.....	575
Annex 7: Grficació dels registres de freqüència cardíaca de les classes individuals dels alumnes	591
Annex 8: Grficació dels registres de freqüència cardíaca dels mestres en les classes individuals.....	603
Annex 9: Taules de resultats de la lactatèmia en una competició internacional.....	609
Annex 10: Taules i grficació de l'equació i recta de regressió lineal. Relació freqüència cardíaca-consum d'oxigen en una prova d'esforç sobre cinta rodant i analitzador de gasos CPX II.....	613
Annex 11: Taules de resultats de l'estimació del consum d'oxigen en una competició internacional.....	629
Annex 12: Càlculs i grficació de l'equació i recta de regressió de la relació freqüència cardíaca-consum d'oxigen en una prova d'esforç sobre cinta rodant i analitzador telemètric K2-Cosmed.....	635

Annex 13: Taules de resultats de la comparació del consum d'oxigen en floret i espasa	647
Annex 14: Taules per sexe i armes de l'estimació del consum d'oxigen en competició real.....	651
Annex 15: Grficació dels registres de FC i VO ₂ obtinguts telemètricament durant la realització d'una prova d'esforç sobre cinta rodant	657
Annex 16: Grficació dels registres de FC i VO ₂ obtinguts telemètricament durant la realització d'assalts d'entrenament.....	665
Annex 17: Càlcul de l'equació i la recta de regressió lineal de la relació entre el VO ₂ ^{estimat} , amb les dades de la prova d'esforç, i el VO ₂ ^{real} en assalts d'esgrima. Validació general.....	673
Annex 18: Càlculs i grficació de l'equació i recta de regressió de la relació freqüència cardíaca-consum d'oxigen, en assalts d'entrenament, amb l'analitzador telemètric K2-Cosmed.....	685
Annex 19: Càlcul de l'equació i la recta de regressió lineal de la relació existent entre el VO ₂ ^{estimat} , amb les dades dels assalts, i el VO ₂ ^{real} en assalts d'esgrima. Validació específica.....	697
Annex 20: Taules de l'anàlisi temporal dels Campionats de Catalunya absoluts d'esgrima 1993	709
Annex 21: Matriu de dades del capítol 5	715

VI. ÍNDEX DE FIGURES

Figura 2-1: Els Jocs Olímpics de París l'any 1900 mostren en aquest cartell la presència de l'esgrima en els orígens de l'esport modern.....	21
Figura 4-1: Model de regressió lineal de la relació entre el consum d'oxigen i la freqüència cardíaca aplicada en l'estudi.	95
Figura 4-2: Validació de l'estimació indirecta en un dels subjectes de la mostra mitjançant l'estudi de correlació entre els valors reals i estimats de consum d'oxigen.....	108
Figura 4-3: Evolució de la FC dels assalts en la globalitat dels registres d'una de les tiradores en una competició internacional de floret femení.	133
Figura 4-4: Graficació dels registres de FC en els assalts d'un dels subjectes d'espasa masculina en relació a les mitjanes de la FC en competició i en els assalts.....	136
Figura 4-5: Evolució de la FC en competició internacional en espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6). Les diferències entre gèneres són significatives ($p < 0,001$). Valors expressats en mitjana i desviació estàndard.....	138
Figura 4-6: Evolució de la freqüència cardíaca mitjana del conjunt d'assalts en cadascuna de les fases eliminatòries d'una competició internacional (espasa masculina i floret femení)....	139
Figura 4-7: Graficació de la distribució percentual del temps de treball en cadascuna de les intensitats definides per la FC en els llistats ventilatoris aeròbic i anaeròbic en els dos grups (FF: Floret femení ;i EM: Espasa masculina).	141

Figura 4-8: Evolució dels valors mitjans de la FC en la globalitat dels subjectes estudiats en els Campionats de Catalunya d'Esgrima 1993.....	144
Figura 4-9: Evolució de les mitjanes de la freqüència cardíaca (FC) en les diferents eliminatòries dels Campionats de Catalunya d'esgrima 1993, en les cinc armes.	146
Figura 4-10: Graficació de l'evolució de la FC d'un tirador de la mostra en la disputa del Campionat de Catalunya 1993 d'espasa masculina absoluta.	151
Figura 4-11: Estructura d'una poule oficial de competició (resultats extrets de la memòria oficial dels JJOO de Barcelona'92. COOB'92).	152
Figura 4-12: Gràfica comparativa dels registres de FC d'un dels subjectes en competició i durant una poule d'entrenament.	153
Figura 4-13: Evolució de la freqüència cardíaca (FC) en una classe individual de sabre.	154
Figura 4-14: Evolució de la freqüència cardíaca (FC) en una classe individual d'una tiradora discapacitada física en cadira de rodes.....	155
Figura 4-15: Valors de freqüència cardíaca (FC), en mestre i alumna, d'una classe individual de floret.	156
Figura 4-16: Evolució dels registres de freqüència cardíaca i lactatèmia en un dels tiradors d'espasa masculina en el transcurs d'una competició internacional.	159
Figura 4-17: Graficació de la 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.	166

Figura 4-18: Graficació de les rectes de regressió individuals dels tretze subjectes de la mostra, corresponents a la relació consum d'oxigen-freqüència cardíaca.	167
Figura 4-19: Distribució percentual de la durada total del assalts segons els intervals definits pels llindars ventilatoris aeròbic i anaeròbic en el grup de floret femení (FF), espasa masculina (EM) i global.....	172
Figura 4-20: Distribució percentual de la durada total del assalts segons els intervals de consum d'oxigen en termes relatius al pes corporal.....	173
Figura 4-21: Càlculs i graficació d'una de les equacions i rectes de regressió de la relació $\dot{V}O_2$ -FC obtinguda en una prova d'esforç sobre cinta rodant amb mesurament telemètric del consum d'oxigen (K2-Cosmed).....	176
Figura 4-22: Graficació de les rectes de regressió individuals dels deu subjectes de la mostra, corresponents a la relació $\dot{V}O_2$ -FC en una prova d'esforç sobre cinta rodant i amb valoració telemètrica del consum d'oxigen.....	177
Figura 4-23: Graficació de les mitjanes de l'estimació del consum d'oxigen durant els assalts de tres tiradors en competició de floret (FM) i espasa (EM). Les diferències no són significatives ($p < 0,05$).	179
Figura 4-24: Evolució de la freqüència cardíaca (FC) i el consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$), mesurats telemètricament, durant 25 minuts d'una poule d'entrenament de sabre. S'indica el valor de $\dot{V}O_2$ màxim obtingut a la prova de laboratori ($\dot{V}O_{2max}$).	181

Figura 4-25: Evolució del consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$) i la freqüència cardíaca, mesurats telemètricament, durant una prova d'esforç sobre cinta rodant.....	185
Figura 4-26: Comparació de les mitjanes del consum d'oxigen real i estimat en assalts d'entrenament d'esgrima, incloses les breus pauses de repòs, en els 10 subjectes de la mostra.	187
Figura 4-27: 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.	188
Figura 4-28: Graficació de la recta de regressió resultant de l'estudi de la relació existent entre el $\dot{V}O_2^{\text{real}}$ i el $\dot{V}O_2^{\text{estimat}}$ en un dels subjectes de la mostra.....	189
Figura 4-29: 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.	190
Figura 4-30: Graficació de tots els valors de consum d'oxigen, reals i de l'estimació general, dels 10 subjectes de la mostra, aparellats per a l'obtenció de la recta de regressió lineal global. Els valors estimats són extrets de l'aplicació de l'equació de regressió FC- $\dot{V}O_2$ resultant de la prova d'esforç amb el K2-Cosmed i es grafica la recta de regressió amb l'interval definit per l'error estàndard de l'estimació.....	191
Figura 4-31: Graficació de tots els valors de consum d'oxigen, reals i de l'estimació específica, dels 10 subjectes de la mostra, aparellats per a l'obtenció de la recta de regressió lineal global. Els valors estimats són extrets de l'aplicació de l'equació de regressió FC- $\dot{V}O_2$ en els mateixos assalts amb el	

K2-Cosmed i es grafica la recta de regressió amb l'interval definit per l'error estàndard de l'estimació.	193
Figura 4-32: Distribució percentual del temps en competició en una prova internacional de floret femení i espasa masculina.	201
Figura 4-33: Distribució percentual de la durada dels Campionats de Catalunya d'esgrima 1993.	202
Figura 4-34: Esquematització dels diferents estudis d'estimació del consum d'oxigen i validació del mètode relacionats en el present treball.	236
Figura 5-1: Distribució per armes de la mostra de subjectes de l'estudi de força explosiva de les extremitats inferiors.	284
Figura 5-2: Comparació de la distribució percentual de la mostra de la tesi i la resta de tiradors no inclosos, segons la seva agrupació per categories de competició. S'inclou un segon gràfic amb la comparació del nombre total de subjectes de la mostra en relació a la població no inclosa, segons el nombre de llicències de competició 1993 de RFEE (RFEE 1994).	285
Figura 5-3: Quadre d'assignació del rànquing complementat amb els índexs de correcció utilitzats per a establir la puntuació de nivell individual a cadascun dels tiradors de la mostra.	287
Figura 5-4: Mitjanes dels resultats dels protocols generals de força explosiva, segons el sexe, en la globalitat de la mostra. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....	313
Figura 5-5: Mitjanes dels resultats dels protocols específics de força	

explosiva, segons el sexe, en la globalitat de la mostra.
També es presenta la significació estadística de les
diferències entre les mitjanes, representada com segueix:
*** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).315

Figura 5-6: Comparació dels valors registrats en el protocols generals
de força explosiva segons el nivell dels esgrimidors.....321

Figura 5-7: Comparació dels valors registrats en el protocols específics
de força explosiva segons el nivell dels esgrimidors.....324

Figura 5-8: Comparació de les mitjanes dels resultats obtinguts, per la
totalitat de la mostra, en els protocols generals de força
explosiva, segons la seva distribució en 5 intervals de
puntuació del rànquing dissenyat en aquest estudi. També es
representa la significació estadística de les diferències entre
les mitjanes dels intervals consecutius, representada com
segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s.327

Figura 5-9: Comparació de les mitjanes dels resultats obtinguts, per la
totalitat de la mostra, en els protocols específics de força
explosiva, segons la seva distribució en 5 intervals de
puntuació del rànquing dissenyat en aquest estudi. També es
representa la significació estadística de les diferències entre
les mitjanes dels intervals consecutius, representada com
segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s.329

Figura 5-10: Comparació dels valors registrats en els protocols generals
segons la categoria dels esgrimidors. També es presenta la
significació estadística de les diferències entre les mitjanes de
les categories consecutives, representada com segueix: ***
($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....332

Figura 5-11: Comparació dels valors registrats en els protocols
específics segons la categoria dels esgrimidors. També es

presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....334

Figura 5-12: Comparació dels valors registrats en el SJ segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....341

Figura 5-13: Comparació dels valors registrats en el CMJ segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....342

Figura 5-14: Comparació dels valors registrats en el coeficient d'elasticitat segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....343

Figura 5-15: Comparació dels valors registrats en el TF segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....346

Figura 5-16: Comparació dels valors registrats en el TFS segons el

<p>sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).....</p>	347
<p>Figura 5-17: Comparació dels valors registrats en el T3x5 segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. La figura presenta en ordre invers els valors de l'eix Y per tal de millorar la comprensió del gràfic.....</p>	348
<p>Figura 5-18: Perfil de les diferents categories en la comparació, en puntuacions normalitzades Z, de les mitjanes de les principals variables analitzades. Els valors del test de 3x5 m, així com el temps de contacte es presenten en valors inversos per tal de millorar la seva interpretació en el perfil.....</p>	349
<p>Figura 5-19: Resultats dels protocols generals de força explosiva, en les 5 armes, en tiradors de nivell 1 i 2.</p>	354
<p>Figura 5-20: Resultats dels protocols específics de força explosiva, en les 5 armes, en tiradors de nivell 1 i 2.</p>	356
<p>Figura 5-21: Mitjanes dels resultats dels protocols generals de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1 i 2. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).</p>	359
<p>Figura 5-22: Mitjanes dels resultats dels protocols específics de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1 i 2. També es representa la significació estadística de les diferències</p>	

entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).	361
Figura 5-23: Somatocarta de les mitjanes per arma de les diferents seleccions espanyoles absolutes d'esgrima.	402
Figura 5-24: Somatocarta de la selecció espanyola abs. d'espasa masculina.....	403
Figura 5-25: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta de floret masculí	404
Figura 5-26: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta de sabre.	405
Figura 5-27: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta de floret femení.....	406
Figura 5-28: Mitjanes dels resultats dels protocols generals de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s.	417
Figura 5-29: Mitjanes dels resultats dels protocols específics de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).	419
Figura 5-30: Perfil de les diferents seleccions espanyoles de les 5 armes en puntuacions normalitzades Z. Els valors del test de 3x5 m, així com el temps de contacte es presenten en valors inversos per tal de millorar la seva interpretació.	425

VII. ÍNDEX DE TAULES

Taula 2-1: Resultats de la valoració cronomètrica dels assalts en el Campionat d'Alemanya de 1969.	36
Taula 2-2: Estudi cronomètric realitzat en els Campionats del món d'esgrima del 1991.....	37
Taula 2-3: Estructura temporal i dinàmica en una competició internacional d'espasa masculina.	38
Taula 2-4: Recull de les principals valoracions de consum màxim d'oxigen en esgrimidors extretes de la literatura específica.....	46
Taula 2-5: Càlculs de la despesa energètica en diferents situacions de l'entrenament d'esgrimidors cubans.	53
Taula 4-1: Valors de freqüència cardíaca (FC) i durada dels assalts, en espasa masculina i floret femení (n=13), en les diferents eliminatòries d'una competició oficial de nivell internacional....	132
Taula 4-2: Valors de FC, en espasa masculina (n=7), en les diferents eliminatòries d'una competició oficial de caràcter internacional.	134
Taula 4-3: Valors de FC, en floret femení (n=6), en les diferents eliminatòries d'una competició oficial de caràcter internacional.	135
Taula 4-4: Valors globals i per modalitats de la FC de la totalitat dels assalts d'una competició oficial de caràcter internacional.....	137
Taula 4-5: Distribució percentual del temps total acumulat de la durada dels assalts, segons els intervals de freqüència cardíaca en	

relació als líndars ventilatoris aeròbic i anaeròbic determinats en una prova d'esforç en cinta rodant.....	141
Taula 4-6: Valors mitjans de freqüència cardíaca, durada i lactatèmia, en els assalts, segons el resultat final de victòria o derrota. Competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6). Les diferències entre victòria i derrota en les diferents variables no són significatives ($p < 0,05$).	142
Taula 4-7: Resultats globals (n=30), en les 5 armes, de la freqüència cardíaca registrada durant els Campionats de Catalunya absoluts d'esgrima del 1993.	143
Taula 4-8: Valors de freqüència cardíaca, en homes i dones, registrats en competició (Campionats de Catalunya absoluts 1993).	143
Taula 4-9: Valors de freqüència cardíaca en competició real d'espasa masculina (n=9) (Campionats de Catalunya absoluts 1993). ..	147
Taula 4-10: Valors de freqüència cardíaca en competició real d'espasa femenina (n=7) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).	147
Taula 4-11: Valors de freqüència cardíaca en competició real de floret masculí (n=5) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).	148
Taula 4-12: Valors de freqüència cardíaca en competició real de floret femení (n=4) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).	149
Taula 4-13: Valors de freqüència cardíaca en competició real de sabre (n=5) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).	150
Taula 4-14: Valors temporals i de freqüència cardíaca en entrenaments de poule i classe individual.	155
Taula 4-15: Concentració sanguínia de lactat en cadascuna de les eliminatòries d'una competició internacional d'esgrima pels	

grups d'esgrimadors estudiats.	160
Taula 4-16: Valors mitjans i extrems de l'edat i dels principals paràmetres antropomètrics dels subjectes de la mostra.....	163
Taula 4-17: Principals paràmetres ergoespiromètrics dels subjectes de la mostra obtinguts en la prova d'esforç.	164
Taula 4-18: Principals paràmetres cardiocirculatoris i metabòlics relacionats dels 13 subjectes obtinguts en la prova d'esforç progressiva sobre cinta rodant.....	165
Taula 4-19: Resultats de l'estimació del consum d'oxigen, absolut i relatiu al pes, en els assalts, exempts de les pauses i escalfament entre ells, en una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).....	168
Taula 4-20: Resultats de l'estimació del consum d'oxigen, absolut i relatiu al pes, de la globalitat d'una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).....	169
Taula 4-21: Consum d'oxigen, total i net, en la globalitat d'una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).	170
Taula 4-22: Consum d'oxigen en els assalts, exempts de les pauses i escalfament entre ells, en una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).....	171
Taula 4-23: Resultats obtinguts per la mostra de 10 esgrimadors en la prova d'esforç sobre cinta rodant amb l'ergoespiròmetre telemètric (K2-Cosmed).	175
Taula 4-24: Resultats de l'estimació del consum d'oxigen en competició real d'esgrima (Campionats de Catalunya absoluts 1993; n=12).....	178

Taula 4-25: Resultats globals i per sexes de l'estimació del consum d'oxigen en competició real d'esgrima. Dades comparatives amb el consum màxim d'oxigen valorat en laboratori.	180
Taula 4-26: Resultats del mesurament ergoespiromètric per telemetria del consum d'oxigen en esgrimidors durant assalts d'entrenament. S'indiquen els valors globals, incloses les fases d'assalt i recuperació entre assalts, així com els valors relatius respecte dels resultats de la prova de laboratori (% FCmax i % $\dot{V}O_{2max}$).....	182
Taula 4-27: Resultats de la valoració ergoespiromètrica per telemetria del consum d'oxigen en esgrimidors durant assalts d'entrenament. S'indiquen els valors de situació real d'assalt, excloses les fases de recuperació entre assalts, així com els valors relatius respecte dels resultats de la prova de laboratori (% FCmax i % $\dot{V}O_{2max}$).	183
Taula 4-28: 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'entrenament d'esgrima (n=10).....	186
Taula 4-29: Valors de la despesa energètica (E, kcal, kJ) estimada bruta (E^{ass}) i neta (E^{ass}_{net}) en la realització dels diferents assalts d'una competició internacional d'esgrima.	194
Taula 4-30: Valors de la despesa energètica (E, kcal, kJ) estimada bruta (E^{comp}) i neta (E^{comp}_{net}) durant el transcurs de la globalitat (assalts més descans) d'una competició internacional d'esgrima.	195
Taula 4-31: Valors mitjans i extrems de la despesa (E, kcal) i potència	

energètiques (\dot{E} , kcal·min ⁻¹ , kJ·min ⁻¹) estimades. Valors dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$) i de la globalitat ($\dot{V}O_2^{comp}$) en una competició internacional d'esgrima.	196
Taula 4-32: Comparació de la potència energètica (\dot{E} , kcal·min ⁻¹ , kJ·min ⁻¹ ;kJ·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) estimada en els assalts d'entrenament i en competicions de diferent nivell.	197
Taula 4-33: Paràmetres temporals durant la competició "Torneig Internacional Generalitat de Catalunya 1991".....	198
Taula 4-34: Durada dels assalts dels Campionat de Catalunya absoluts 1993 a les 5 armes (n=30).....	198
Taula 4-35: Durada dels assalts relativa a cadascuna de les 5 armes (Campionats de Catalunya absoluts 1993).	203
Taula 4-36: Recull de diferents mesuraments del consum màxim d'oxigen en laboratori i durant la pràctica de l'esgrima en assalts en competició real i simulada.....	228
Taula 4-37: Comparació dels principals paràmetres temporals en les 5 armes de l'esgrima en competició oficial.	252
Taula 5-1: Expressió de tots els dies de l'any segons el sistema decimal.	294
Taula 5-2: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per sexes.	311
Taula 5-3: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de	

la mostra, segons la seva distribució per sexes.....	312
Taula 5-4: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per sexes.....	314
Taula 5-5: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per armes.....	316
Taula 5-6: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per armes.....	317
Taula 5-7: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per armes.....	318
Taula 5-8: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, dels subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivells.	319
Taula 5-9: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivells.....	320
Taula 5-10: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivells.....	323
Taula 5-11: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivell esgrimístic determinat en la recodificació de la variable rànquing.....	325
Taula 5-12: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors de tots els subjectes	

segons la recodificació del rànquing.	326
Taula 5-13: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivell esgrimístic en la recodificació de la variable rànquing.	328
Taula 5-14: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per categories de competició.	330
Taula 5-15: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per categories de competició.....	331
Taula 5-16: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per categories de competició.....	333
Taula 5-17: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de la mostra masculina segons la seva distribució per categories de competició.....	337
Taula 5-18: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de la mostra femenina, segons de la seva distribució per categories de competició.....	338
Taula 5-19: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per categories de competició.	339
Taula 5-20: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra femenina, segons de la seva distribució per categories de competició.	340

Taula 5-21: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per categories de competició.	344
Taula 5-22: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra femenina, segons de la seva distribució per categories de competició. ...	345
Taula 5-23: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de la mostra masculina, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).	350
Taula 5-24: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).	351
Taula 5-25: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).	351
Taula 5-26: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per armes.	352
Taula 5-27: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per armes.	353
Taula 5-28: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per armes.	355
Taula 5-29: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva	

distribució per sexes.	357
Taula 5-30: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.	358
Taula 5-31: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.	360
Taula 5-32: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).	362
Taula 5-33: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).	363
Taula 5-34: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).	363
Taula 5-35: Correlacions existents entre les principals variables que incideixen en els nivells de força explosiva en la totalitat de la mostra.	365
Taula 5-36: Correlacions existents entre les principals variables que incideixen en els nivells de força explosiva en subjectes de nivell 1 i 2.	366
Taula 5-37: Resultats dels principals paràmetres cineantropomètrics de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de	

finalitzar aquesta fase de l'estudi.....	407
Taula 5-38: Resultats de la comparació de les simetries corporals en els diàmetres de les extremitats superiors i inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi. S'afegeixen les dades de la globalitat de la mostra, masculina i femenina, per a determinar el nivell de significació estadística de les diferències de les mitjanes i l'interval de confiança (CI: 95%) de l'asimetria.	408
Taula 5-39: Resultats dels principals paràmetres cineantropomètrics, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola al finalitzar aquesta fase de l'estudi.	410
Taula 5-40: Resultats de la comparació de les simetries corporals en els diàmetres de les extremitats superiors i inferiors de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.	411
Taula 5-41: Resultats dels principals paràmetres ergoespiromètrics de la prova d'esforç sobre cinta ergomètrica de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.	413
Taula 5-42: Resultats dels principals paràmetres ergoespiromètrics de la prova d'esforç sobre cinta ergomètrica de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.	

No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.414

- Taula 5-43: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.....415
- Taula 5-44: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.....416
- Taula 5-45: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.....418
- Taula 5-46: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.420
- Taula 5-47: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.421
- Taula 5-48: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.423
- Taula 5-49: Correlacions existents entre les principals variables que incideixen en els nivells de força explosiva en subjectes de nivell 1.....424

VIII. ÍNDEX DE FOTOS

Foto 2-1: Secció d'una espasa.	23
Foto 2-2: Secció d'un floret.	24
Foto 2-3: Secció d'un sabre.	25
Foto 2-4: Exemple de la guàrdia d'un espasista en competició	26
Foto 2-5: Fi de la fase de vol en l'execució d'un fons.	27
Foto 2-6: Acció d'atac en fletxa d'un espasista.	28
Foto 2-7: Assalt d'esgrima en cadira de rodes dels JJPP'92.	31
Foto 4-1: Col·locació de la careta i la màscara amb la turbina del K2-Cosmed en una de les tiradores.....	81
Foto 4-2: Cardiotacòmetre Sport-Tester Polar 4000.....	82
Foto 4-3: Imatge de l'extracció de sang capilar del lòbul de l'orella en un dels esgrimidors de la mostra.	91
Foto 4-4: Classe individual d'entrenament d'una de les tiradores de florete femení amb el seu mestre.	103
Foto 4-5: Prova d'esforç sobre cinta rodant amb mesurament dels gasos espirats amb l'equip telemètric (K2-Cosmed).....	106
Foto 4-6: Classe individual d'entrenament d'una de les tiradores de florete femení amb el seu mestre.....	157
Foto 5-1: Execució del test de fons sobre la plataforma de contacte.....	296

Foto 5-2: Enquadrament en el monitor del televisor d'una de les imatges analitzades per a la determinació de la distància assolida en la realització d'un fons en els protocols específics.....	393
Foto 5-3: Execució del Test de Fons per un membre de l'equip nacional.	419

1. SUMARI

SUMARI (Català)

Es realitza una anàlisi de les demandes fisiològiques de l'esgrima en competició i del perfil funcional dels esgrimidors de diferents nivells. Un primer estudi es centra en la resposta funcional en entrenament i competició (n=55). Es caracteritza la FC, la lactatèmia, el consum d'oxigen, la despesa energètica i la durada dels assalts en competicions oficials i entrenament. La força explosiva de les extremitats inferiors és avaluada en laboratori (n=215) per la dificultat que comporta la seva anàlisi sobre la pista. Finalment es realitza la valoració funcional dels integrants de la selecció espanyola d'esgrima (n=28) per determinar un perfil funcional de l'esgrimidor d'alt nivell. De l'anàlisi en competició es destaca la variabilitat de la resposta funcional dels esgrimidors atesa la influència de factors com l'adaptació cardiocirculatòria individual, importància de la competició, eliminatòria registrada, nivell del rival, dinàmica competitiva, arma i gènere. Es comprova que, en els assalts, el 41 % (de=34%) del temps es registren freqüències cardíques per sobre del llindar anaeròbic, el 39 % (de=26 %) entre els dos llindars i el 20 % (de=18 %) per sota del llindar aeròbic. Els valors de lactatèmia en competició oficial ($\bar{X}=3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; de=1,1) confirmen la feble activació de la glucolisi làctica. Els assalts representen tan sols un 18 % del temps total de competició. S'utilitza un mètode de càlcul indirecte del $\dot{V}O_2$ en funció de la relació individual FC- $\dot{V}O_2$. En assalts de competició, el consum d'oxigen estimat en dones ($\bar{X}=39,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) és inferior al dels homes ($\bar{X}=53,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La intensitat individual mitjana es troba entre el 56 % i el 74 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, amb màxims entre el 75 % i el 99 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, el que confirma la rellevància dels requeriments aeròbics en l'esgrima. El consum d'oxigen en la competició internacional és superior al registrat en una competició autonòmica i al de diferents

situacions d'entrenament. Entre tiradors del mateix sexe no es detecten diferències significatives en funció de l'arma. Amb l'ajut d'un analitzador telemètric de gasos espirats es valida el mètode d'estimació, detectant-se una sobreestimació del consum d'oxigen que disminueix en millorar l'especificitat de la relació FC- $\dot{V}O_2$. La potència energètica presenta valors superiors en competició internacional ($\bar{X}=15,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) als de proves autonòmiques ($\bar{X}=12,3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) i als d'entrenament ($\bar{X}=7,4$ a $9,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). En la valoració de les extremitats inferiors en el laboratori s'observen valors superiors de 2,1 cm de mitjana en el CMJ ($\bar{X}=33,2 \text{ cm}$) sobre el SJ ($\bar{X}=31,1 \text{ cm}$). En els protocols específics, dissenyats en l'estudi, també s'obtenen valors superiors amb la intervenció del component elàstic de la musculatura. La força explosiva augmenta amb l'edat dels 6 als 18 anys, des d'on s'estabilitza. En la comparació per sexes i categories, exceptuant la categoria "M-12", la mostra masculina té valors significativament superiors en tots els tests. Els sabristes presenten millors valors en els protocols on intervé el component elàstic de la musculatura. Els bons nivells de força de les extremitats inferiors confirmen la importància dels recursos anaeròbics alàctics, essent, aquest factor, determinant per al rendiment, però no discriminant per si sol entre subjectes del mateix nivell esgrímístic. De l'anàlisi antropomètrica de la selecció espanyola destaca el somatotipus ectomesomòrfic ($\bar{S}=2,3-4,5-2,9$) de l'equip masculí i la marcada asimetria dels perímetres musculars de les extremitats ($p<0,001$), condicionada pel treball unilateral amb l'arma i la hipertrofia de la cuixa anterior per l'efecte de les contraccions excèntriques en la frenada del fons. En el $\dot{V}O_{2\text{max}}$ en laboratori l'equip espanyol masculí també presenta valors superiors ($\bar{X}=56,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) al femení ($\bar{X}=46,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La força explosiva del homes de la selecció espanyola en el SJ ($\bar{X}=38,3 \text{ cm}$; $de=3,9$) i en el CMJ ($\bar{X}=43,1 \text{ cm}$; $de=6$) és similar a la de l'equip nacional italià d'esgrima i congruent a la descrita en esports d'equip.

SUMARIO (Español)

Se realiza un análisis de las demandas fisiológicas de la esgrima de competición y del perfil funcional de esgrimistas de distintos niveles. Un primer estudio se centra en la respuesta funcional en entrenamiento y competición (n=55). Se caracteriza la FC, la lactacidemia, el consumo de oxígeno, el gasto energético y la duración de los asaltos en competiciones y entrenamiento. La fuerza explosiva de extremidades inferiores es evaluada en laboratorio (n=215) por la dificultad de su análisis sobre la pista. Finalmente se realiza la valoración funcional de la selección española de esgrima (n=28) para determinar un perfil funcional del esgrimista de élite. Del análisis en competición destaca la variabilidad de la respuesta funcional de los esgrimistas por la influencia de factores como la adaptación cardiocirculatoria individual, importancia de la competición, eliminatoria registrada, nivel del rival, dinámica competitiva, arma y género. Se comprueba que, en asaltos, el 41 % (de=34%) del tiempo se registra una FC por encima del umbral anaeróbico, el 39 % (de=26 %) entre los dos umbrales y el 20 % (de=18 %) bajo el umbral aeróbico. Los valores de lactacidemia en competición ($\bar{X}=3,7$ mmol·L⁻¹; de=1,1) confirman la débil activación de la glucólisis láctica. Los asaltos representan solo un 18 % del tiempo total de competición. Se utiliza un método de cálculo indirecto del $\dot{V}O_2$ en función de la relación individual FC- $\dot{V}O_2$. En asaltos de competición, el consumo de oxígeno estimado en mujeres ($\bar{X}=39,6$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) es inferior al de los hombres ($\bar{X}=53,9$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). La intensidad individual media está entre el 56 % y el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$, con máximos entre el 75 % y el 99 % del $\dot{V}O_{2max}$, que confirman la importancia de los requerimientos aeróbicos en la esgrima. El consumo de oxígeno en competición internacional es superior al registrado en competición autonómica y en diferentes situaciones de entrenamiento. Entre tiradores del mismo sexo no se detectan diferencias significativas en función del arma. Con la ayuda de un analizador

telemétrico de gases espirados se valida el método de estimación, detectándose una sobreestimación del $\dot{V}O_2$ que disminuye en mejorar la especificidad de la relación FC- $\dot{V}O_2$. La potencia energética presenta valores superiores en competición internacional ($\bar{X}=15,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) a los de pruebas autonómicas ($\bar{X}=12,3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) y a los de entrenamiento ($\bar{X}=7,4$ a $9,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). En la valoración de las extremidades inferiores en el laboratorio se observan valores superiores de 2,1 cm de media en el CMJ ($\bar{X}=33,2 \text{ cm}$) sobre el SJ ($\bar{X}=31,1 \text{ cm}$). En los protocolos específicos, diseñados en el estudio, también son superiores los resultados con intervención del componente elástico de la musculatura. La fuerza explosiva aumenta con la edad de los 6 a los 18 años, donde se estabiliza. En la comparación per sexos y categorías, exceptuando la categoría "M-12, la muestra masculina es significativamente superior en todos los tests. Los sablistas presentan mejores valores en protocolos donde interviene el componente elástico de la musculatura. Los buenos niveles de fuerza en extremidades inferiores confirman la importancia de los recursos anaeróbicos alácticos, siendo este factor, determinante para el rendimiento, pero no discriminante por sí solo entre sujetos del mismo nivel esgrimístico. Del estudio antropométrico de la selección española destaca el somatotipo ectomesomórfico ($\bar{S}=2,3-4,5-2,9$) del equipo masculino y la marcada asimetría de los perímetros musculares de las extremidades ($p<0,001$), condicionada por el trabajo unilateral con el arma y la hipertrofia del muslo anterior por efecto de las contracciones excéntricas en la frenada del fondo. El $\dot{V}O_{2\text{max}}$ en laboratorio el equipo nacional español masculino presenta valores superiores ($\bar{X}=56,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) al femenino ($\bar{X}=46,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La fuerza explosiva de los hombres de la selección española en el SJ ($\bar{X}=38,3 \text{ cm}$; $de=3,9$) y en el CMJ ($\bar{X}=43,1 \text{ cm}$; $de=6$) es similar a la del equipo nacional italiano de esgrima y congruente a la descrita en deportes de equipo.

SUMMARY (English)

Here we present a multidimensional analysis of the physiological demands of competitive fencing, and a physiological profile of competitors of various levels. The first study was focused on the physiological response during training and competition (n=55). We characterized HR, blood lactate, oxygen uptake, energy expenditure, and exercise duration during competition and training. Explosive strength of the knee extensors was also measured in the laboratory (n=215) because of the difficulties at field studies. Finally, we carried out systematic physiological testing of the Spanish National fencing team (n=28) in order to establish a physiological profile of elite fencers. From the analysis during competition we emphasize the variability of the physiological response, due to different factors such as the individual cardiocirculatory adaptation, the relevance of the competition, the round studied, the opponent's level, the competitive dynamics, the weapons, and the competitors' gender. It was found that during different competitive assaults, 41% (sd=34%) of the time the competitors' heart rates were above that HR corresponding to the anaerobic threshold, 39% (sd=26%) of the time HR were between the two thresholds, and 20% (sd=18%) of the time HR were under the aerobic threshold. Low blood lactate concentration levels during competition ($\bar{X}=3.7$ mmol·L⁻¹; sd=1.1) indicate a weak activation of the overall glycolytic metabolism. Assaults represent alone 18% of total competition time. A method of $\dot{V}O_2$ estimation during the exercise based on the individual HR- $\dot{V}O_2$ relationship was used. In competitive assaults, the estimated oxygen uptake averaged 39.6 mL·kg⁻¹·min⁻¹ for female fencers, a lower value as compared with men ($\bar{X}=53.9$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). Average intensity was found to be between 56% and 74% of $\dot{V}O_{2max}$, with maximal values in between 75% and 99% of $\dot{V}O_{2max}$. These results confirm the intensity of the aerobic demands in fencing. Average oxygen consumption measured during an international competition was found to be larger as compared to that registered during a regional tournament, as well as in several training situations. No significant differences were found in relation

to the weapon used among fencers of the same gender. A telemetric gas analyzer was used to validate the method of $\dot{V}O_2$ estimation. Our results showed an overestimation of real (measured) $\dot{V}O_2$, which decreased when the HR- $\dot{V}O_2$ relationship was established in a more specific manner. Energy rate values during an international competition ($\bar{X}=15.4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) were found to be higher than those measured during a regional tournament ($\bar{X}=12.3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$), as well as during training ($\bar{X}=7.4$ to $9.8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). When the knee extensors were tested at the laboratory by means of general jumping exercise protocols, CMJ values were found to be 2.1 cm higher ($\bar{X}=33.2 \text{ cm}$) than SJ values ($\bar{X}=31.1 \text{ cm}$), as expected. In specific testing protocols designed for the purpose of this study, results were also found to be higher when the elastic component of muscle strength was elicited. In a cross-sectional study, explosive strength increased with age from 6 up to 18 years, and then results stabilized. Male competitors showed consistently higher strength values in all categories, with the exception of the under-12 years age group. Sabre fencers showed higher strength values in protocols in which the elastic component was elicited. High levels of strength in the lower limbs indicate the relevance of the anaerobic alactacid metabolic mechanisms. This is probably a relevant factor for performance, but it does not discriminate by itself among fencers of similar competitive levels. The anthropometric study of the Spanish National team showed a male ectomesomorphic mean somatotype ($\bar{S}=2.3-4.5-2.9$), and marked asymmetry of the limb girths ($p<0.001$), caused by unilateral work with the weapon, and thigh hypertrophy of the anterior limb caused by the repeated eccentric actions during the lunge. Members of the Spanish National male team showed larger $\dot{V}O_{2\text{max}}$ values ($\bar{X}=56.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) as compared to the females ($\bar{X}=46.3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), as expected. Male competitors showed higher explosive strength values in the SJ ($\bar{X}=38.3 \text{ cm}$; $\text{sd}=3.9$), and in the CMJ ($\bar{X}=43.1 \text{ cm}$; $\text{sd}=6$), reaching similar levels as the Italian National fencing team, and also in agreement with values reported for different team sports.

RÉSUMÉ (Français)

On fait une analyse des demandes physiologiques de l'escrime de compétition et du profil fonctionnel d'escrimeurs de différents niveaux. Une première étude se centre sur la réponse fonctionnelle pendant l'entraînement et en compétition (n=55). On mesure la FC, la lactatémie, la consommation d'oxygène, la dépense énergétique et la durée des assauts en compétitions et entraînement. La force explosive des extrémités inférieures est évaluée au laboratoire (n=215) dû aux difficultés de son analyse sur la piste. Enfin, on fait l'évaluation fonctionnelle de l'équipe espagnole d'escrime (n=28) pour déterminer un profil fonctionnel de l'escrimeur d'haut niveau. Après l'analyse en compétition on détache la variabilité de la réponse fonctionnelle des escrimeurs due à l'influence de facteurs tels comme l'adaptation cardiocirculatoire individuelle, l'importance de la compétition, l'éliminatoire enregistrée, le niveau du rival, la dynamique compétitive, l'arme, et le sexe. On vérifie que, dans les assauts, 41 % (de=34%) du temps on enregistre une FC par dessus du seuil anaérobie, 39 % (de=26 %) entre les deux seuils et 20 % (de=18 %) par dessous du seuil aérobie. Les valeurs de lactatémie en compétition ($\bar{X}=3,7$ mmol·L⁻¹; de=1,1) confirment la faible activation de la glycolyse lactique. Les assauts représentent seulement un 18 % du temps total de compétition. On utilise une méthode de calcul indirect du $\dot{V}O_2$ en fonction de la relation individuelle FC- $\dot{V}O_2$. Aux assauts de compétition, la consommation d'oxygène estimée pour les femmes ($\bar{X}=39,6$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) est inférieure à celle des hommes ($\bar{X}=53,9$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). L'intensité individuelle moyenne se trouve entre le 56 % et 74 % de la $\dot{V}O_{2max}$, avec des maximums entre le 75 % et 99 % du $\dot{V}O_{2max}$, ce que confirme l'importance des besoins aérobie en escrime. La $\dot{V}O_2$ en compétition internationale est supérieure à celle enregistrée dans une compétition régionale et en différents situations d'entraînement. Entre tireurs du même sexe on ne détecte pas de différences significatives par rapport à l'arme. Avec un analyseur

téléométrique de gaz expiré on valide la méthode d'estimation, en constatant une surestimation de la $\dot{V}O_2$ que diminue en même temps qu'améliore la spécificité de la relation FC- $\dot{V}O_2$. La puissance énergétique montre des valeurs supérieures en compétition internationale ($\bar{X}=15,4$ kcal·min⁻¹) à celles des épreuves régionales ($\bar{X}=12,3$ kcal·min⁻¹) et à celles des entraînements ($\bar{X}=7,4$ à $9,8$ kcal·min⁻¹). Dans l'évaluation des extrémités inférieures au laboratoire on constate des valeurs moyennes supérieures en $2,1$ cm au CMJ ($\bar{X}=33,2$ cm) par rapport au SJ ($\bar{X}=31,1$ cm). Avec les protocoles spécifiques, dessinés dans cet étude, on obtient aussi des valeurs supérieures avec l'intervention du composant élastique de la musculature. La force explosive augmente à partir de l'âge de 6 ans jusqu'à 18 ans, et ensuite se stabilise. En faisant une comparaison par sexes et catégories, à l'exception de la catégorie "M-12, les hommes ont des valeurs significativement supérieures dans tous les tests. Les sabreurs montrent des meilleures valeurs dans les protocoles où il y a l'intervention du composant élastique de la musculature. Les bons niveaux de force des extrémités inférieures confirment l'importance des sources anaérobies alactiques. Ce facteur, est déterminant pour la performance, mais ne sert pas pour discriminer par lui-même les sujets du même niveau escrimeur. Après l'étude anthropométrique de l'équipe espagnole on détache le somatotype ectomesomorphyque ($\bar{S}=2,3-4,5-2,9$) des hommes et l'importante asymétrie des périmètres musculaires des extrémités ($p<0,001$), conditionnée par le travail unilatéral avec l'arme et l'hypertrophie de la cuisse antérieure par effet des contractions excentriques pendant la fente. Au laboratoire l'équipe masculine présente aussi des valeurs de la $\dot{V}O_{2max}$ supérieures ($\bar{X}=56,5$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) à l'équipe féminine ($\bar{X}=46,3$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). La force des hommes de l'équipe espagnole au SJ ($\bar{X}=38,3$ cm; $de=3,9$) et au CMJ ($\bar{X}=43,1$ cm; $de=6$) est similaire à celle de l'équipe italienne d'escrime et coïncide avec la description des différents sports d'équipe.

2. INTRODUCCIÓ

2. INTRODUCCIÓ	11
2.1.ORÍGENS DE L'ESGRIMA.....	13
2.1.1.Els antecedents	13
2.1.2.L'esgrima moderna	19
2.2.L'ACTUAL ESGRIMA DE COMPETICIÓ	22
2.2.1.Els tiradors	22
2.2.2.Les armes	23
2.2.3.La tècnica bàsica	26
2.2.4.El terreny de combat.....	29
2.2.5.El material dels tiradors	29
2.2.6.El sistema de competició	30
2.2.7.L'esgrima en cadira per a disminuïts físics.....	31
2.3.LA VALORACIÓ FUNCIONAL EN L'ESGRIMA	32
2.3.1.Estructura i dinàmica de la competició en l'esgrima	34
2.3.2.Valoració cineantropomètrica	39
2.3.3.Freqüència cardíaca en entrenaments i competició.....	42
2.3.4.El consum d'oxigen.....	44
2.3.5.Lactatèmia	48
2.3.6.Potència anaeròbica alàctica.....	49
2.3.7.Proves funcionals específiques	50
2.3.8.Despesa energètica	51
2.3.9.Factors perceptumotrius	54
2.3.10.Model de rendiment	56

2.1. ORÍGENS DE L'ESGRIMA

2.1.1. Els antecedents

La història de l'esgrima apareix lligada a l'evolució cultural de la humanitat milers d'anys abans de la nostra era. Al principi dels temps, l'home va emprar diferents mitjans naturals com pedres, pals o ossos per defensar-se de l'atac dels animals; posteriorment va construir les primeres eines a partir d'una pedra de sílex esmolada i fixada a una branca per fer la funció de destral o punyal (López Ferreyra 1913). La seva utilització fou important per a la supervivència, però al capdavall en va fer ús de les mateixes no tan sols com a estri i instrument de defensa sinó d'atac: l'eina va convertir-se en arma, i el seu ús va requerir un aprenentatge.

El descobriment del bronze i del ferro va produir un canvi important en la història de les armes, incorporant-se com a un dels elements diferencials de les grans civilitzacions de la humanitat. Un dels testimonis més antics és l'espasa del primer rei de Ur, a Caldea, que data de més de 50 segles (COE-RFEE 1993). Els vestigis arqueològics de les eines de guerra són nombrosos i el seu estudi ens apropa a l'evolució de les armes que, paral·lelament, comportà la necessitat d'adaptar-se i millorar-ne la seva destresa. Es coneixen antics principis, ja mil·lenaris, de les civilitzacions xinesa i índia sobre la utilització de les armes, o fins i tot, de l'esgrima de bastons dels antics egipcis, que van transmetre a d'altres cultures. Una imatge de baix relleu al temple de Médinat Habou a l'alt Egipte mostra una competició d'una mena d'esgrima, organitzada per Ramsés III l'any 1190 a. de C., on apareixen armes, caretes i fins i tot un àrbitre (Diem 1966a, 1966b; Donnadiou 1978).

Grècia va contribuir definitivament al concepte d'esgrima com a art en l'ús de les armes i és en aquesta època on es coneix per primer cop, com a figura singular, el mestre d'esgrima, anomenat "hoplomachés". La cultura grega fou determinant en diferents àmbits de l'evolució de la civilització, deixant grans fets remarcables com l'origen d'un dels fenòmens mundials de major ressò: els Jocs Olímpics, que segons els historiadors s'organitzaren per primer cop l'any 776 a. de C. i en els que en les seves edicions es va incloure un tipus d'esgrima amb espasa i escut, que juntament amb l'equitació i el tir de fletxa constituïen l'anomenat "hoplomachie" pels hel·lènics (Lacaze 1991).

Una altra de les grans civilitzacions, Roma, fou la creadora de la primera organització d'ensenyament d'esgrima. Primer els gladiadors, que amb l'espectacularitat dels combats al circ romà, substituït dels Jocs Olímpics de la cultura grega, van provocar la fundació d'escoles especials d'ensenyament de la pràctica de les armes; i posteriorment l'exèrcit, on els soldats de l'imperi romà foren instruïts, sistemàticament, pels mestres d'esgrima o "lanistae", en la destresa en les armes, aconseguint-se moltes victòries militars gràcies a la supremacia dels soldats romans davant d'altres exèrcits amb inferior domini de les mateixes. Per als romans l'esgrima militar era anomenada "armatura" i els soldats més hàbils "doctores armorum" (Lacaze 1991). Al 105 a. de C., Publius Rutilius Rufus va introduir un nou reglament per a la instrucció de l'esgrima militar dissenyant exercicis contra un aparell elàstic i incorporant a l'ensinistrament dels soldats espases de fusta amb botons de tela (Diem 1966b). Posteriorment Vegeti, al segle V, va apuntar la forma d'ensenyar l'ús de les armes en el seu "Tractat de l'art militar".

La decadència i caiguda de l'imperi de Roma va donar pas a l'Edat Mitjana i a l'arribada de pobles bàrbars que van influir en l'evolució de la cultura europea amb aportacions pròpies. Així per exemple, la paraula

“esgrima” sembla provenir del sànscrit "carma", mot arribat a nosaltres gràcies als escandinaus i germànics amb els termes "skirmen" i "skermen" (Lacaze 1991; COE-RFEE 1993) molt més propers a la terminologia francesa “escrime” o a la italiana “scherma”.

En l'edat mitjana l'ús de les armes es va modificar utilitzant-se les dues mans amb espases de gran pes —a diferència de les armes curtes emprades pels romans— i proteccions de tota mena com les armadures, els cascs i el pesant “ausberg”, confeccionat amb “cota de malla”. En aquesta època apareixen els cavallers que fan del combat una forma de vida. Les justes i els torneigs, pràctiques reservades als nobles (Agosti 1974), són els precedents històrics més propers als duels, que marcaran una important etapa de la història de l'esgrima. Dins del context d'aquest període històric les espases agafen un protagonisme propi, essent fins i tot batejades amb noms: són les espases de virtut, famoses per les seves fites, com la coneguda Tisó (també “Tison” o “Tizona”) que alguns autors consideren a Jaume I el Conqueridor (s. XIII) com el seu primer posseïdor, i sobre la que hi ha grans relats que la porten a passar de mà en mà de personatges com el comte Armengol III d'Urgell (s. XI) i en Ramon Berenguer I, fins arribar al Cid, de qui més coneixem la seva possessió (García Llansó 1895; Repló i Orriols 1981).

Va ser al segle XIV quan la pólvora, procedent de la cultura oriental, va iniciar la seva entrada a Europa i amb ella les armes de foc (COE-RFEE 1993). Les armadures i espases de grans dimensions havien perdut en gran part el protagonisme i la pesant indumentària dels cavallers va anar reduint-se per donar pas a vestimentes menys feixugues. Les espases van començar a perdre el paper principal en les guerres i, davant la reducció de proteccions de tota mena, van millorar en lleugeresa i mobilitat. Al segle XVI va aparèixer la "rapière", espasa d'origen espanyol, molt més fina, llarga i de fulla triangular, percussora de l'actual espasa de competició. La seva lleugeresa possibilitava el tocat

d'estoc, deixant, a més a més, la possibilitat d'utilitzar l'altra mà amb una daga, o bé, una capa. És l'arma de duel per excel·lència.

El primer manuscrit d'esgrima, del qual se'n té constància des del 1902, s'anomenà "Flos duellatorum in armis, equester, pedester", creat pel mestre italià Fiore dei Liberi i data de l'any 1410. Posteriorment l'any 1443 el mestre alemany Talhoffer va escriure el "Fechtbuch", o llibre de l'esgrima, on descrivia tota mena de formes de realització dels combats. Però no és fins el 1474 quan el mallorquí Jaume Pons va editar a Perpinyà, a poc d'inventada la impremta, el primer tractat d'esgrima conegut (Creus 1917; Arcayev 1990) i que, juntament amb les obres contemporànies de Pedrós De la Torre i Diego de Valera (Alonso Temiño 1989; Arcayev 1990; COE-RFEE 1993; Creus 1917; Diem 1966a, 1966b), van atorgar a Espanya la denominació de bressol de l'esgrima moderna, essent aquesta l'època daurada de l'esgrima espanyola.

A principis del s. XVI les tropes de Carles V van portar a Itàlia els coneixements de l'esgrima espanyola, així com les seves armes, fet que no va ser desaprofitat pels reconeguts experts italians en l'art de l'esgrima (Diem 1966b; Creus 1917). L'hegemonia espanyola, estancada en l'estudi i evolució de les teories de l'esgrima, va donar el relleu a la italiana, i posteriorment a la francesa. Ambdues van crear una escola pròpia, i avui en dia encara són les dues grans referències sobre les que l'esgrima moderna ha basat la seva progressió.

El Renaixement italià associa l'esgrima als diferents moviments artístics, literaris i científics, i és en aquesta època on apareixen els primers tractats d'esgrima escrits per mestres italians: serà una etapa decisiva per a l'evolució de l'esgrima (COE-RFEE 1993; Creus 1917; Donnadiu 1978). El segle XVI es va convertir en el segle de la universalització de l'esgrima italiana. L'any 1531 apareix l'obra de Manciolino, al 1536 el mestre Achille Marozzo edita la primera de les

obres més reconegudes de la matèria, essent el primer Autor en sistematitzar l'esgrima, descrivint dotze guàrdies amb indicacions de la col·locació exacta de peus, braços, espasa, fulla i escut. Posteriorment Agrippa, el 1553, sense ser mestre d'armes, estructura les quatre posicions bàsiques de la mà amb l'arma que, a hores d'ara, encara s'utilitzen, amb certes modificacions, si més no, mantenint la definició terminològica (la primera, la segona, la tercera i la quarta). Com a curiositat cal esmentar que hi ha Autors que afirmen que algunes de les il·lustracions del manual d'esgrima d'Agrippa foren realitzades pel famós artista Miquel Àngel (COE-RFEE 1993, CONI 1982).

A la França del segle XVI l'esgrima fou molt ben considerada pels set reis que van regnar, essent Carles IX qui el 1567 va reconèixer la condició de "Mestre d'Armes" mitjançant l'"acadèmia dels mestres en fets d'armes de l'acadèmia del rei". Henry de Saint-Didier fou el primer francès que, inspirat en Marozzo i Agrippa, va publicar el 1573 diferents consideracions sobre l'esgrima en el seu "Tractat que conté els secrets del primer llibre a l'espasa sola" (Lacaze 1991). Aquesta obra, juntament amb la formació de la noblesa francesa en diferents ciutats italianes, fa que l'escola italiana sigui assumida pels francesos i diferents mestres de gran renom com Viggiani (1575), Fabris (1606) —que va desenvolupar el seu mètode per tota Europa—, Giganti (1606) —que va introduir l'estocada "a fons", els lligaments, les fintes i les parades de contra— i Capoferro (1610) profunditzin, evolucionin en les seves teories i exposin elements de tècnica i tàctica. A Espanya, Jerónimo de Carranza (1569) i Pacheco de Narváez, amb quatre obres des del 1600 al 1672, introdueixen conceptes geomètrics en l'estudi de l'esgrima (INEF 1988b), mentre que a França, mitjançant l'obra de Thibault (1626), arriben les teories geomètriques de l'esgrima espanyola combinades amb les idees de la influència italiana dels mestres esmentats. (COE-RFEE 1993, Creus 1917, Lacaze 1991).

Els segles XVII i XVIII es van caracteritzar per una pràctica que va ser un altre dels detonants de l'esgrima actual: el duel. Va ser tant intensa la "duelmania" —definida així per Lacaze— a França, que des de 1588 a 1608 prop de deu mil "gentilshommes" van morir en duels (Lacaze 1991). Fou tal la incidència dels combats per l'honor que, amb el pas del temps, s'editaren obres reglamentant tots els detalls que formaven part de l'organització i disputa dels duels (Iñiguez 1890).

És al segle XVII on es produeix un dels factors detonants per a l'evolució de l'esgrima moderna: l'aparició del floret. A França es crea aquesta nova arma com a espasa d'estudi i d'entrenament. És una arma més curta i lleugera, amb fulla quadrangular acabada en un botó. Apareix doncs la possibilitat de fer esgrima sense batre's en duel ni ferir-se. Els mestres francesos es llancen a l'estudi de la tècnica i desenvolupen l'escola francesa del floret. El primer representant d'aquesta és Charles Besnard que al 1653 escriu la "Teoria de l'art i pràctica de l'espasa sola o del floret", donant pas a un gran nombre de mestres francesos que prenen a l'escola italiana la iniciativa i exporten a molts països la tècnica del seu floret. El segle XVIII es caracteritzà per la introducció de les caretes dins el món de l'esgrima el que va possibilitar una pràctica molt més lliure i per tant una major progressió. Itàlia que havia perdut la seva autoritat en l'esgrima a mans dels mestres francesos, va introduir, a finals del segle XIX, els mètodes de treball del sabre de duel, arma que segons diferents autors provenia dels guerrers turcs que l'usaven en el combat a cavall (COE-RFEE 1993).

El mestre Giuseppe Radaelli va definir les bases tècniques del sabre i el mestre Santelli fou qui al 1896 introduí aquesta escola a Hongria, desenvolupant-se ràpidament una excel·lent escola de mestres hongaresos on destacà el mestre Borsody, que va revolucionar la tècnica

d'aquesta tercera arma, el sabre, que tanca definitivament l'aparició de les modalitats de l'esgrima moderna: l'espasa, el floret i el sabre. En les darreries del segle XIX, els duels comencen a desaparèixer i l'ús de les tres armes comença a reglamentar-se, el que aproxima l'esgrima al concepte d'esport. Textos com l'exposat a continuació ens mostren com a principis del segle XIX la pràctica de l'esgrima comença a plantejar-se amb objectius diferents als militaristes:

“ (...) Aun cuando el ejercicio de las armas no fuese tan útil como es para la defensa de la vida; cuando no hiciese mas que desenvolver los miembros, formar la constitución física de un joven, fortalecer su temperamento, suavizar su carácter, y templar la impetuosidad de la juventud; cuando por fin no sirviese mas que para mantener la agilidad, la viveza, la fuerza, la salud, y retardar la vejez; ¿no prestaria ya servicios bastante importantes para no ser despreciado de los que quieran perfeccionar su educación? (...) ”

(Eudaldo Thomase 1823)

2.1.2. L'esgrima moderna

Entre 1880 i 1914 l'esgrima va viure la seva edat d'or amb grans encontres internacionals entre prestigiosos mestres d'armes; els enfrontaments entre els mestres francesos i els italians van crear una expectació que sens dubte va contribuir al seu desenvolupament com a esport. D'aquests combats neix la concepció esportiva de l'esgrima apareixent a França l'organització dels primers torneigs, exempts d'unes regles unificades que ocasionaven sovint la manca d'acord en el resultat final dels mateixos (Alonso Temiño 1989).

Al 1896, l'esgrima s'inclou, en les modalitats de floret i sabre, en el programa dels primers Jocs Olímpics de l'Era Moderna a Atenes (Grècia). Quatre anys després l'espasa s'estrenava en uns Jocs Olímpics a París 1900, mentre que el floret femení no va introduir-se en el programa olímpic fins l'any 1924, en la mateixa seu que ho va fer l'espasa masculina.

L'esgrima com a pràctica esportiva va tenir una gran importància en els orígens de l'esport modern, prova d'això és que personatges com el Baró Pierre de Coubertin (COE-RFEE 1993), fundador dels Jocs Olímpics de l'era moderna, o el belga Víctor Boin, primer esportista en realitzar el jurament olímpic al 1920 a Anvers (COOB 1992), eren esgrimidors. Avui en dia la innovació en l'esgrima olímpica no s'atura i als recents Jocs d'Atlanta, al 1996, l'espasa femenina, cinquena arma de les existents en competició oficial de la Fédération Internationale d'Escrime, s'ha incorporat definitivament al programa olímpic, després d'aconseguir la maduresa en els sis campionats del món disputats fins el moment en aquesta modalitat.

L'evolució tecnològica també ha condicionat la progressió de l'esgrima moderna. Al 1840 es va dissenyar per primer cop un sistema elèctric de senyalització dels tocats per a l'espasa, però per l'època fou totalment rebutjat, i fins al 1936 no s'accepta, en la normativa internacional, la incorporació del senyal elèctric en l'espasa (Lacaze 1991). El floret va assumir el sistema elèctric l'any 1955 i en sabre no ho ha fet fins el 1989 en que s'ha aconseguit un sistema que possibilités la detecció automàtica dels tocats de punta, tall i contratall.



Figura 2-1: Els Jocs Olímpics de París l'any 1900 mostren en aquest cartell la presència de l'esgrima en els orígens de l'esport modern.

Sobre els antecedents històrics de l'esgrima s'han escrit algunes obres i l'estudi en profunditat dels mateixos podria ser objecte d'una recerca d'ampli abast, per això hem limitat aquest apartat a realitzar un senzill apropament dels inicis d'aquest esport fins a l'actualitat. L'esgrima, malgrat l'evolució de les seves armes i equipaments, segueix tenint la mateixa essència: tocar sense ser tocat.

2.2. L'ACTUAL ESGRIMA DE COMPETICIÓ

A hores d'ara l'esgrima és un dels pocs esports presents en el programa olímpic des de la primera edició del 1896. Anualment es disputen els campionats del món absoluts, i per a menors de 20 i 17 anys, en les seves 5 modalitats: l'espasa i el floret, masculins i femenins, i el sabre per a homes. En aquest apartat realitzarem una breu introducció als conceptes bàsics de l'esgrima, així com a l'estructura del sistema de competició per tal de facilitar a aquells neòfits de la terminologia específica la comprensió de les diferents anàlisis i conclusions exposades al llarg de la tesi.

2.2.1. Els tiradors

Els esportistes practicants d'esgrima són anomenats esgrimidors o tiradors dins de l'argot propi, de la mateixa forma que, segons la modalitat practicada, esdevenen espasistes, floretistes o sabristes. El concepte "tirar" és l'emprat en aquest esport per definir l'enfrontament en assalt de dos tiradors, el que equivaldria en altres activitats esportives al terme "jugar", poc o gens utilitzat en l'esgrima; per tant quan dos esgrimidors s'enfronten en entrenaments o en assalts de competició es diu que estan "tirant".

2.2.2. Les armes

Hi ha tres modalitats en l'esgrima de competició: l'espasa, el floret i el sabre. Totes elles presenten trets diferencials tant en la seva estructura com en la reglamentació. Les dues primeres són, avui en dia, practicades a nivell competitiu per homes i dones, mentre que en sabre les proves oficials són restringides als homes. Així, en l'esgrima parlem de 5 armes quan es fa referència a: espasa masculina, espasa femenina, floret masculí, floret femení i sabre.

• **L'espasa** és una arma d'estocada, és a dir, tan sols és vàlid el tocat realitzat pel contacte del botó de la punta de l'arma amb el cos del tirador adversari. Tots i cadascun dels tocats realitzats tenen el mateix valor, no existint cap mena de convenció que determini prioritats alguna sobre l'execució d'un tocat. En el cas de produir-se algun tocat doble, els dos tiradors incrementen al seu resultat en un punt. L'espasa de competició és practicada en les modalitats masculina i femenina, essent als Jocs Olímpics d'Atlanta 1996 la primera ocasió en que aquesta arma ha estat disputada per dones en uns Jocs. Com a principals característiques cal esmentar que l'espasa, igual per als homes que per a les dones, ha de tenir una longitud màxima de 110 cm i no pot sobrepassar els 770 g de pes (FIE 1995).



Foto 2-1: Secció d'una espasa.

• **El floret**, a l'igual que l'espasa és una arma d'estocada. El floret presenta una convenció o reglamentació interna que prioritza les accions ofensives a les contraofensives, condicionant la validesa del tocat al judici posterior de l'àrbitre de l'assalt anomenat president de jurat^(*).

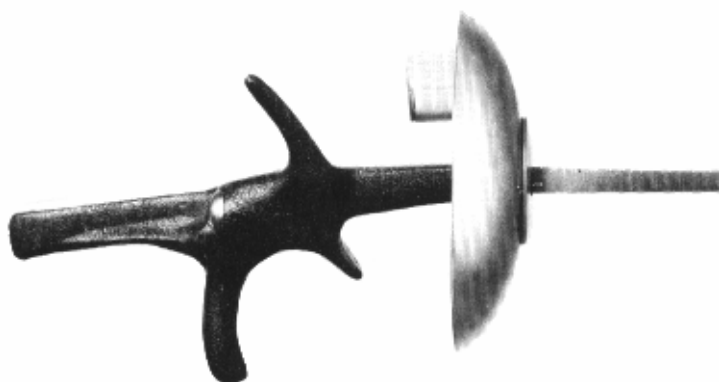


Foto 2-2:

Secció d'un floret.

La superfície vàlida del floret es limita al tronc quedant excloses les extremitats i el cap. El floret també és una arma practicada en competició oficial per homes i dones, essent l'arma en que les dones es van incorporar a l'esgrima competitiva, doncs fins el 1989 el floret femení era l'única arma en que les dones podien participar en proves oficials. Les principals característiques tècniques del floret són que, a l'igual que l'espasa, no pot excedir dels 110 cm, i el seu pes ha de ser inferior als 500 g de pes (FIE 1995).

^(*) L'àrbitre de les competicions d'esgrima és considerat "President de jurat" per la funció que aquest desenvolupava quan els sistemes de senyalització elèctrica dels tocats no existien i era un conjunt d'assessors qui, amb el president de jurat, emetien el judici sobre la validesa o no del tocat i la seva assignació a un o altre tirador.

• **El sabre**, com en el floret, la validesa del tocat queda condicionada a la convenció. Aquesta arma presenta grans diferències amb les modalitats esmentades anteriorment perquè, a més a més del tocat amb la punta, és permès tocar amb el tall i contratall de la fulla.

La superfície vàlida ve determinada per la línia dels malucs essent possible contactar amb qualsevol blanc per damunt de la mateixa, inclosos els braços i el tronc. El sabre és una arma limitada als homes en competicions internacionals, existint tan sols, a hores d'ara, proves femenines de caire amistós, o bé d'oficials internes en alguns països del món com Hongria, Estats Units o França.

Com el floret, el sabre no pot pesar més de 500 g, i a diferència de les armes de punta (espasa i floret), té com a longitud total màxima els 105 cm (FIE 1995).

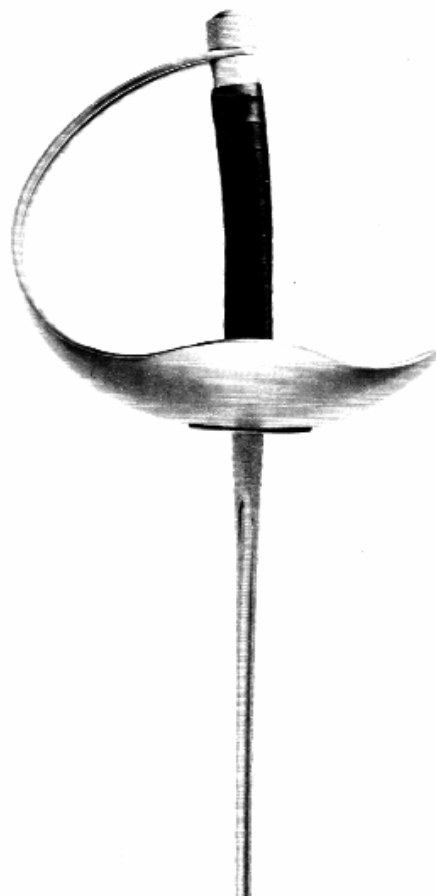


Foto 2-3: Secció d'un sabre.

La incorporació del material elèctric en el sabre ha provocat que aquesta arma passés de ser la de menor indumentària —al no necessitar anteriorment jaquetes elèctriques ni fils de cos— a convertir-se en la d'equipament més complex (pinces de careta, careta especial, jaqueta elèctrica, maneguí conductor, sensors pel sabre, etc.).

2.2.3. La tècnica bàsica

No ens endinsarem en la complexitat d'un dels esports on la tècnica és més rica i variada, però considerant l'existència d'uns protocols de valoració específica d'alguns dels desplaçaments bàsics de l'esgrima hem considerat adient introduir una breu descripció de les posicions i moviments analitzats en aquesta tesi:

- **La guàrdia** és la posició bàsica de l'esgrima que permet al tirador estar preparat per a l'atac i la defensa. L'esgrimidor es situa amb els peus amb angle recte i separats pels talons una distància propera a un peu i mig. El tirador presenta una lleu flexió de cames fins a crear una figura similar a la d'un pentàgon. El cos es perfila per oferir menys blanc a l'adversari i amb el braç armat flexionat s'amenaça el blanc vàlid del rival.



Foto 2-4: Exemple de la posició de guàrdia d'un espatista en competició

- **Marxar** és el moviment d'avançament en que primer es desplaça el peu davanter per acabar el moviment el peu del darrera, recuperant en una situació més davantejada la posició de guàrdia. També s'anomena pas endavant.
- **Trencar**, o retrocés^(*), és el moviment en que l'esgrimidor retrocedeix, endarrerint primer el peu posterior i finalment l'avançat, acabant en la posició original. També s'anomena pas enrera.



Foto 2-5:

Fi de la fase de vol en l'execució d'un fons en competició.

- **Fons** és el moviment d'atac per excel·lència. S'executa realitzant una extensió del braç armat seguida i coordinada d'una impulsió de la cama endarrerida, que amb la seva extensió, fa guanyar ràpidament terreny a la cama del davant que, després de la fase de vol, contacta amb la

^(*) Terminològicament existeixen discrepàncies en aquest terme, com en d'altres, sobre quina és la dicció correcta o, si més no, més adient. El mot "trençar" és el més emprat en l'actual ensenyament de l'esgrima en català. L'edició de 1991 del diccionari terminològic d'esgrima de l'Enciclopèdia Catalana (1991) defineix aquest desplaçament com a "retrocés", però el seu ús avui en dia és molt reduït.

pista i queda flexionada formant-se un angle recte entre la cama i la cuixa, mentre la cama impulsora queda completament estirada i paral·lela al braç no armat.

- **Fletxa** és un moviment ofensiu que consisteix en l'extensió del braç armat seguit del desequilibri endavant del cos i posterior impulsió amb les cames, produint-se un creuament de cames que fa que l'endarrerida avanci a l'anterior aconseguint un moviment més explosiu. Tècnicament després de la fletxa s'ha de tornar a la guàrdia però normalment en la dinàmica de la competició aquest moviment acaba amb la sortida de la pista, en semicursa, de qui l'executa. La fletxa és sancionada amb tarja groga i anul·lació de l'eventual tocat aconseguit en la reglamentació actual del sabre (FIE 1995), però totalment permesa i molt utilitzada en espasa i floret.



Foto 2-6:

Acció d'atac en fletxa d'un espasista en competició.

2.2.4. El terreny de combat

El terreny de combat s'anomena "pista d'esgrima" i es tracta d'una superfície plana, de 1'50 a 2 m d'ample per 14 m de llarg d'espai de competició, amb 2 m més de seguretat a la fi de la pista. Sobre la mateixa els dos tiradors desenvolupen les accions per assolir la victòria. Actualment les pistes d'esgrima són planxes metàl·liques o bé estores de fil metal·litzat que possibiliten l'anul·lació dels tocats donats al terra mitjançant un sistema de bloqueig ("massa").

2.2.5. El material dels tiradors

L'esgrima de competició requereix d'un material i indumentària específiques per a cada modalitat, però amb trets comuns. Tots els esgrimidors han de portar, com a equipament bàsic, el vestit d'esgrima que, a banda de ser de color blanc, ha de seguir les normatives expressades en el reglament de la FIE (1995), de les que destaca la seva resistència, que no ha de ser inferior als 1600 Newtons. El vestit s'acompanya de sabatilles amb reforços especials i mitjons de color blanc. Cada tirador disposa del seu fil de cos, específic en cada modalitat, que porta el senyal elèctric de l'arma a l'aparell lluminós. L'arma corresponent i una careta, també amb resistència de 1600 Newtons, complementen l'equip bàsic dels tiradors, al que tan sols se li afegeix, en floret i sabre, una jaqueta de fil metal·litzat que diferencia els tocats vàlids dels realitzats sobre una superfície no vàlida.

2.2.6. El sistema de competició

El sistema de competició és similar en les cinc armes. Les proves s'inicien amb una primera volta (1V) de poules. Les poules són eliminatòries del tipus lliga on grups de cinc a set esgrimidors tiren tots contra tots. D'aquesta primera volta s'eliminen del 20 al 30% dels esgrimidors que passen a un quadre d'eliminació directa (ED) similar a l'existent en molts esports on hi ha, en funció de la grandària de la prova, eliminació directa de 64 tiradors (ED64), de 32 (ED32) i de 16 (ED16). Quan tan sols hi ha 8 esgrimidors en competició ens trobem en la fase final (F8) on, amb el mateix sistema, s'arriba a les semifinals i a la gran final.

En les poules els assalts són al millor de cinc tocats amb un temps màxim de 4 minuts, mentre que en l'eliminació directa els assalts es realitzen al millor de 15 tocats amb tres temps parcials de tres minuts, amb un minut de pausa entre cadascun d'ells. L'evolució dels sistemes de competició de l'esgrima en els darrers temps, així com les modificacions sofertes en el reglament de la Fédération Internationale d'Escrime (FIE) ha provocat que en el treball presentat a continuació es mostrin dades en les que s'utilitzaren dos sistemes de competició amb algunes variants: el sistema vigent des de 1993, i el de 1991. Aquest darrer presentava com a principals diferències que el temps màxim dels assalts en les poules era de 5 minuts —i no 4—, que l'eliminació directa es disputava al millor de tres assalts a cinc tocats, i per tant la durada podia ser inferior, i que en sabre era permesa la fletxa, element que mereix especial atenció en l'anàlisi de les dades per a aquells especialistes en esgrima.

2.2.7. L'esgrima en cadira per a disminuïts físics

En valorar l'esgrima hem volgut tenir present el col·lectiu de tiradors amb discapacitats físiques que formen part d'aquest esport. El reduït nombre de practicants d'aquesta especialitat a Catalunya, i la no incorporació d'aquesta modalitat a Espanya fins poc abans dels Jocs Paralímpics del 1992 ha fet que en el present estudi no es pugui tractar aquesta especialitat en la mesura que ho haguéssim desitjat.

L'esgrima en cadira és practicada en les 5 armes descrites anteriorment. La diferenciació existent per a l'esgrima de discapacitats físics és que la seva pràctica es realitza assegut en una cadira de rodes, que és fixada al terra mitjançant uns aparells dissenyats per aquesta funció, limitant-se així la mobilitat i consegüentment el terreny de combat, essent, el sistema de competició similar al descrit anteriorment.



Foto 2-7:

Assalt d'esgrima en cadira de rodes dels Jocs Paralímpics 1992.

2.3. LA VALORACIÓ FUNCIONAL EN L'ESGRIMA

Abans d'introduir-nos en els coneixements existents sobre la valoració funcional en l'esgrima cal emmarcar aquest esport dins del seu propi context: l'esgrima és un esport de tradició; un esport d'arrels mil·lenàries, en el que des del segle XVI la transmissió dels coneixements s'ha realitzat generacionalment, de mestre a mestre, i centrant-se bàsicament en l'adquisició de tècniques determinades per les diferents escoles (francesa, italiana, hongaresa, etc.) i estils personals de cada mestre. En les últimes dècades el procés de formació dels esgrimidors ha seguit un camí similar, basat en models i estils d'aprenentatge tècnic, i que sovint han estat mancats del coneixement de la resposta de l'organisme davant de les situacions d'entrenament i competitives.

Si bé és cert que l'esgrima és un esport que fonamenta gran part de les seves expectatives d'èxit en les aplicacions tecnicotàctiques dels tiradors en competició, és prou evident que la preparació dels mateixos passa avui en dia per un substancial increment del volum d'entrenament, de la quantitat anual de competicions, així com de la intensitat del treball. Aquests paràmetres són importants factors de rendiment que, en major o menor mesura, influeixen en el procés d'aprenentatge, formació i rendiment dels esgrimidors i no han estat prou analitzats en els darrers anys pels sistemes tradicionals d'aprenentatge tècnic.

L'entrenament de l'esgrimidor, avui en dia, consisteix en desenvolupar tots i cadascun dels elements que poden tenir una incidència envers la competició. Dels factors de rendiment generals descrits en la teoria de l'entrenament com les capacitats condicionals i coordinatives, la tècnica, la tàctica i els factors psicològics i ambientals

(Grosser i Neumaier 1986), l'esgrima en destaca en cadascun d'ells elements específics com el sentiment de la distància i del temps, la velocitat gestual, la força explosiva, la velocitat de reacció simple i electiva, la presa de decisions ràpida i encertada, l'eficàcia de la tècnica, l'eficiència de la tàctica, el material, etc.

Valorar aquests factors és una tasca complexa i tan sols l'anàlisi parcial de cadascun d'ells, dins del marc general del conjunt, ens possibilitarà arribar a conclusions vàlides per a l'entrenament dels esgrimidors, però limitades a l'àmbit d'anàlisi escollit.

La valoració funcional pot definir-se com l'avaluació objectiva de les capacitats funcionals dels subjectes per a la realització d'una tasca esportiva o motriu. La valoració funcional representa un procés que requereix el registre i mesurament d'una o més variables fisiològiques o físiques, conegudes com indicadors, mitjançant la realització d'una o més tasques motrius anomenades proves funcionals (Rodríguez i Aragonés 1992).

La valoració funcional ha estat en els darrers anys un dels elements d'estudi en que més s'ha aprofundit en el món de l'esport d'alt nivell. La incorporació de la ciència a les diferents vessants del món de l'esport ha dotat a aquest d'una anàlisi quantitativa sobre el que considerar la importància dels diferents indicadors sobre el rendiment en competició.

L'esgrima no ha estat completament al marge de l'interès científic envers l'esport. Els primers estudis centrats específicament en l'esgrima desenvolupaven recerques relatives a la velocitat de reacció i moviment (Pierson 1956; Mastropaolo 1959; Singer 1968). Posteriorment les anàlisis van anar ampliant el seu ventall i aspectes com la cineantropometria, fisiologia, biomecànica, psicologia, patologia lesional i d'altres foren

desenvolupats amb diferent precisió en heterogènies mostres d'esgrimidors.

El treball presentat es centra en la valoració funcional de l'esgrimidor des de l'especificitat de l'activitat. La recollida de dades i la seva anàlisi són fruit d'un llarg procés en el que, per la seva durada —més de 8 anys de recerca— a mesura que es completaven diferents fases del projecte, s'incorporaven elements, tant de la literatura com del disseny de l'estudi, considerats d'interès per al resultat final de la investigació. Es per això que en la revisió final del treball hem considerat la inclusió de les referències inicials així com també d'aquelles emprades fins al moment d'enllestir el present document.

En aquest capítol es relacionarà un recull de les principals aportacions de la literatura científica envers la valoració funcional de l'esgrima:

2.3.1. Estructura i dinàmica de la competició en l'esgrima

Com hem esmentat en l'apartat 2.2.6 l'esgrima de competició ha sofert en els darrers anys una evolució constant que ha modificat parcialment la seva dinàmica competitiva. Apropant-nos a les diferents referències existents sobre la valoració de l'estructura de competició observem com Waterloh i col. (1975), Marini (1984) i Lavoie i col. (1985, 1988), són els principals autors que han analitzat les competicions d'esgrima, considerant l'estudi dels temps de treball i recuperació, volum d'assalts i característiques dels mateixos segons la modalitat realitzada.

Els Autors coincideixen en destacar diferències en relació a l'estructura temporal de la competició en les distintes armes, coincidint que l'espasa, amb temps d'acció real elevats en comparació a menors temps de pausa, difereix del sabre amb uns temps d'acció breus i major detenció del combat. Caldria valorar en l'actualitat les diferències existents en les detencions dels combats en sabre, des de la incorporació de l'aparell elèctric (1989), doncs la disminució del temps per jutjar el tocat, al no existir assessors, escurcen la detenció dels assalts entre tocat i tocat. El floret, a nivell de relació pausa-treball, es troba entre l'espasa i el sabre, existint un major equilibri acció-pausa en la durada dels assalts.

Un dels primers treballs publicats correspon a Waterloh i col. (1975) on s'exposen les dades relatives als Campionats d'Alemanya d'esgrima del 1969 i dels JJOO de Mèxic'70. En la taula 2-1 es descriuen les dades més significatives d'aquesta recerca on l'autor analitza la durada efectiva dels assalts en les diferents armes, comprovant que en sabre la durada efectiva dels assalts és de tan sols el 46% del total, en espasa és del 70%, en floret masculí del 54%, i en floret femení del 63%. El conjunt de la competició també presentava durades diferenciades, anant de les 9 h 54 min del floret masculí a les 7 h 11 min del sabre, en la que es disputaven de 20 a 30 assalts.

La reflexió realitzada per aquests autors aleshores era que les càrregues físiques més grans es trobaven en l'espasa i les inferiors en el sabre, determinant que en aquesta arma les exigències físiques eren inferiors i assumint que en l'esgrima l'entrenament de resistència hauria de tenir un paper secundari, doncs el nombre de pauses entre assalts permetia una recuperació constant.

Taula 2-1: Resultats de la valoració cronomètrica dels assalts en el Campionat d'Alemanya de 1969.

	Floret masculí	Floret femení	Espasa masculina	Sabre masculí
1 volta - Distribució temporal dels assalts (s)				
	(n=212)	(n=176)	(n=294)	(n=92)
Total assalts	278 ± 145	219 ± 116	276 ± 115	190 ± 75
Total accions	153 ± 69	130 ± 71	195 ± 82	88 ± 38
Mitjana pauses	9 ± 5	8 ± 3	9 ± 5	10 ± 3
Pauses (n)	13 ± 5	11 ± 5	9 ± 3	10 ± 4
Final - Distribució temporal dels assalts (s)				
	(n=15)	(n=15)	(n=15)	(n=10)
Total assalts	210 ± 92	228 ± 89	331 ± 127	195 ± 52
Total accions	115 ± 62	144 ± 58	229 ± 86	79 ± 25
Mitjana pauses	7 ± 1	7 ± 2	10 ± 4	10 ± 2
Pauses (n)	14 ± 5	12 ± 5	10 ± 3	11 ± 3

Les dades són: $\bar{x} \pm de$
De Waterloh i col. 1975.

Marini (1984) realitza unes consideracions sobre les característiques energètiques de l'esgrima i la seva incidència en l'entrenament en base a un estudi cronomètric realitzat en els Campionats del món d'esgrima de l'any 1981 (Taula 2-2). En la descripció temporal dels assalts d'esgrima es conclou de forma genèrica que els assalts d'esgrima presenten una alternança d'esforços breus d'entre 5 i 20 s, interromputs per constants pauses d'uns 10 s en les que el president de jurat determina la validesa i assignació dels tocats.

Taula 2-2: Estudi cronomètric realitzat en els Campionats del món d'esgrima del 1991.

	Floret masculí		Floret femení		Espasa masculina		Sabre masculí	
Tocats per assalt	5	10	5	10	5	10	5	10
Nombre d'assalts	12/13	5/6	14/15	6	14/15	6	15	6
Distribució temporal dels assalts (s)								
Accions	8,6	8,6	8,7	8,7	18,5	18,5	5,2	5,2
Pauses	11	11	9,7	9,7	11,5	11,5	9,4	9,4
Assalts	320	660	310	615	285	570	270	585
Durada efectiva	168	338	164	310	200	410	90	230
Distribució temporal de la competició (h:min)								
Total efectiu	1 : 05		1 : 10		1 : 40		0 : 36	
Total assalts	2 : 15		2 : 00		2 : 30		1 : 50	

Les dades són: \bar{x}
De Marini 1984.

Taula 2-3: Estructura temporal i dinàmica en una competició internacional d'espasa masculina.

	Assalts curts	Assalts mitjans	Assalts llargs
	0-4 min	5-7 min	> 8min
Durada dels assalts			
Assalts analitzats (n)	7	4	4
Accions per assalt (n)	8,3 ± 2,7	13,7 ± 3,5	23,7 ± 1,3
Assalts (min:s)	2:30 ± 0:57	5:45 ± 0:40	12:52 ± 3:12
Accions (min:s)	1:47 ± 0:41	4:08 ± 0:24	7:40 ± 1:54
Temps de moviment (min:s)	0:40 ± 0:23	1:33 ± 0:42	3:04 ± 1:10
Desplaçament total (m)	32,3 ± 12,0	68,9 ± 10,3	108,2 ± 15,1
Desplaçament per acció (m)	4,1 ± 1,8	5,3 ± 1,7	4,6 ± 0,8
Alternances de moviment (n)	37,9 ± 14,6	81,2 ± 14,8	144,0 ± 18,9
Desplaçament/alternança (m)	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Alternances per acció (n)	4,8 ± 2,0	6,3 ± 2,3	6,1 ± 0,9

Les dades són: $\bar{x} \pm de$
De Lavoie i col. 1985.

Un any després de la publicació de Marini, aquest mateix autor, conjuntament amb Lavoie i col. (1985) profunditzen en l'anàlisi de l'estructura competitiva de l'espasa, endinsant-se en l'estudi de la dinàmica dels desplaçaments en cada assalt. Les principals conclusions extretes són que en cada acció, els espasistes es desplacen una mitjana de 4,7 m (de=1,5), amb fases preparatòries sense desplaçaments, amb salts al lloc o amb moviments endavant, i enrere inferiors a 1 m (0,77 a 0,9 m). En general la distància total recorreguda pels esgrimidors en un assalt és d'entre els 32,3 m (de=12) dels assalts curts, fins els 108,2 m (de=15,1) dels assalts llargs (Taula 2-3).

Seyfried (1989) inclou en la valoració de la dinàmica competitiva de l'esgrima unes aportacions cronomètriques sobre l'esgrima del pentatló modern —en la modalitat d'espasa— on exposa el seguiment dels campionats del món de pentatló modern del 1986 (n=1) , establint com a durada mitjana d'un assalt, dels 67 disputats pel pentatleta estudiat, 51,3 s (de=2,9), amb pauses entre assalt i assalt de 6,1 min (de=2,9), essent superiors els intervals de descans entre cadascuna de les tres rondes existents (\bar{X} =15,6 min; de=7,4).

El temps de treball i pausa, així com la intensitat a la que es realitza la pràctica, condicionen el metabolisme energètic que incidirà en major o menor mesura en la pràctica de l'esgrima. En posteriors apartats es definiran les diferents interpretacions que la literatura recull sobre la contribució dels metabolismes aeròbic i anaeròbic en l'esgrima.

2.3.2. Valoració cineantropomètrica

Carter (1982), en un treball descriptiu sobre la cineantropometria dels esportistes olímpics destacava que els esgrimidors (n=9) amb un pes de 77,6 kg (de=8,1) i 183,6 cm (de=7,4) presentaven un somatotipus 2,8-4,2-2,9 determinant 27 variables corporals de les que destaquen les circumferències del braç amb contracció (\bar{X} =31,7 cm; de=1,9), de l'avantbraç relaxat (\bar{X} =28 cm; de=2), de la cuixa (\bar{X} =59,2 cm; de=4,3) i del panxell (\bar{X} =38,1 cm; de=2,7). En l'estudi no es diferenciaven els esgrimidors segons la modalitat ni es precisava si l'extremitat estudiada era la corresponent a l'hemicos armat, o bé es prenia la part dreta del cos —independentment del domini lateral dels tiradors— per convenció.

Roi i Mognoni (1987) van realitzar un estudi cineantropomètric amb 35 espasistes italians de diferents nivells amb l'objectiu de descriure les seves principals característiques corporals i determinar els nivells d'asimetria provocats per la pràctica de l'esgrima. Els resultats descriptius sobre 33 dels espasistes d'una mitjana d'edat de 21,5 anys (de=3,4), fou que la mitjana de pes era de 71,7 kg (de=6), l'alçada de 178,3 cm (de=4,4) i d'un 10,1 % (de=2,3) de greix corporal. De l'estudi de les asimetries corporals mitjançant el càlcul del volum de les extremitats inferiors (Jones i Pearson 1969; dins Roi i Mognoni 1987) es desprèn la verificació de les hipòtesis amb resultats altament significatius ($n=35$; $p<0,001$) que determinaren l'asimetria de les cuixes, essent les corresponents a l'hemicos armat, o anterior en la posició de guàrdia respecte el rival, superiors a les posteriors. El mesurament dels panxells no va presentar cap diferència significativa entre els corresponents a la cama anterior o posterior. De les conclusions de la valoració funcional realitzada per aquests Autors es desprèn que l'asimetria detectada en les extremitats inferiors corrobora l'existència d'un important treball muscular de caràcter excèntric en la musculatura extensora de la cama anterior que obeeix, fonamentalment, a la fase de contacte amb la pista a la fi de l'execució dels fons.

Sapega i col. (1984) efectuaren una anàlisi cineantropomètrica sobre esgrimidors d'espasa, floret i sabre ($n=24$) del que destacaren la talla amb una mitjana de 181,3 cm (de=5,7), el pes 76,1 kg (de=7,8) i els perímetres musculars de les extremitats corresponents a l'hemicos armat: braç ($\bar{X}=32,7$ cm; de=2,1), avantbraç ($\bar{X}=30,1$ cm; de=1,6), cuixa ($\bar{X}=60,3$ cm; de=3,3) i panxell ($\bar{X}=38,2$ cm; de=2,5). Tanmateix van realitzar un estudi comparatiu d'esgrimidors de diferent nivell trobant significativa ($p<0,001$) l'asimetria entre grups musculars (braç, avantbraç i cuixa) del costat armat respecte del no armat i no existint tal significació en la musculatura del panxell. Aquests resultats coincideixen amb els de Roi i Mognoni (1987) en quant a la significació en l'asimetria de les cuixes

i a la menor o escassa significació de diferències entre la musculatura dels bessons d'ambdues cames. Sosna (1984) també va comprovar aquesta diferència en l'asimetria, precisant que, en els membres de l'equip nacional de Txecoslovàquia, era major en els esgrimidors de l'equip que en practicants d'un a quatre anys d'antiguitat. Nyström i col. (1990) van coincidir els resultats al trobar diferències significatives en 6 esgrimidors suecs utilitzant com a mètode d'estudi la tomografia computeritzada.

Lavoie i col. (1984) van introduir una comparació cineantropomètrica d'esgrimidors de dos nivells sense distinció d'armes. En les característiques cineantropomètriques no es reflexaren diferències significatives entre els esgrimidors de diferents nivells, com tampoc s'apreciaren en l'anàlisi de la força de premsió. Els autors conclogueren que les variables antropomètriques semblaven no ser decisives pel rendiment en l'esgrima al considerar la inexistència de diferències significatives entre el grup d'elit i el de nivell provincial.

En la literatura es descriu generalment la cineantropometria de l'esgrimidor com un factor rellevant, però no totalment determinant per l'èxit esportiu. Els estudis comparatius entre les diferents modalitats no són massa extens i el supòsit existent de la major alçada dels espasistes respecte la resta d'esgrimidors no es reflexa, de forma objectiva, en les diferents publicacions. Nyström i col.(1990), però, en una mostra de 6 espasistes de l'equip nacional suec van contribuir a la descripció d'algunes de les característiques cineantropomètriques dels esgrimidors destacant-se la presentació de l'elevada talla dels espasistes ($\bar{X}=186$ cm; $de=3$) sense fer-ho comparativament a la resta de modalitats de l'esgrima.

2.3.3. Freqüència cardíaca en entrenaments i competició

Els diferents estudis telemètrics efectuats sobre esgrimidors determinen uns nivells molt variables de la resposta cronotròpica cardíaca durant la realització dels diferents assalts d'esgrima. De les dades exposades per Rittel i Waterloh (1975) en 11 homes (15 a 23 anys) i 7 dones (11 a 18 anys) durant assalts d'entrenament es descriuen freqüències cardíques mitjanes pels tiradors masculins entre els 155 i 179 bat·min⁻¹, amb extrems entre els 80 a 132 bat·min⁻¹ i 176 a 230 bat·min⁻¹. En les 7 tiradores estudiades la mitjana es situava entre 153 i 181 bat·min⁻¹, i els valors extrems de 78 a 148 bat·min⁻¹, i de 160 a 223 bat·min⁻¹. En l'estudi per armes els valors mitjans foren superiors per al sabre (168 bat·min⁻¹; n=5) seguits de l'espasa amb 162 bat·min⁻¹ (n=2), i finalment del floret amb 157 bat·min⁻¹ (n=4). La mitjana de les set tiradores de floret femení es situà en 167 bat·min⁻¹.

De Rose i Teixeira (1975a, 1975b) analitzaren per telemetria la resposta cardíaca en 4 tiradors de sabre durant una competició, obtenint com a conclusió que la FC mitja durant l'assalt està en relació directa al nivell d'entrenament i a la intensitat d'assalt.

Mathews i Fox (1976) realitzaren una descripció del comportament de la FC en competició definint que els esgrimidors mantenien una FC entre els 100 i 140 bat·min⁻¹ entre el 10 % al 30% del temps de competició, entre els 140 i 175 bat·min⁻¹ del 40 % al 70%, mentre que els restants 20 % a 50% del temps es sol·licitaven els nivells màxims, per sobre dels 175 bat·min⁻¹.

Velázquez (1978, 1979) estudià la resposta de la FC davant diverses situacions d'entrenament en la mateixa modalitat (calentament,

desplaçaments, classe, assalts, etc.) amb la finalitat d'establir un mètode de regulació de les càrregues de l'entrenament introduint la FC com a variable auxiliar i obtenint valors per a diferents treballs específics de l'entrenament d'esgrima: escalfament específic, 125 bat·min⁻¹ (de=17); plastró^(*), 122 bat·min⁻¹ (de=6); treball en parelles, 148 bat·min⁻¹ (de=12); desplaçaments específics, 159 bat·min⁻¹ (de=10). Aquest sistema també fou utilitzat per Díaz (1984) sistematitzant els valors mitjans de FC en diferents activitats específiques de l'entrenament dels equips nacionals cubans: escalfament específic, 141 bat·min⁻¹ (de=6) (5 min); plastró, 139 bat·min⁻¹ (de=11) (5 min); treball en parelles, 138 bat·min⁻¹ (de=5) (5 min); assalts d'entrenament, 142 bat·min⁻¹ (de=4) (10 min) i classe individual, 176-180 bat·min⁻¹.

Per tal de determinar una de les variables que afecten als increments de la FC en competició, Hoch i col. (1988) van estudiar la regulació adrenèrgica, determinant els nivells de catecolamines en els assalts d'entrenament i competició. L'estudi es va realitzar sobre 10 subjectes i va demostrar l'elevació d'un 76,5 % dels nivells normals d'epinefrina (adrenalina) immediatament posteriors a la competició, així com un increment del 27% dels nivells de norepinefrina (noradrenalina) després d'entrenaments d'alta intensitat. Aquestes conclusions coincideixen amb les realitzades per Markowska i col. (1988) sobre 10 sabristes polacs, trobant en competició increments significatius dels nivells d'adrenalina i noradrenalina ($p > 0,001$), i en entrenaments tan sols dels nivells de noradrenalina ($p > 0,05$), factors, tots ells, que constitueixen un estímul del cronotropisme cardíac més o menys relacionat amb les demandes metabòliques i cardiocirculatories de l'esforç realitzat.

^(*) El plastró és una peça encoixinada, generalment de cuir, que, fixada a la paret, serveix per que l'esgrimidor practiqui diferents formes de tocar amb l'arma, acompanyant-ho o no, dels desplaçaments específics. S'entén, doncs, exercicis amb el plastró.

2.3.4. El consum d'oxigen

Diferents són els estudis realitzats en els darrers anys sobre la incidència d'un o altre metabolisme energètic en l'esgrima competitiva. En general la literatura confirma la importància de la potència anaeròbica alàctica en la dinàmica de les accions, però existeixen discrepàncies respecte la rellevància d'altres elements com la potència aeròbica màxima o la potència anaeròbica làctica.

L'anàlisi del consum d'oxigen en situacions d'entrenament i competició serà un dels mitjans que utilitzarem per millorar el nostre coneixement de la sol·licitació específica dels esgrimadors.

Mathews i Fox (1976), van estudiar els diferents processos energètics de l'esgrima, atribuint al metabolisme anaeròbic el 90% dels mateixos, mentre que el 10% restant consideraven que era el resultat de processos mixtes aeròbics-anaeròbics. En la seva valoració van analitzar la distribució percentual del consum d'oxigen durant una competició i els resultats foren que entre el 60 % al 70 % del temps total els esgrimadors treballaven a intensitat submàxima, del 5 % al 15 % a nivells màxims de consum d'oxigen, i del 30 % al 70 % de la durada es realitzava en condicions anaeròbiques.

Lavoie i col. (1984, 1985, 1988), a diferència de Mathews i Fox (1976) considera important la sol·licitació aeròbica dels esgrimadors i defensa que l'esgrimador fa una utilització molt escassa de les fonts energètiques del metabolisme làctic, considerant important la potència aeròbica per a suportar les exigències competitives i especialment el volum dels entrenaments.

D'altra banda autors com Roi i Mognoni (1987) i Waterloh i col. (1975) qüestionen la rellevància de la potència aeròbica en els tiradors. Roi i Mognoni van detectar en una mostra de 35 espadistes italians un consum màxim d'oxigen en una prova ergomètrica de 47,1 (de=4,8) mL·kg⁻¹·min⁻¹ amb valors extrems entre els 36,5 i 56,1 mL·kg⁻¹·min⁻¹. Per aquests autors els dubtes sobre la importància de la potència aeròbica en l'esgrima s'incrementen amb les consideracions de Rittel i Waterloh (1975) que observen una manca de bradicardia de repòs en els esgrimidors.

En la literatura específica diferents autors s'han interessat en la resposta del $\dot{V}O_2$ en situacions de competició. La taula 2-4 ens mostra els resultats de diferents estudis sobre la valoració del consum màxim d'oxigen dels esgrimidors en el laboratori.

En un interessant estudi Lavoie i col. (1984) van realitzar una comparació en dos nivells d'esgrimidors sense distinció d'armes. Els autors trobaren millors valors en el consum màxim d'oxigen en els tiradors de nivell internacional (59 mL·kg⁻¹·min⁻¹; n=10) que en els de nivell provincial (54 mL·kg⁻¹·min⁻¹; n=12) (p<0,05), fet que possibilita una ponderació de la importància d'aquesta variable pels esgrimidors. Els autors coincidiren en que les diferències en el $\dot{V}O_{2max}$ entre esgrimidors d'alt nivell i de categoria provincial era deguda, fonamentalment, a la diferència de volum i intensitat d'entrenament entre ambdós grups, però tanmateix remarcaren l'interès que pel rendiment esportiu en l'esgrima representa l'obtenció d'uns bons nivells de resistència aeròbica.

Taula 2-4: Recull de les principals valoracions de consum màxim d'oxigen en esgrimidors extreptes de la literatura específica.

Població	Armes	Subjectes (n)	$\dot{V}O_{2max}$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Autors
<i>Equips nacionals</i>				
Brasil	3 armes	18	53,3	De Rose i Teixeira, 1975
Canadà	3 armes	10	59,5	Lavoie i col., 1984
Canadà	Espasa	8	62,7	Lavoie i col., 1988
Suècia	Espasa	6	67,3	Nyström i col., 1990
Espanya	3 armes	17	58,4	Iglesias i Rodríguez, 1991
<i>Heterogènies</i>				
França	3 armes	7	40,1	Macarez, 1978
Canadà	3 armes	12	54,5	Lavoie i col., 1984
Itàlia	Espasa	33	47,1	Roi i Mognoni, 1987
Catalunya	3 armes	17	55,5	Iglesias i Cano, 1990

Macarez (1978) va realitzar una anàlisi longitudinal on es van reflectir increments dels valors de consum màxim d'oxigen d'un grup de tiradors francesos (n=10) a la fi de la temporada (\bar{X} =42 mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=1,8) respecte els observats en el seu inici (\bar{X} =39 mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=2). L'estudi longitudinal també fou utilitzat per Hernández (1978) en un grup de 8 sabristes cubans, comparant l'estat de forma des de l'inici del període competitiu a la fi del mateix. L'estudi analitzava el canvi de forma i la prova era la realització d'un únic assalt d'entre 10 i 12 min a intensitat màxima, simulant condicions de competició. Hernández va arribar a la conclusió que existia una millora en la forma esportiva per l'adaptació de

l'organisme a les càrregues d'entrenament, exposant la millora en la informació sobre estats de forma esportiva en analitzar indicadors bioquímics de la relació àcid-base en lloc d'indicadors perifèrics com la FC.

Seyfried (1989) realitzant una aproximació a protocols de valoració específica dissenyà una simulació, en cinta rodant, sobre la durada i els desplaçaments utilitzats en les proves d'esgrima del pentatló modern (espasa) determinant que el consum d'oxigen assolit pels tiradors era del 54% al 83% del $\dot{V}O_{2max}$.

Millorant l'especificitat de la valoració, Lavoie, Léger i Marini (1988) van determinar el consum d'oxigen en competició en una mostra de 8 espasistes canadencs d'alt nivell en el decurs d'una competició amistosa. Per a la determinació del consum d'oxigen van utilitzar un mètode de retroextrapolació (Léger i col. 1980) en el que s'analitzaren els gasos expirats, un cop acabat l'esforç, en sacs de neoprè (sacs de Douglas). Els valors assolits pels 8 espasistes de 19 anys (de=5) d'edat foren de 44 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (de=10) amb extrems de 39 i 51 mL·kg⁻¹·min⁻¹ el que representa sobre el $\dot{V}O_{2max}$ en laboratori (\bar{X} =62,7 mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=5) un valor relatiu del 70% (de=14) del $\dot{V}O_{2max}$.

Waterloh i col. (1975) van estudiar la influència del vestit d'esgrima sobre el rendiment cardiopulmonar dels esgrimidors. Els resultats no van mostrar una influència significativa sobre el seu rendiment, però sí una tendència a l'increment del consum d'oxigen produïda per l'augment de les necessitats de termoregulació al dur el vestit d'esgrima. Els floretistes son més afectats per aquest factor —i avui en dia també els sabristes— pel fet d'afegir al vestit específic, una jaqueta metal·litzada suplementària.

2.3.5. Lactatèmia

Lavoie, Léger i Marini (1988) van determinar la lactatèmia en una mostra de 8 esportistes canadencs d'alt nivell en el decurs d'una competició amistosa. La mitjana de les 10 mostres fou de $2,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($de=0,9$), no superant ninguna d'elles els $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, fet que demostra una feble activació del metabolisme anaeròbic lactàcid. Aquesta observació és coincident en els escassos estudis realitzats sobre la lactatèmia dels esgrimidors en competició.

Els resultats de les extraccions de sang capilar no allunyen gaire els valors obtinguts dels corresponents en condicions basals, fet que no significa que durant la competició d'esgrima no es produeixi àcid làctic, sinó que per la dinàmica específica de la competició aquest pot ser eliminat més ràpidament o bé de forma contínua, considerant la intermitència de les pauses que l'organisme aprofita per l'aclariment i metabolització del lactat.

Aquesta circumstància és corroborada per Hoch i col. (1988) observant que la lactatèmia durant els assalts es manté a nivells inferiors als del llindar aeròbic-anaeròbic. Aquests autors mantenen que la producció d'energia en l'esgrima és predominantment alàctica durant els esforços màxims de curta durada i aeròbica durant els esforços d'intensitat submàxima.

2.3.6. Potència anaeròbica alàctica

Dal Monte i Faina (1980) consideren que tant la velocitat gestual com la potència anaeròbica alàctica són determinants per al rendiment en l'esgrima. Aquesta conclusió és coincident amb la d'altres Autors (Caldarone 1980, 1983; Dal Monte 1983; Roi i Mognoni 1987; Iglesias i Cano 1990; Iglesias i Rodríguez 1990; Waterloh i Rittel 1975; Lavoie i col. 1984, 1985, 1988). Així, Caldarone i col. (1980, 1983) consideren el mecanisme anaeròbic alàctic com un dels més importants per a l'esgrima perquè és el responsable de proporcionar l'energia necessària per a les execucions tècniques determinants per a l'èxit. Els Autors, mitjançant un test inespecífic de 10 s sobre cinta rodant, avaluaren la màxima potència anaeròbica alàctica de 34 esgrimidors, arribant a la conclusió que la potència muscular i la força explosiva són els elements més importants pel gest tècnic de l'esgrima. En l'estudi van observar-se diferències favorables als tiradors de més alt nivell en l'execució dels tests a major velocitat, considerant els Autors l'existència d'una relació entre la capacitat esportiva específica dels subjectes i l'execució del test.

Roi i Mognoni (1988) van analitzar la potència aeròbica i la potència anaeròbica en una mostra d'esgrimidors italians dins del marc d'un estudi més complet. Per tal de mesurar els nivells de potència anaeròbica alàctica utilitzaren tests de salt des de la posició de flexió de cames en 90° amb l'ajut d'una plataforma dinamomètrica. Un salt en contramoviment va servir per determinar el component elàstic en la musculatura dels esgrimidors. Els resultats obtinguts pel total de la mostra d'espasistes italians (n=35) fou de 35,7 cm (de=4) en el salt vertical, i de 36,9 cm (de=5,2) en el salt amb contramoviment. Els autors van analitzar l'existència de diferències entre els esgrimidors esmentats, dividits segons 4 categories de nivells, i comparant-los també a una mostra d'11 subjectes sedentaris, no observant-se diferències significatives en cap

dels grups estudiats. En la discussió dels resultats també es conclou que els espasistes presenten una feble utilització del component elàstic, restant aquesta afirmació oberta a possibles matisacions si es considera que els protocols utilitzats són generals i aplicats en un esport totalment asimètric.

2.3.7. Proves funcionals específiques

L'increment de l'especificitat en les avaluacions és la tendència sobre la que s'ha de centrar avui en dia la valoració funcional. En el recull que presentem de les aportacions de la literatura es mostren alguns intents de millorar l'especificitat de les valoracions, ja sigui realitzant estudis sobre les diferents sol·licitacions de la FC en entrenaments (Díaz 1981; Velázquez 1978, 1979), extrapolacions del consum d'oxigen després de simulacions de la competició (Lavoie i col. 1988), o bé introduint tests de desplaçaments per millorar el caràcter especial de l'avaluació en tests de resistència (Seyfried 1989). L'especificitat presenta la major rellevància en la seva estreta relació amb el control i seguiment de les diferents etapes formatives o períodes d'entrenament dels esportistes.

Itàlia és un dels països que, en els darrers anys, més ha interrelacionat les proves funcionals amb l'entrenament. Un article publicat per Bressan (1990) posa de manifest la incorporació dels indicadors funcionals a la programació de l'entrenament dels equips italians d'esgrima. L'autor, mestre d'armes i responsable de la preparació física dels equips nacionals italians de 1981 a 1988, demostra un gran coneixement de les característiques funcionals de l'esgrima i centra el seu

anàlisi en la valoració, general i específica, de la força explosiva de les extremitats inferiors dels tiradors. En aquest treball plurianual es destaca l'aportació a la pràctica quotidiana, introduint mètodes d'anàlisi objectiu d'alguns indicadors de rendiment i comparant la progressió en proves generals i específiques per determinar una major relació entre les segones i el rendiment en l'esgrima. Les proves generals utilitzades per Bressan són sprint de 30 m, salt vertical, salt horitzontal i cursa amb canvis de direcció, mentre que les proves específiques són realitzades mitjançant desplaçaments d'esgrima i són: "10 m amb marxar", "10 m en trencar" i "10 m a fons, tornada a la guàrdia, a fons". La comparació entre proves generals i específiques dona alts nivells de correlació, essent el sprint de 30 m qui major nivell de significació presenta ($r^2 = 0,85-0,95$). L'anàlisi longitudinal realitzat en diferents estudis per aquest autor i col·laboradors (Bressan i col. 1985, 1990, 1993) més que representar unes conclusions sobre relacions amb el rendiment extrapolables a la població de l'esgrima, contribueix a millorar el coneixement de la sol·licitació funcional dels esgrimidors al llarg de la seva formació i consideren de gran interès mantenir un control, tant amb protocols generals com específics, de l'estat de la condició física dels esgrimidors.

2.3.8. Despesa energètica

En treballs més actuals es troben els primers retalls d'una quantificació de la despesa energètica de l'esgrima, anant, de la teorització dels primers articles referenciats, a les estimacions en simulacions competitives del comportament del $\dot{V}O_2$ i de la despesa energètica.

Marini (1984) considera que els recursos aeròbics són sol·licitats de forma gairebé permanent al llarg de la competició d'esgrima, però són insuficients per tal de cobrir les necessitats dels nombrosos esforços explosius, de caràcter curt i intermitent, produïts pels desplaçaments d'atac dels membres inferiors (fons, fletxa, etc.). En la seva anàlisi descriu les vies d'aportació energètica (aeròbiques i anaeròbiques làctiques i alàctiques) però sense precisar el nivell d'incidència de cadascuna. La valoració de la despesa energètica en l'esgrima ha de considerar les diferenciacions existents en cadascuna de les modalitats, doncs la relació acció-repòs (densitat de la càrrega) definirà certes diferències en els requeriments energètics dels tiradors. Marini (1984) proposa un entrenament dirigit a desenvolupar la capacitat aeròbica màxima elevat el llindar anaeròbic en el que s'incrementa la producció d'àcid làctic.

Lavoie, Léger i Marini (1988) exposen que la natura explosiva i intermitent de moltes de les accions de l'esgrima suggereixen una utilització rellevant dels recursos anaeròbics alàctics i la consideren un esport amb requeriments aeròbics d'intensitat relativa propera al 70% del $\dot{V}O_{2max}$. La despesa energètica estimada, sobre els valors de consum d'oxigen per retroextrapolació en una competició d'entrenament fou de $65 \text{ kJ}\cdot\text{min}^{-1}$ ($d_e=15$) ($\bar{X}=15,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$; $d_e=3,6$) de mitjana per assalt ^(*).

Seyfried, en una aproximació sobre la despesa energètica en l'esgrima del pentatló modern, realitza una crítica al model d'estimació de la despesa energètica exposat per Lavoie, Léger i Marini (1988) basant-se en els dubtes sobre la fiabilitat d'un mètode de retroextrapolació que, sobre paràmetres de la fi dels assalts (espiració de gasos), assumeix valors de tota la durada dels mateixos. L'Autor considera que l'esgrima presenta nombrosos canvis d'intensitat provocats per la variabilitat pròpia

^(*) Els autors (Lavoie, Léger i Marini, 1988) utilitzen com a equivalències del cost energètic les següents: 1 litre d'O₂=4,825 kcal=20,2 kJ.

de la dinàmica competitiva. Seyfried conclou l'estudi amb una validació del mètode, sobre 8 espasistes, en una prova de desplaçaments d'esgrima sobre cinta rodant. L'anàlisi del consum d'oxigen el realitza de forma directa ($\bar{X}=47,4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3,7$) i per retroextrapolació ($\bar{X}=45,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3,9$), arribant a validar el mètode en observar una correlació entre ambdós de 0,85, però considerant-lo com a mitjanament precís i delicat d'utilitzar. La despesa energètica resultant d'aquesta simulació de la dinàmica competitiva del pentatló modern fou de $17,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=2,9$).

Taula 2-5: Càlculs de la despesa energètica en diferents situacions de l'entrenament d'esgrimadors cubans.

	Durada (min)	Despesa energètica		Potència energètica	
		(kcal)	(kcal·kg ⁻¹)	(kcal·min ⁻¹)	(kcal·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
Escalfament general	3	28,9	0,41	9,6	0,14
Escalfament especial	5	51,5	0,74	10,3	0,15
Plastró	5	38,5	0,55	7,7	0,11
Treball en parelles	10	62,5	0,89	6,3	0,09
Classe individual	25	147	2,10	5,9	0,08
Assalts d'entrenament	10	69,7	0,99	6,9	0,09

De Díaz 1984.

Díaz (1984) en un extens estudi de les variables fisiològiques dels esgrimidors cubans determinà els nivells de despesa energètica indicant el coeficient calòric d'un litre d'O₂ durant el treball, i calculant el valor del coeficient respiratori i el valor del deute d'oxigen, multiplicant-lo per 2,9, és a dir, per la xifra mitjana de l'equivalent alactàcid i lactàcid. Els valors aconseguits es mostren en la taula 2-5.

2.3.9. Factors perceptiuomotrius

Els processos de percepció, processament i execució del moviment són del tot determinants en l'esgrima. El control de cada gest, la percepció i les reaccions diferenciades a cada estímul, l'automatització de la tècnica i els factors de l'automatisme associats als elements tecnicotàctics desenvolupats durant tot el procés de formació dels esgrimidors, condicionen l'aplicació diferenciada de tècniques i reaccions sobre la pista en els tiradors.

Considerant aquests factors com a molt rellevants, i relacionats amb la matèria d'estudi, però mereixedors d'una anàlisi acurada i específica, tan sols hem volgut fer esment de diferents estudis referents al component neurofisiològic, ja que, com nosaltres, molts autors consideren aquests elements com a determinants per al rendiment esportiu en l'esgrima.

Per a Irany (1973) l'esgrima es compon bàsicament d'un conjunt d'accions automatitzades que intenten aparèixer davant de certs estímuls. Per a aquest i d'altres autors, com Cazajkowski (1972), l'automatització és l'eix central de tot l'entrenament de l'esgrima i defineix que l'aprenentatge

del gest ha de realitzar-se en un marc tecnicotàctic, considerant, a més a més, tots els factors i condicionants específics: concentració, percepció espai-temporal, velocitat, etc. En coincidència amb els plantejaments expressats, Arrigo (1980) destaca, entre d'altres, com a característica decisiva pel rendiment en l'esgrima la repetitivitat del gest com aprenentatge d'un moviment no natural, considerant a l'igual que Caldarone (1983), que aquest aprenentatge ha d'iniciar-se amb nens d'uns 8 anys.

La focalització de l'atenció envers l'adversari i els seus moviments fa que diferents Autors hagin centrat el seu anàlisi en la capacitat d'observació dels tiradors a diferents nivells, així Leseur (1989) i Bard (1981) realitzaren distintes experiències —sobre reacció oculomotriu el primer i anàlisi de l'exploració visual el segon— en les que es posà de manifest la millora en l'evolució del factor neuromuscular i perceptiu com a conseqüència de l'entrenament en els esgrimidors.

D'altres Autors com Keler i Tishler (1988) van centrar part de la seva anàlisi del rendiment dels esgrimidors cubans en la reacciometria, elaborant protocols específics per avaluar la millora dels tiradors. En un estudi més proper, Iglesias i Cano (1988) estudiaren el temps de reacció simple mitjançant una prova d'atenció-concentració en una mostra de 25 esgrimidors catalans de diferent nivell. Els resultats de la prova d'atenció-concentració no es correlacionaren amb el nivell dels tiradors, però els valors recollits eren d'una valoració excel·lent comparant-los a d'altres poblacions esportives.

Incidint amb els estudis comparatius, Gioux i col. (1983) estudiaren l'activitat elèctrica cerebral en relació a la categoria dels tiradors, i van arribar a la conclusió que existien diferències significatives entre grups amb diferent nivell esgrimístic. En l'estudi de la rellevància dels factors perceptiu-motrius en l'esgrima Macarez (1978) va analitzar

longitudinalment una mostra de 10 esgrimidors francesos de categories inferiors obtenint millors rendiments del temps de reacció a mesura que la temporada competitiva arribava a la seva fi.

Finalment no voldríem enllestir aquesta breu exposició dels aspectes perceptiu-motrius sense fer esment al factor dominància lateral que en l'esgrima, com en d'altres esports asimètrics, pren una importància remarcable. Així, Rossi (1985) senyala una major prevalença de tiradors esquerrans en l'elit esgrimística, en major proporció a l'existent en la població en general. Els motius semblen ser dos: la dificultat tècnica, afirmació sobre la que coincideix també Arrigo (1980), i una major predisposició davant la competició esgrimística en els esquerrans, lligada a la seva diferent organització cerebral. Azemar i col. (1983, 1993) confirmen aquesta última hipòtesi, considerant que els esquerrans presenten un tractament de la informació oculomotriu que provoca una millor resposta en temps de reacció. Aquestes característiques dels tiradors esquerrans, són particularment avantatjoses en el floret.

2.3.10. Model de rendiment

Dal Monte i col. (1980, 1983, 1987) afirmen que existeixen molts factors que contribueixen a la consecució de l'èxit esportiu, englobats en quatre grans grups: l'organicofuncional, l'estructural, el coordinatiu i un quart en el que s'afegirien d'altres com el psicològic i l'ambiental. Els Autors plantegen la necessitat de definir un model de rendiment específic per a cada esport i en la seva classificació fisiologicobiomecànica de les activitats esportives defineixen l'esgrima com a un dels esports de destresa amb important requeriment muscular.

Davant la necessitat de definir l'esgrima per a classificar-la dins d'un model o altre d'esports, molts autors s'han pronunciat i han sistematitzat l'esgrima des de diferents vessants. Hi ha definicions més tècniques com la del diccionari d'esgrima (Enciclopèdia Catalana 1991) que la considera com "l'esport que consisteix a tirar i manejar l'espasa, el floret o el sabre per tal de tocar el contrari sense ser tocat"; vessants fisiològiques com Mayda Hernández (1978) que cita l'esgrima com a un esport de combat, acíclic i de potència variable; o des de perspectives relacionals com Riera (1985) que la descriu com un esport individual, d'oposició i sense col·laboració; o com la praxiològica que l'emmarca com a pràctica esportiva d'oposició i competició (Castarlenas J LL 1993).

En els diferents tractats d'esgrima escrits a principis del segle XX ja es recollien les consideracions de diferents mestres sobre les característiques bàsiques o factors que incidien en el rendiment dels esgrimidors. Eugenio Pini (1905), un dels mestres italians més destacats de la fi dels s. XIX i de principis del s. XX, exposava que els requisits principals pels assalts d'esgrima eren la mesura, el temps, l'astúcia, el càlcul, la vista, la velocitat i la decisió. Per mesura entenia el que nosaltres definim com distància, és a dir, l'espai existent entre els dos esgrimidors i que defineix la possibilitat de realitzar amb èxit qualsevol acció. Aquest sentit de la distància, variable segons el rival i constantment ajustable en cada assalt i acció a acció, és sens dubte una referència inalterable com a factor de rendiment. El temps, o sentit del temps, representa l'elecció del moment adient en que realitzar l'acció definitiva. En un esport on les intencions es confonen, voluntàriament o no, amb les accions, l'elecció de l'instant en que s'executa l'ofensiva, o la parada, definitiva, és del tot decisiu. L'astúcia, el càlcul i la vista estarien d'acord amb el que a hores d'ara és l'anàlisi dels rivals i els conceptes de tàctica i estratègia; factors determinants per assolir la victòria. La velocitat, conjuntament amb d'altres elements, per Pini, podien ser treballats amb l'aprenentatge diari

amb la classe d'esgrima. Finalment l'Autor italià considera la decisió com a un dels elements principals, lligat als factors psicològics que proporcionen als tiradors les capacitats necessàries per a l'obtenció de l'èxit.

“...La precipitación excluye el cálculo y es en esgrima uno de los más graves defectos. Recomiéndase á los tiradores estudiosos, que no la confundan con la velocidad; pues ésta debe emplearse á tiempo justo, de lo contrario se obtendrá un resultado negativo.”

(Eugenio Pini, 1905)

Ja més recentment, però també en un dels principals tractats de l'esgrima moderna, Thiroux (1970) descriu, en les bases de l'escola francesa d'esgrima, una senzilla anàlisi anatòmica, biomecànica i psicomotriu per tal de determinar un model bàsic d'entrenament en l'esgrima.

Des d'una visió més actual de les ciències aplicades a l'esport, Caldarone (1980, 1983), seguint l'esquema presentat per Dal Monte (1980, 1983, 1987), proposa un conjunt de factors que determinen un model de rendiment específic de l'esgrima :

- a) Edat : - d'inici: 6 a 8 anys
 - de màxim rendiment: 18 a 28 anys.
- b) Correcta relació talla-pes.
- c) Talla diferenciada segons modalitat:
 - espasa: alta
 - floret masculí: indiferent (165 a 190 cm)
 - sabre: mitja
 - floret femení: mitja-alta.
- d) Potència anaeròbica alàctica: determinant.

- e) Capacitat anaeròbica làctica: útil, però no decisiva.
- f) Capacitat aeròbica: útil, però no decisiva .
- g) Força muscular: isomètrica, explosiva, elàstica i força resistència.
- h) Destresa: fonamental.

Marini (1984) destaca en l'anàlisi condicional la velocitat, força explosiva i potència d'extremitats inferiors com a qualitats més rellevants, essent el metabolisme anaeròbic alàctic i el sistema neuromuscular sobre els que l'entrenament d'esgrima haurà d'incidir. En la mateixa línia, Waterloh i col. (1975) consideren que els components psiconerviosos i neuromusculars són més determinants pel rendiment en l'esgrima que els components de resistència, considerant com a factors limitadors la rapidesa motriu i la velocitat d'acció i reacció, la força explosiva i la "souplesse".

En l'establiment d'un model de rendiment específic de l'esgrima s'hauria de considerar la interrelació de tots els factors de rendiment considerant, en una primera fase de caràcter general, la que determinaria les característiques genèriques favorables per l'esport de l'esgrima, i en una segona fase, on s'apuntarien les possibles especificitats per a cadascuna de les tres armes: espasa, floret i sabre.

3. JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS

3. JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS	61
3.1.OBJECTIUS GENERALS.....	64
3.2.OBJECTIUS ESPECÍFICS	65

El desig d'estudiar les variables que incideixen en el rendiment dels esgrimidors va ser la idea sobre la que vam centrar el nostre projecte. Sens dubte l'esgrima és un dels esports on hi ha un gran nombre de factors que, en major o menor mesura, contribueixen a l'èxit esportiu. Si considerem la interpretació sobre els factors que incideixen en el rendiment realitzada per Zatsiorski (1989) observem que defineix el model esportiu mitjançant la identificació de característiques conservadores o no conservadores, segons es modifiquen o no amb l'entrenament, i compensables o no, segons el seu grau de relació directa amb les possibilitats finals de rendiment. L'esgrima hauria de considerar-se com un esport amb gran nombre de característiques no conservadores — definides i millorades pels processos d'aprenentatge i adaptació tecnicotàctica— i compensables, fet observable en les diferents competicions d'aquest esport on es poden apreciar tiradors de diferents característiques corporals o condicionals i que assoleixen resultats d'interès gràcies a la utilització en els assalts de les seves qualitats dominants (alçada, velocitat, tècnica, etc.) i deixant com a secundàries d'altres no dominants.

Sabedors de la gran quantitat d'indicadors a valorar en l'esgrima — factors psicològics, tècnic, tàctic, condicionals, etc.— vam decidir centrar l'estudi en un dels aspectes més objectivables: la valoració funcional. Des del primer moment vam coincidir en la necessitat d'avaluar el més específicament possible els practicants d'aquest esport i això ens va portar a dissenyar nous protocols i diferents estratègies de valoració en situació real o simulada d'entrenament i competició.

Els objectius de la tesi els hem classificat en generals i específics i els exposem a continuació:

3.1. OBJECTIUS GENERALS

- Definir un perfil funcional específic dels esgrimidors que ens apropi al coneixement de les seves característiques bàsiques i contribueixi a l'elaboració d'un model genèric de rendiment.

- Realitzar una anàlisi descriptiva de les diferents variables d'estudi del col·lectiu dels esgrimidors i millorar la identificació de les particularitats existents en cadascuna de les modalitats de l'esgrima.

- Caracteritzar la resposta funcional en competició i entrenaments per tal d'establir unes bases sòlides que possibilitin una orientació de l'entrenament adient a les demandes funcionals específiques de l'esgrima.

- Establir una avaluació específica dels diferents factors de rendiment en l'esgrima que millori la interpretació de l'anàlisi de les dades.

- Comparar les exigències funcionals diferencials de les tres modalitats de l'esgrima així com les diferències segons l'edat, el nivell i el gènere dels tiradors.

3.2. OBJECTIUS ESPECÍFICS

- Caracteritzar la resposta de la freqüència cardíaca, de la lactatèmia, del consum d'oxigen i de la despesa energètica en els esgrimidors en situacions d'assalt d'entrenament i competició.

- Mesurar el consum d'oxigen mitjançant mètodes directes i comparar-los amb mètodes indirectes basats en la resposta cardíaca a l'esforç.

- Analitzar la despesa energètica dels esgrimidors en situacions reals i simulades de competició.

- Analitzar comparativament, en competició i entrenament, els indicadors funcionals més representatius: freqüència cardíaca, consum d'oxigen i lactatèmia.

- Identificar el perfil funcional dels esgrimidors integrants de les seleccions espanyoles, com a mostra de tiradors d'alt nivell.

- Comparar els resultats de diferents indicadors segons el nivell i modalitat dels esgrimidors.

- Definir el perfil cineantropomètric dels esgrimidors incidint en l'asimetria produïda per la pràctica específica de l'esgrima.

- Aplicar un sistema de determinació objectivable del nivell dels esgrimidors per tal de precisar l'estudi comparatiu entre tiradors de major o menor qualitat esgrimística.

- Valorar en laboratori les principals característiques funcionals dels esgrimidors de les diferents modalitats: espasa, floret i sabre.

- Dissenyar protocols de valoració específica de la força explosiva de les extremitats inferiors que facilitin l'especificitat de l'avaluació per als tècnics en el control de l'entrenament.

- Comparar els resultats d'esgrimidors de diferent nivell en funció de l'aplicació de protocols generals i específics de valoració de la força explosiva.

4. ANÀLISI DE LA SOL·LICITACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS EN ENTRENAMENT I COMPETICIÓ

4. ANÀLISI DE LA SOL·LICITACIÓ FUNCIONAL DELS

ESGRIMIDORS EN ENTRENAMENT I COMPETICIÓ67

4.1.JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS..... 71

4.2.SUPÒSITS I LIMITACIONS..... 73

4.3.SUBJECTES 77

4.3.1.Distribució de la mostra 77

4.3.2.Criteris d'inclusió 78

4.4.MATERIAL I MÈTODE 79

4.4.1.Material 79

4.4.2.Mètodes 83

4.4.2.1.Caracterització de la freqüència cardíaca..... 83

4.4.2.2.Caracterització de la lactatèmia 89

4.4.2.3.Caracterització del consum d'oxigen 92

4.4.2.4.Estimació de la despesa energètica en competició 109

4.4.2.5.Estimació de la potència energètica..... 114

4.5.DISSENY I MÈTODE ESTADÍSTIC..... 116

4.5.1.Disseny 116

4.5.2.Recollida de dades i anàlisi estadística..... 122

4.5.2.1.Recollida i tractament de les dades 122

4.5.2.2.Anàlisi estadística..... 123

4.6.RESULTATS 131

4.6.1.La freqüència cardíaca 131

4.6.1.1.La freqüència cardíaca en competició 131

4.6.1.2.La freqüència cardíaca en entrenaments..... 151

4.6.2.La lactatèmia..... 157

4.6.3.El consum d'oxigen..... 162

4.6.3.1.L'estimació del consum d'oxigen..... 162

4.6.3.2.El consum d'oxigen per telemetria 181

4.6.3.3.Estudi de validació del mètode d'estimació del consum d'oxigen..... 189

4.6.4.La despesa energètica en competició	194
4.6.5.Dinàmica de la competició d'esgrima.....	198
4.7.DISCUSSIÓ	204
4.7.1.Freqüència cardíaca.....	206
4.7.2.Lactatèmia.....	220
4.7.3.Consum d'oxigen.....	224
4.7.4.Despesa energètica en competició.....	242
4.7.5.Dinàmica temporal de la competició	249
4.8.CONCLUSIONS	257

4.1. JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS

L'entrenament esportiu es basa en l'aplicació d'uns sistemes de treball que incideixin positivament en la millora dels diferents factors de rendiment. Cada esport presenta trets diferencials en la seva estructura competitiva així com en les característiques determinants per assolir l'alt nivell. Per això les tendències actuals basen en l'especificitat del treball gran part del volum d'entrenament. La identificació dels principals factors que incideixen en el rendiment dels esportistes en cada modalitat és el primer pas per dissenyar una estratègia d'entrenament específic que millori l'efectivitat del treball desenvolupat per un esportista.

Des d'aquesta perspectiva podem diferenciar dos grans àmbits d'anàlisi de la sol·licitació dels esgrimidors: la càrrega interna, desenvolupada en cada entrenament o competició, i la càrrega externa. La millora del coneixement de la dinàmica específica de l'esgrima és un dels primers elements a considerar en la caracterització d'aquest esport. És a dir, reconèixer l'estructura temporal i la implementació de la competició: el pes de les armes, l'equipament en cada modalitat, els temps de treball i repòs en els assalts, la durada global de les proves o l'interval entre cada eliminatòria. La valoració d'aquests paràmetres és relativament senzilla perquè es correspon a la determinació de la càrrega externa de la competició, valorant la durada total dels campionats o entrenaments, quantificació d'assalts i nombre de pauses, etc. Aquest primer element d'anàlisi ha estat apuntat en la introducció de la tesi realitzant-se una breu descripció de les característiques de l'esport i considerant les principals referències bibliogràfiques que han tractat la dinàmica competitiva específica, i serà complementat en l'apartat que es presenta posteriorment.

El segon element que ens condicionarà l'entrenament és el coneixement de la resposta funcional de l'esgrimidor en competició, és a dir, determinar quantitativament la càrrega interna a que l'esportista és sotmès per la realització de l'activitat concreta de l'esgrima. Valorar les modificacions de la freqüència cardíaca al llarg dels entrenaments i la competició, quantificar els nivells de lactatèmia en diferents fases de les proves, analitzar el consum d'oxigen en situacions competitives i entrenament i realitzar un apropament a l'estimació de la despesa energètica produïda per l'esgrima, són els principals elements d'aquest estudi.

L'esgrima, a més a més, és practicada en diferents modalitats i això ens ha portat a caracteritzar la resposta funcional dels diferents tiradors segons l'especialitat realitzada, considerant que, com hem apreciat en la revisió bibliogràfica, la dinàmica competitiva presenta trets diferencials que aconsellen aquesta anàlisi específica per a cadascuna de les armes.

Els principals objectius d'aquest capítol han estat: caracteritzar la resposta de la freqüència cardíaca, del consum d'oxigen i de la lactatèmia dels tiradors en situacions d'entrenament i competició; analitzar la despesa energètica dels esgrimadors; el mesurament del consum d'oxigen dels tiradors, així com la detecció de diferències funcionals entre les diferents modalitats de l'esgrima; finalment utilitzar un mètode d'estimació del consum d'oxigen i la despesa energètica, en base al registre continu de la freqüència cardíaca, que permeti assolir nivells més elevats d'informació de la sol·licitació dels esgrimadors.

4.2. SUPÒSITS I LIMITACIONS

La realització d'una anàlisi funcional fora del laboratori, en condicions específiques d'entrenament i competició, comporta certs condicionants i limitacions segons les variables a estudiar.

La valoració de la freqüència cardíaca, gràcies a la facilitat de treball amb els cardiotacòmetres (pulsòmetres), presentava tan sols, a nivell logístic, una complexitat a l'hora de determinar els temps de treball i de pausa en les competicions, però aquest era un element previst i controlat per mitjà de fulls d'observació (annex 2). Les dificultats per valorar els esportistes en la pròpia competició són evidents perquè en moltes ocasions la implementació de l'estudi o bé la mateixa organització ho impedeixen. En aquesta recerca va assolir-se una fita prou significativa: valorar el registre de la freqüència cardíaca i realitzar les lactatèmies previstes durant una competició real. Això va ser possible gràcies als esportistes participants, malgrat, per a algun d'ells, la competició era inclosa dins les proves de selecció per als Jocs Olímpics de Barcelona'92. També cal reconèixer les facilitats donades per la Federació d'Esgrima de Catalunya, *la Real Federación Española de Esgrima*, així com pel mateix INEFC de Barcelona, seu del Torneig.

La valoració de la FC en competició està exposada al risc que, en la disputa de qualsevol assalt, es produeixi una desconexió momentània dels elèctrodes del cardiotacòmetre, doncs la mobilitat del tronc és constant i pot provocar una pèrdua de dades. Quan es produïen les desconexions quedaven reflectides en els llistats de registres de FC. Si les desconexions afectaven a pocs registres, es substituïen les dades incorrectes (normalment valors propers a 0 o 225 bat·min⁻¹) pels valors resultants de realitzar la mitjana entre els sis registres anteriors i

posteriors a la desconexió, considerant que aquests eren recollits pel cardiotaquímetre Polar 4000 en intervals de 5 segons, i l'error assumit seria pràcticament el mateix que si el software hagués estat programat en intervals de 15 o més segons. Va desestimar-se la interpretació de dos assalts d'una mateixa tiradora (subjecte 4) en la prova internacional, per les constants desconexions detectades en els registres de la FC.

La determinació de la lactatèmia en competició real va comportar una notable mobilització de recursos humans i materials, doncs per no destorbar la dinàmica competitiva, ni alterar la concentració dels tiradors en la disputa dels assalts, l'equip de recerca era qui buscava els esgrimidors, pista a pista, en lloc de donar instruccions als tiradors que poguessin modificar en un determinat moment els seus nivells o pautes de concentració. Les mostres de lactat sanguini van ser recollides sistemàticament segons els protocols descrits en la metodologia. En els assalts d'eliminació directa, l'extracció es realitzava a la fi del segon o tercer assalt, i no entre assalt i assalt, doncs la pausa entre combats era d'un màxim de 30", i no es podia realitzar la corresponent valoració.

En la determinació del consum d'oxigen es presenten dos mètodes: un de directe que serà descrit posteriorment, i un altre d'indirecte, en el que el consum d'oxigen era estimat en cadascun dels tiradors mitjançant la següent equació de regressió lineal $VO_2=a+b(FC)$, obtinguda en una prova d'esforç progressiva en cinta rodant. Aquesta metodologia indirecta ha estat emprada en estudis sobre la despesa energètica d'activitats laborals (Åstrand i Rodahl 1986; pp. 332-334) i, com ha estat descrit en diferents estudis, pot ser aplicada també com a mètode de mesura indirecta de la despesa energètica en activitats esportives intermitents (Di Prampero 1981; Fox i col. 1989; Pinnington i col. 1990).

Prèviament a la descripció de la metodologia i resultats cal considerar les següents limitacions a l'estudi presentat:

- La competició esportiva comporta un augment del component

emocional amb un increment significatiu del to simpaticoadrenèrgic i de la secreció de catecolamines i, per tant, els valors de resposta funcional de l'individu davant els requeriments físics en competició poden veure's alterats (Hoch i col. 1988; Markowska i col. 1988).

- L'esmentat increment de la freqüència cardíaca pel factor competitiu, afegit al deute d'oxigen que es pot acumular en diferents fases de la competició, pot introduir un factor d'error que pot limitar la fiabilitat de l'estimació indirecta, del consum d'oxigen i de la despesa energètica, resultant de l'aplicació de l'equació de regressió citada anteriorment. Malgrat aquests factors, i donat que els períodes de tensió emocional són proporcionalment curts en relació als períodes de descans entre assalts, pensem que l'efecte sobre el component energètic, en una valoració global de la competició d'esgrima, ha de ser reduït.

- En la valoració indirecta del $\dot{V}O_2$ s'ha avaluat el consum d'oxigen en base als registres de FC dels assalts i de la globalitat de la competició. En el disseny de l'estudi es pretenia incorporar en la determinació del consum d'oxigen dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$) la quantificació del deute d'oxigen en els assalts, però la variabilitat existent en les pauses entre assalts feia que en molts combats, el deute d'oxigen d'un assalt no fos del tot complet al sobreposar-se el deute d'un assalt amb l'inici del següent. La decisió fou establir dues mesures de consum d'oxigen: la dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$), valorant la despesa real produïda en els mateixos, i la de competició ($\dot{V}O_2^{comp}$), en la que s'inclou tot el consum d'oxigen produït en competició, inclòs el deute, malgrat no s'arribi a precisar el volum d'aquest deute en cada assalt. Amb el desig de no perdre aquesta informació s'adjunta en la discussió del capítol una referència (Díaz 1981) en la que s'analitza el deute d'oxigen en les activitats específiques realitzades per esgrimidors cubans.

- La relació $\dot{V}O_2$ -FC individual durant l'esforç progressiu s'estableix mitjançant una prova contínua i progressiva sobre cinta rodant, mentre que la competició presenta una sol·licitació funcional variable i intermitent. S'assumeix que la variabilitat d'aquesta relació no és significativa a efectes del càlcul energètic. Això no obstant, Åstrand i Rodahl (1986) consideren que la fiabilitat d'aquesta estimació és adequada per tots els propòsits pràctics de la investigació de camp en la majoria de casos. Per verificar aquesta afirmació vam dissenyar un experiment de mesurament directe del $\dot{V}O_2$ en competició per eventualment validar aquesta metodologia (Rodríguez i col. 1994), i posteriorment es va complementar l'estudi de validació amb un doble càlcul: el primer utilitzava l'equació de regressió resultant de la relació entre freqüència cardíaca i consum d'oxigen de la prova d'esforç, mentre que el segon ho feia amb les mateixes dades dels assalts, mesurats telemètricament amb el K2-Cosmed.

- Quan els resultats de l'estimació del consum d'oxigen i de la despesa energètica procedeixen d'una valoració indirecta existeix un marge d'error que hem cercat d'esbrinar per mitjà de la comparació de valors directes i estimats en els mateixos registres d'entrenament i competició.

- En l'estimació del $\dot{V}O_2$ hem considerat com a nivell basal de consum d'oxigen individual el valor d'1 MET ($3,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$).

- La prova d'esforç realitzada per aconseguir l'equació de regressió lineal es realitzava en un marge de més/menys 3 a 7 dies. En aquest període l'esgrimidor no modificava considerablement la condició física i per tant la relació $\dot{V}O_2$ -FC podia aplicar-se als registres de la FC en competició amb un reduït marge d'error. Els tiradors acceptaven no variar el seu procés d'entrenament ni realitzar entrenaments dirigits

específicament a millorar la seva potència aeròbica o anaeròbica en la setmana que es realitzaven les valoracions.

4.3. SUBJECTES

4.3.1. Distribució de la mostra

Considerant el fraccionament d'aquesta recerca es presentarà en l'anàlisi de cadascun dels paràmetres estudiats la grandària de la mostra en les corresponents taules de resultats. El total de subjectes (n=55) que han intervingut en alguna de les parts d'aquest treball experimental han estat 21 dones i 34 homes. La distribució global per armes fou d'11 sabristes, 16 espasistes masculins, 9 espasistes femenines, 7 homes de floret, 12 floretistes femenines i una representant de floret femení de l'esgrima en cadira de rodes.

La major proporció d'espasistes s'explica per la facilitat que la selecció espanyola d'aquesta modalitat oferia en les seves repetides estades al CAR de Sant Cugat, fet que vam aprofitar per avaluar amb major detall integrants d'un equip d'alt nivell, possibilitat sovint costosa pels impediments que aquests equips professionals tenen a l'evitar elements aliens que incideixin en la programació o aplicació dels entrenaments.

La participació de tiradors de diferents clubs espanyols en aquesta

primera fase de la tesi es distribuïa com segueix: de Barcelona la “Sala d’Armes Montjuïc” (n=43), el “Club d’esgrima Fides” (n=5), i el “Pentatló Club Barcelona” (n=2); de Sabadell el “Club Gimnàs Llenas” (n=1); de Madrid la “Sala de Armas de Madrid” (n=2); de Logronyo la “Sala de Armas de Logroño” (n=1) i de València el “Club Esgrima Valencia” (n=1).

4.3.2. Criteris d’inclusió

Es van considerar els següents criteris d’inclusió dels subjectes per tal de pertànyer a la mostra de l’estudi en aquesta fase:

- Subjectes que hagin participat a nivell competitiu absolut, en qualsevol dels àmbits de competició.
- Prestar-se voluntàriament a ser objecte d’estudi en el desenvolupament d’un entrenament o competició oficial.
- Acceptació de les condicions específiques (mostres de sang capilar, observacions en competició, proves d’esforç, etc.) de cadascun dels estudis.
- En l’estudi del consum d’oxigen una de les condicions era que els subjectes no modifiquessin, mitjançant entrenaments específics, els seus nivells de resistència aeròbica per tal d’alterar mínimament la relació FC- $\dot{V}O_2$, des del moment de la prova d’esforç fins l’anàlisi específica en competició.
- Un darrer criteri fou la limitació de l’àmbit geogràfic d’estudi a

Catalunya, incorporant en aquesta fase tan sols els esgrimidors que de forma permanent o puntual desenvolupessin entrenaments o competicions a Catalunya.

4.4. MATERIAL I MÈTODE

4.4.1. Material

- **Registadora de vídeo** (Sony Handicam 8mm, Japó), utilitzada per gravar les competicions i entrenaments estudiats, i realitzar la posterior anàlisi de temps de treball i temps de pausa, sobre un monitor de vídeo (Sony Trinitron 21", Japó).

- **Vídeoreproductor** (Panasonic NV-J41EO VHS, Japó; Thomson VTH 246 VHS, Japó), utilitzat per reproduir les imatges dels assalts enregistrats per a la seva posterior anàlisi.

- **Cronòmetre** (Seiko, Japó), emprat per a la cronometració de les diferents proves i tests utilitzats en l'estudi.

- **Cinta rodant** (Woodway, RFA), utilitzada per a proves ergomètriques amb possibilitat de treballar amb increments de velocitat i pendent.

- **Analitzador de gasos** (CPX II Medical Graphics, EUA). Ergoanalitzador de gasos de circuit obert del tipus “breath by breath” utilitzat per a la recollida dels diferents paràmetres ventilatoris de l'estudi.

- **Analitzador telemètric de gasos** (K2-Cosmed, Itàlia). Ergoanalitzador telemètric de gasos miniaturitzat que permet l'anàlisi del consum d'oxigen sobre el camp esportiu. Aquest aparell registra els paràmetres ventilatoris i envia les dades telemètricament a un aparell receptor que les registra per al seu posterior tractament informàtic. L'equipament portàtil del K2 no excedeix dels 800 gr en el seu pes total i es compon d'una unitat emissora, on es troba el sensor paramagnètic d'O₂ que detecta el consum realitzat per unitat de temps, i que és connectada a una bateria adherida, com l'emissor, a un sistema de cintes fixat al tronc dels subjectes. L'aparell es complementa amb una mascareta, fixada al cap dels subjectes, a la que se li annexa una turbina que registra els fluxos ventilatoris anul·lant la respiració nasal. Dues antenes, una connectada a l'emissor i l'altra al receptor, permeten la transmissió del senyal fins a 400 m de distància. Els paràmetres ventilatoris foren enregistrats en intervals de 15 segons.

Per a l'aplicació experimental en esgrima l'emissor i la bateria es situaren a l'esquena, en la zona lumbar, i es protegiren dels tocats mitjançant un plastró de moqueta d'iniciació. La jaqueta elèctrica del sabre i del floret es col·locaren per sobre de les proteccions esmentades. La careta també va haver de patir unes modificacions ja que l'esgrimidor, amb la vàlvula respiratòria no podia col·locar-se la seva careta, per tant, es va aconseguir una de talla gran i mitjançant un sistema de “velcros” es permetia al tirador, amb la relativa incomoditat que suposava l'anormal disposició d'una careta no pròpia, tirar enregistrant el consum d'oxigen de forma directa; fet inèdit en la literatura.

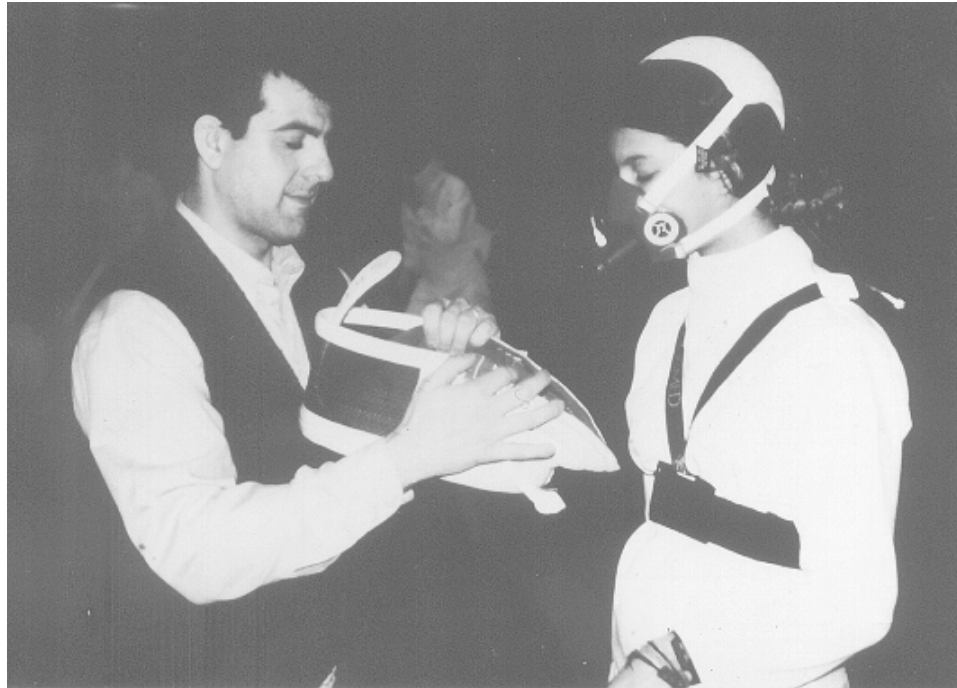


Foto 4-1: Col·locació de la careta i la màscara amb la turbina del K2-Cosmed en una de les tiradores.

• **Cardiotacòmetre** (Sport-Tester Polar 4000 i Sport-Tester Polar 3000, Finlàndia). L'anàlisi de la freqüència cardíaca es realitzà telemètricament mitjançant aquests rellotges dotats d'un receptor que grava el senyal emès per un emissor, instal·lat amb un cinturó elàstic al pit dels subjectes, i que transmet els batecs per minut analitzats en fraccions de 5, 15 o 60 segons. Pel nostre treball es van registrar els valors de FC en intervals de 5 s.

• **Analitzadors de lactat:** fotòmetre 4020 (Hitachi-Boehringer, Japó-RFA), kit reactiu Test Combination Lactat (Boehringer Mannheim, RFA), àcid perclòric 0'33 N (Boehringer Mannheim, RFA), tampó NAD, GPT i LDH amb control Precinorm 2,80 (2,35-3,25) (Boehringer Mannheim, RFA).



Foto 4-2: Cardiotacòmetre Sport-Tester Polar 4000.

- **Ordinadors personals** (Amstrad PC-2086, PS1/IBM, PowerBook 170 Apple Macintosh, Macintosh Classic, Macintosh LCIII, Toshiba portàtil, PC486 Nech i d'altres fabricants). Es presenta una descripció dels diferents ordinadors personals en els que s'ha elaborat l'estudi, així com de les impressores emprades (Apple Personal LW NTR i HP 4L).

- **Programari informàtic (software):** Han estat utilitzats processadors de textos, fulls de càlcul, bases de dades, programes de funcionalitat específica, programes d'integració i sistemes operatius. Alguns d'aquests són: Microsoft Word 97, Microsoft Excel 97, Microsoft Office 97, Microsoft Windows 95, SPSS/Windows, MS-DOS 6.22, Cosmed-K2 Softw., Microsoft Works 3.0 (molts d'aquests programes emprats també en les seves versions anteriors).

4.4.2. Mètodes

4.4.2.1. Caracterització de la freqüència cardíaca

4.4.2.1.1. La freqüència cardíaca en competició

Un dels objectius d'aquesta tesi era valorar la sol·licitació funcional dels esgrimidors en competició, per això vam projectar l'anàlisi de la FC en dues proves oficials en que, a nivell organitzatiu, fos possible avaluar els esportistes alterant mínimament les condicions reals de competició.

Després de diferents treballs previs (Iglesias 1990, 1991; Iglesias i Cano 1990; Iglesias i Rodríguez 1991a, 1991b) que ens van servir per perfeccionar el mètode i l'operativa de treball, es va dissenyar la metodologia a utilitzar en les dues competicions escollides. Als subjectes se'ls mostrava, una o dues setmanes abans de les proves el funcionament del cardiotacòmetre, i se'ls feia una sessió d'entrenament amb el mateix, realitzant els buidats de memòria dels receptors de la mateixa forma que es produiria en els dies de competició. Amb aquest ensinistrament es pretenia que l'equip de recerca interferís mínimament sobre la concentració dels esgrimidors amb posterioritat.

Es van seleccionar dues competicions de diferent nivell per avaluar la FC. La primera fou un torneig internacional disputat a Barcelona el novembre de 1991, puntuable per al rànquing de la *Real Federación Española de Esgrima* i a comptabilitzar en la confecció dels equips

preolímpics; la segona prova fou el Campionat de Catalunya absolut de l'any 1993.

La primera competició fou escollida pels condicionants favorables que presentava, doncs la seu era el mateix INEFC i es disposava dels diferents laboratoris i de tots els mitjans materials molt més a l'abast. Un estudi de la lactatèmia dels esgrimidors, detallat posteriorment, es va realitzar paral·lelament a l'anàlisi de la FC. La segona prova fou coincident amb la fase de treball d'anàlisi del consum d'oxigen —telemètricament i per estimació indirecta— i es va realitzar a la seu de la Federació Catalana d'Esgrima, disposant també del màxim de facilitats organitzatives.

• Valoració d'una competició internacional

La competició internacional "Generalitat de Catalunya" es realitzà en un cap de setmana, disputant-se dissabte la prova d'espasa masculina i diumenge la de floret femení. La metodologia emprada en les proves masculina i femenina fou idèntica:

Mitja hora abans de l'inici del torneig es va convocar als subjectes al taulell d'operacions, situat a la zona de competició per fer més accessibles les anàlisis a la dinàmica de la prova, i se'ls va col·locar el transmissor del cardiotacòmetre amb la seva banda elàstica al pit, per sota del vestit d'esgrima, i el receptor al canell de la mà no armada. Tot seguit, i després de comprovar el correcte funcionament dels rellotges, es van assignar dorsals per la careta i braçalets identificatius per tal de facilitar la detecció dels subjectes als 3 observadors que col·laboraven en l'estudi. Els tiradors van ser emplaçats al mateix punt de reunió tot just s'iniciés la crida d'inici de competició per megafonia. Els subjectes analitzats en aquesta prova (n=13) foren 6 tiradores de floret femení de la primera categoria nacional —4 d'elles de la selecció espanyola— i 7 espasistes de diferent nivell, on destacaven 3 pentatletes de l'equip

olímpic, un membre de la selecció espanyola d'esgrima i un tirador en actiu, que havia estat membre de l'equip nacional quatre anys enrera.

En el moment de la crida de les "poules" tots els esgrimidors de l'estudi van acudir a la taula de treball per activar els rellotges sincrònicament, i així, millorar el control del temps de recanvi. Tres anotadors van realitzar el seguiment de la competició, i amb l'ajut d'un cronòmetre, sincronitzat amb els receptors, indicaven en el full corresponent (annex 2) l'evolució pausa-treball, per així posteriorment realitzar l'anàlisi discriminatori del registre continu de la freqüència cardíaca.

Es van disposar dos cardiotacòmetres per subjecte a fi de realitzar un ràpid intercanvi de receptor —rellotge— sense haver de canviar el transmissor i destorbant mínimament la concentració dels esgrimidors. Un cop finalitzada la primera volta, i a mesura que els esportistes superaven eliminatòries, es recanviaven els rellotges del canell, anotant el temps recollit en els receptors, per assegurar la continuïtat dels registres en competició. A la taula de treball, un cop fet el canvi de rellotges, es procedia al buidat dels mateixos en un PC amb el software del Polar 4000, per disposar d'ells novament en el proper relleu. La capacitat dels receptors és propera a les dues hores, i considerant que la competició es podia allargar a deu hores, el procés es podia repetir fins a cinc vegades.

Un cop els tiradors finalitzaven la competició es mantenia el registre de la FC uns cinc minuts més, per després procedir a la devolució del receptor, transmissor i dorsals corresponents a la taula de treball.

El procés es completava amb la recollida de tots els fulls d'anotació i la gestió informàtica de les dades que vam realitzar traspasant els

arxius del software del Polar 4000 a un full de càlcul. Amb aquesta operació enllaçàvem tots els registres obtinguts per cada subjecte que eren entre 1 i 4, segons el moment de la competició en que van ser eliminats. Realitzada la neteja dels diferents codis d'informació que apareixen per defecte en el llistat de registres d'un arxiu del Polar 4000 (terminal .RAW) disposàvem d'un únic llistat per subjecte, amb registres de FC cada 5 segons durant totes les hores de la competició. Amb l'ajut del full d'anotació individual establíem els registres corresponents a la durada de cadascun dels assalts de la competició, per poder analitzar-los diferencialment del conjunt de registres de tota la prova (annex 4).

• **Valoració dels Campionats de Catalunya absoluts**

La metodologia emprada fou gairebé idèntica a la de la prova internacional amb la diferència que no existia control de lactatèmia paral·lel i que en lloc de tres observadors auxiliars es va disposar un de sol, però amb el suport d'una filmació contínua de tots els assalts amb una filmadora de vídeo estàtica que enregistrava una visió general de tots els assalts, i disposava del senyal horari sincronitzat amb els cronòmetres de l'operativa de l'estudi. En aquests campionats es va valorar el registre de FC a trenta subjectes (n=30) dels quals 19 eren homes i 11 dones, representant les cinc armes de competició de l'esgrima. La competició es va realitzar en un únic cap de setmana, avaluant-se durant tot el dia de dissabte tres armes i el diumenge les dues restants. La gestió informàtica de les dades va seguir el mateix procediment que l'exposat per a la prova internacional registrant-se de forma contínua els valors de FC dels subjectes durant tota la competició (annex 5).

4.4.2.1.2. La freqüència cardíaca en entrenaments

La valoració de la FC en entrenaments podria ser objecte d'un exhaustiu estudi doncs els mètodes i mitjans d'entrenament són nombrosos i molt variables en funció, entre d'altres factors, del període d'entrenament en que es troben els esgrimidors. Malgrat això vam plantejar-nos introduir una breu descripció del comportament de la FC en dos dels mètodes d'entrenament més característics de l'esgrima: la poule i la classe individual amb el mestre.

• Valoració de les poules d'entrenament

Un total de 37 subjectes d'espasa masculina (n=14), espasa femenina (n=3), floret masculí (n=6), floret femení (n=7) i sabre (n=7) van acceptar la realització d'un control telemètric de la FC en una de les poules d'entrenament del període competitiu. Els subjectes estudiats eren dels tres millors clubs catalans i formaven part dels seus equips de competició. La metodologia emprada fou similar a la descrita en l'apartat anterior, però la inferior durada de l'entrenament ($\bar{X}=94$ min; $de=27$) de les poules analitzades simplificava l'anàlisi, existint tan sols un arxiu de registres de FC per subjecte (annex 6). Les poules, considerant que els tiradors enllaçaven lliurement un, dos o més assalts, van ser estudiades sense diferenciar el temps de repòs de l'assalt. Aquest fet provoca una disminució dels valors mitjans i mínims de la descriptiva estadística, però vam preferir mantenir la fidelitat de l'entrenament, sense alterar-lo, de la mateixa forma que en l'anàlisi competitiu tampoc vam alterar cap de les seqüències de la dinàmica competitiva habitual dels esgrimidors.

• Valoració de les classes individuals del mestre

Com a segon mètode d'entrenament es van registrar els comportaments de la FC en la classe individual. Per no alterar el contingut de les classes individuals d'entrenament, es va sol·licitar permís als mestres per realitzar els càlculs amb dies d'anterioritat a l'estudi col·locant el cardiotacòmetre en algun dels subjectes ja analitzats en la poule d'entrenament durant una classe triada a l'atzar. Les classes dels mestres d'esgrima, en funció del component tàctic, tècnic o psicològic que es desitgi treballar en l'alumne, presenten una gran variabilitat en la seva dinàmica, realitzant-se més o menys pauses per a introduir correccions, consells o plantejaments, fet que incideix directament amb la major o menor sol·licitació funcional (annex 7). Es van recollir 23 registres de FC d'homes (n=18) i dones (n=5) de les cinc armes. Un dels 23 registres fou realitzat a una esgrimidor discapacitada físicament i que practica la modalitat d'esgrima adaptada en cadira de rodes.

Finalment vam decidir incloure un recull dels valors assolits pels mestres d'esgrima durant l'esforç que realitzen en la classe individual. L'anàlisi es va realitzar en vuit classes individuals de dos dels tres mestres catalans existents en el moment de realitzar l'estudi (annex 8). Tant en les classes individuals dels mestres com dels alumnes es va utilitzar la metodologia descrita en la poules d'entrenament, doncs la durada de les classes individuals ($\bar{X}=37$ min; $de=16$) no feia necessari el recanvi de cardiotacòmetre durant els registres.

4.4.2.2. Caracterització de la lactatèmia

Es valorà la lactatèmia d'un total de 20 subjectes, 6 dones i 14 homes, en una competició simulada i una altra de caire oficial de caràcter internacional. Ambdues proves foren realitzades a alta intensitat, considerant aquest concepte com el nivell de sol·licitació agonística per l'especialitat, i no com a una quantificació fisiològica. En l'anàlisi fotoenzimàtic de lactat en sang capilar s'utilitzà un fotòmetre 4020 Hitachi amb un filtre de longitud d'ona 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 també NAD, GPT i 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 desproteïnitades amb 200 µl d'àcid perclòric 0'33 N (Boehringer Mannheim, RFA). El mètode utilitzat, així com la seva validesa, fiabilitat, precisió i exactitud han estat prèviament definits i establerts per Rodríguez i col. (1992)

• **Competició simulada**

Una competició d'entrenament de l'equip espanyol d'espasa masculina celebrada al CAR de Sant Cugat va ser escollida per desenvolupar el primer estudi de lactatèmia durant els assalts. Prèviament tots els subjectes coneixien i acceptaren la realització del treball, i un cop els subjectes escollits foren informats dels procediments a seguir, se'ls va treure una primera mostra de sang capilar en estat de repòs. En la competició participaren 20 espasistes, tots ells d'alt nivell a 7 dels quals se'ls van determinar lactatèmies en el transcurs de la mateixa. En tots els casos l'extracció de sang capilar es realitzà al minut de la finalització dels assalts avaluats. El sistema de competició escollit fou el de poule única el que no corresponia exactament al sistema tradicional de competició, però proporcionava unes altes demandes cardiorespiratòries i una elevada intensitat en la prova. Per a la valoració dels nivells de lactatèmia es

realitzà un doble seguiment: un de transversal en el que als set subjectes se'ls determinava una lactatèmia en algun dels assalts de la poule, i un altre de transversal, en el que a un dels subjectes se li van analitzar 5 assalts (1,6,10,15 i 19) en el desenvolupament de la poule.

• **Competició oficial**

Considerant els valors obtinguts en una única modalitat masculina en competició simulada, vam decidir analitzar la lactatèmia en situació real i també en una altra modalitat femenina. La competició escollida —com també per a l'anàlisi telemètric de la FC— fou el “Torneig Internacional Generalitat de Catalunya” a floret femení i espasa masculina celebrat el 1991 a l'INEFC de Barcelona. L'operativa del control de les lactatèmies en competició oficial fou la més complexa de totes, doncs en la metodologia vam introduir les extraccions als minuts 1 i 3 un cop finalitzat l'assalt corresponent i, per la pròpia dinàmica de l'esgrima, la finalització d'un assalt és previsible dins del marge de varis minuts. La mostra (n=13) es distribuïa en 6 tiradores de floret femení i 7 espasistes masculins. L'equip de treball era format per tres metges que podien arribar a realitzar, alhora, el procés d'extracció de la mostra de sang capilar i la seva manipulació posterior en tres subjectes; tres anotadors que controlaven a dos o tres tiradors i avisaven als metges de la proximitat del final d'un assalt; finalment la coordinació de l'equip era realitzada per l'autor, que operava en el procés de buidat i canvi de rellotges, controlava el seguiment de la competició, assalt a assalt i informava als membres de l'equip en cada moment de la situació en competició dels esgrimidors.

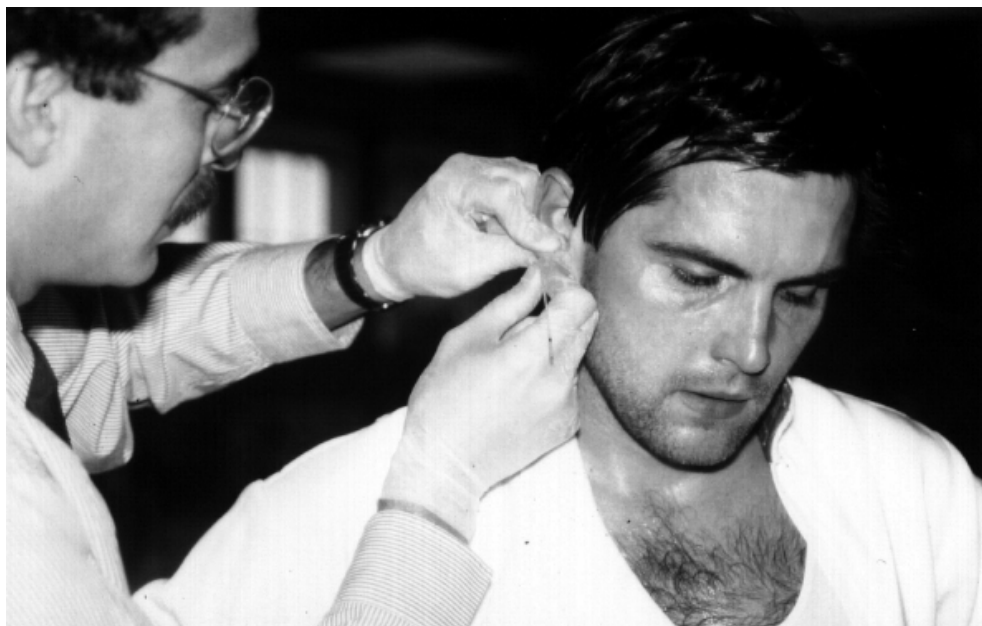


Foto 4-3: Imatge de l'extracció de sang capilar del lòbul de l'orella en un dels esgrimidors de la mostra.

Es van valorar un total de 66 assalts —el darrer de cada eliminatòria de cadascun dels subjectes— obtenint-se entre 1 i 8 registres per subjecte, segons el moment en que van ser eliminats. Quan un esportista finalitzava l'assalt se l'acompanyava a la taula de treball i es realitzaven les dues extraccions, al minut i als tres minuts, de la fi de l'assalt. Uns fulls de control ens feien servei per identificar els codis de les lactatèmies amb el subjecte, eliminatòria i minut analitzats (annex 2).

4.4.2.3. Caracterització del consum d'oxigen

En la preparació dels diferents projectes i l'elaboració dels primers

estudis ens vam proposar, com a un dels principals objectius, determinar la rellevància que el consum d'oxigen tenia en l'esgrima. La recerca bibliogràfica es limitava a suposar la seva importància, en el millor dels casos, gràcies als resultats que els esgrimidors de diferents països obtenien en proves d'esforç inespecífiques realitzades en laboratori. Aquest interès ens va portar a iniciar un estudi d'estimació indirecta del consum d'oxigen en base a la relació existent entre la FC i el $\dot{V}O_2$, com en els treballs de diferents autors centrats en exercicis de llarga durada (Reilly i Thomas 1979; Di Prampero 1981; Pinnigton 1988, 1990; Cucullo i col. 1987; Rodríguez, Iglesias i Tapiolas 1995; Rodríguez FA, Iglesias X 1995; Rodríguez, Iglesias i Artero 1995). Coneixedors de les limitacions d'aquesta anàlisi —les quals exposem en l'apartat de supòsits i limitacions així com en la discussió del treball— ens vam decidir a realitzar un estudi sobre les demandes del metabolisme aeròbic durant la competició d'esgrima; una anàlisi que, més que hipotetitzar sobre resultats de proves d'esforç, pogués oferir alguns elements objectivables sobre la sol·licitació aeròbica dels esgrimidors en situació real de competició. Aquest treball es va iniciar l'any 1991, i tot just quan engegàvem les valoracions indirectes del $\dot{V}O_2$ va aparèixer un nou mitjà de mesura del consum d'oxigen: el K2-Cosmed. Un aparell portàtil, de tan sols 800 gr de pes, que permetia valorar el consum d'oxigen de forma directa, per telemetria (Dal Monte i col. 1989; Kawakami i col. 1992; Lucía i col. 1993). Considerant que aquest nou material d'anàlisi ens podria proporcionar informació de gran interès, vam decidir incorporar-lo al projecte, complementant-lo amb un nou disseny experimental centrat en el mesurament directe del consum d'oxigen i la validació del mètode indirecte.

4.4.2.3.1. Estimació del consum d'oxigen en esgrimidors

• Competició internacional

Un total de tretze subjectes (n=13) van participar en l'anàlisi de l'estimació del consum d'oxigen: els mateixos descrits en el registre de dades de FC en una competició internacional. La mitjana d'edat en les dones era de 27 (de=5) anys, mentre que en la masculina era de 26 (de=5) anys. La major part dels subjectes ja estaven habituats a realitzar, tant proves d'esforç, com valoracions telemètriques de la freqüència cardíaca i estaven d'acord en formar part de l'estudi.

En primer lloc se'ls va realitzar una prova d'esforç màxima i progressiva sobre cinta rodant, amb un analitzador de gasos CPX II, amb l'objectiu d'aconseguir els seus paràmetres ventilatoris i la relació individual entre FC i $\dot{V}O_2$. Es van aparellar els registres de FC i de consum d'oxigen de la prova d'esforç, segons els seus valors als punts de velocitat de 6, 8, 10, 12, 14, 16 i 18 km·h⁻¹ (més o menys punts segons la durada de la prova de cada subjecte) i es va realitzar el càlcul de la regressió lineal, obtenint l'equació individual de cada subjecte: $\dot{V}O_2=a+b(FC)$. En una diferència temporal màxima de set dies els subjectes van participar en el torneig que ens serviria per estimar el consum d'oxigen.

En l'esmentada competició es van obtenir les freqüències cardíques dels 13 subjectes, i tal i com es descriu en l'apartat anterior, es va procedir a la gestió informatitzada dels registres de FC de tots el tiradors, diferenciant-se en el procés final els temps de competició reals i els registres en cadascun dels assalts.

Les poques desconexions del receptor del cardiotaquímetre Polar 4000, produïdes pel moviment dels esgrimidors, van donar registres de FC de 0 o superiors a 215 bat·min⁻¹. Metodològicament vam considerar aquests valors com a nuls i foren substituïts per registres equivalents a la mitjana dels 6 registres de FC anteriors i posteriors a la desconexió. Si

bé els pocs errors detectats foren tractats com s'ha exposat, la validesa de les dades és prou evident doncs el total de registres individuals de FC, agafats cada 5 segons, fou d'una mitjana de 3.516 (de=840) per subjecte, obtenint-se del tirador que més durada va tenir en competició (7 hores) un total de 5.040 registres de FC, i del que menys 1.344. Tots aquest valors són els que es van utilitzar per aplicar la funció $\dot{V}O_2=a+b(FC)$.

Per a la valoració indirecta del consum d'oxigen en competicions d'esgrima es van considerar dues valoracions: la dels assalts aïllats, és a dir, la del temps real tirant en els combats, i la del total de la competició, incloses totes les fases: escalfament, assalts, repòs, etc.

a) Durant els assalts:

En la planificació de l'estratègia a seguir en el registre de la FC en competició vam establir un recull continu de totes les dades mitjançant un sistema de cardiotacomètria portàtil. Per tal d'establir amb precisió les referències temporals de cada moment es van assignar tres observadors que mitjançant uns fulls de registres (annex 2) indicaven els moments d'inici i fi de cada assalt en cadascun dels tiradors. Recollits tots els valors de FC en un full de càlcul i assignada la temporalització dels mateixos es va procedir a seleccionar els registres corresponents als diferents assalts en tots els subjectes. Finalitzada la selecció dels assalts es va procedir a confirmar, conjuntament amb els fulls de resultats oficials, l'eliminària que corresponia a cadascun, així com el resultat obtingut (victòria o derrota).

Càlcul de l'equació i recta de regressió lineal

$$y = a + b(x)$$

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

Variable y (quantitativa): $\dot{V}O_2$

Variable x (quantitativa): FC

Subjecte 12

ESTADÍSTIQUES RESULTANTS:

Velocitat (p. esforç) $km \cdot h^{-1}$	FC x $bat \cdot min^{-1}$	$\dot{V}O_2$ y $mL \cdot min^{-1}$	Recta de regressió lineal
6	108	1562	1576
8	122	2250	2315
10	137	3000	3106
12	144	3578	3475
14	155	4314	4056
16	168	4753	4742
18	175	4924	5111
20			

m =	52,75668	-4121,49832	= b
em =	2,70886	395,11542	= eb
r ² =	0,98699	159,95704	= Error std.
F =	379,29954	5	= df
S dYe2 =	9704854,727	127931,27307	= S(y-ye) ²
r =	0,99347		n = 7
ax =	144	ay =	3483
sx =	24	sy =	1280
COEFICIENTS		SOLUCIONS	
SUMA(Yi)	24381	a =	-4121,50
n	7	b =	52,76
SUMA(Xi)	1009	Significació	
SUMA(XiYi)	3698302	p < 0,001	r = 0,993
SUMA(Xi ²)	148927		

EQUACIÓ DE LA RECTA: $y = 52,76(x) - 4121,5$

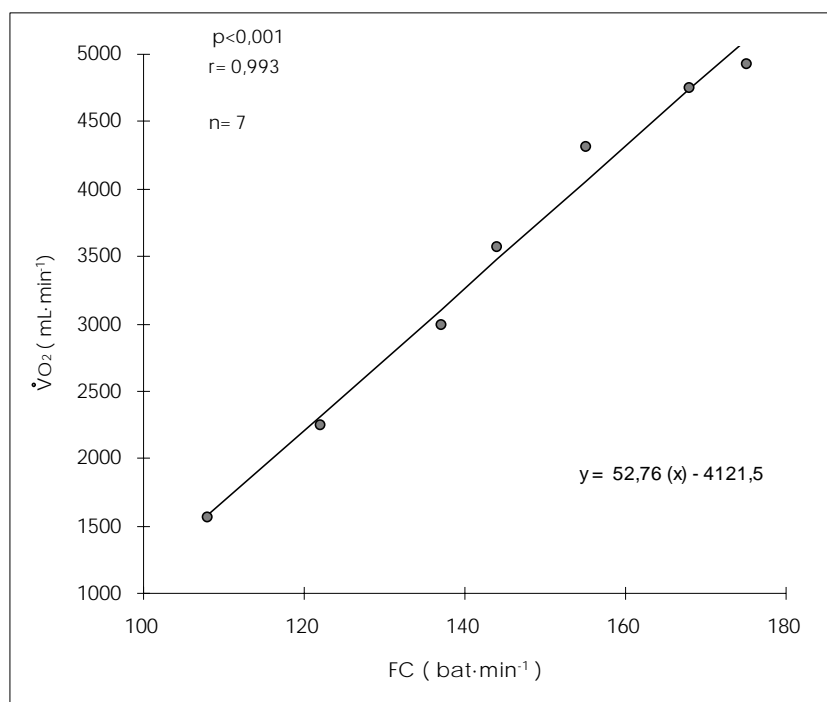


Figura 4-1: Model de regressió lineal de la relació entre el consum d'oxigen i la freqüència cardíaca aplicada en l'estudi.

El càlcul del $\dot{V}O_2$ en competició es realitzà analitzant en primer lloc

l'estimació en els assalts tirats, és a dir, aplicant l'equació de regressió als valors de freqüència cardíaca registrats des de l'inici a la fi de cadascun dels assalts a partir de la funció:

- **Equació 4-1:**

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

on:

$\dot{V}O_2^{\text{ass}}$ = consum d'oxigen corresponent als registres durant els assalts.

a = constant de la regressió lineal.

b = pendent de la regressió lineal.

(FC) = valor de freqüència cardíaca sobre el que es realitza l'estimació del consum d'oxigen.

L'equació de la recta de regressió, trobada en la relació FC- $\dot{V}O_2$ de la prova d'esforç (figura 4-1), ens servia per aplicar, individualment, la fórmula de transformació dels valors de FC a $\dot{V}O_2$. Aquest mètode no s'havia aplicat per a l'estimació del consum d'oxigen en esgrima i vam considerar-lo d'interès, malgrat les limitacions descrites el l'apartat 4.2, pel fet de basar-se en respostes durant la competició real.

Per tal de profunditzar en l'anàlisi de la sol·licitació aeròbica dels assalts, i considerant que valoràvem els registres des de l'inici a la fi de cadascun dels assalts, despreciant el deute d'oxigen que es pogués haver acumulat en els mateixos, vam calcular el consum d'oxigen net ($VO_2^{\text{ass}}_{\text{net}}$)

produït per l'esforç específic de la competició d'esgrima. Aquest consum resulta de restar del valor aconseguit anteriorment (VO_2^{ass}) el consum d'oxigen basal individual (VO_2^{basal}) i d'afegir la despesa en VO_2 corresponent al component lactàcid (VO_2^{lact}) de l'esforç, segons l'equivalent energètic del lactat proposat per Di Prampero (1981). Els càlculs es realitzaren segons les equacions:

- **Equació 4-2:**

$$VO_2^{lact} = (\Delta[La^-]_s \cdot 3,0 \cdot P_c)$$

$$mL O_2 = \{ mmol \cdot L^{-1} \cdot [(mL O_2 \cdot kg^{-1}) \cdot (mmol \cdot L^{-1})^{-1}] \cdot kg \}$$

on:

VO_2^{lact} = consum d'oxigen corresponent al component anaeròbic lactàcid.

$\Delta[La^-]_s$ = Increment de la lactatèmia durant la competició, resultant de restar el valor màxim de lactatèmia dels valors de repòs:

$$\Delta[La^-]_s = [La^-]_s^{max} - [La^-]_s^{repos} \quad (mmol \cdot l^{-1})$$

$$1 \text{ mmol} \cdot L^{-1} [La^-] \cong 2,7-3,3 \quad (\bar{x} = 3,0) \text{ mL } O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol \cdot l^{-1} \quad (*)$$

(*) La recerca d'un equivalent energètic del lactat sanguini va portar a autors com Margaria (1963), Cerretelli (1964) i Di Prampero i col. (1978) a proposar un valor entre 2,7 i 3,3 $mL O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol^{-1}$ en esportistes amb diferents nivells de consum màxim d'oxigen i en base a dades experimentals hem considerat el valor mitjà ($3,0 \text{ mL } O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol^{-1}$) com l'equivalent energètic del lactat acumulat en sang. Malgrat l'estudi de Di Prampero fou realitzat en proves de caràcter continu –cursa, natació i ciclisme– assumim l'error existent ja que l'Autor la considera prou vàlida també per a esforços submàxims.

$$\cong 3,0 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}.$$

P_c = pes corporal de cada subjecte (kg).

• **Equació 4-3:**

$$VO_2^{\text{ass}_{\text{net}}} = VO_2^{\text{ass}} + VO_2^{\text{lact}} - VO_2^{\text{basal}}$$

$$\text{mL O}_2 = \text{mL O}_2 + \text{mL O}_2 - \text{mL O}_2$$

On:

$VO_2^{\text{ass}_{\text{net}}}$ = valor de consum d'oxigen net en els assalts.

VO_2^{lact} = consum d'oxigen corresponent a la part lactàcida.

VO_2^{basal} = valor de consum d'oxigen individual corresponent a cada subjecte en situació de repòs.

• **Equació 4-4:**

$$VO_2^{\text{basal}} = \dot{V}O_2^{\text{repòs}} \cdot P_c \cdot t$$

$$\text{mL O}_2 = (\text{mL O}_2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}) \cdot \text{kg} \cdot \text{min}$$

on:

$\dot{V}O_2^{\text{basal}}$	= valor de consum d'oxigen individual en situació de repòs.
$\dot{V}O_2^{\text{repòs}}$	= 3,5 mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹ (equivalent a 1 MET) ^(*) .
P_c	= pes de cada subjecte (kg).
t	= temps de durada de la valoració (min).

b) Durant tota la competició:

Realitzats ja els càlculs de l'estimació del consum d'oxigen produït en els assalts vam considerar l'interès d'analitzar el $\dot{V}O_2$ de tota la competició per a cada subjecte ($\dot{V}O_2^{\text{comp}}$). Aquest càlcul es basa en el registre continu de FC de tota la competició, inclosos els minuts d'escalfament, fins a cinc minuts des del moment que els tiradors eren eliminats. Els registres van perllongar-se entre les 2 a les 7 hores totals segons el moment de finalitzar la competició en cadascun dels subjectes.

El consum d'oxigen de la competició ($\dot{V}O_2^{\text{comp}}$) fou determinat mitjançant el mateix sistema que el consum pels assalts, aplicant l'equació:

^(*) Considerem com a valor basal de consum d'oxigen l'equivalent a 1 MET, és a dir, 3,5 mL·min⁻¹·kg⁻¹.

- **Equació 4-5:**

$$VO_2^{\text{comp}} = a + b(\text{FC})$$

on:

VO_2^{comp} = consum d'oxigen corresponent als registres de la durada total de la competició.

a = constant de la regressió lineal.

b = pendent de la regressió lineal.

FC = valor de freqüència cardíaca sobre el que es realitza l'estimació del consum d'oxigen.

També va determinar-se el consum d'oxigen net del global de la competició. Per aconseguir-ho vam restar del VO_2^{comp} el consum d'oxigen, en situació de repòs (VO_2^{basal}) segons l'equació:

- **Equació 4-6:**

$$VO_2^{\text{comp}}_{\text{net}} = VO_2^{\text{comp}} - VO_2^{\text{basal}}$$

$$\text{mL } O_2 = \text{mL } O_2 - \text{mL } O_2$$

on:

$VO_2^{\text{comp}}_{\text{net}}$ = consum d'oxigen net de tota la competició.

VO_2^{comp} = consum d'oxigen corresponent als registres de la durada total de la competició.

VO_2^{basal} =valor de consum d'oxigen individual en situació de repòs.

En l'aplicació de les fórmules de substitució dels registres de FC pels seus equivalents de $\dot{V}O_2$, registre a registre, vam detectar alguns problemes en l'aplicació de l'equació lineal. En valors on la FC era baixa, provocat per prolongades pauses sense activitat en el decurs de la prova, els registres estimats de consum d'oxigen presentaven alguns valors negatius. Considerant que l'estimació presenta cert marge d'error, reconegut i assumit a l'apartat 4.2, vam decidir substituir els valors negatius de consum d'oxigen per l'equivalent al valor basal de 1 MET, és a dir, $3,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$.

• **Campionats de Catalunya**

La mostra de treball fou de 10 subjectes, tres dels quals van participar en dues de les modalitats de competició: espasa i floret. Les dades d'aquests subjectes foren considerades en la globalitat dels mesuraments, desestimant-se els registres d'un dels subjectes per l'excessiu nombre de desconexions recollits en el llistat de valors del Polar 4000. La metodologia seguida per a la valoració indirecta del consum d'oxigen en els campionats de Catalunya Absolutos del 1993 fou molt similar a la descrita per a la prova internacional, amb l'excepció que el mesurament del consum d'oxigen en la prova d'esforç fou realitzat amb el K2-Cosmed. Els càlculs del consum d'oxigen van limitar-se als

expressats en les equacions 4-1 i 4-5, és a dir, el consum dels assalts i el de competició, perquè en aquesta segona anàlisi no es va incorporar l'estudi de la lactatèmia en competició.

4.4.2.3.2. Mesura directa del consum d'oxigen en esgrimidors

Un total de 10 subjectes (2 dones i 8 homes), tots ells esgrimidors de competició, es van prestar voluntàriament a la realització d'una mesura directa del consum d'oxigen en situació real de combat, és a dir, en la disputa d'assalts d'esgrima. L'estudi es realitzà amb tiradors del club d'esgrima Sala d'Armes Montjuïc de Barcelona. Un analitzador telemètric de gasos espirats (K2-Cosmed) fou utilitzat per a la mesura directa del consum d'oxigen. L'analitzador determina el consum d'oxigen de forma directa i, malgrat presentar limitacions en la tipologia dels gasos espirats, la seva fiabilitat ha estat comprovada en diferents estudis (Dal Monte i col. 1989; Ikegami i col. 1988; Faina i col. 1989; Kawakami i col. 1992; Lucía i col. 1993). Per la complexitat de l'utilitatge 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 dels 10 subjectes en una poule d'entrenament, per això es va disposar de tot el material a la mateixa sala d'esgrima, valorant cada dia a dos subjectes diferents. Per fer possible la utilització del K2-Cosmed durant els assalts es va haver d'aconseguir una careta d'esgrima de gran tallatge que permetés la ubicació a la cara de la màscara amb la turbina . Es van afegir un seguit d'adaptacions que permetessin una protecció total i alhora una gran

estabilitat, evitant la caiguda o desestabilització de la careta durant els assalts. La unitat emissora i la bateria del mesurador telemètric del consum d'oxigen es van subjectar a l'esquena dels tiradors (Foto 4-4) estant tot l'utilatge protegit per una armilla d'iniciació a l'esgrima col·locada a l'inrevés. En sabre i floret, una jaqueta metàl·lica de tallatge superior a la utilitzada habitualment pels subjectes fou emprada per disputar els assalts en condicions molt properes a les reals dins l'entrenament.



Foto 4-4: Visió posterior de la disposició de l'analitzador telemètric de gasos en una de les esgrimadors de la mostra.

La incomoditat de l'utilatge, especialment per la disposició de la màscara i la turbina, en contacte amb la careta (Foto 4-1) ens va aconsellar no allargar molt el temps d'anàlisi i per això, en el transcurs de la poule es van valorar, com a situacions d'assalt més freqüents: un assalt a 15 tocats, un assalt a 5 tocats i un assalt a 1 tocat. Així en una durada de 20 a 25 minuts podíem valorar l'exigència del consum d'oxigen en situacions d'assalt, malgrat no fossin exactament les de competició.

El K2-Cosmed fou programat per recollir un valor de consum d'oxigen cada 15 segons. Dels registres obtinguts pels 10 subjectes, que practicaven les 5 armes, es van determinar el resultats, considerant la globalitat de la mesura, pauses incloses, i també analitzant tan sols les fases reals d'assalt, eliminant tots aquells valors corresponents a les pauses entre assalt i assalt. Les variables mesurades amb l'analitzador telemètric de gasos foren: mitjana de $\dot{V}O_2$ en els assalts i durant el període de recollida de dades, $\dot{V}O_{2max}$, volum espirat, FC i freqüència respiratòria.

Les condicions ambientals foren registrades per controlar totes les variables que afectessin a la validesa de la determinació directa del consum d'oxigen. La temperatura ambient en els dies de la recollida de dades, en l'interior de la sala d'esgrima, fou de 22 °C a 23 °C; la humitat relativa en els diferents dies de recollida de dades oscil·la entre el 43 % i el 45 %, mentre que la pressió baromètrica es mantingué entre els 740 i 746 mm Hg. La calibració de la turbina del K2-Cosmed fou estabilitzada amb una FiO_2 del 20,9 %.

4.4.2.3.3. 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 (Rodríguez i col. 1994, 1995) i en curs, i per tant, aquesta reduïda anàlisi forma part d'una extensa mostra de subjectes, principalment d'altres modalitats esportives, que configuraran la validació general del model de l'estimació indirecta. En aquest treball hem contrastar les dades de la valoració indirecta del consum d'oxigen, amb el mesurament directe del mateix en esgrimidors. La densitat de les diferents anàlisis realitzades dins d'aquest projecte aconsella que no ens excedim en l'exposició de cap dels seus elements, doncs l'interès es centra en considerar una aproximació general a la valoració funcional dels tiradors, i no precisar en una única variable, com podria ser l'objecte d'altres tesis que, sens dubte, assolirien nivells d'anàlisi més elevats sobre aspectes més concrets de les demandes fisiològiques d'activitats físiques de característiques determinades.



Foto 4-5: Prova d'esforç sobre cinta rodant amb mesurament dels gasos espirats amb l'equip telemètric (K2-Cosmed).

L'estudi de la validació del mètode indirecte va ser realitzat en 10 subjectes (2 dones i 8 homes), els mateixos descrits en la valoració directa del consum d'oxigen. El primer pas fou determinar el seu consum màxim d'oxigen en laboratori, mitjançant una prova ergomètrica màxima, progressiva i triangular, sobre cinta rodant i amb un protocol d'increments de $2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada minut, amb una velocitat inicial de $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, i una pendent constant del 5% (Rodríguez 1991). La velocitat inicial era mantinguda durant 4 minuts, a efectes d'adaptació cardiorespiratòria i metabòlica a l'esforç. La realització d'aquesta prova pretenia mesurar el $\dot{V}O_{2\text{max}}$ i els diferents paràmetres ventilatoris i cardíacs de cada esgrimidor, així com establir l'equació individual de regressió $\dot{V}O_2=f(FC)$ 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. L'ús del K2 va ser producte del desig de reduir les variables estranyes en la relació FC- $\dot{V}O_2$ induïdes per l'ús de diferents aparells de mesurament del consum d'oxigen –CPX II i K-2–, fent coincidir així l'utilatge i els observadors en les proves de laboratori i camp.

Com en la mesura del consum d'oxigen per telemetria en la sala d'esgrima, les condicions ambientals foren registrades per controlar les variables que afectessin a la validesa de la mesura. La temperatura en el laboratori de fisiologia de l'INEFC de Barcelona en els dies de realització de les proves d'esforç fou de 21 °C a 25 °C; la humitat relativa entre el 52 % i el 56 %, mentre que la pressió baromètrica va presentar uns valors entre els 740 i 753 mm Hg. La calibració de la turbina del K2-Cosmed s'estabilitzà en tots els mesuraments per a una FiO_2 del 20,9 %.

Amb menys de 8 dies de diferència, per evitar possibles modificacions en la relació FC- $\dot{V}O_2$, es va realitzar l'estudi de validació del mètode d'estimació indirecta del consum d'oxigen en assalts d'esgrima. Les condicions descrites en l'anterior apartat, sobre mesura directa del consum d'oxigen, foren les utilitzades en aquesta prova. D'una banda es recollien, de forma directa, els registres de FC i $\dot{V}O_2$ del K2-Cosmed, com s'ha descrit anteriorment, i d'altra es valorava de forma indirecta, i utilitzant el mètode descrit en apartats precedents, el consum d'oxigen mitjançant la seva estimació en base a l'aplicació d'una equació de regressió individual.

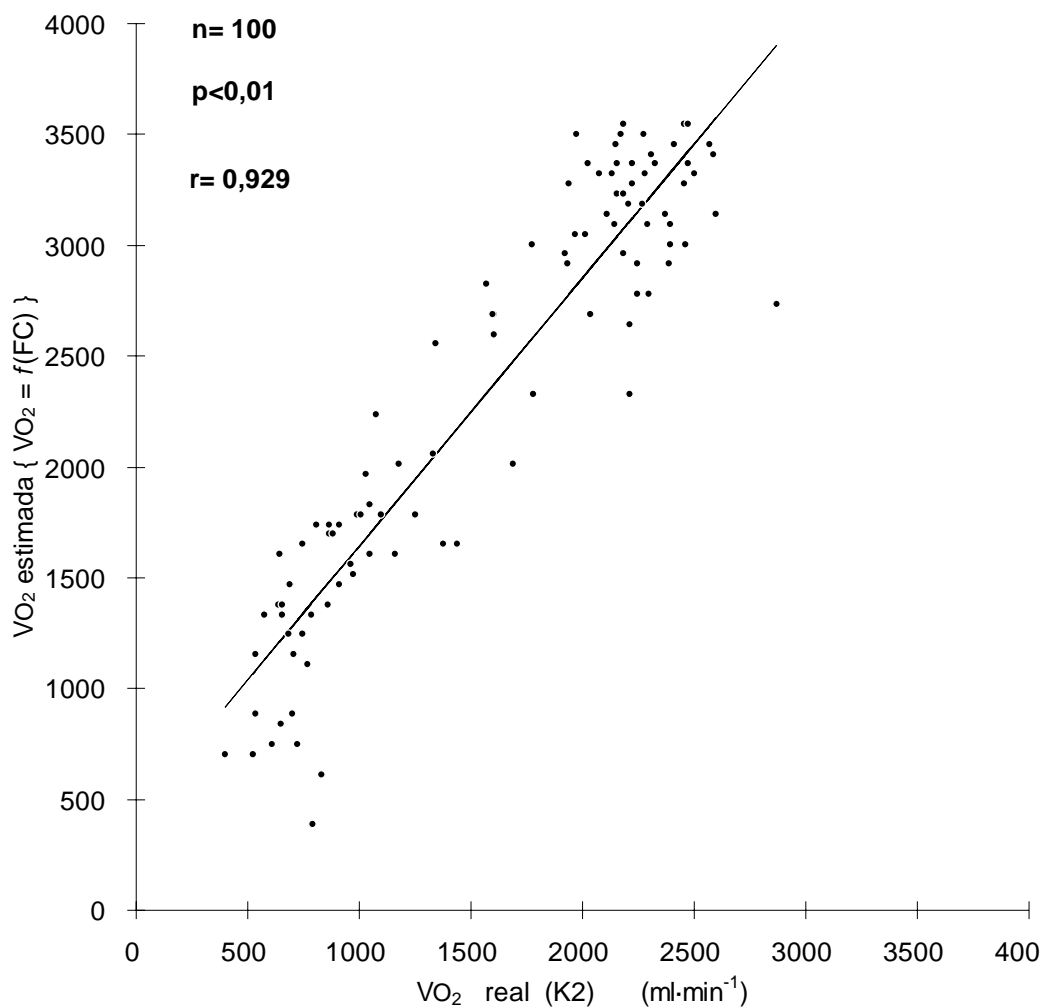


Figura 4-2: Validació de l'estimació indirecta en un dels subjectes de la mostra mitjançant l'estudi de correlació entre els valors reals i estimats de consum d'oxigen.

Definits els càlculs de l'estimació en l'aplicació de les equacions de regressió individuals per a cada subjecte, es va dissenyar un full de càlcul, en el que es realitzessin les comparacions dels resultats estimats per a l'aplicació de l'esmentada equació amb els valors reals de consum d'oxigen registrats de forma directa per telemetria. Es van calcular les regressions lineals i la correlació existent entre els valors individuals de consum d'oxigen real i estimat, subjecte a subjecte, comparant-se els

resultats estimats amb els reals, mesurats amb el K2-Cosmed, i trobant les rectes de regressió individuals així com els principals paràmetres estadístics (Figura 4-2).

Finalitzat aquest procés es va procedir a comparar les dades reals amb l'estimació del consum d'oxigen utilitzant la relació FC- $\dot{V}O_2$ resultant de les mateixes dades registrades amb el K2 durant la realització dels assalts. L'objectiu pretès fou el d'aconseguir 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 major o menor validesa del mètode indirecte.

4.4.2.4. Estimació de la despesa energètica en competició

Anteriorment s'ha descrit la mesura indirecta del consum d'oxigen en competicions d'esgrima. Considerant aquesta anàlisi com a vàlida — sempre amb les limitacions repetidament esmentades— es va realitzar una estimació de la despesa energètica dels esgrimidors en situació real de competició. L'estimació de la despesa energètica es va realitzar en base al càlcul de l'equivalent calòric de l'oxigen consumit, establint-se l'esmentada equivalència en 4,838 kcal per cada litre d'O₂ consumit. Aquest valor correspon a l'equivalent calòric de l'oxigen assumint una relació d'intercanvi respiratori (R=RER “respiratory exchange ratio”) de 0'83. Aquesta relació entre VCO₂ i VO₂ és també coneguda com QR (“quocient respiratory”), però només quan es mesura en una situació d'estat estable^(*), no essent el cas durant els combats, en que aquesta

^(*) o de repòs (Fox, Bowers i Foss 1989).

relació és variable segons les vies metabòliques alternants utilitzades. A més a més, l'equip telemètric utilitzat (K2-Cosmed) no permet la determinació de la V_{CO_2} . Weir (1949) demostrà que la despesa energètica pot ser calculada amb la precisió suficient ^(**) només mesurant la ventilació en condicions STPD i la fracció espiratòria de l'oxigen segons l'equació:

- **Equació 4-7:**

$$E = c \cdot V_E \cdot [(20,93 - F_{EO_2}) / 100]$$

on:

- E = despesa energètica (kcal).
- c = equivalent calòric de l'oxigen.
- V_E = volum d'aire espirat (L, STPD).
- F_{EO_2} = fracció espiratòria d'oxigen.

Tal i com es va fer en la valoració indirecta del consum d'oxigen, es va analitzar la despesa energètica en dues situacions: la primera en els assalts, sense considerar les pauses entre ells; la segona, la globalitat de les competicions, on des de l'escalfament fins a cinc minuts de l'eliminació de cadascun dels tiradors, els valors de consum d'oxigen eren registrats, i per tant, transformats a unitats calòriques.

a) En els assalts

L'equació de càlcul per a la primera situació, en que s'analitzava la

^(**) segons Weir (1949), l'error en no mesurar el CO_2 és, com a molt, de $\pm 0,5$ %.

despesa energètica dels assalts d'esgrima de competició fou:

• **Equació 4-8:**

$$E^{\text{ass}} \cong \text{VO}_2^{\text{ass}} \cdot 4,838$$

$$\text{kcal} \cong \text{L O}_2 \cdot (\text{kcal} \cdot \text{L O}_2^{-1})$$

on:

E^{ass} =despesa energètica produïda durant els assalts (kcal) .

VO_2^{ass} =consum d'oxigen produït durant els assalts (L O₂).

4,838 =4,838 kcal · L O₂⁻¹=equivalent calòric de l' O₂ per a una relació d'intercanvi respiratori R=0,83 (Fox i col. 1989; Zuntz 1901) (1 kcal=4,1855 kJ).

I pel que fa a la despesa energètica neta, es calculà segons l'equació:

• **Equació 4-9:**

$$E_{\text{net}}^{\text{ass}} \cong (\text{VO}_2^{\text{ass}} - \text{VO}_2^{\text{basal}}) \cdot 4,838$$

$$\text{kcal} \cong (\text{L O}_2 - \text{L O}_2) \cdot \text{kcal} \cdot \text{L O}_2^{-1}$$

on:

E_{net}^{ass} =despesa energètica neta, produïda per l'esforç derivat dels assalts (restant-hi els valors basals).

VO_2^{ass} =consum d'oxigen produït per l'esforç derivat dels assalts.

VO_2^{basal} =consum d'oxigen individual en situació de repòs (equació 4-4).

b) En la globalitat de la competició

Seguint el disseny descrit en les fórmules de càlcul emprades fins el moment, en l'anàlisi global de l'esforç competitiu es va calcular la despesa energètica dels esgrimidors en el transcurs de tota la competició (E^{comp}) per, posteriorment, avaluar la porció neta d'aquesta despesa estimada (E_{net}^{comp}):

• Equació 4-10:

$$E^{comp} \cong VO_2^{comp} \cdot 4,838$$

$$kcal \cong L O_2 \cdot (kcal \cdot L O_2^{-1})$$

on:

E^{comp} =despesa energètica durant la competició (kcal).

VO_2^{comp} =consum d'oxigen produït durant la competició ($L O_2$).

4,838 = 4,838 kcal · $L O_2^{-1}$ =equivalent calòric de l' O_2 per a

una relació d'intercanvi respiratori $R=0,83$ (Fox i col. 1989; Zuntz 1901).

I pel que fa a la despesa energètica neta durant tota la competició:

• **Equació 4-11:**

$$E_{\text{net}}^{\text{comp}} \cong (VO_2^{\text{comp}} \cdot VO_2^{\text{basal}}) \cdot 4,838$$

$$\text{kcal} \cong (L O_2 - L O_2) \cdot \text{kcal} \cdot L O_2^{-1}$$

on:

$E_{\text{net}}^{\text{comp}}$ =despesa energètica neta, produïda per l'esforç derivat de la prova (restant-hi els valors basals).

VO_2^{comp} =consum d'oxigen produït per l'esforç derivat de la prova.

4,838 = 4,838 kcal · L O₂⁻¹=equivalent calòric de l' O₂ per a una relació d'intercanvi respiratori $R= 0,83$ (Fox i col. 1989; Zuntz 1901).

VO_2^{basal} =consum d'oxigen individual en situació de repòs (equació 4-4).

4.4.2.5. Estimació de la potència energètica

Realitzats els càlculs de l'estimació de la despesa energètica, i gràcies al control temporal dut al llarg de tota la recollida de dades, vam procedir a valorar la potència energètica (\dot{E}) dels esgrimidors en les mateixes condicions que les descrites en l'apartat anterior.

a) En els assalts

els càlculs de la potència energètica produïda pels esgrimidors durant els assalts s'obtenia al dividir per unitat de temps la despesa energètica derivada de l'esforç avaluat. Els càlculs expressats a continuació també es basen en l'estimació del consum d'oxigen en competició:

• Equació 4-11:

$$\dot{E}^{\text{ass}} \cong \text{VO}_2^{\text{ass}} \cdot 4,838 \cdot \text{t}^{-1}$$

$$\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1} \cong \text{L O}_2 \cdot (\text{kcal} \cdot \text{L O}_2^{-1}) \cdot \text{min}^{-1}$$

on:

$$\begin{aligned} \dot{E}^{\text{ass}} &= \text{potència energètica en els assalts (kcal} \cdot \text{min}^{-1}) (*) . \\ \text{VO}_2^{\text{ass}} &= \text{consum d'oxigen produït durant els assalts (L O}_2 \text{)} . \\ 4,838 &= 4,838 \text{ kcal} \cdot \text{L O}_2^{-1} = \text{equivalent calòric de l' O}_2 \text{ per a} \end{aligned}$$

(*) Es presenten els resultats en kcal·min⁻¹. Per a d'altres valoracions de potència energètica es realitzen les transformacions segons l'equivalència de 1 watt=0,014335 kcal·min⁻¹, o a l'inrevés, 1 kcal·min⁻¹=69,759 watt (Fox i col. 1989, p.64) .

una relació d'intercanvi respiratori $R=0,83$ (Fox i col. 1989; Zuntz 1901))

t = temps en el que es realitza l'esforç (min^{-1})

b) En la globalitat de la competició

Vam fer servei de les dades de despesa energètica dels tiradors, resultants de valorar tota la sol·licitació de consum d'oxigen registrada des de l'inici de l'escalfament, previ a la prova, fins a cinc minuts després d'ésser eliminat cadascun dels tiradors. Les fórmules aplicades per a obtenir els càlculs de la potència energètica al llarg de la competició foren:

- **Equació 4-12:**

$$\dot{E}^{\text{comp}} \cong \text{VO}_2^{\text{comp}} \cdot 4,838 \cdot t^{-1}$$

$$\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1} \cong \text{L O}_2 \cdot (\text{kcal} \cdot \text{L O}_2^{-1}) \cdot \text{min}^{-1}$$

on:

\dot{E}^{comp} = potència energètica produïda durant la competició ($\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1}$).

$\text{VO}_2^{\text{comp}}$ = consum d'oxigen durant la competició (L O_2).

4,838 = $4,838 \text{ kcal} \cdot \text{L O}_2^{-1}$ = equivalent calòric de l' O_2 per a una relació d'intercanvi respiratori $R=0,83$ (Fox i col. 1989; Zuntz 1901).

t = temps en el que es realitza l'esforç (min^{-1})

4.5. DISSENY I MÈTODE ESTADÍSTIC

4.5.1. Disseny

L'anàlisi de la sol·licitació funcional dels esgrimidors en entrenament i competició ha estat realitzada mitjançant un estudi de caràcter descriptiu que, segons la classificació dels mètodes d'investigació presentada per Bisquerra (1989), segueix els models observacional i correlacional en les diferents fases en que es caracteritza la resposta de diferents variables fisiològiques en situacions específiques.

El mètode utilitzat segueix la tècnica d'observació sistemàtica en la que l'objecte d'estudi és definit prèviament amb precisió i on els instruments de recollida de dades presenten els criteris necessaris de validesa i fiabilitat.

En el disseny de l'estudi vam procurar respectar al màxim les condicions de "normalitat" de la competició dels esgrimidors amb la voluntat que en tot moment reflecteixi el més fidelment la sol·licitació dels esgrimidors en condicions habituals d'entrenament i competició. Chapanis (1967) diu que el senzill acte de dur una variable al laboratori sovint modifica la seva natura; així, en la descripció del mètode s'observarà com de forma constant els materials utilitzats i la metodologia emprada respecten el criteri ecològic —en sentit ampli— de la recerca. Valle (1985) considera que les recerques han de mantenir una validesa ecològica, és a dir, s'han d'ajustar als criteris de validesa interna, representada per l'especificitat de l'avaluació, i els de validesa externa, que fa referència a la possible generalització de les situacions estudiades.

En diferents parts del treball s'han aplicat les tècniques dels estudis correlacionals en que s'intenten descobrir les relacions existents entre les variables que intervenen. La tècnica estadística bàsica utilitzada en l'anàlisi de dades d'aquest disseny és, com argumenta Bisquerra (1989), la correlació. Concretament una part important del treball s'ha realitzat gràcies a un estudi predictiu, basat en les equacions de regressió entre diferents variables. Per a l'Autor esmentat, en els estudis predictius és important la realització d'una anàlisi moderadora que consisteix en l'estudi dels subgrups amb l'objectiu d'aconseguir la relació més forta entre el criteri i la predicció. Per això, hem realitzat una anàlisi diferencial on les variables gènere, arma i fase eliminatòria han estat les avaluades amb més freqüència.

Centrant-nos en les variables estudiades cal destacar que, seguint el criteri metodològic citat en Bisquerra (1989), aquestes es poden dividir en:

a) Variables independents:

- Sexe
 - ① Homes
 - ② Dones

- Arma
 - ① Espasa masculina
 - ② Floret masculí
 - ③ Sabre masculí
 - ④ Floret femení
 - ⑤ Espasa femenina

- Fase eliminatòria de les competicions
 - ① 1 volta de poules
 - ② Eliminació directa
 - ③ Final de 8 tiradors

- Nombre de tocats dels assalts
 - ① Assalts a 5 tocats
 - ② Assalts a 15 tocats

- Resultat dels assalts
 - ① Victòria
 - ② Derrota

- Forma de tocar amb l'arma
 - ① Armes de punta (florete i espasa)
 - ② Arma de punta, tall i contratall (sabre)

b) Variables dependents:

- Freqüència cardíaca mitjana en els assalts
- Freqüència cardíaca en els assalts guanyats
- Freqüència cardíaca en els assalts perduts
- Freqüència cardíaca en la 1^a volta eliminatòria
- Freqüència cardíaca en l'eliminació directa
- Freqüència cardíaca en la final de 8 tiradors
- FC en prova d'esforç amb la CPX en els subjectes 1 a 13
- VO₂ en prova d'esforç amb la CPX en els subjectes 1 a 13
- Lactatèmia màxima després dels assalts
- Lactatèmia després dels assalts en el minut 1
- Lactatèmia després dels assalts en el minut 3
- Lactatèmia en la primera fase eliminatòria

- Lactatèmia en l'eliminació directa
- Lactatèmia en la final de 8 tiradors
- FC en prova d'esforç amb el K2 en els subjectes 1 a 10
- VO₂ en prova d'esforç amb el K2 en els subjectes 1 a 10
- Consum d'oxigen en els assalts de competició
- VO₂ en els assalts de la mostra masculina
- VO₂ en els assalts de la mostra femenina
- Consum d'oxigen en el global de la competició
- VO₂ en la competició de la mostra masculina
- VO₂ en la competició de la mostra femenina
- Consum d'oxigen en assalts de floret masculí
- Consum d'oxigen en assalts d'espasa masculina
- FC en assalts (K2) en els subjectes 1 a 10
- VO₂ estimat en assalts (K2) en els subjectes 1 a 10
- VO₂ real en assalts (K2) en els subjectes 1 a 10
- Mitjana del VO₂ estimat en assalts amb el K2
- Mitjana del VO₂ real en assalts amb el K2
- Mitjana de la potència energètica en assalts
- Potència energètica dels homes en els assalts
- Potència energètica de les dones en els assalts
- Durada dels assalts en segons

c) Variables estranyes:

Per a Bisquerra (1989), en el criteri metodològic cal afegir aquest tercer tipus de variables, les quals defineix, per exclusió, com aquelles que no són dependents ni independents, alienes a l'estudi, però que poden exercir una influència sobre els resultats. L'Autor considera que habitualment s'inclouen variables organísmiques i ambientals que no han estat controlades en el disseny de l'estudi. En el nostre treball hem avaluat com a possibles factors d'influència que es podrien tractar com a variables estranyes les següents:

- Motivació dels subjectes

En aquesta fase de l'estudi l'anàlisi es va realitzar en condicions reals d'entrenament o competició. En tot moment es va procurar alterar mínimament les condicions normals de pràctica, si més no, que els procediments de la recerca alteressin mínimament als esgrimidors. En tot moment el desig de col·laboració dels subjectes envers l'estudi fou molt elevat. Sens dubte l'aspecte menys controlable era el nivell de motivació que el propi entrenament o competició presentaven sobre els subjectes d'estudi, fet que es correspon també amb la realitat de l'esport, doncs la major o menor motivació envers la pràctica de l'esgrima condicionaran el resultat i la forma de competir. Un altre dels factors, lligats a la motivació, que ens és difícil d'avaluar és l'efecte que la pròpia observació crea sobre els subjectes d'estudi, doncs possiblement algun d'ells podria haver incrementat la sol·licitació funcional per tal de, davant dels investigadors, assolir valors més elevats. Les instruccions als subjectes d'estudi foren, estrictament, que intentessin oblidar que eren objecte d'investigació i desenvolupessin la seva activitat en condicions normals.

- Context de l'avaluació

Per minvar l'efecte distorsionador de la recerca, en tot moment, fórem els investigadors els que ens vam adaptar a les diferents situacions. Per això es van instal·lar diferents laboratoris reduïts a peu de pista, en les competicions avaluades així com en els entrenaments, on es recollien els diferents registres (lactatèmia, FC, etc.). Una filmadora de vídeo gravava les diferents situacions per tal de no perdre detalls sobre els subjectes o els temps de treball i pausa. També vam comptar amb l'ajut de col·laboradors que en fulls d'observació recollien les dades temporals de participació dels subjectes. Aquesta implementació de recursos materials i humans va possibilitar que el context d'avaluació fos el mateix que el real d'entrenament i competició.

- Estat dels esportistes i període d'observació

La sessió en que es realitzava la prova d'esforç era la única, si més no, la primera del dia per tal d'evitar efectes rellevants de fatiga sobre els resultats de les proves. Entre les valoracions realitzades en la prova d'esforç i la recollida de dades en entrenament i competició, amb l'objecte de relacionar-les, no van passar més de 10 dies, per no alterar l'estat de forma, i per tant, no modificar la relació individual existent entre FC i $\dot{V}O_2$.

Totes les observacions es van realitzar dins del període competitiu dels tiradors i cap dels esgrimidors presentava cap estat patològic manifest que pogués alterar la validesa dels resultats.

- L'observador i la variabilitat de l'equip de recerca

En totes les fases de l'estudi presentat l'autor del treball va ser-hi present avaluant els esportistes, o bé, coordinant l'equip de recerca que actuava. Totes les col·locacions, recanvis i buidats de dades dels cardiotacòmetres foren realitzades per la mateixa persona, així com també va succeir amb la totalitat de les valoracions telemètriques dutes a terme amb el K2-Cosmed. La manipulació de les dades, com es descriu posteriorment, sempre va seguir el mateix procés i també fou realitzada per l'autor, però la complexitat de l'estudi requeria, en diferents fases de la presència i col·laboració activa d'un equip de recerca. Les proves d'esforç en laboratori i la recollida de lactatèmies foren realitzades, en tots els casos, pel mateix equip de recerca, dirigit pel director de la tesi, seguint criteris metodològics prèviament definits. Finalment, un equip d'anotadors va contribuir de forma activa en la recollida de dades de la investigació en competició, realitzant un seguiment de la participació dels diferents subjectes d'estudi amb uns fulls d'observació dels temps de treball i temps de pausa (annex 2) que, conjuntament a la sincronització de diferents cronòmetres, facilitaven la recollida de dades i objectivitat de la valoració.

4.5.2. Recollida de dades i anàlisi estadística

4.5.2.1. Recollida i tractament de les dades

Diferents foren els estudis realitzats en aquesta part del treball, però la diversitat de les dades, així com els diferents canals de recollida, aconsellaven una homogeneïtat en la presentació dels resultats. Així doncs es van determinar diferents procediments de recollida inicial que exposem a continuació:

- En la prova d'esforç es van recollir, en suport magnètic sobre el software de la CPX, els llistats de cada subjecte on les principals variables d'estudi foren: velocitat per esglaó, FC i $\dot{V}O_2$.

- En l'anàlisi telemètric de la FC en entrenaments i competició es van recollir, en suport magnètic sobre el software de Polar-3000 i Polar 4000, els registres de FC. En els fulls d'observació es van cronometrar les anàlisis telemètriques i es van indicar les diferents observacions a considerar en el tractament de dades.

- En la valoració de la lactatèmia es van recollir, des del laboratori, en fulls d'anotació (annex 2) els diferents valors de lactatèmia dels subjectes, indicant la fase d'anàlisi, així com observacions complementàries.

- En la segona prova d'esforç es van recollir, en suport magnètic sobre el software de Cosmed-K2, els llistats de cada subjecte on a les principals variables (FC i $\dot{V}O_2$), vam anotar en els fulls d'observació (annex 2) les dades complementàries (esglaons de velocitat, temperatura, humitat relativa, etc.).

- En la valoració del consum d'oxigen dels assalts per telemetria es van recollir, en suport magnètic sobre el software de Cosmed-K2, els llistats de cada subjecte on a les principals variables (FC i $\dot{V}O_2$), vam anotar en els fulls d'observació (annex 2) les dades complementàries (inici i fi dels assalts, temperatura, humitat relativa, etc.).

Aconseguides totes les dades inicials, bé en suport magnètic, bé en fulls d'anotació, vam procedir a unificar l'instrument de treball, convertint els diferents fitxers existents en fulls de càlcul (Microsoft Excel), on s'afegien les dades dels fulls d'observació i des d'on es van depurar, com s'exposa en la metodologia de l'estudi, els diferents registres.

Des del full de càlcul es van realitzar la major part d'operacions, taules i figures presents en el treball, vinculant-les al tractament de textos (Microsoft Word) emprat per a la realització de la tesi.

Per a l'anàlisi estadística es van emprar les funcions estadístiques de l'esmentat full de càlcul i, principalment, un paquet estadístic més potent (SPSS, en versions PC⁺ i Windows). Per al tractament estadístic amb el programa SPSS es va fer una importació de les dades des dels diferents arxius de full de càlcul.

4.5.2.2. Anàlisi estadística

La totalitat de les variables dependents definides en el disseny eren de caràcter quantitatiu i com a tals foren tractades en l'anàlisi estadística, ja fos a nivell global, o bé utilitzat com a criteri de selecció o discriminació algun dels nivells de les variables independents.

Així el tractament de les dades, segons els objectius marcats, va

seguir els següents procediments:

- **Descriptius:** Tal i com s'ha exposat en el disseny, l'estudi presentat engloba principalment una vessant descriptiva on les diferents variables avaluades (FC, lactat, VO_2 , etc.) són tractades calculant-se la mitjana (\bar{X}), desviació estàndard (de), valors extrems (max i min) i el rang. Els descriptius de les diferents variables són presentats en les taules i en els annexes.

- **Prova de normalitat de Kolmogorov-Smirnov:** aplicada a totes les variables de l'estudi. Aquesta prova permet la comparació de la distribució acumulada d'una variable contínua amb les distribucions teòriques de la llei normal.

- **Anàlisi de regressió simple:** Aquest càlcul estadístic ha estat un dels més emprats en l'estudi. D'una banda s'ha calculat el coeficient de correlació de Pearson, que és el que ens informa sobre el grau d'arreglament lineal de les diferents parelles de punts relacionades. Posteriorment s'ha determinat l'equació de regressió per tal d'obtenir la recta que millor s'ajusta al núvol de valors. En la correlació lineal s'ha descrit el nivell de significació estadística en cadascuna de les relacions analitzades.

A continuació exposem les diferents situacions en que aquestes aplicacions estadístiques han estat utilitzades:

- a) En la valoració indirecta del consum d'oxigen, i les posteriors estimacions de la despesa i potència energètiques, es va calcular la regressió lineal existent entre dues variables: la FC i el consum d'oxigen,

obtenint-se una equació $\dot{V}O_2=a+b(FC)$ sobre la que es centrava l'estudi. En les figures i annexes de la tesi es presenten les diferents equacions de regressió conjuntament amb el coeficient de determinació (r^2), el coeficient de correlació (r) amb el seu diferent grau de significació estadística:

- * $p \leq 0,05$ (probablement significativa)
- ** $p \leq 0,01$ (significativa)
- *** $p \leq 0,001$ (molt significativa)

b) En l'aproximació a la validació del mètode d'estimació va repetir-se el procediment, relacionant el $\dot{V}O_2$ amb la FC, per estimar uns valors de consum d'oxigen en condicions d'assalt d'entrenament. Els valors reals es correlacionaren amb els estimats, definint les rectes de regressió lineal i comparant-les gràficament, a la línia d'identitat.

c) Correlació dels valors mitjans de FC en assalts guanyats o perduts en una prova internacional.

d) Correlació entre els valors mitjans de FC en les diferents eliminatòries de la competició internacional (1 volta, ed i final 8). En aquest estudi s'ha avaluat la correlació de Pearson, així com el coeficient de correlació de Spearman al considerar un reduït nombre de casos.

e) Correlació dels valors del $\dot{V}O_2$ estimat en 3 esgrimidors participants en els Campionats de Catalunya de floret masculí i espasa masculina.

f) Correlació entre els valors de $\dot{V}O_2$ real i $\dot{V}O_2$ estimat en assalts, en tots els subjectes de la mostra.

g) Correlació de tots els valors de $\dot{V}O_2$ real i $\dot{V}O_2$ estimat en assalts, en l'aparellament de les relacions individuals, una a una.

• **Anàlisi de la variança.** L'homogeneïtat o no de les variàncies de dues variables (Levene's test) al comparar-les ens condiciona la selecció del resultat favorable a l'igualtat (equal) o no (unequal) de les mateixes, en la significació de les diferències de les mitjanes de les variables d'estudi en l'aplicació de la prova de la t de Student per a dades independents, així com en la definició de l'interval de confiança.

• **T de Student per a dades aparellades:** utilitzada per comparar les mitjanes de parells de valors. Si les diferències són significatives l'interval de confiança ens aportarà informació sobre la quantificació de les diferències. La prova és aplicada si les mostres són superiors a 30 o segueixen la distribució normal; si no es compleixen aquestes condicions s'aplica una prova no paramètrica (prova de Wilcoxon dels rangs amb signe).

Els nivells de significació de les diferències en les diferents proves aplicades foren:

*	$p \leq 0,05$	(diferència probablement significativa)
**	$p \leq 0,01$	(diferència significativa)
***	$p \leq 0,001$	(diferència molt significativa)

Dins l'exposició de la metodologia de treball s'han citat diferents plantejaments en els que l'estadística intervé decissivament a l'analitzar les possibles diferències entre variables segons varis criteris d'anàlisi. Concretament aquesta intervenció estadística va ser aplicada en els següents casos:

a) Comparació de les mitjanes de FC en assalts guanyats o perduts en una prova internacional, per aparellament de dades subjecte a subjecte.

b) Comparació de les mitjanes de FC en les diferents eliminatòries de la competició internacional (1 volta, ed i final 8), per aparellament de dades subjecte a subjecte.

c) Comparació dels valors de lactatèmia recollits en els minuts 1 i 3 de la fi dels assalts en una competició internacional.

d) Comparació dels valors de lactatèmia en els tiradors en les diferents eliminatòries de la competició internacional (1 volta, ed i final 8).

e) Comparació dels valors de $\dot{V}O_2$ en els assalts i en la globalitat de la prova en una competició internacional.

f) Comparació del $\dot{V}O_2$ estimat en 3 esgrimidors participants en els Campionats de Catalunya de floret masculí i espasa masculina.

g) Comparació dels valors de $\dot{V}O_2$ real i $\dot{V}O_2$ estimat en assalts, en tots els subjectes de la mostra.

h) Comparació de tots els valors de $\dot{V}O_2$ real i $\dot{V}O_2$ estimat en assalts, en l'aparellament de les relacions individuals, una a una.

• **T de Student per a dades independents:** utilitzada per comparar les mitjanes d'una variable quantitativa en relació a dos grups d'una variable qualitativa. Si les diferències són significatives l'interval de confiança ens aportarà informació sobre la quantificació de les diferències.

La prova és aplicada si les mostres són superiors a 30 o segueixen la distribució normal; si no es compleixen aquestes condicions s'aplica una prova no paramètrica (prova de U de Mann-Whitney).

A continuació citem les intervencions estadístiques realitzades en l'aplicació d'aquesta prova:

a) Comparació global de les mitjanes de FC en la competició internacional d'esgrima segons l'arma.

b) Comparació global de les mitjanes de lactatèmia en la competició internacional d'esgrima segons l'arma.

c) Comparació global de les mitjanes de FC en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons l'arma.

d) Comparació global de les durades dels assalts en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons l'arma.

e) Comparació global de les durades dels assalts a 5 tocats en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons l'arma.

f) Comparació global de les durades dels assalts a 15 tocats en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons l'arma.

g) Comparació global de les mitjanes de FC en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons el sexe.

h) Comparació global de les durades dels assalts en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons el sexe.

i) Comparació global de les mitjanes de FC en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons el nombre de tocats per assalt.

j) Comparació global de les mitjanes de FC en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons la forma de tocar (armes de punta/sabre).

k) Comparació global de les durades dels assalts en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons la forma de tocar (armes de punta/sabre).

l) Comparació global de les mitjanes de FC en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons les fases eliminatòries.

m) Comparació global de les durades dels assalts en els Campionats de Catalunya d'esgrima segons les fases eliminatòries.

n) Comparació global de les mitjanes de $\dot{V}O_2$ dels assalts en la competició internacional d'esgrima segons l'arma.

o) Comparació global de les mitjanes de $\dot{V}O_2$ dels assalts en la competició internacional d'esgrima segons el sexe.

p) Comparació global de les mitjanes de $\dot{V}O_2$ de la competició en la prova internacional d'esgrima segons l'arma.

q) Comparació global de les mitjanes de $\dot{V}O_2$ de la competició en la prova internacional d'esgrima segons el sexe.

r) Comparació global de les mitjanes de potència energètica en els subjectes de la mostra d'una competició internacional d'esgrima segons l'arma.

• **Prova no paramètrica de Wilcoxon dels rangs amb signe:** utilitzada per comparar les mitjanes de parells de valors. La prova és aplicada si les mostres no són superiors a 30 o bé no segueixen la distribució normal. Aquesta prova no paramètrica ha estat utilitzada en les següents aplicacions:

a) Comparació de les mitjanes de FC en assalts guanyats o perduts en una prova internacional, per aparellament de dades subjecte a subjecte.

b) Comparació de les mitjanes de FC en les diferents eliminatòries de la competició internacional (1 volta, ed i final 8), per aparellament de dades subjecte a subjecte.

c) Comparació del $\dot{V}O_2$ estimat en 3 esgrimidors participants en els

Campionats de Catalunya de floret masculí i espasa masculina.

• **U de Mann-Whitney:** utilitzada per comparar les mitjanes d'una variable quantitativa en relació a dos grups d'una variable qualitativa. La prova és aplicada si les mostres no són superiors a 30 o bé no segueixen la distribució normal.

a) Comparació global de les mitjanes de $\dot{V}O_2$ dels assalts en la competició internacional d'esgrima segons el sexe.

b) Comparació global de les mitjanes de $\dot{V}O_2$ de la competició en la prova internacional d'esgrima segons el sexe.

c) Comparació global de les mitjanes de potència energètica en els subjectes de la mostra d'una competició internacional d'esgrima segons l'arma.

4.6. RESULTATS

4.6.1. La freqüència cardíaca

4.6.1.1. La freqüència cardíaca en competició

Es presenten els resultats obtinguts de l'anàlisi de dues competicions: la primera de nivell internacional, amb la participació dels millors esgrimidors espanyols i amb la presència d'equips estrangers; la segona correspon als Campionats de Catalunya d'Esgrima del 1993.

• Valoració d'una competició internacional

Es van mesurar els valors mitjans i extrems de FC en el grup d'homes (n=7) i dones (n=6) que participaren en el Torneig Internacional Generalitat de Catalunya 1991 a floret femení i espasa masculina. Els resultats presentats (Taula 4-1) corresponen a assalts que es disputaven a un màxim de cinc minuts a temps real, inclosos els d'eliminació directa i final, ja que a partir del quadre d'eliminació directa es realitzaven encontres a tres assalts on es classificava el tirador amb dues victòries.

Taula 4-1: Valors de freqüència cardíaca (FC) i durada dels assalts, en espasa masculina i floret femení (n=13), en les diferents eliminatòries d'una competició oficial de nivell internacional.

	1 volta	Eliminació directa	Final 8
FC en assalts (bat·min ⁻¹)	165 ± 9 (90 - 198)	171 ± 10 (103 - 199)	173 ± 5 (108 - 194)
Durada dels assalts (min)	3,2 ± 0,8 (2,0 - 4,5)	3,6 ± 1,2 (1,9 - 7,0)	3,7 ± 1,8 (1,8 - 7,1)
Total d'assalts (n)	63	96	18
Subjectes (n)	13	11	5

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

La totalitat de la mostra durant tota la competició va presentar, en assalts, una mitjana de 170 bat·min⁻¹ (de=5) amb uns valors extrems de 90 i 199 bat·min⁻¹. L'annex 3 conté el conjunt de les valoracions realitzades en els 13 tiradors en el transcurs de la prova amb tota precisió, doncs del conjunt de registres de FC de la tota la competició es van extreure, subjecte a subjecte, els valors relatius a cada assalt disputat (Figura 4-3), determinant l'eliminatòria a que corresponien per tal de realitzar posteriorment la caracterització de la FC segons les diferents eliminatòries i modalitats (annex 4).

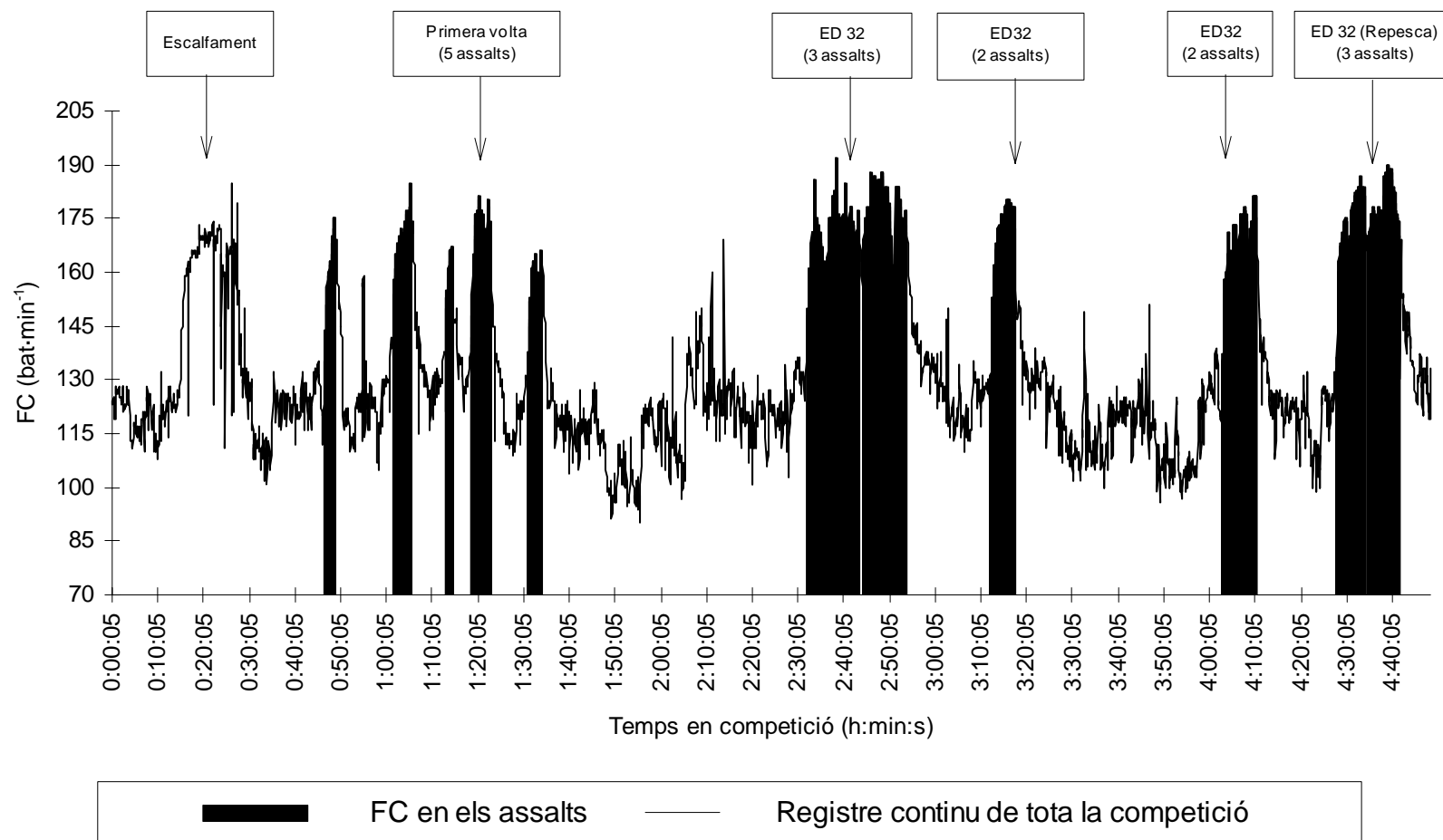


Figura 4-3: Evolució de la FC dels assalts en la globalitat dels registres d'una de les tiradores en una competició internacional de floret femení.

Els valors de FC en les fases de la competició presenten una tendència a incrementar-se en el desenvolupament de la prova. S'adjunten a les taules descriptives la durada mitjana dels assalts estudiats, així com el nombre d'assalts i subjectes que conformen la mostra en cadascuna de les observacions.

Els resultats de la mostra masculina presentaren una FC mitjana de 166 bat·min⁻¹ (de=3) en els 90 assalts avaluats, essent els resultats mitjans de cada eliminatòria progressivament superiors de la primera volta (1V) a la final (F8), essent significatives les diferències entre els parells de valors mitjans de la 1V i l'eliminació directa (ED) (p<0,01), i els de la 1V amb la F8 (p<0,05). La superioritat dels valors mitjans de la F8 en relació als registrats en l'ED no presenta significació estadística (n.s.). La durada efectiva dels assalts d'esgrima a 5 tocats gira sobre els 3,5 min, tant en la valoració global com en la descripció de les diferents eliminatòries.

Taula 4-2: Valors de FC, en espasa masculina (n=7), en les diferents eliminatòries d'una competició oficial de caràcter internacional.

	1 volta	Eliminació directa	Final 8
FC en assalts (bat·min ⁻¹)	162 ± 9 (90 - 198)	166 ± 7 (107 - 199)	170 ± 0 (116 - 184)
Durada dels assalts (min)	3,3 ± 0,7 (2,4 - 4,1)	3,7 ± 1,1 (2,1 - 5,9)	3,4 ± 0,1 (3,4 - 3,5)
Total d'assalts (n)	33	51	6
Subjectes (n)	7	5	2

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

En els 87 assalts estudiats en la competició de floret femení es descriuen resultats similars als de la mostra masculina. La FC mitjana en el conjunt d'assalts de les tiradores fou de $174 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=3$), valors superiors als de la mitjana dels espasistes en la mateixa competició ($\bar{X}=166 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3$). Les diferències entre els valors mitjans de la mostra masculina i femenina en la competició d'esgrima foren altament significatives ($p<0,001$), essent, amb una confiança del 95%, d'entre 6 a $12 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$.

Taula 4-3: Valors de FC, en floret femení (n=6), en les diferents eliminatòries d'una competició oficial de caràcter internacional.

	1 volta	Eliminació directa	Final 8
FC en assalts ($\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}$)	169 ± 6 (101 - 198)	175 ± 10 (103 - 199)	175 ± 6 (108 - 194)
Durada dels assalts (min)	$3,0 \pm 1,0$ (2,0 - 4,5)	$3,6 \pm 1,3$ (1,9 - 7,0)	$3,8 \pm 2,3$ (1,8 - 7,1)
Total d'assalts (n)	30	45	12
Subjectes (n)	6	6	3

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

El registre continu de la FC en el "T. Internacional Generalitat de Catalunya", en les dues modalitats, va comportar uns valors mitjans de $127 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=13$), mentre que en l'anàlisi de les mitjanes dels assalts presentaven uns valors, notablement superiors, de $170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=5$), al no incorporar-se els registres de les fases de repòs entre assalts i

d'escalfament previ. El proper gràfic (Figura 4-4) mostra els talls realitzats en el registre continu en la valoració exclusiva dels assalts, en un dels subjectes d'espasa masculina, i la seva relació amb les mitjanes individuals de FC del conjunt d'assalts, així com de la globalitat de la competició. En l'esmentada figura es comprova com les fases d'assalt, que corresponen a un 17% de la sol·licitació total en competició, presenten uns requeriments notablement superiors als de la mitjana global de la prova.

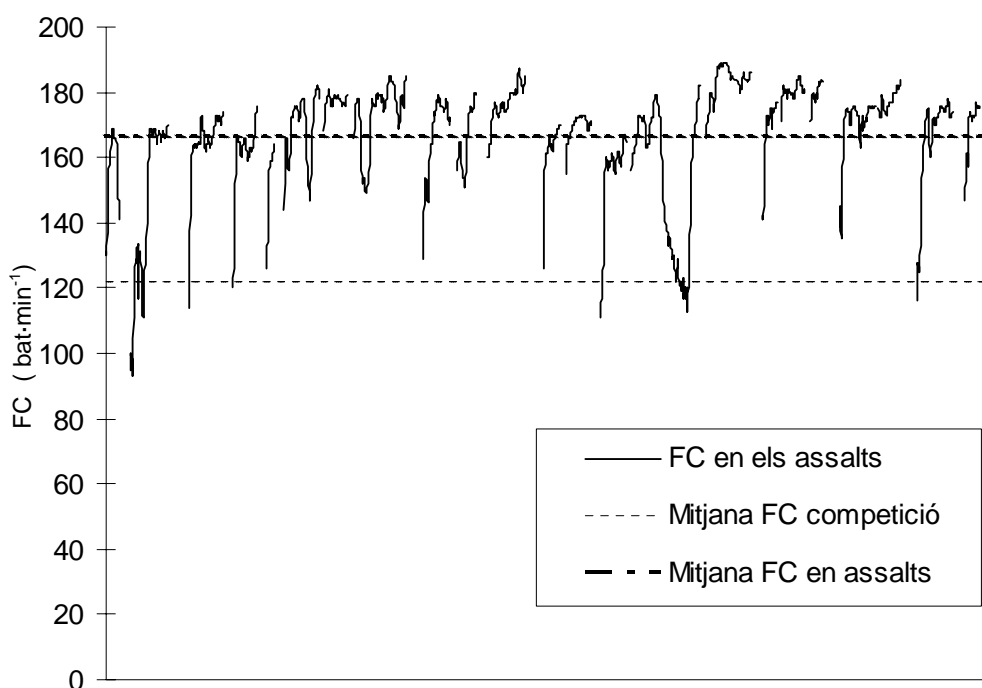


Figura 4-4: Graficació dels registres de FC en els assalts d'un dels subjectes d'espasa masculina en relació a les mitjanes de la FC en competició i en els assalts.

Taula 4-4: Valors globals i per modalitats de la FC de la totalitat dels assalts d'una competició oficial de caràcter internacional.

	<u>Espasa masc.</u>	<u>Floret femení</u>	<u>Global</u>
FC en assalts (bat·min ⁻¹)	166 ± 3 (90 - 199)	174 ± 3 (101 - 199)	170 ± 5 (90 - 199)
Durada dels assalts (min)	3,5 ± 0,2 (2,1 - 5,9)	3,5 ± 0,4 (1,8 - 7,1)	3,5 ± 0,2 (1,8 - 7,1)
Total d'assalts (n)	90	87	177
Subjectes (n)	7	6	13

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

En el següent gràfic (Figura 4-5) es pot observar l'evolució de les mitjanes i desviacions típiques de la FC de la mostra masculina i femenina en cada fase de la competició, apreciand-se la tendència a l'increment dels valors mitjans de FC a mesura que la competició avança.

En la valoració de l'evolució de la FC en les diferents fases de la competició cal indicar que no tots els subjectes participaven de l'inici a la fi, ja que eren eliminats de forma progressiva, el que provocava que els subjectes millors, i més entrenats, fossin sobre els que es registraven les dades de les fases finals de la prova. Dels 13 tiradors de la mostra tan sols 5 van participar en la poule, ed i final 8. Per a aquests tiradors, la FC mitjana en la primera volta fou de 164 bat·min⁻¹ (de=6), en l'ED 173 bat·min⁻¹ (de=11) i en la final 173 bat·min⁻¹ (de=6).

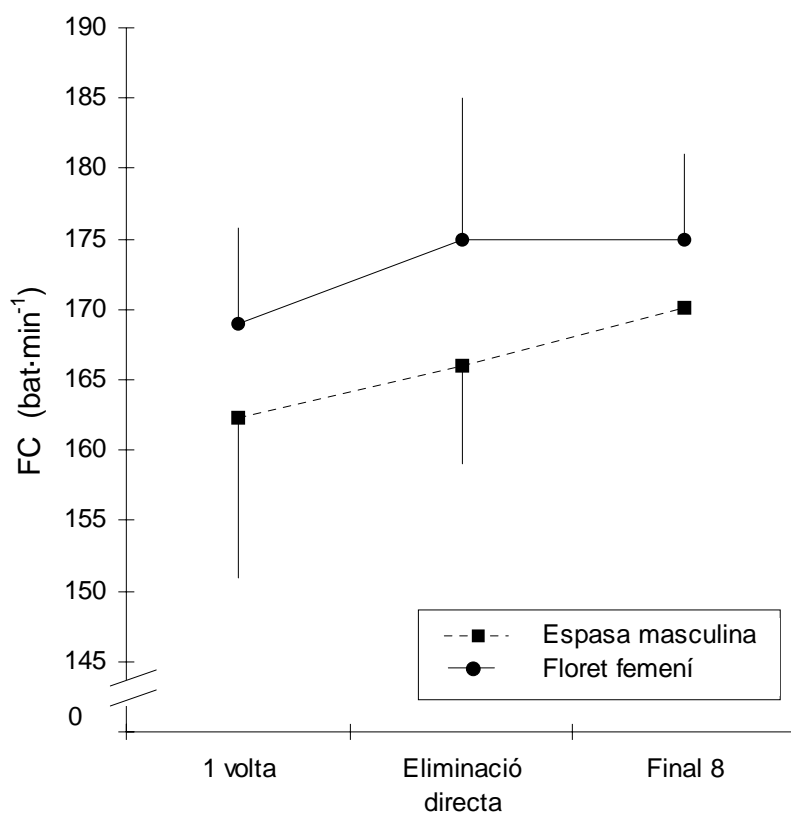


Figura 4-5: Evolució de la FC en competició internacional en espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6). Les diferències entre gèneres són significatives ($p < 0,001$). Valors expressats en mitjana i desviació estàndard.

Les diferències en les fases de la competició foren significatives entre les mitjanes de FC de la 1V respecte l'ED ($p < 0,01$), essent els valors de l'eliminació directa superiors als de la primera volta, amb una confiança del 95%, entre els 4 i els 13 bat·min⁻¹.

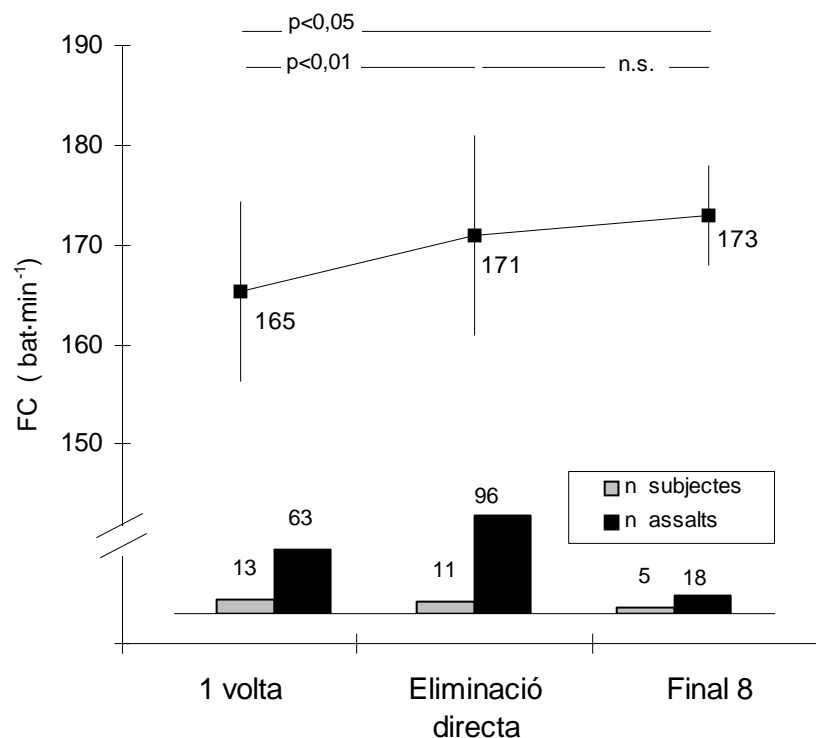


Figura 4-6: Evolució de la freqüència cardíaca mitjana del conjunt d'assalts en cadascuna de les fases eliminatòries d'una competició internacional (espa masculina i floret femení).

La diferència entre els valors mitjans de la 1V i la F8 també fou comprovada estadísticament ($p < 0,05$) essent en aquest cas l'interval de confiança (95%) de 3 a 16 $\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}$, favorables als registres de la final. Contràriament a les comparacions realitzades, els valors mitjans de la FC en l'ED i en la F8 no es van detectar diferències significatives entre les mitjanes dels tiradors ni amb l'aplicació de la prova estadística de la t de Student, ni amb l'anàlisi amb una prova no paramètrica (Wilcoxon).

L'aplicació d'un estudi correlacional entre les mitjanes que els tiradors obtenien en les diferents fases va demostrar una correlació entre els valors registrats en totes les fases, essent amb una significació de $p < 0,05$, la relació entre la 1V i l'ED de $r = 0,69$, entre la 1V i la F8 de $r = 0,89$ i entre l'ED i la F8 de $r = 0,91$.

En la realització d'una prova d'esforç es van determinar els llindars ventilatoris dels tiradors, així com la FC en els mateixos. En base a aquests resultats vam poder calcular el percentatge de temps treballat pels esgrimidors en relació als intervals definits per la FC en els llindars ventilatoris, determinant-se valors similars en les mostres masculina i femenina (Taula 4-5) i, coincidint en l'elevada sol·licitació funcional a l'observar-se una mitjana del 40,7 % ($de = 33,5$) del temps total de treball en nivells superiors al llindar anaeròbic dels subjectes.

Una de les observacions que vam introduir fou la d'analitzar les diferències existents entre l'obtenció de victòries i derrotes pels esgrimidors en els assalts. Malgrat les mitjanes de les derrotes son sensiblement superiors a les de les victòries no vam determinar que les diferències foren significatives estadísticament ni amb l'aplicació de la prova t de Student, ni amb una prova no paramètrica (Wilcoxon). La correlació existent entre les mitjanes de les victòries i de les derrotes en els 13 esgrimidors no va presentar un coeficient massa elevat ($r = 0,698$; $p < 0,01$).

Taula 4-5: Distribució percentual del temps total acumulat de la durada dels assalts, segons els intervals de freqüència cardíaca en relació als llindars ventilatoris aeròbic i anaeròbic determinats en una prova d'esforç en cinta rodant.

	1 volta	Eliminació directa	Final 8
FC en assalts (bat·min ⁻¹)	165 ± 9 (90 - 198)	171 ± 10 (103 - 199)	173 ± 5 (108 - 194)
Durada dels assalts (min)	3,2 ± 0,8 (2,0 - 4,5)	3,6 ± 1,2 (1,9 - 7,0)	3,7 ± 1,8 (1,8 - 7,1)
Total d'assalts (n)	63	96	18
Subjectes (n)	13	11	5

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

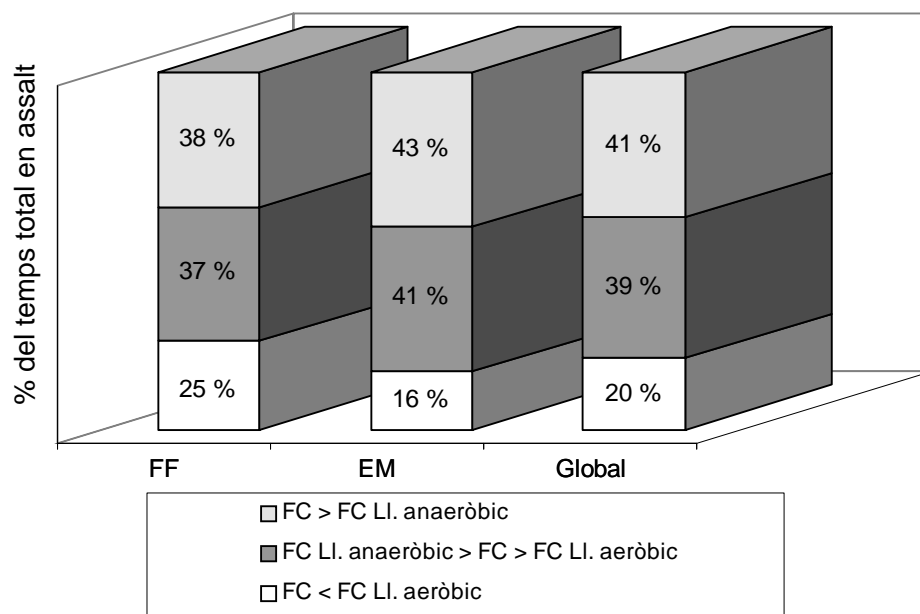


Figura 4-7: Gràficació de la distribució percentual del temps de treball en cadascuna de les intensitats definides per la FC en els llindars ventilatoris aeròbic i anaeròbic en els dos grups (FF: Floret femení ; i EM: Espasa masculina).

Taula 4-6: Valors mitjans de freqüència cardíaca, durada i lactatèmia, en els assalts, segons el resultat final de victòria o derrota. Competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6). Les diferències entre victòria i derrota en les diferents variables no són significatives ($p < 0,05$).

	FC (bat·min ⁻¹)	Temps (min)	Lactatèmia (mmol·L ⁻¹)
Victòria	169 ± 8 (n=114)	3,2 ± 1,7	3,57 ± 1,09 (n=41)
Derrota	172 ± 8 (n=68)	4,0 ± 1,1	3,63 ± 1,26 (n=25)

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

• Valoració dels Campionats de Catalunya d'Esgrima

En l'inici de l'estudi de la FC en el desenvolupament dels Campionats de Catalunya d'Esgrima del 1993 es va comptar amb la col·laboració de 32 subjectes. En el posterior anàlisi dels registres de FC es van desestimar les dades de 2 tiradors per l'elevat nombre de desconexions produïdes en els registres telemètrics de la FC.

Els 30 tiradors estudiats representaven les cinc armes oficials en competicions d'esgrima. En l'exposició general dels resultats (Taula 4-7) s'ha de considerar que els assalts de la poule de la 1V es disputaven a cinc tocats, mentre que els d'ED i F8 a quinze tocats, diferint de la prova internacional, on l'ED i F8 eren a 2 o 3 assalts de 5 tocats. Val a dir que en els Campionats de Catalunya no existien repesques, també contràriament al que passava en la competició observada amb anterioritat.

Taula 4-7: Resultats globals (n=30), en les 5 armes, de la freqüència cardíaca registrada durant els Campionats de Catalunya absoluts d'esgrima del 1993.

	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	156 ± 13 (100 - 203)	160 ± 14 (102 - 202)	168 ± 10 (101 - 204)	159 ± 13 (100 - 204)
Durada (min)	3,4 ± 1,6 (1,6 - 5,9)	10,1 ± 4,8 (3,8 - 20,9)	11,8 ± 5,3 (3,4 - 26,6)	5,8 ± 4,8 (1,6 - 26,6)
Assalts (n)	145	23	41	209

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

Taula 4-8: Valors de freqüència cardíaca, en homes i dones, registrats en competició (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

Homes (n=19)				
	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	157 ± 9 (103 - 203)	162 ± 21 (103 - 202)	166 ± 10 (101 - 204)	159 ± 9 (101 - 204)
Durada (min)	3,2 ± 0,7 (1,6 - 5,3)	7,8 ± 3,0 (3,8 - 20,9)	12,1 ± 4,3 (3,4 - 26,6)	5,6 ± 1,0 (1,6 - 26,6)
Assalts (n)	93	13	29	135
Dones (n=11)				
	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	155 ± 12 (100 - 200)	158 ± 13 (102 - 198)	170 ± 4 (104 - 198)	158 ± 10 (100 - 200)
Durada (min)	3,3 ± 0,9 (2,4 - 5,9)	10,1 ± 4,4 (3,8 - 18,5)	12,0 ± 3,0 (5,1 - 14,9)	5,6 ± 1,2 (2,4 - 18,5)
Assalts (n)	52	10	12	74

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

En el seu conjunt, els valors mitjans de FC ($159 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$) són inferiors als determinats en la prova internacional ($170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$), com també ho són, en les mitjanes en les diferents fases. La tendència a incrementar-se els valors de FC en el transcurs de la competició es repeteix en el Campionat de Catalunya (Figura 4-8), essent molt significatives ($p < 0,001$) les diferències existents entre els valors mitjans en la 1V i els de la F8. L'interval de confiança del 95% dels registres superiors en la final és d'entre els 6 i els $14 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$. La comparació entre les mitjanes de l'ED i la F8 també va mostrar diferències significatives ($p < 0,05$) amb un interval, amb una confiança del 95%, d'entre 1 i $13 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$. En aquesta competició, i contràriament a la prova internacional, les diferències existents en la mitjana dels valors de la primera volta en relació a les de l'ED no presentaren significació estadística.

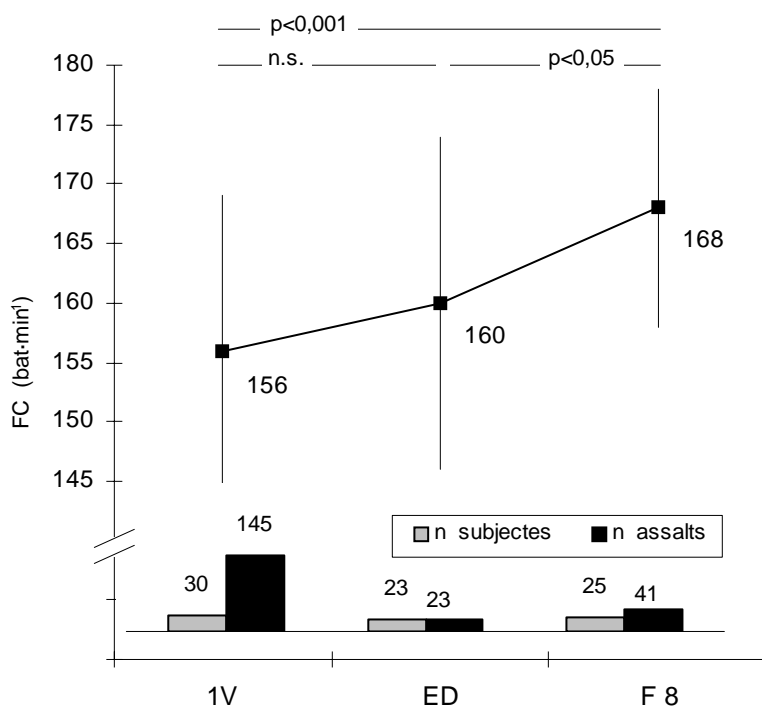


Figura 4-8: Evolució dels valors mitjans de la FC en la globalitat dels subjectes estudiats en els Campionats de Catalunya d'Esgrima 1993.

Tal i com vam realitzar en la prova internacional, i amb la intenció de valorar l'evolució de les mitjanes de FC dels subjectes participants en totes i cadascuna de les eliminatòries, es va incloure l'anàlisi descriptiva de cada fase. En els Campionats de Catalunya del 1993 els subjectes que van competir, sense estar exempts ni caure eliminats, en les 3 eliminatòries, foren 19, i les seves mitjanes de FC foren de 154 bat·min⁻¹ (de=10) en la poule, 157 bat·min⁻¹ (de=15) en l'ED, i en la F8 166 bat·min⁻¹ (de=13).

Per tal de comparar els valors obtinguts pels esgrimidors de cada modalitat es va introduir un senzill estudi descriptiu en el que es comparaven les mitjanes globals i per eliminatòria de les diferents armes en competició. A continuació es presenta la graficació (Figura 4-9) de l'evolució de les mitjanes on s'observa un cert distanciament, a l'alça, en els valors de la mostra de floret masculí en relació a la resta d'especialitats, que estadísticament és significativa en relació a l'espasa masculina ($p < 0,001$), al sabre ($p < 0,01$), a l'espasa femenina ($p < 0,05$) i al floret femení ($p < 0,001$). L'anàlisi no va mostrar diferències significatives entre les mitjanes de la resta de les armes entre elles, essent tan sols el floret masculí l'arma que, a nivell de FC, es diferencia de la resta en aquests Campionats de Catalunya.

La comparació entre homes i dones, així com entre armes de punta (espasa i floret masculins) i arma de tall (sabre) no van presentar diferències significatives en els seus valors mitjans de FC.

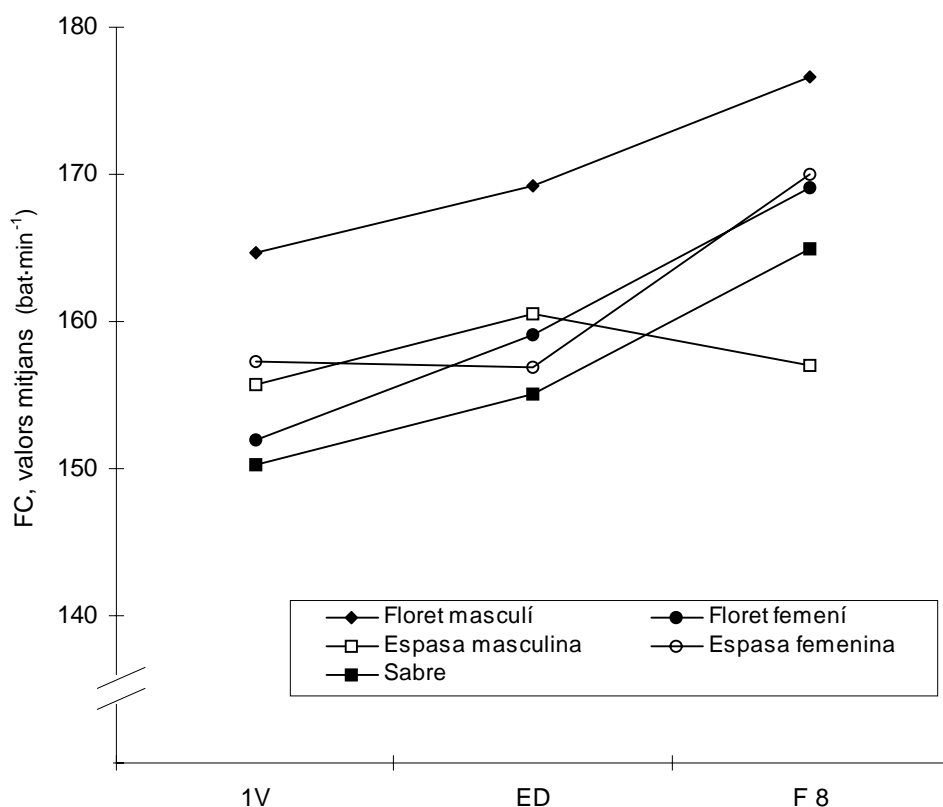


Figura 4-9: Evolució de les mitjanes de la freqüència cardíaca (FC) en les diferents eliminatòries dels Campionats de Catalunya d'esgrima 1993, en les cinc armes.

En espasa masculina ($n=9$) (Taula 4-9) la mitjana global fou de $157 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=7$), amb valors extrems força allunyats (201 i $103 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$). L'espasa masculina ($n=9$) és l'única arma en la que la progressió de les mitjanes de FC no ha estat uniforme, trobant-nos amb una FC en la final ($\bar{X}=157 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=9$) inferior als valors mitjos assolits en l'eliminació directa ($\bar{X}=161 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=10$).

Taula 4-9: Valors de freqüència cardíaca en competició real d'espasa masculina (n=9) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	156 ± 7 (103 - 198)	161 ± 10 (103 - 201)	157 ± 9 (106 - 192)	157 ± 7 (103 - 201)
Durada (min)	3,5 ± 0,6 (2,3 - 4,2)	11,5 ± 5,1 (4,0 - 20,9)	9,9 ± 4,3 (3,4 - 15,0)	5,8 ± 1,2 (2,3 - 20,9)
Assalts (n)	43	9	11	63

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

Taula 4-10: Valors de freqüència cardíaca en competició real d'espasa femenina (n=7) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	157 ± 12 (102 - 200)	157 ± 16 (104 - 198)	170 ± 3 (105 - 198)	160 ± 10 (102 - 200)
Durada (min)	3,4 ± 1,2 (2,4 - 5,9)	11,9 ± 5,0 (6,5 - 18,5)	11,3 ± 4,1 (5,1 - 14,3)	6,2 ± 1,5 (2,4 - 18,5)
Assalts (n)	28	6	8	42

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

La mitjana de la FC en espasa femenina (n=7) (Taula 4-10) fou de 160 bat·min⁻¹ (de=10), similar a la modalitat masculina de la mateixa arma. Com s'aprecia en la taula de resultats la progressió dels valors de FC entre la 1V i l'ED és inexistent, mentre que entre aquestes eliminatòries i la final l'increment és substancial.

Els floretistes masculins (n=5) són els que van presentar uns registres superiors de FC en comparació a la resta de modalitats (Taula 4-11), essent les diferències significatives per a totes les armes. La mitjana del conjunt d'assalts fou de 167 bat·min⁻¹ (de=9), apreciand-se en cada eliminatòria un increment progressiu dels valors de FC.

Taula 4-11: Valors de freqüència cardíaca en competició real de floret masculí (n=5) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	165 ± 10 (110 - 203)	169 ± 15 (115 - 193)	177 ± 11 (111 - 203)	167 ± 9 (110 - 203)
Durada (min)	4,0 ± 1,1 (2,7 - 5,3)	5,4 ± 2,2 (3,8 - 6,9)	18,3 ± 5,7 (11,6 - 26,6)	6,7 ± 0,8 (2,7 - 26,6)
Assalts (n)	30	2	8	40

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

En floret femení (n=4) els valors de FC foren inferiors ($\bar{X}=155$ bat·min⁻¹; de=11) als registrats en els homes de floret ($\bar{X}=167$ bat·min⁻¹; de=9), però l'increment progressiu de les mitjanes de FC al llarg de les diferents fases es correspon amb les anteriors valoracions, a l'igual que l'extens rang entre els valors extrems (100-194 bat·min⁻¹), que posa de manifest una gran variabilitat en els registres de FC en el decurs de la competició (Taula 4-12).

Taula 4-12: Valors de freqüència cardíaca en competició real de floret femení (n=4) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	152 ± 13 (100 - 194)	159 ± 10 (102 - 181)	169 ± 4 (104 - 194)	155 ± 11 (100 - 194)
Durada (min)	3,3 ± 0,5 (2,6 - 3,7)	8,4 ± 3,8 (3,8 - 12,8)	12,7 ± 1,9 (11,6 - 14,9)	5,0 ± 0,9 (2,6 - 14,9)
Assalts (n)	24	4	4	32

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

Finalment els sabristes (n=5) presentaren uns valors mitjans de FC molt similars als descrits en el floret femení ($\bar{X}=154$ bat·min⁻¹; de=12), definint-se també la progressió ascendent de les mitjanes de la FC en les diferents eliminatòries. El rang de valors en el que es mou la FC és tan gran com ho és en la resta de les armes estudiades (Taula 4-13).

Taula 4-13: Valors de freqüència cardíaca en competició real de sabre (n=5) (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

	1 volta	Eliminació directa	Final 8	Global
FC (bat·min ⁻¹)	150 ± 10 (103 - 192)	155 ± 39 (105 - 202)	165 ± 9 (101 - 204)	154 ± 12 (101 - 204)
Durada (min)	2,1 ± 0,3 (1,6 - 2,3)	6,5 ± 1,8 (5,3 - 7,8)	8,2 ± 2,8 (4,6 - 11,8)	4,2 ± 1,0 (1,6 - 11,8)
Assalts (n)	20	2	10	32

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

L'annex 5 presenta el registre continu de la FC al llarg dels Campionats de Catalunya en tots els tiradors de la mostra. Com en la valoració de la prova internacional (Figura 4-10) les fases d'assalt coincideixen amb els registres més elevats de FC.

Com a darrera comparació dels valors de FC en els Campionats de Catalunya vam relacionar els valors dels assalts a 5 tocats, amb els registres dels assalts a 15 tocats, existint diferències altament significatives ($p < 0,001$) entre les seves mitjanes. El test d'homogeneïtat de les variàncies d'ambdues mostres va demostrar la seva igualtat i, amb una confiança del 95%, es pot dir que els valors dels assalts a 15 tocats són superiors als de 5 tocats en un interval d'entre 4 i 11 bat·min⁻¹.

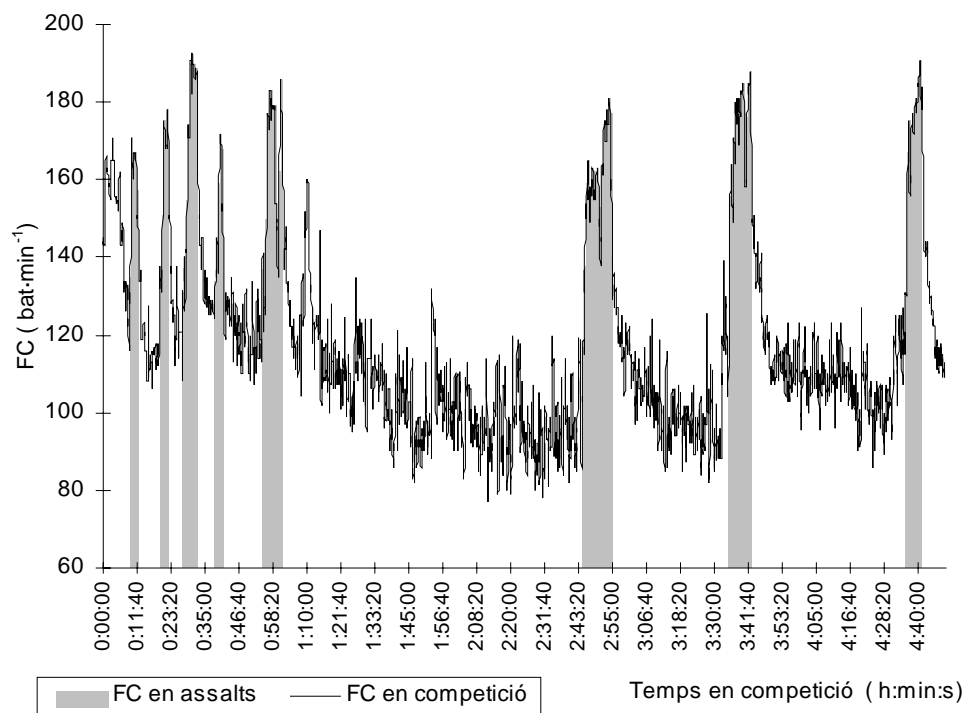


Figura 4-10: Grficació de l'evolució de la FC d'un tirador de la mostra en la disputa del Campionat de Catalunya 1993 d'espasa masculina absoluta.

4.6.1.2. La freqüència cardíaca en entrenaments

- **La poule**

Amb l'objectiu de valorar l'esforç continu realitzat per diferents tiradors al llarg d'una sessió d'entrenament es va analitzar l'evolució de la freqüència cardíaca durant la disputa d'una de les poules setmanals que habitualment introdueixen els mestres en la seva programació d'entrenaments. Es va registrar l'evolució de la FC en 26 subjectes (7

sabristes, 4 floretistes masculins i 4 femenines, 8 espasistes homes i 3 espasistes femenines) (Taula 4-14; annex 6).

Poule nº:10		Pista nº:12		XXV OLIMPIADA BARCELONA 1992									
Nº	Nom	País	Ordre	1	2	3	4	5	6	7	V	Td-Tr	Class.
2	Di Tella Ruvira, R.M.	ARG	1		V	V	0	3	4	V	3	0	5
72	Zuikov, Viktor	EST	2	3		3	3	V	V	V	3	1	4
273	Wong, Liang Hun	SIN	3	4	V		V	1	2	1	2	-7	6
83	Kolobkov, Pavel	EUN	4	V	V	2		5	V	V	4	7	1
142	Schmitt, Arnd R.	GER	5	V	2	V	5		3	V	3	5	3
281	Lundbland, Tomas	SWE	6	V	2	V	3	V		V	4	4	2
249	Frazao, Rui	POR	7	0	4	V	4	1	2		1	-10	7

Figura 4-11: Estructura d'una poule oficial de competició (resultats extrets de la memòria oficial dels JJOO de Barcelona'92. COOB'92).

Els esgrimidors van presentar una FC mitjana en el desenvolupament de la sessió d'entrenament de 140 bat·min⁻¹ (de=18) amb uns valors extrems de 61 i 203 bat·min⁻¹. La durada de les poules fou de 91,9 min (de=31,5), amb una durada màxima de 135,7 min i una mínima de 24,2 min. La variabilitat en els valors temporals i de FC és entesa dins d'un context de normalitat en la realització dels entrenaments, ja que en cap cas vam alterar la dinàmica habitual del club on es van desenvolupar les valoracions. També podem observar (Figura 4-12) com, malgrat els valors mitjans de FC de la globalitat de l'entrenament dels subjectes són baixos, durant la disputa dels assalts es reproduïxen situacions d'intensitat properes a la competició.

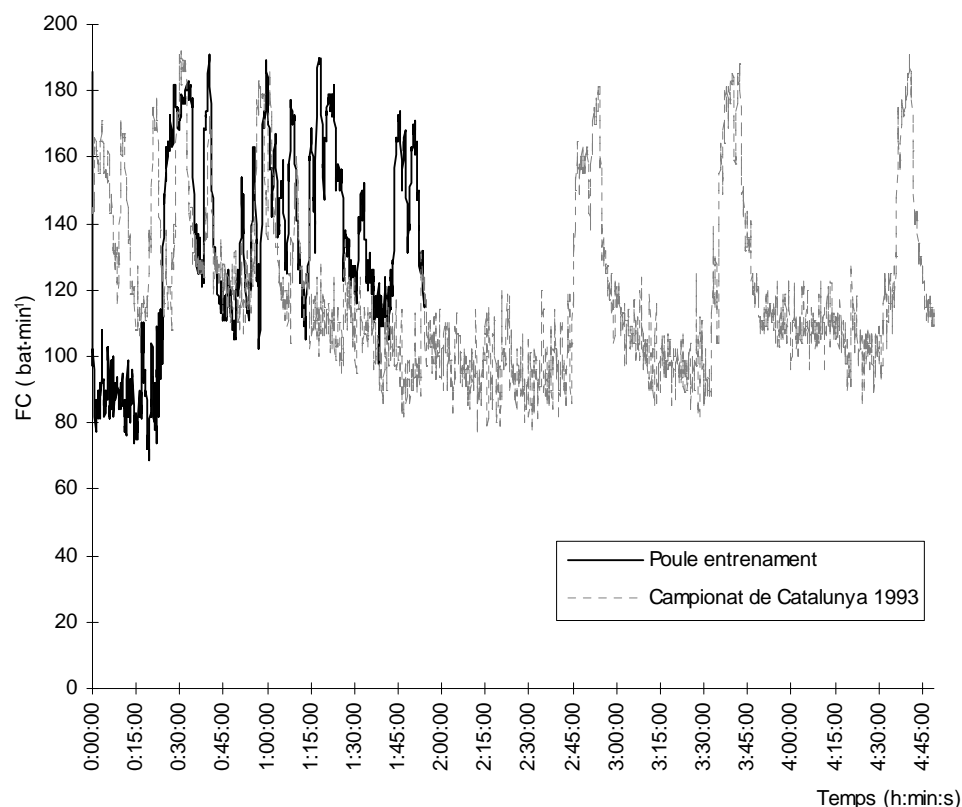


Figura 4-12: Gràfica comparativa dels registres de FC d'un dels subjectes en competició i durant una poule d'entrenament.

• Les classes individuals

En la caracterització dels entrenaments d'esgrima vam considerar d'interès introduir la valoració d'algunes classes individuals dels mestres als alumnes, com a un dels principals elements d'entrenament comú en el món de l'esgrima de competició. Un total de 17 classes individuals foren avaluades (annex 7) registrant-se uns valors mitjans de $137 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=15$), amb extrems de 60 i $187 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$.

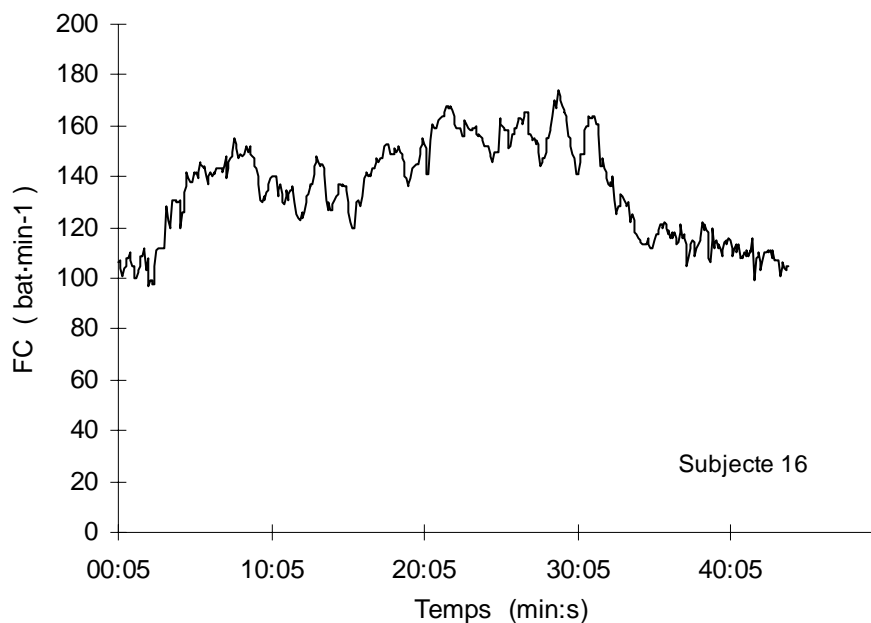


Figura 4-13: Evolució de la freqüència cardíaca (FC) en una classe individual de sabre.

En el còmput general dels resultats de la mostra de 17 subjectes no vam incloure una divuitena classe d'esgrima d'una tiradora de floret femení discapacitada física i que practica l'esgrima en cadira de rodes. En la classe individual en la que mestre i alumna estaven sobre la cadira de rodes la tiradora va presentar una FC mitjana de $113 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=7$) amb un mínim i màxim de 97 i $130 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ en els 29,3 minuts de durada de la classe individual (Figura 4-14).

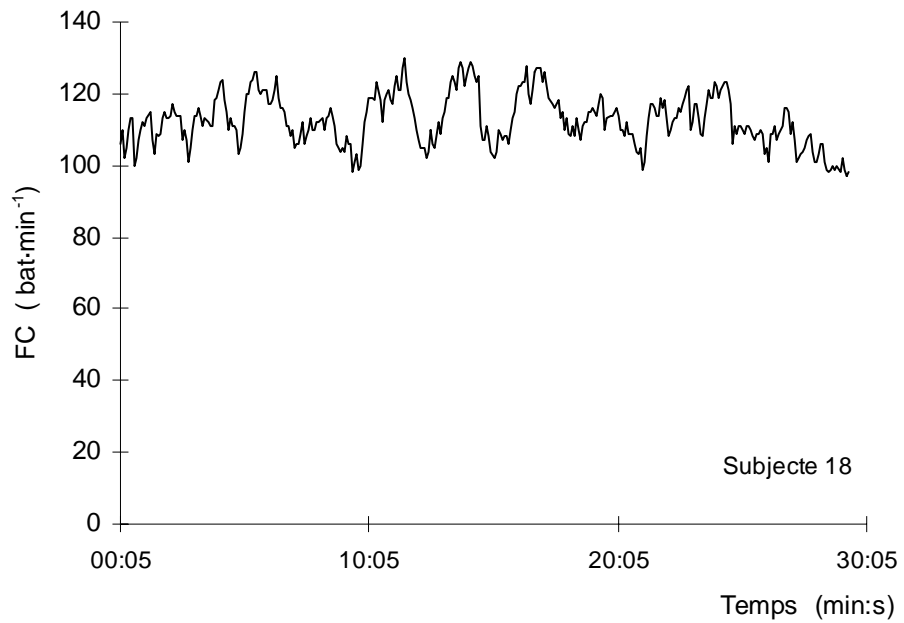


Figura 4-14: Evolució de la freqüència cardíaca (FC) en una classe individual d'una tiradora discapacitada física en cadira de rodes (florete femení).

Taula 4-14: Valors temporals i de freqüència cardíaca en entrenaments de poule i classe individual.

	Poule entrenament	Classe individual alumne	Classe individual mestre
FC (bat·min ⁻¹)	140 ± 18 (61 - 203)	137 ± 15 (60 - 187)	103 ± 11 (69 - 185)
Durada (min)	91,9 ± 31,5 (24,2 - 135,7)	40,0 ± 16,8 (21,4 - 73,8)	29,9 ± 7,3 (16,7 - 40,8)
Subjectes (n)	26	17	8

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

En els registres d'entrenaments (Taula 4-14) vam recollir les dades de la FC de dos dels mestres en la realització de 8 classes individuals (annex 8) per tal d'observar quina era la sol·licitació fisiològica de l'entrenador com a part activa de la classe individual. La següent gràfica (Figura 4-15) mostra l'evolució paral·lela de la FC d'una tiradora i del seu mestre en la realització d'una de les classes individuals avaluades.

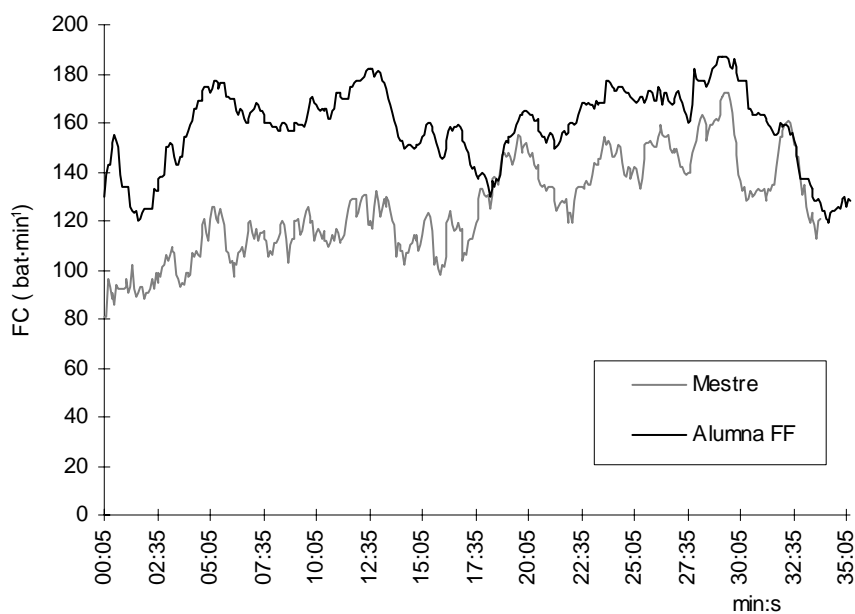


Figura 4-15: Valors de freqüència cardíaca (FC), en mestre i alumna, d'una classe individual de floret.



Foto 4-6: Classe individual d'entrenament d'una de les tiradores de floret femení amb el seu mestre.

4.6.2. La lactatèmia

Tal com s'exposava en la metodologia, van determinar-se lactatèmies en les diferents fases de la competició, en els minuts 1 i 3 de la finalització dels assalts de cada eliminatòria dels subjectes classificats. En tots els tiradors vam seleccionar el valor més elevat de concentració de lactat sanguini per a la descripció dels resultats. Sobre les 69 parelles

de valors (minuts 1 i 3), en 48 la primera presa sanguínia fou superior a la dels 3 minuts, mentre que en 21 casos fou a l'inrevés. Així, les dades sobre les que es va centrar l'estudi de la lactatèmia foren els valors màxims, de les dues extraccions, de cadascuna de les fases de la competició. L'anàlisi estadística sobre les diferències existents entre la primera presa sanguínia i la segona va demostrar l'existència de diferències significatives ($p < 0,001$) entre ambdues, quantificant-se amb una confiança del 95% en valors favorables a la presa del primer minut d'entre 0,16 i 0,57 mmol·L⁻¹, és a dir, diferències molt reduïdes com ja s'ha expressat en el percentatge de valors majors en un o altre cas.

La següent gràfica (Figura 4-16) presenta la relació entre el registre continu de FC al llarg de la prova i les determinacions de lactat en sang capilar realitzades de forma sistemàtica en cada eliminatòria en un dels tiradors.

Amb l'objectiu de millorar la precisió de l'anàlisi es van especificar amb detall els diferents encontres de l'ED i F8. Així, a banda de l'ED64, el primer assalt del quadre de 32 fou denominat com ED32a, el segon assalt d'aquest quadre, o el primer de la repesca, ED32b, i la resta d'assalts que els tiradors realitzaven amb la intenció d'arribar a la final de 8 es van denominar ED16a, ED16b i ED16c.

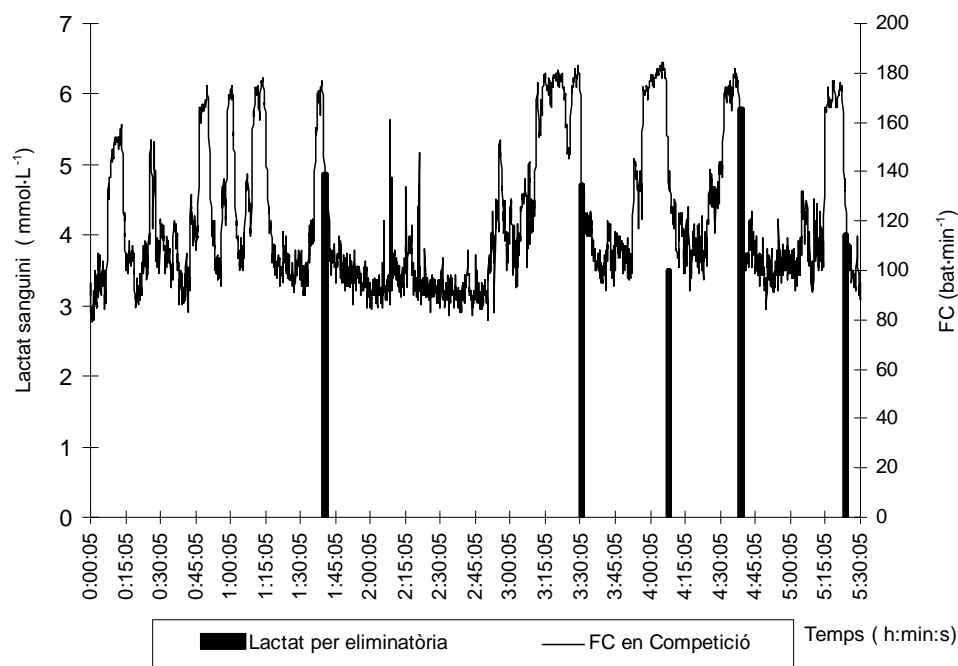


Figura 4-16: Evolució dels registres de freqüència cardíaca i lactatèmia en un dels tiradors d'espasa masculina en el transcurs d'una competició internacional.

Els valors de lactatèmia obtinguts en el Torneig Internacional Generalitat de Catalunya a espasa masculina i floret femení foren de $3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($de=1,1$), amb valors extrems de $1,8$ i $6,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (annex 9). Aquests resultats coincideixen amb els de l'anàlisi d'una competició simulada, realitzada amb un sistema de poule única amb 20 tiradors d'alt nivell d'espasa masculina, i on a 7 dels subjectes se'ls van analitzar 11 lactatèmies, registrant-se una mitjana de $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($de=1,7$), amb extrems de $1,1$ i $6,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. A un dels espasistes se li van practicar cinc lactatèmies durant els 19 assalts de la poule, obtenint una mitjana de $4,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($de=1,7$), movent-se en un rang de $4,3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Taula 4-15: Concentració sanguínia de lactat en cadascuna de les eliminatòries d'una competició internacional d'esgrima pels grups d'esgrimidors estudiats.

	Subjectes (n)	Mostres (n)	Lactat màxim en assalts (mmol·L ⁻¹)				
			mitjana	de	min	max	rang
Resultats per eliminatòries							
1 volta	13	13	4,0	1,1	1,9	6,1	4,2
ED 64	5	5	3,0	0,3	2,7	3,3	0,6
ED 32 a	13	13	3,7	1,1	2,3	6,4	4,1
ED 32 b	10	10	3,9	1,1	2,5	5,7	3,2
ED 16 a	10	10	3,7	0,9	1,9	5,2	3,3
ED 16 b	8	8	4,0	1,4	1,8	5,8	4,0
ED 16 c	2	2	2,4	0,2	2,2	2,5	0,3
1/4 final	5	5	4,0	0,8	3,2	5,0	1,8
1/2 final	3	3	3,3	1,7	1,9	5,1	3,2
final (1er i 2on)			(No classificats)				
Resultats per sexes							
Homes	7	38	3,4	1,0	1,8	5,8	4,0
Dones	6	31	4,2	1,0	2,3	6,4	4,1
Resultats globals							
Global	13	69	3,7	1,1	1,8	6,4	4,6

Els valors extrems i mitjans de les tiradores foren superiors ($p < 0,05$) als de l'espasa masculina (Taula 4-15). El test d'homogeneïtat de la variança d'ambdues mostres va demostrar la seva igualtat, essent, amb una confiança del 95% les diferències mitjanes entre el floret femení i l'espasa masculina de 0,2 a 1,4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Les mitjanes de les diferents eliminatòries presentaren valors similars, no observant-se, contràriament als registres de FC, un increment progressiu a mesura que la competició avançava ni essent significativa la comparació de les mitjanes obtingudes en les diferents fases de la competició (1V, ED, F8).

En la comparació dels resultats de la lactatèmia en les diferents eliminatòries es va considerar l'anàlisi de l'evolució de la lactatèmia en els subjectes que participaren en algun dels assalts en totes les fases. En els 5 esgrimidors (3 floretistes femenines i 2 espasistes masculins) que van competir en les tres fases de la prova es van detectar valors similars als descrits per a la globalitat, essent la mitjana de la 1V de 4,1 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (de=1,7), la de l'ED de 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (de=1,2) i la de la F8 de 3,7 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (de=1,1).

Ni en la globalitat dels resultats, ni en l'estudi per armes es va detectar un increment progressiu dels valors de lactat hemàtic a mesura que es superaven les distintes eliminatòries.

4.6.3. El consum d'oxigen

4.6.3.1. L'estimació del consum d'oxigen

A continuació s'exposaran els principals resultats de les proves d'esforç realitzades en els tiradors de la mostra, així com les dades de la valoració indirecta del consum d'oxigen dels esgrimidors en dues competicions d'esgrima: la primera és el Torneig Internacional Generalitat de Catalunya (1991) i la segona els Campionats de Catalunya (1993).

• Valoració indirecta d'una competició internacional

Per a la valoració indirecta del consum d'oxigen en competició es va realitzar una prova d'esforç en cinta rodant en la que es van determinar diferents variables que en els transkurs d'aquest apartat s'utilitzaran en la presentació dels resultats. En la següent taula (Taula 4-16) es presenten els valors mitjans i extrems de l'edat i les principals dades antropomètriques dels subjectes de la mostra.

La prova d'esforç sobre cinta rodant ens va permetre aconseguir els principals paràmetres cardíacs dels esgrimidors (Taula 4-18) com ho són, entre d'altres la FC max, la FC en els llindars ventilatoris aeròbic i anaeròbic, i el pols d'oxigen. Les mitjanes dels diferents paràmetres cardíacs de la mostra femenina són superiors als registrats en el conjunt d'esgrimidors de sexe masculí.

Taula 4-16: Valors mitjans i extrems de l'edat i dels principals paràmetres antropomètrics dels subjectes de la mostra.

<u>Edat (anys)</u>	<u>Talla (cm)</u>	<u>Pes (kg)</u>	<u>% Greix (%)</u>
Espasa masculina (n=7)			
26 ± 5 (17 - 31)	179,0 ± 2,0 (175,5 - 181,2)	74,5 ± 4,8 (69,0 - 83,0)	7,6 ± 1,9 (5,3 - 10,4)
Espasistes (n=4)			
24 ± 7	178,9 ± 2,4	74,3 ± 6,4	8,6 ± 1,8
Pentatletes (n=3)			
28 ± 1	179,2 ± 1,6	74,9 ± 2,5	6,3 ± 0,9
Floret femení (n=6)			
27 ± 5 (22 - 36)	160,9 ± 8,0 (148,5 - 169,0)	55,4 ± 5,9 (45,7 - 61,8)	13,4 ± 2,6 (10,7 - 17,6)

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

La valoració en laboratori del consum màxim d'oxigen va palesar elevats valors de $\dot{V}O_2\text{max}$ en la mostra masculina ($\bar{X}=64,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7,1$) i resultats inferiors en les floretistes ($\bar{X}=49,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7,3$). En la interpretació dels resultats exposats caldrà tenir present que dels 7 espasistes de la mostra 3 eren pentatletes de l'equip Olímpic espanyol. Les característiques del seu esport determinen que la seva capacitat aeròbica sigui d'un nivell molt elevat i aquest fet va condicionar,

sens dubte, que els valors de consum màxim d'oxigen assolits estiguin entre els més elevats dels trobats en les referències bibliogràfiques específiques (apartat 2.2.4).

Taula 4-17: Principals paràmetres ergoespiromètrics dels subjectes de la mostra obtinguts en la prova d'esforç.

$\dot{V}O_2\text{max}$ (L·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2\text{max}$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VO ₂ llin.aer. (% VO ₂ max)	VO ₂ llin.anaer. (% VO ₂ max)
Espasa masculina (n=7)			
4,8 ± 0,5 (4,4 - 5,6)	64,8 ± 7,1 (53,0 - 73,9)	68,7 ± 6,1 (57,2 - 75,8)	92,5 ± 4,4 (85,8 - 96,5)
Espasistes (n=4)			
4,5 ± 0,1	60,2 ± 5,0	66,8 ± 8,0	90,2 ± 4,7
Pentatletes (n=3)			
5,3 ± 0,4	70,9 ± 4,0	71,2 ± 1,2	95,6 ± 0,9
Floret femení (n=6)			
2,8 ± 0,7 (1,8 - 3,6)	49,2 ± 7,3 (38,5 - 58,0)	69,0 ± 8,3 (56,4 - 80,4)	89,9 ± 4,8 (82,1 - 96,0)

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

Taula 4-18: Principals paràmetres cardiocirculatoris i metabòlics relacionats dels 13 subjectes obtinguts en la prova d'esforç progressiva sobre cinta rodant.

<u>FC max (bat·min⁻¹)</u>	<u>FC llin.aerob. (bat·min⁻¹)</u>	<u>FC llin.anaer. (bat·min⁻¹)</u>	<u>pols O₂ (mL·bat⁻¹)</u>
Espasa masculina (n=7)			
187 ± 14 (173 - 206)	151 ± 9 (141 - 165)	175 ± 13 (161 - 200)	26,0 ± 3,4 (21,3 - 29,9)
Espasistes (n=4)			
190 ± 18	151 ± 11	177 ± 17	23,7 ± 2,6
Pentatletes (n=3)			
183 ± 7	152 ± 7	172 ± 7	29,0 ± 0,9
Floret femení (n=6)			
192 ± 8 (180 - 202)	167 ± 11 (152 - 177)	182 ± 9 (165 - 190)	14,2 ± 3,6 (9,8 - 18,7)

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

Dels resultats de la prova d'esforç el que més interès tenia per a la determinació del consum d'oxigen en competició era la relació FC- $\dot{V}O_2$ individual de cadascun dels subjectes de la mostra, determinant l'equació i la recta de regressió (Figura 4-17) que permetessin estimar el consum d'oxigen en situació de competició.

Es va realitzar el càlcul de l'equació de regressió que obtingués la recta que es podria ajustar millor als punts definits en la relació FC- $\dot{V}O_2$. En els tretze subjectes vam comprovar la significació de la correlació, obtenint resultats d'entre un nivell de $p < 0,05$ a $p < 0,001$ en l'aplicació del coeficient de correlació de Pearson. Considerant la reduïda grandària de la mostra vam aplicar el coeficient de correlació de Spearman en tots els subjectes essent superiors els nivells de significació en tots els esgrimidors, a excepció del subjecte 4, on malgrat la correlació era bona, la relació no fou significativa estadísticament (annex 10).

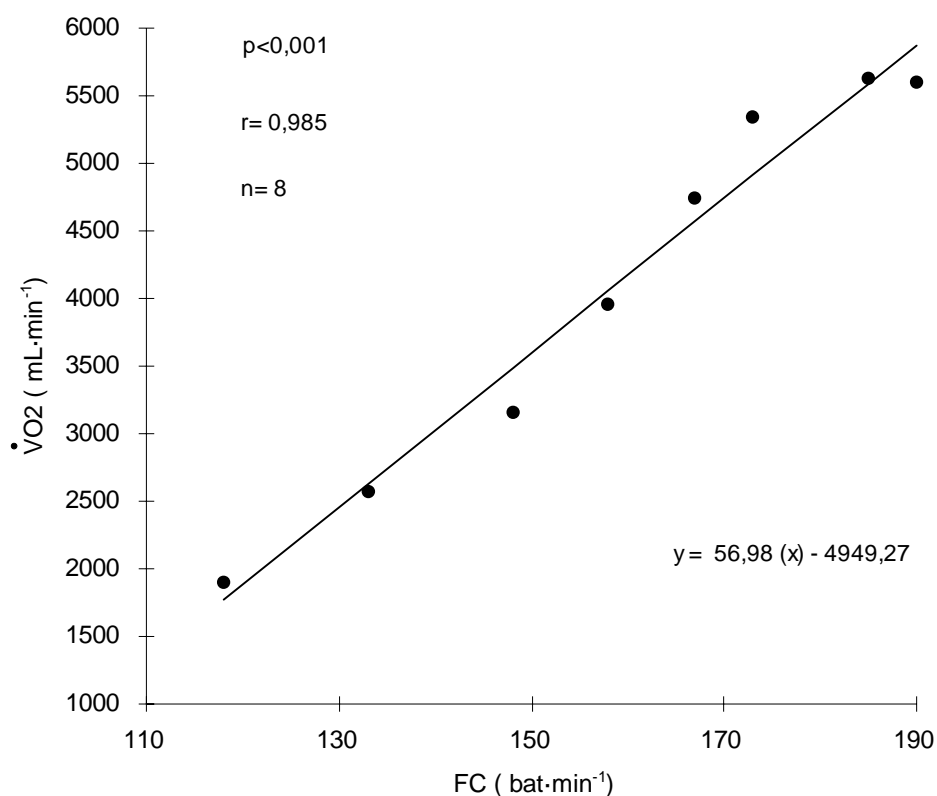


Figura 4-17: Gràficació de la recta de regressió del consum d'oxigen en funció de la freqüència cardíaca, obtinguts en una prova d'esforç sobre cinta ergomètrica en un dels esgrimidors.

El càlcul de les tretze rectes de regressió (Figura 4-18) va possibilitar, seguint el mètode descrit, valorar de forma indirecta el consum d'oxigen dels esgrimidors, que va presentar una mitjana de $47,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=9,3$), presentant els homes ($n=7$) valors superiors ($\bar{X}=53,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=4,4$) als estimats en les dones ($n=6$) ($\bar{X}=39,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7,2$).

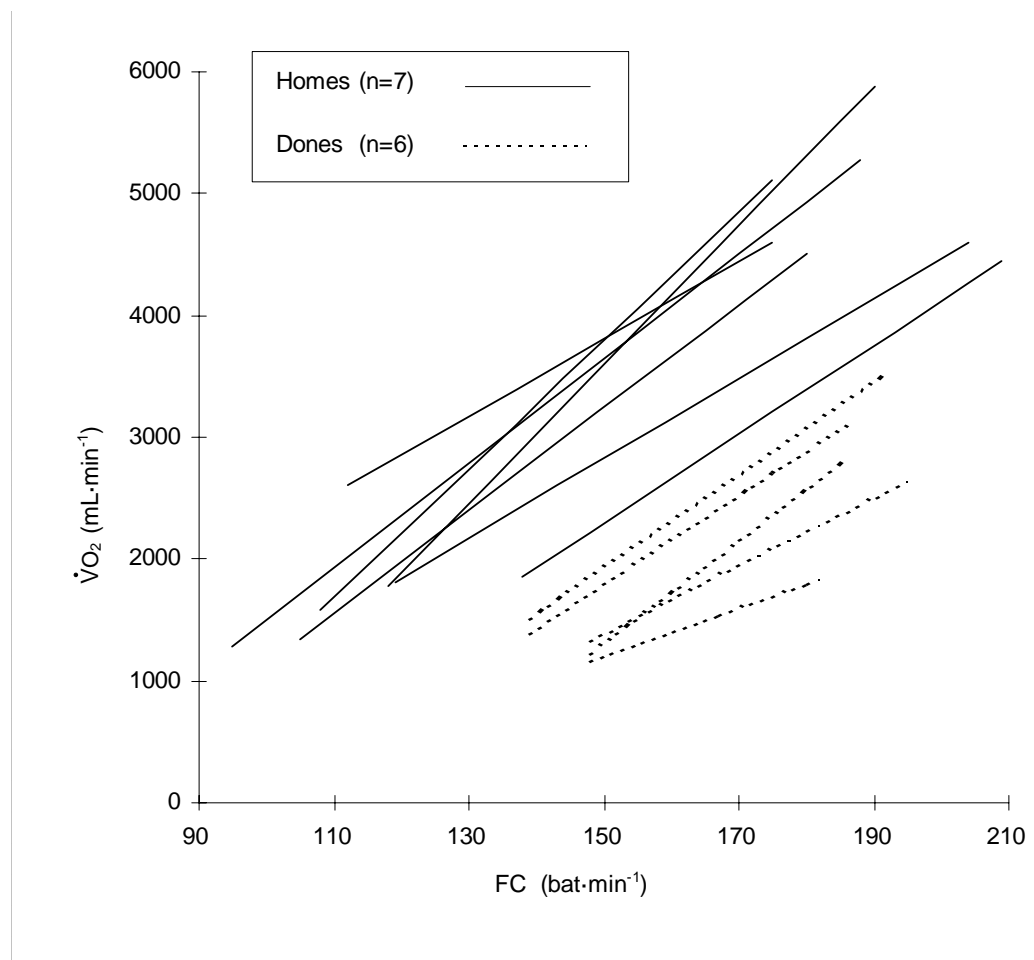


Figura 4-18: Graficació de les rectes de regressió individuals dels tretze subjectes de la mostra, corresponents a la relació consum d'oxigen-freqüència cardíaca.

En l'estimació del consum d'oxigen vam valorar la sol·licitació específica en els assalts, així com en la globalitat de la competició (annex 11). En termes absoluts i relatius, com és comprensible, els valors de la globalitat de la competició del consum d'oxigen per unitat de temps foren inferiors (Taula 4-20) als de la valoració exclusiva dels assalts (Taula 4-19) amb un alt nivell de significació ($p < 0,001$), essent, amb una confiança del 95%, la diferència entre ells d'uns valors d'entre els 1202 i 1960 mL·min⁻¹.

Taula 4-19: Resultats de l'estimació del consum d'oxigen, absolut i relatiu al pes, en els assalts, exempts de les pauses i escalfament entre ells, en una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).

	Homes	Dones	Global
· VO ₂ ^{ass} estimat (mL·min ⁻¹)	4021 ± 423 (3356 - 4528)	2210 ± 545 (1538 - 2908)	3185 ± 1047 (1538 - 4528)
· VO ₂ ^{ass} estimat (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	53,9 ± 4,4 (47,9 - 62,0)	39,6 ± 7,2 (30,2 - 51,0)	47,3 ± 9,3 (30,2 - 62,0)
Subjectes (n)	7	6	13

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

En l'anàlisi comparativa de les dues competicions, que es diferenciaven en l'arma i en el sexe, els espasistes van presentar valors mitjans de consum d'oxigen estimat en competició ($\bar{X}=27,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7$) superiors a les floretistes ($\bar{X}=19,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5,1$). L'estadística comparativa la vam realitzar sobre els valors de $\dot{V}O_2$ absoluts en els assalts i en competició. En ambdós casos les diferències foren significatives. En el $\dot{V}O_2^{\text{ass}}$ els espasistes presentaven valors superiors ($p<0,001$), amb un interval de confiança del 95%, d'entre els 1221 i els 2402 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$, mentre que en el $\dot{V}O_2^{\text{comp}}$ les diferències ($p<0,01$) tenien un marge d'entre 441 i 1562 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$.

Taula 4-20: Resultats de l'estimació del consum d'oxigen, absolut i relatiu al pes, de la globalitat d'una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).

	Homes	Dones	Global
$\dot{V}O_2^{\text{comp}}$ estimat ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	2066 ± 544 (1226 - 2879)	1064 ± 326 (711 - 1581)	1603 ± 680 (711 - 2879)
$\dot{V}O_2^{\text{comp}}$ estimat ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	27,8 ± 7,0 (15,8 - 34,7)	19,1 ± 5,1 (13,9 - 27,7)	23,8 ± 7,4 (13,9 - 34,7)
Subjectes (n)	7	6	13

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

Amb l'objectiu de quantificar posteriorment la despesa energètica dels esgrimidors en situacions competitives vam calcular el consum d'oxigen absolut produït pels tiradors al llarg d'una competició oficial (Taula 4-21) incloses les pauses, assalts i escalfament previ als assalts ($\dot{V}O_2^{comp}$). Els valors mitjans foren superiors en els homes que en les dones, essent la mitjana de la globalitat dels tretze subjectes de 438 L d' O_2 (de=264,6). Com es descriu en la metodologia vam estimar el consum d'oxigen net en competició ($VO_2^{comp}_{net}$), restant al VO_2^{comp} el consum corresponent a la despesa basal dels subjectes (VO_2^{basal}) i establint així la part del VO_2 que es correspon de forma exclusiva a la sol·licitació en competició.

Taula 4-21: Consum d'oxigen, total i net, en la globalitat d'una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).

	Homes	Dones	Global
VO_2^{comp} estimat (L)	588 ± 271 (254 - 951)	263 ± 105 (188 - 470)	438 ± 265 (188 - 951)
$VO_2^{comp}_{net}$ estimat (L)	511 ± 246 (227 - 855)	206 ± 94 (146 - 390)	370 ± 243 (146 - 855)
Temps competició (min)	294 ± 113 (169 - 369)	292 ± 64 (111 - 421)	292 ± 94 (111 - 421)
Subjectes (n)	7	6	13

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

En analitzar el percentatge de temps de durada dels assalts en el conjunt de la competició considerarem d'interès quantificar la part total del consum d'oxigen estimat en competició que és produïda per la realització dels assalts (VO_2^{ass}). En l'estimació del VO_2^{ass} també es van detectar valors superiors en la mostra masculina en relació a la femenina (Taula 4-22), calculant-se una mitjana global de consum d'oxigen produït pels assalts de 160,6 L d'O₂ (de=102,2).

Com en el consum estimat en competició, es va decidir determinar el VO_2 net dels assalts ($VO_2^{ass}_{net}$) restant del VO_2^{ass} el consum d'oxigen basal dels tiradors i afegint-li l'equivalent de VO_2 corresponent a la contribució anaeròbica làctica.

Taula 4-22: Consum d'oxigen en els assalts, exempts de les pauses i escalfament entre ells, en una competició internacional d'espasa masculina (n=7) i floret femení (n=6).

	Homes	Dones	Global
VO_2^{ass} estimat (L)	191 ± 107 (41 - 341)	125 ± 93 (49 - 289)	161 ± 102 (41 - 341)
$VO_2^{ass}_{net}$ estimat (L)	179 ± 100 (39 - 318)	115 ± 86 (46 - 266)	149 ± 96 (39 - 318)
Temps en assalts (min)	46 ± 23 (22 - 107)	53 ± 27 (11 - 86)	49 ± 25 (11 - 107)
Subjectes (n)	7	6	13

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

Per tal d'establir la intensitat de treball dels esgrimidors durant els assalts vam detectar individualment els valors de FC de cada llindar ventilatori, establint tres intervals definits pels mateixos i distribuint percentualment la totalitat del temps d'assalt en que els esgrimidors treballaven en cadascuna de les tres franges d'intensitat. Els resultats van determinar una gran variabilitat en la intensitat de treball desenvolupada pels subjectes observant-se una rellevant sol·licitació del consum d'oxigen al superar-se el llindar anaeròbic en el 41,1 % (de=33,4) de la durada total (Figura 4-19), mentre que tan sols el 18,4 % (de=14,4) del temps d'assalt era treballat a nivells inferiors al llindar aeròbic, essent els resultats percentuals en homes i dones molt similars en els diferents intervals.

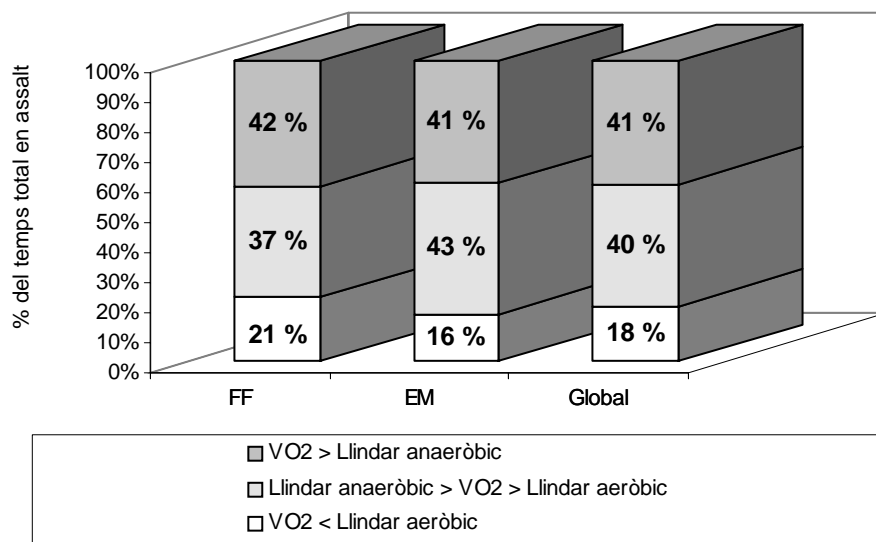


Figura 4-19: Distribució percentual de la durada total dels assalts segons els intervals definits pels llindars ventilatoris aeròbic i anaeròbic en el grup de floret femení (FF), espasa masculina (EM) i global.

A continuació es mostra la distribució percentual del total de temps dels assalts en que els subjectes de la mostra realitzaven una determinada despesa de consum d'oxigen a nivell relatiu (Figura 4-20). Es pot apreciar com els espasistes presenten valors superiors als de les fletistes en els diferents intervals de sol·licitació del metabolisme aeròbic en competició real. En la mostra masculina l'interval amb major percentatge de sol·licitació ($\bar{X}=24,9$ % del temps total; $de=18$) és el de la franja corresponent als 55-60 mL·kg⁻¹·min⁻¹ mentre que en la femenina, el major percentatge ($\bar{X}=45,3$ % del temps total; $de=30,5$) és el de la franja corresponent a valors inferiors a 40 mL·kg⁻¹·min⁻¹.

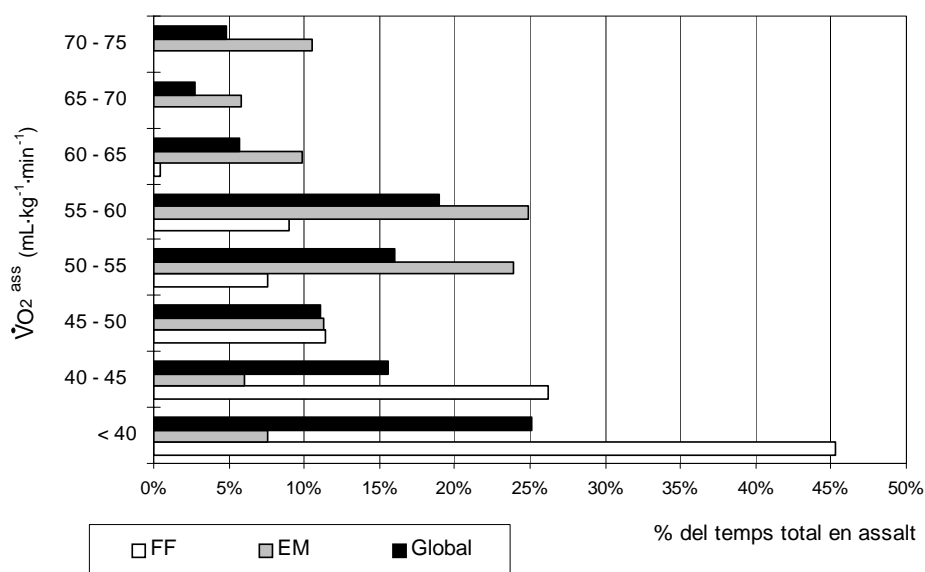


Figura 4-20: Distribució percentual de la durada total del assalts segons els intervals de consum d'oxigen en termes relatius al pes corporal.

• Valoració indirecta dels Campionats de Catalunya Absoluts

La segona competició que vam estudiar foren els Campionats de Catalunya absoluts d'esgrima del 1993. Per tal de realitzar l'estimació del consum d'oxigen, i tal com es va fer en la prova internacional, fou necessària la realització prèvia d'una prova d'esforç sobre cinta rodant, descrita en el mètode i que presentà una estructura similar a la de la prova internacional, amb l'excepció que en aquesta s'utilitzà un aparell telemètric de mesurament del consum d'oxigen (K2-Cosmed) en lloc de l'ergoespiròmetre "breath by breath" (CPX II). La utilització de l'analitzador telemètric en la prova d'esforç ens permetria, posteriorment, estudiar la validesa de l'estimació al comparar les dades reals a les estimades en condicions de competició.

La mitjana del consum màxim d'oxigen registrat en els 10 subjectes (8 homes i 2 dones) de la mostra fou de $53,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=9$), valors sensiblement inferiors als determinats en la prova d'esforç de l'estimació del $\dot{V}O_2$ en una prova internacional ($\bar{X}=57,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=10,7$).

El següent pas fou establir l'equació i la recta de regressió individual de cada subjecte de la relació $FC-\dot{V}O_2$ (annex 12). En la següent figura (Figura 4-21) s'aprecia la dinàmica seguida en un dels subjectes per establir els càlculs de les esmentades equacions i rectes que ens possibilitarien l'estimació del consum d'oxigen en competició.

Taula 4-23: Resultats obtinguts per la mostra de 10 esgrimidors en la prova d'esforç sobre cinta rodant amb l'ergoespiròmetre telemètric (K2-Cosmed).

	FC max (bat·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ absolut (mL·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ relatiu (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
Homes (n=8)	185 ± 12 (164 - 203)	3982 ± 462 (3333 - 4664)	55,1 ± 6,8 (43,9 - 67,6)
Dones (n=2)	189 ± 14 (186 - 192)	3024 ± 640 (2334 - 3714)	47,9 ± 12,0 (35,9 - 59,9)
Global (n=10)	186 ± 10 (164 - 203)	3790 ± 677 (2334 - 4664)	53,7 ± 9,0 (35,9 - 67,6)

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

En els 10 subjectes que van realitzar la prova d'esforç se'ls va aplicar el mateix tipus d'anàlisi de les dades de consum d'oxigen i freqüència cardíaca. La graficació de la recta i les equacions resultants s'exposen en l'annex 12 (Figura 4-21). La correlació entre les variables FC i $\dot{V}O_2$, dels esmentats tiradors, fou molt significativa ($p < 0,001$) i els coeficients de correlació de Pearson aplicats presentaren uns valors entre $r=0,887$ i $r=0,977$.

$$y = a + b(x)$$

$$VO_2 = a + b(FC)$$

Durada (p. esforç) h:min:s	FC x bat·min ⁻¹	VO ₂ y mL·min ⁻¹	Recta regressió lineal
0:00:15	108	787	1062
0:00:30	91	717	385
0:00:45	112	518	1221
0:01:00	112	778	1221
0:01:15	112	1405	1221
0:01:30	111	1173	1182
0:01:45	117	1603	1421
0:02:00	117	1846	1421
0:02:15	119	2035	1500
0:02:30	122	1762	1620
0:02:45	121	1983	1580
0:03:00	115	1863	1341
0:03:15	119	1854	1500
0:03:30	117	2152	1421
0:03:45	124	1985	1699
0:04:00	125	2294	1739
0:04:15	130	2259	1938
0:04:30	129	1676	1899
0:04:45	135	1845	2138
0:05:00	138	1738	2257
0:05:15	137	2186	2217
0:05:30	143	2144	2456
0:05:45	151	2688	2775
0:06:00	150	2684	2735
0:06:15	157	3115	3014
0:06:30	158	3256	3054
0:06:45	163	3229	3253
0:07:00	163	3407	3253
0:07:15	164	3335	3293
0:07:30	173	3753	3651
0:07:45	177	3740	3811
0:08:00	180	3677	3930
0:08:15	178	3804	3851
0:08:30	185	4523	4130
0:08:45	186	4070	4169
0:09:00	186	4145	4169
0:09:15	186	4046	4169
0:09:30	190	4425	4329
0:09:45	191	4226	4369
0:10:00	192	4664	4408
0:10:15	193	4494	4448
0:10:30	182	3286	4010
0:10:45	173	3895	3651
0:11:00	165	3600	3333
0:11:15	154	2872	2895
0:11:30	149	2620	2695
0:11:45	141	2528	2377
0:12:00	138	2289	2257
0:12:15	128	1861	1859
0:12:30	124	1582	1699
0:12:45	120	1417	1540
0:13:00	116	1198	1381
0:13:15	117	1177	1421
0:13:30	112	933	1221
0:13:45	112	836	1221
0:14:00	109	785	1102
0:14:15	112	859	1221
0:14:30	115	855	1341
0:14:45			
0:15:00			

Càlcul de l'equació i recta de regressió lineal

PROVA D'ESFORÇ: CINTA RODANT + K2-COSMED

Subjecte 4

Variable y (quantitativa): VO₂

Variable x (quantitativa): FC

ESTADÍSTIQUES RESULTANTS:

m =	39,83769	-3240,42999	= b
em =	1,43553	208,13220	= eb
r ² =	0,93221	312,67100	= Error std.
F =	770,13353	56	= df
S d'ye2 =	75290684,248	5474736,73441	= S(y-ye) ²
r =	0,96551		n = 58
ax =	142	ay =	2422
sx =	29	sy =	1190
COEFICIENTS		SOLUCIONS	
SUMA(Yi)	140477	a =	-3240,43
n	58	b =	39,84
SUMA(Xi)	8244	Significació	
SUMA(XiYi)	21857046	p <	0,001
SUMA(Xi ²)	1219226	r =	0,966

EQUACIÓ DE LA RECTA: $y = 39,84(x) - 3240,43$

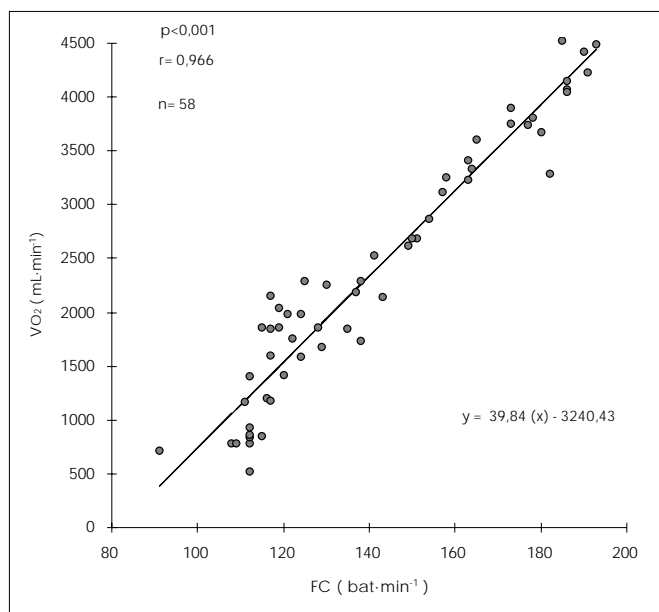


Figura 4-21: Càlculs i graficació d'una de les equacions i rectes de regressió de la relació VO₂-FC obtinguda en una prova d'esforç sobre cinta rodant amb mesurament telemètric del consum d'oxigen (K2-Cosmed).

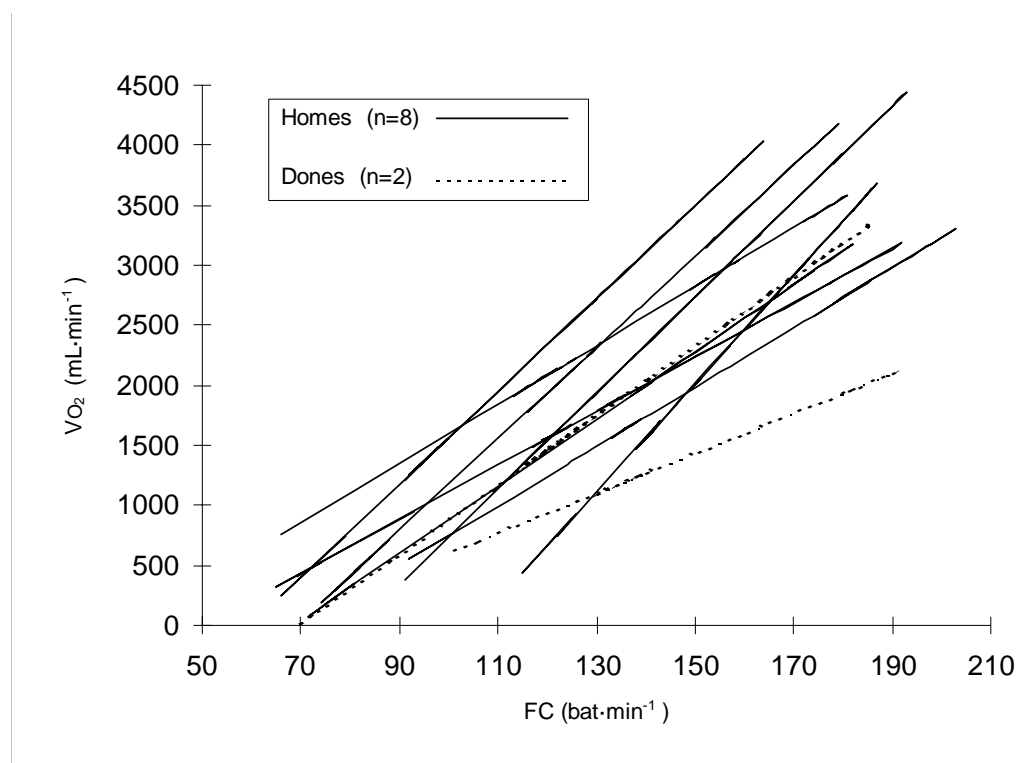


Figura 4-22: Graficació de les rectes de regressió individuals dels deu subjectes de la mostra, corresponents a la relació VO_2 -FC en una prova d'esforç sobre cinta rodant i amb valoració telemètrica del consum d'oxigen.

En l'estimació del consum d'oxigen dels tiradors en els Campionats de Catalunya (1993) presentem una mostra de 12 subjectes. En la programació de l'estudi vam considerar interessant que tres dels tiradors competissin en dues modalitats diferents (annex 13), realitzant-se posteriorment l'anàlisi comparativa dels seus resultats en les diferents fases eliminatòries (Figura 4-23), no detectant-se diferències significatives en l'aparellament de les mitjanes del consum d'oxigen realitzat pels tres tiradors en les diferents fases de les competicions de floret i espasa masculina, detectant-se un alt nivell de correlació entre els valors assolits per cada subjecte en una o altra modalitat ($r=0,90$; $p<0,05$).

En l'anàlisi dels registres de FC en competició les dades d'un dels deu subjectes estudiats va presentar nombroses desconexions del seu cardiotacòmetre. Vam desestimar la incorporació d'aquest subjecte en l'estimació del consum d'oxigen en competició. En les taules de resultats expressem la valoració d'una mostra de 12 tiradors a l'incloure les nou correctes de cada subjecte, més les tres de la segona modalitat dels 3 esgrimidors que vam proposar per a la participació en dues de les modalitats que es disputaven amb un sol dia de diferència.

Taula 4-24: Resultats de l'estimació del consum d'oxigen en competició real d'esgrima (Campionats de Catalunya absoluts 1993; n=12)

	<u>1 volta</u>	<u>Eliminació Directa</u>	<u>Final 8</u>	<u>Global</u>
$\dot{V}O_2^{\text{ass}} \text{ estimat (mL}\cdot\text{min}^{-1})$	2459 ± 422 (703 - 3930)	2440 ± 462 (769 - 3759)	2727 ± 419 (852 - 4316)	2546 ± 420 (703 - 4316)
$\dot{V}O_2^{\text{ass}} \text{ estimat (mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1})$	34,8 ± 6,3 (10,6 - 58,1)	34,4 ± 6,7 (11,7 - 55,3)	38,4 ± 6,1 (12,9 - 66,4)	36,0 ± 6,3 (10,6 - 66,4)
Durada assalts (min)	3,2 ± 0,7	10,0 ± 4,9	13,2 ± 4,8	6,0 ± 1,4
Total d'assalts (n)	59	8	20	87

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

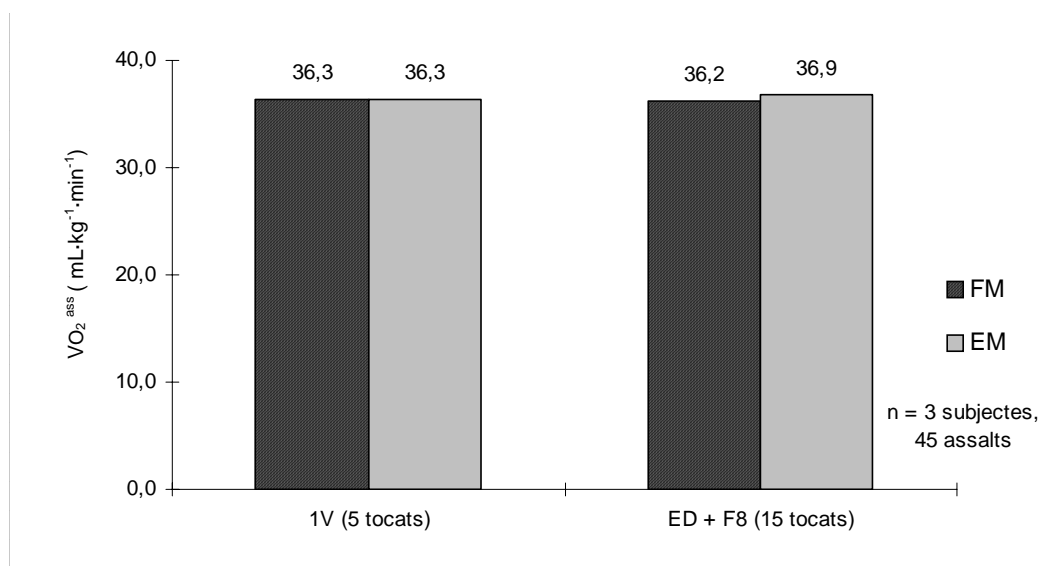


Figura 4-23: Graficació de les mitjanes de l'estimació del consum d'oxigen durant els assalts de tres tiradors en competició de floret (FM) i espasa (EM). Les diferències no són significatives ($p < 0,05$).

L'estimació del consum d'oxigen en els Campionats de Catalunya absoluts va presentar una mitjana global de $36,0 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=6,3$) amb valors molt similars en les diferents fases eliminatòries (Taula 4-24).

Les mitjanes globals resultants de l'estimació dels Campionats de Catalunya resulten força inferiors a les resultants de la valoració de la prova internacional exposada en l'apartat anterior, de la mateixa forma que les mitjanes del consum d'oxigen en competició per als homes ($\bar{X}=37,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=4,8$) i les dones ($\bar{X}=29,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=10,6$) ho són també en relació als respectius valors en la prova internacional. Els resultats diferenciats per arma s'exposen en l'annex 14.

En la valoració individual realitzada subjecte a subjecte vam determinar la intensitat de treball en els assalts en base al $\dot{V}O_2\text{max}$ estimat de cada subjecte observant-se valors mitjans en el transcurs de tots els assalts d'entre el 55,6 i el 77,4 % del $\dot{V}O_2\text{max}$, mentre que si determinàvem els valors màxims del consum d'oxigen que cada esgrimidor assolía en la disputa dels assalts trobàvem valors força elevats que anaven de l'extrem inferior del 75,3 % del $\dot{V}O_2\text{max}$ al superior, molt proper al màxim, del 99,6 % del $\dot{V}O_2\text{max}$.

Taula 4-25: Resultats globals i per sexes de l'estimació del consum d'oxigen en competició real d'esgrima. Dades comparatives amb el consum màxim d'oxigen valorat en laboratori.

	Homes	Dones	Global
$\dot{V}O_2^{\text{ass}}$ estimat ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	2655 ± 251 (794 - 4316)	2000 ± 814 (703 - 3701)	2546 ± 420 (703 - 4316)
$\dot{V}O_2^{\text{ass}}$ estimat ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	37,3 ± 4,8 (12,2 - 66,4)	29,7 ± 11,5 (10,6 - 54,4)	36,0 ± 6,3 (10,6 - 66,4)
Valors mitjans (% del $\dot{V}O_2\text{max}$)	55,6 - 77,4	57,3 - 62,2	55,6 - 77,4
Valors màxims (% del $\dot{V}O_2\text{max}$)	75,3 - 99,6	81,4 - 86,5	75,3 - 99,6

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

4.6.3.2. El consum d'oxigen per telemetria

La possibilitat de disposar d'un analitzador telemètric del consum d'oxigen ens va oferir l'ocasió de caracteritzar el consum d'oxigen en situacions reals d'entrenament. La complexitat dels implements del K2-Cosmed feien incompatible l'aplicació del mesurament en competició oficial. En els 10 subjectes de la mostra es van enregistrar diferents paràmetres fisiològics durant la realització d'assalts d'entrenament (Figura 4-24; annex 16) en la sala d'esgrima.

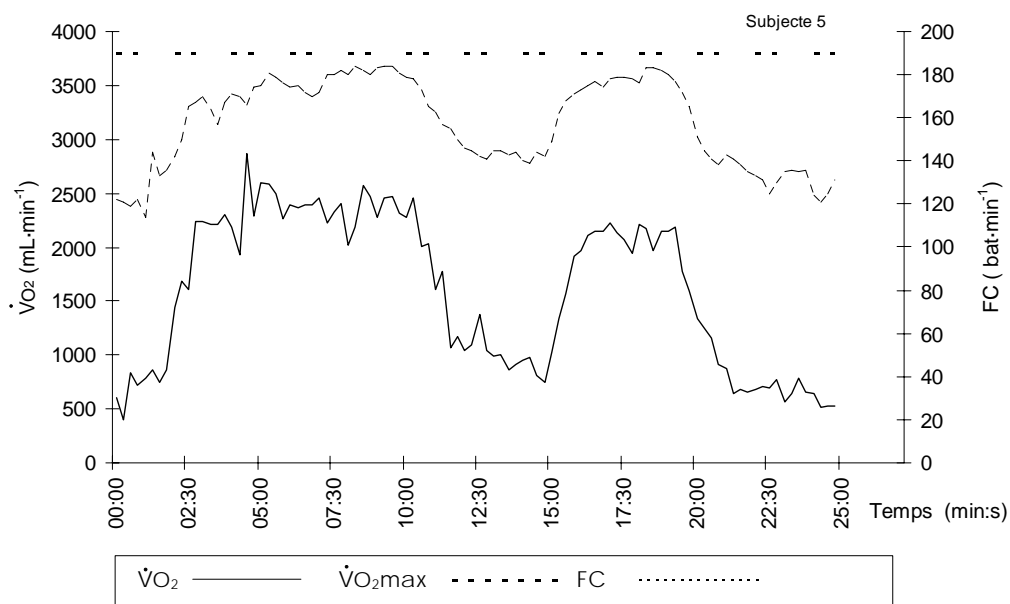


Figura 4-24: Evolució de la freqüència cardíaca (FC) i el consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$), mesurats telemètricament, durant 25 minuts d'una poule d'entrenament de sabre. S'indica el valor de $\dot{V}O_2$ màxim obtingut a la prova de laboratori ($\dot{V}O_{2max}$).

Del total de registres determinats amb el K2-Cosmed es van recollir els valors mitjans i màxims (Taula 4-26) dels principals paràmetres ventilatoris i cardíacs. També es va procedir a eliminar, del conjunt de registres, les fases de descans i recuperació entre assalts, establint els valors corresponents a les mateixes variables exclusivament en la situació real d'assalt.

Taula 4-26: Resultats del mesurament ergoespiromètric per telemetria del consum d'oxigen en esgrimidors durant assalts d'entrenament. S'indiquen els valors globals, incloses les fases d'assalt i recuperació entre assalts, així com els valors relatius respecte dels resultats de la prova de laboratori (% FC max i % $\dot{V}O_2$ max).

Assalts (incloses les fases de repòs)				
FC (bat·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ (mL·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	%FC _{max} (%)	% $\dot{V}O_2$ max (%)
Valors mitjans				
137 ± 13	1518 ± 187	21,5 ± 2,5	73,8 ± 5,7	40,7 ± 4,8
(108 - 158)	(1059 - 1771)	(16,3 - 26,1)	(64,1 - 84,3)	(29,4 - 46,8)
Valors màxims				
173 ± 13	2795 ± 370	39,5 ± 3,2	92,9 ± 4,8	74,9 ± 9,5
(141 - 191)	(2092 - 3572)	(32,2 - 44,1)	(85,0 - 99,5)	(59,6 - 89,6)

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

Com s'ha citat en la descripció metodològica d'aquest apartat l'anàlisi telemètrica va presentar una curta durada ($\bar{X}=21,7$ min; $de=3,1$) motivada per la complexitat i incomoditat de l'aplicació del mesurament amb el K2-Cosmed amb la indumentària de l'esgrima. La valoració es realitzà a un nombre determinat d'assalts, el que comportà intervals de durada del mesurament entre els 16,3 min i els 26,3 min.

En el temps d'anàlisi, incloses les fases de repòs, els subjectes van presentar un consum d'oxigen mitjà de $21,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=2,5$), el que representa un treball individual sobre els 40,7 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($de=4,8$) al llarg dels assalts d'entrenament (Taula 4-26).

Taula 4-27: Resultats de la valoració ergoespiromètrica per telemetria del consum d'oxigen en esgrimidors durant assalts d'entrenament. S'indiquen els valors de situació real d'assalt, excloses les fases de recuperació entre assalts, així com els valors relatius respecte dels resultats de la prova de laboratori (% FC max i % $\dot{V}O_{2\text{max}}$).

Assalts (no incloses les fases de repòs)				
FC ($\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}$)	$\dot{V}O_2$ ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	$\dot{V}O_2$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	%FC _{max} (%)	% $\dot{V}O_{2\text{max}}$ (%)
Valors mitjans				
155 ± 13 (122 - 174)	2053 ± 313 (1477 - 2700)	29,0 ± 3,3 (22,7 - 33,8)	83,5 ± 5,7 (74,5 ± 93,2)	54,8 ± 6,8 (46,0 ± 63,3)
Valors màxims				
173 ± 13 (141 - 191)	2795 ± 370 (2092 - 3572)	39,5 ± 3,2 (32,2 - 44,1)	92,9 ± 4,8 (85,0 - 99,5)	74,9 ± 9,5 (59,6 - 89,6)

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

En la valoració del consum d'oxigen per telemetria, exempta de fases de repòs, la durada real dels assalts avaluats fou de 12,1 min (de=2,6) amb valors extrems de 8,8 i 17,5 min. La mitjana del consum d'oxigen registrat de forma directa en aquests assalts fou de 29 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (de=3,3) amb un mínim i màxim de 22,7 i 33,8 mL·kg⁻¹·min⁻¹. Aquests valors, comparant-los al consum màxim d'oxigen determinat individualment en la prova d'esforç del laboratori utilitzant el mateix analitzador telemètric, corresponien al 54,8 % del $\dot{V}O_{2max}$ (de=6,8) de mitjana en els assalts, essent el valor mig dels consums màxims en cada tirador al llarg dels assalts d'entrenament del 74,9 % del $\dot{V}O_{2max}$ (de=9,5).

4.6.3.3. Estudi de validació del mètode d'estimació del consum d'oxigen

La possibilitat de comparar l'estimació del consum d'oxigen amb els valors reals registrats telemètricament amb el K2-Cosmed ens va permetre estudiar la validesa del mètode de valoració indirecta del consum d'oxigen emprat en l'apartat anterior (4.6.3.2; pàg:181).

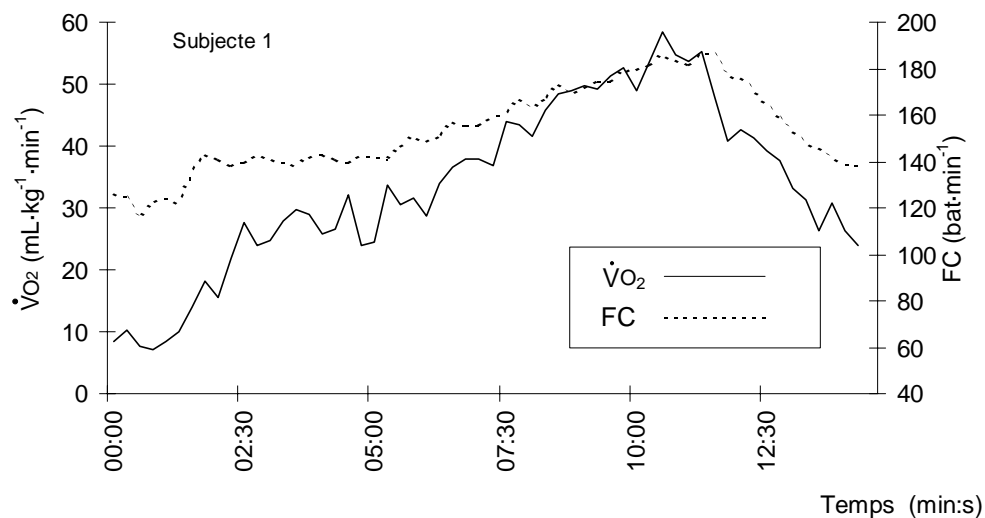


Figura 4-25: Evolució del consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$) i la freqüència cardíaca (FC), mesurats telemètricament, durant una prova d'esforç sobre cinta rodant.

Els 10 subjectes (8 homes i 2 dones) que composaven la mostra d'esgrimadors van realitzar la prova d'esforç sobre cinta rodant amb la utilització de l'analitzador telemètric mitjançant el qual es recollien les diferents variables d'estudi de les que es destacava l'aparellament dels valors de FC i $\dot{V}O_2$ (Figura 4-25; annex 15). La mitjana del consum màxim d'oxigen dels esgrimadors és un clar indicador del bon nivell aeròbic que aquests esportistes presentaven ($\bar{X}=53,7$ mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=9).

Taula 4-28: 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'entrenament d'esgrima (n=10).

FC (bat·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ (mL·min ⁻¹)	$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
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 entrenament		
-	2029 ± 413 (106 - 3680)	28,8 ± 6,1 (1,5 - 54,6)
Valors reals en entrenament		
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).

L'anterior taula (Taula 4-28) ens mostra els principals 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- $\dot{V}O_2$.

Definits els valors individuals de FC i $\dot{V}O_2$ en la prova d'esforç es va

procedir a l'obtenció individual de les equacions de regressió (Figura 4-21) que ens permetessin estimar el consum d'oxigen dels assalts en base a la FC registrada en els assalts d'entrenament. Realitzats els càlculs en tots els subjectes (Figura 4-22) es va procedir a l'estimació del consum d'oxigen en els assalts d'entrenament.

Les mitjanes de consum d'oxigen real i estimat foren comparades subjecte a subjecte en la globalitat de l'entrenament (Figura 4-26), incloent-hi les breus pauses introduïdes entre els diferents assalts avaluats, i durant la disputa dels assalts (Figura 4-27), deixant exclosos els valors de repòs entre els mateixos. La mitjana global del temps d'entrenament estudiat fou de 21,7 min (de=3,1).

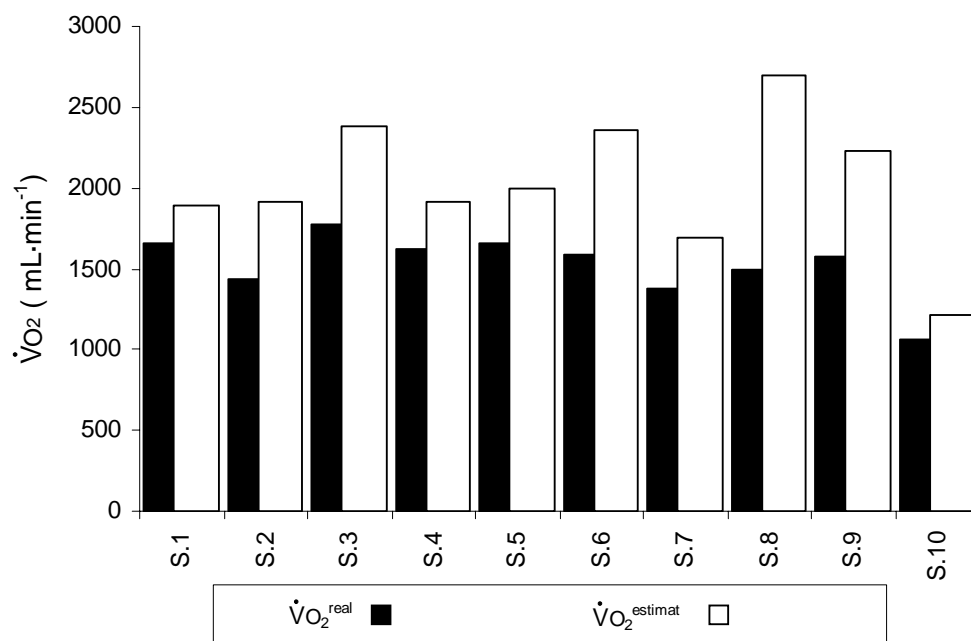


Figura 4-26: Comparació de les mitjanes del consum d'oxigen real i estimat en assalts d'entrenament d'esgrima, incloses les breus pauses de repòs, en els 10 subjectes de la mostra.

Amb la intenció de precisar la validesa del mètode indirecte vam realitzar tres estratègies per definir la relació existent entre el consum d'oxigen real i l'estimat: en primer lloc es va confirmar la correlació entre les dades reals i les estimades, en segon lloc es va confirmar que els valors estimats no eren iguals als reals i finalment vam quantificar les diferències entre l'estimació i el consum mesurat telemètricament.

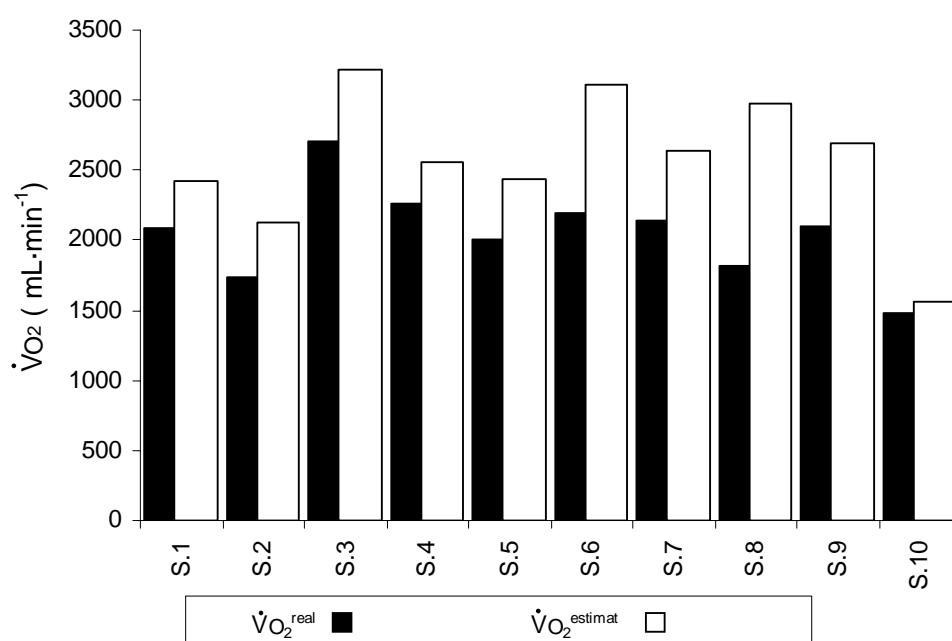


Figura 4-27: Comparació de les mitjanes del consum d'oxigen real i estimat en assalts d'entrenament d'esgrima, exempts de pauses de repòs, en els 10 subjectes de la mostra.

Així, vam iniciar aquesta anàlisi amb l'estudi de la correlació lineal entre les parelles de valors (reals i estimats) en cadascun dels deu subjectes de la mostra (Figura 4-28; annex 17). En tots ells la significació estadística fou molt elevada ($p < 0,001$) i els coeficients de correlació de Pearson calculats estaven entre els valors de $r = 0,784$ i $r = 0,944$. En la gràfica de les 10 rectes (Figura 4-29) de regressió individuals es pot

observar, al comparar les rectes que millor s'ajusten a la relació del consum real i estimat 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 (Figura 4-26) com en l'anàlisi dels assalts (Figura 4-27).

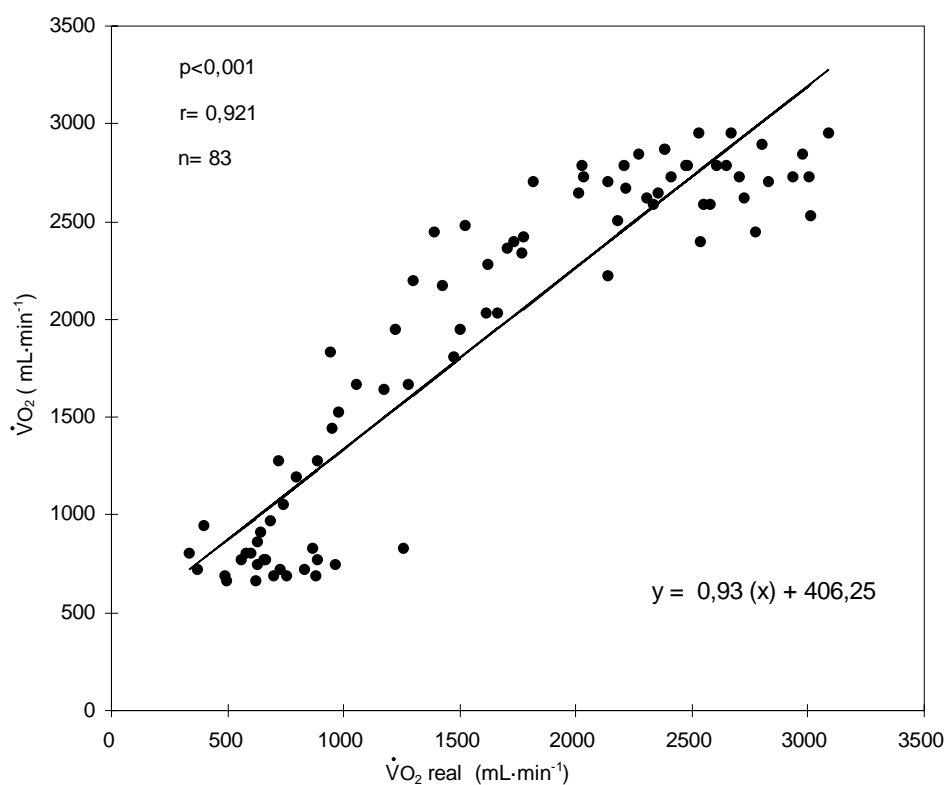


Figura 4-28: Grficació de la recta de regressió resultant de l'estudi de la relació existent entre el $\dot{V}O_2^{\text{real}}$ i el $\dot{V}O_2^{\text{estimat}}$ en un dels subjectes de la mostra.

Com a estudi complementari es va procedir a correlacionar la

totalitat dels registres reals i estimats de $\dot{V}O_2$, obtenint-se uns valors altament significatius ($p < 0,001$) que evidenciaven la relació existent entre els valors estimats i els reals ($r = 0,847$). En la representació gràfica de la recta definida per les 860 parelles de valors es pot observar l'interval definit per l'error estàndard de l'estimació (Figura 4-30).

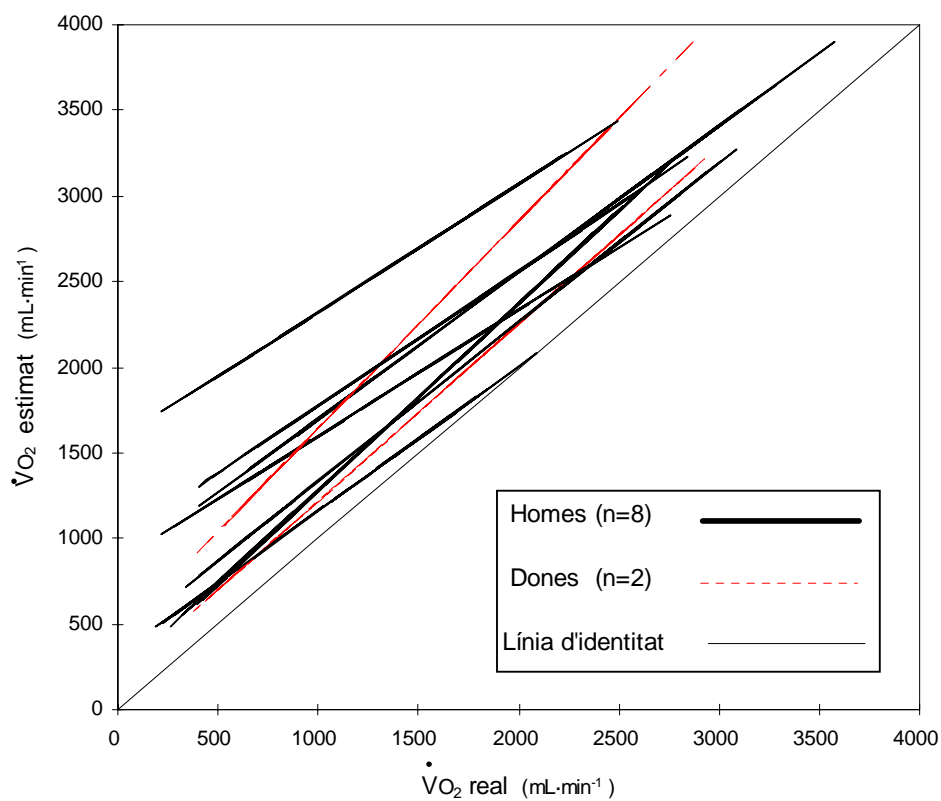


Figura 4-29: Graficació de les 10 rectes de regressió lineal obtingudes en la comparació dels valors de consum d'oxigen real i estimat en entrenaments d'esgrima. S'indica la línia d'identitat.

Per tal de concretar estadísticament l'existència de diferències significatives entre el consum d'oxigen real i l'estimat es va aplicar la prova de la T de Student en l'aparellament de dades dels 10 subjectes,

comprovant-se l'existència de diferències molt significatives ($p < 0,001$) entre els valors reals i els estimats. Aquestes diferències també foren significatives ($p < 0,001$) en comparar les mitjanes de tots els valors ($n=860$) aparellats en les relacions individuals de consum d'oxigen estimat i real.

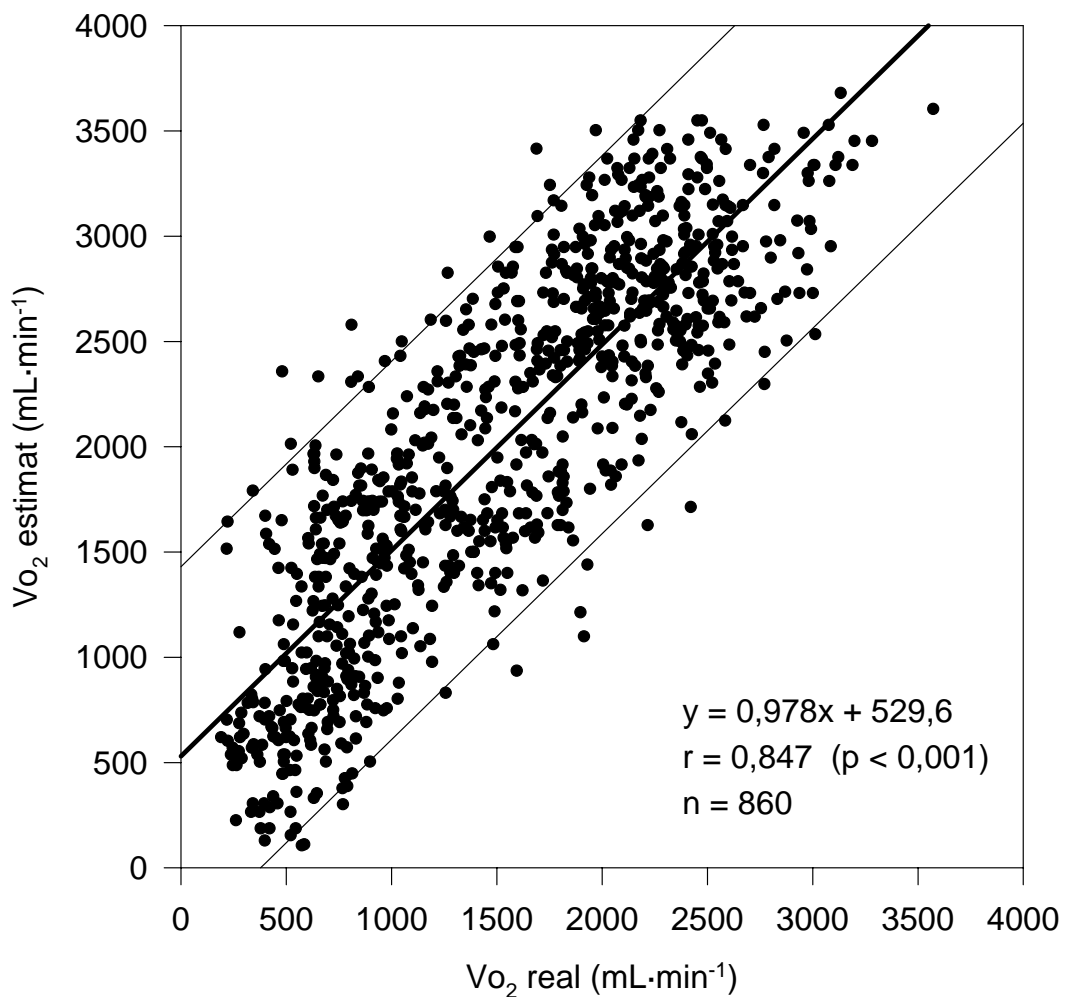


Figura 4-30: Graficació de tots els valors de consum d'oxigen, reals i de l'estimació general, dels 10 subjectes de la mostra, aparellats per a l'obtenció de la recta de regressió lineal global. Els valors estimats són extrets de l'aplicació de l'equació de regressió FC- $\dot{V}O_2$ resultant de la prova d'esforç amb el K2-Cosmed i es grafica la recta de regressió amb l'interval definit per l'error estàndard de l'estimació.

Seguidament es va procedir a quantificar la sobreestimació detectada, pel fet que en els resultats mitjans extrets de la valoració indirecta es mostra la tendència, en tots els subjectes, a la sobreestimació del consum d'oxigen (Figura 4-26, pàg:187). La magnitud d'aquesta sobreestimació del $\dot{V}O_2$ en els entrenaments dels 10 tiradors de la mostra fou de $505 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=313$) de mitjana (un 33 % sobre el $\dot{V}O_2$ real), essent l'error estàndard de l'estimació ($458 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) d'un 30 % sobre el $\dot{V}O_2$ real. Per determinar la quantificació de la sobreestimació ens podem ajudar de l'interval de confiança de les diferències detectades en l'anàlisi de les 860 relacions individuals de valors estimats i reals de consum d'oxigen. En aquesta anàlisi, amb una confiança del 95%, les diferències ($p<0,001$) entre el consum real i l'estimat es xifren entre l'interval de 465 i $527 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$.

Amb l'objectiu de millorar la precisió del mètode en posteriors recerques es va repetir el procés de validació però específicament. En el segon càlcul de l'estimació del consum d'oxigen, en el que s'empraren els valors de FC registrats amb el K2-Cosmed durant la realització dels assalts d'entrenament (annex 18), es van obtenir uns resultats més ajustats als valors de consum d'oxigen real. Les equacions de regressió, així com la graficació de les rectes, entre el consum real i l'estimat en aquest procés de validació específica poden observar-se en l'annex 19. Aquesta segona estimació —que anomenem específica— va presentar una diferència mitjana amb el $\dot{V}O_2$ real de $77 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=41$) (un 5 % sobre el $\dot{V}O_2$ real), essent l'error estàndard de l'estimació ($296 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) d'un 19,4 % sobre el $\dot{V}O_2$ real. L'interval de confiança (95%) de les diferències ($p<0,001$) detectades en l'anàlisi de les 860 relacions individuals de valors estimats específicament i els reals de consum d'oxigen es troba entre els 59 i $103 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ (Figura 4-31).

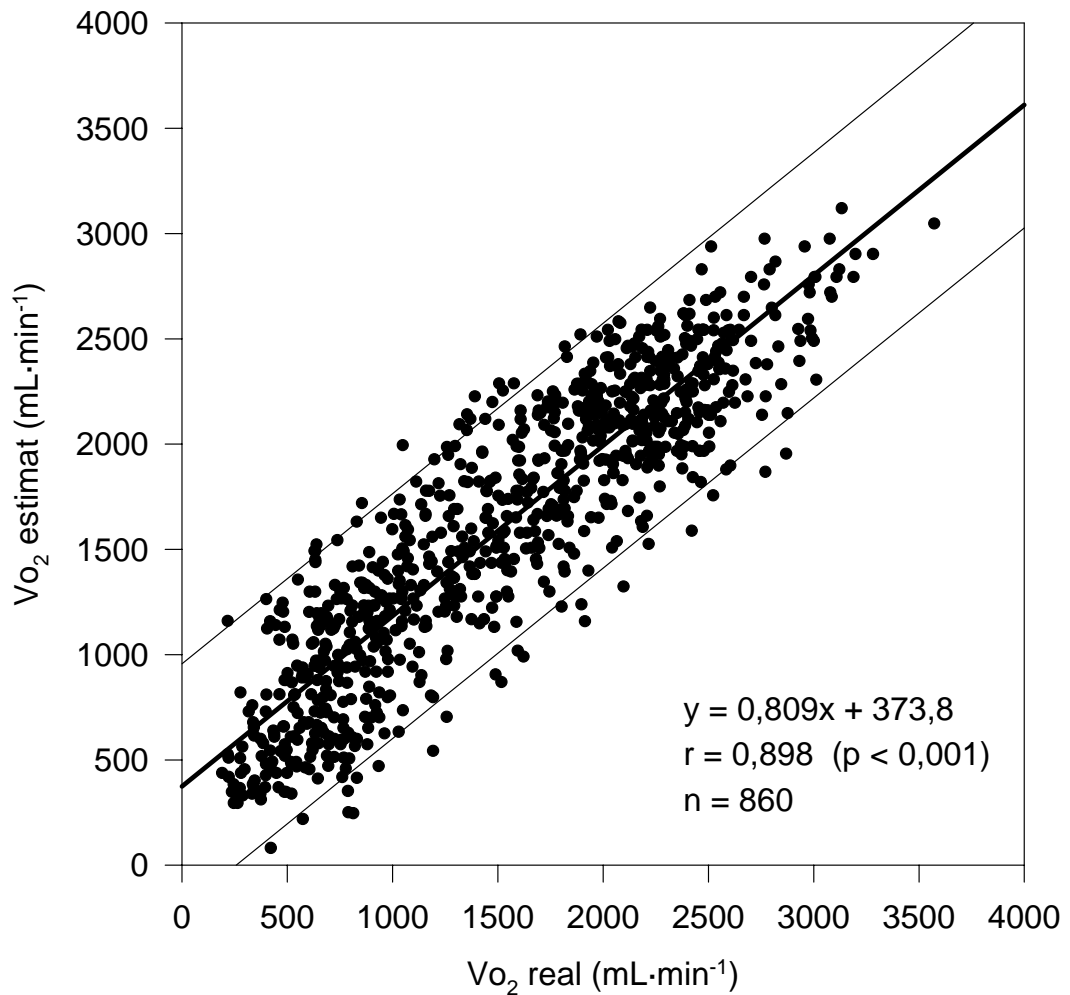


Figura 4-31: Grficació de tots els valors de consum d'oxigen, reals i de l'estimació específica, dels 10 subjectes de la mostra, aparellats per a l'obtenció de la recta de regressió lineal global. Els valors estimats són extrets de l'aplicació de l'equació de regressió FC- $\dot{V}O_2$ en els mateixos assalts amb el K2-Cosmed i es grafica la recta de regressió amb l'interval definit per l'error estàndard de l'estimació.

4.6.4. La despesa energètica en competició

Realitzada la valoració indirecta del consum d'oxigen en una competició internacional vam procedir a estimar la despesa energètica en els 13 subjectes de la mostra en funció de l'equivalent calòric de l'oxigen. Es va analitzar la despesa energètica de tota la competició (E^{comp}) i dels assalts, exempts de fases de repòs i escalfament (E^{ass}).

Taula 4-29: Valors de la despesa energètica (E, kcal, kJ) estimada bruta (E^{ass}) i neta ($E^{\text{ass}}_{\text{net}}$) en la realització dels diferents assalts d'una competició internacional d'esgrima.

	E^{ass}		$E^{\text{ass}}_{\text{net}}$	
	(kcal)	(kJ)	(kcal)	(kJ)
Floret femení (n=6)	605 ± 449 (239 - 1396)	2532 ± 1880 (1000 - 5842)	556 ± 417 (221 - 1286)	2328 ± 1743 (925 - 5384)
Espasa masculina (n=7)	924 ± 516 (198 - 1647)	3868 ± 2160 (827 - 6895)	867 ± 483 (188 - 1540)	3631 ± 2023 (785 - 6444)
Global (n=13)	777 ± 495 (198 - 1647)	3252 ± 2070 (827 - 6895)	724 ± 464 (188 - 1540)	3030 ± 1942 (785 - 6444)

(1) Les dades són: mitjana ± desviació estàndard, i valors extrems (min - max).

En la caracterització de la despesa energètica derivada de la realització dels diferents assalts de la competició, els valors mitjans foren de 777 kcal (de=495), de les quals 724 kcal (de=464) corresponien a la despesa neta (E_{net}^{ass}), producte de restar a la E^{ass} la despesa basal dels subjectes corresponent al temps total que els tiradors estaven en situació real d'assalt (Taula 4-29).

La durada mitjana d'una competició és propera a les 5 hores, en les que es succeeixen fases de repòs, escalfament i assalts de forma continua. L'estimació de la despesa energètica global (E^{comp}) produïda en el transcurs d'una competició d'esgrima ens va donar uns valors mitjans de 2119 kcal (de=1280), de les que directament provocades per la competició (E_{net}^{comp}) s'estima que en són 1790 kcal (de=1175) (Taula 4-30).

Taula 4-30: Valors de la despesa energètica (E, kcal, kJ) estimada bruta (E^{comp}) i neta (E_{net}^{comp}) durant el transcurs de la globalitat (assalts més descans) d'una competició internacional d'esgrima.

	E^{comp}		E_{net}^{comp}	
	(kcal)	(kJ)	(kcal)	(kJ)
Floret femení (n=6)	1270 ± 509 (911 - 2274)	5317 ± 2132 (3815 - 9518)	996 ± 455 (705 - 1887)	4168 ± 1904 (2951 - 7900)
Espasa masculina (n=7)	2847 ± 1313 (1228 - 4601)	11914 ± 5496 (5141 - 19256)	2470 ± 1192 (1098 - 4137)	10339 ± 4988 (4596 - 17314)
Global (n=13)	2119 ± 1280 (911 - 4601)	8869 ± 5358 (3815 - 19256)	1790 ± 1175 (705 - 4137)	7490 ± 4920 (2951 - 17314)

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

Al valorar el consum energètic mitjà produït en un assalt d'esgrima a cinc tocats, a un màxim de 5 minuts —en aquesta competició presentà una durada de 3,6 min (de=0,9)—, la despesa estimada fou de 56,6 kcal (de=23,8) en assalt. Aquesta sol·licitació es produeix pels 11,6 L d'O₂ (de=4,9) de mitjana de consum per assalt que es van estimar en aquesta prova internacional en que cada subjecte va disputar una mitjana de 13 assalts (de=6). La potència energètica en competició, durant la realització dels diferents assalts, fou de 15,4 kcal·min⁻¹ (de=5,1) (Taula 4-31).

Taula 4-31: Valors mitjans i extrems de la despesa (E, kcal) i potència energètiques (\dot{E} , kcal·min⁻¹, kJ·min⁻¹) estimades. Valors dels assalts (\dot{E}^{ass}) i de la globalitat (\dot{E}^{comp}) en una competició internacional d'esgrima.

E per assalt		\dot{E}^{ass}		\dot{E}^{comp}	
(kcal)	(kcal·min ⁻¹)	(kJ·min ⁻¹)	(kcal·min ⁻¹)	(kJ·min ⁻¹)	
Floret femení (n=6)					
39,6 ± 18,9	10,7 ± 2,6	44,7 ± 11,0	4,3 ± 1,7	18,2 ± 7,3	
(17,9 - 73,5)	(7,4 - 14,1)	(31,1 - 58,9)	(3,1 - 7,8)	(13,1 - 32,6)	
Espasa masculina (n=7)					
71,2 ± 17,4	19,5 ± 2,0	81,4 ± 8,6	9,7 ± 4,5	40,6 ± 18,7	
(49,4 - 93,9)	(16,2 - 21,9)	(68,0 - 91,7)	(4,2 - 15,7)	(17,5 - 65,6)	
Global (n=13)					
56,6 ± 23,8	15,4 ± 5,1	64,5 ± 21,2	7,2 ± 4,4	30,3 ± 18,3	
(17,9 - 93,9)	(7,4 - 21,9)	(31,1 - 91,7)	(3,1 - 15,7)	(13,0 - 65,7)	

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

En l'anàlisi comparativa dels valors mitjans de potència energètica (\dot{E}) dels tiradors d'espasa masculina i les noies de floret femení en competició, tal i com succeïa amb els nivells de FC i consum d'oxigen, els homes presentaren valors superiors a les dones amb una alta significació estadística ($p < 0,001$).

Finalment vam introduir el càlcul de la potència energètica en les diferents activitats incloses en l'estudi del consum d'oxigen com van ser la prova internacional, els Campionats de Catalunya i els assalts d'entrenament amb el K2-Cosmed. Com és comprensible, es va mantenir la mateixa progressió dels resultats presentada amb el VO_2 , en incrementar-se el nivell de dificultat de la valoració (Taula 4-32).

Taula 4-32: Comparació de la potència energètica (\dot{E} , kcal·min⁻¹, kJ·kg⁻¹·min⁻¹) estimada en els assalts d'entrenament i en competicions de diferent nivell.

	\dot{E}^{ass}		
	(kcal·min ⁻¹)	(kJ·min ⁻¹)	(kcal·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
Competició internacional (n=13) (Valors estimats)	15,4 ± 5,1	64,5 ± 21,2	0,23 ± 0,04
Campionats de Catalunya (n=12) (Valors estimats)	12,3 ± 2,0	51,6 ± 8,5	0,17 ± 0,03
Assalts d'entrenament (n=10) (Valors estimats)	9,8 ± 2,0	41,1 ± 8,4	0,14 ± 0,03
Assalts d'entrenament (n=10) (Valors reals)	7,4 ± 1,0	30,8 ± 4,1	0,10 ± 0,01

Les dades són: $\bar{x} \pm de$.

4.6.5. Dinàmica de la competició d'esgrima

Es presenten les observacions temporals efectuades en dues competicions de diferent nivell i amb sistemes de competició desiguals per tal d'establir possible diferenciacions en els temps d'actuació dels esgrimadors. La primera correspon al "Torneig Internacional Generalitat de Catalunya", on la prova va disputar-se amb una 1V de poule, a cinc tocats (temps màxim de 5 minuts), i una eliminació directa, amb sistema de repesques, que es disputava al millor de tres assalts a cinc tocats.

La segona prova fou el Campionat de Catalunya on també s'emprà una volta de poules (temps màxim de 4 minuts) i, seguidament, una eliminació directa de 32 o 16 tiradors, sense repesques, i una final de 8. Aquests darrers assalts es disputaven a 15 tocats, amb un temps màxim de 9 minuts, distribuïts en tres intervals de tres minuts.

La següent taula (Taula 4-33) descriu les observacions extretes de la prova internacional. El temps real en els assalts correspon a l'addició de totes les durades dels assalts disputats comptabilitzant les pauses internes, és a dir, des de que l'àrbitre dona l'ordre d'inici de l'assalt fins que l'atura pel darrer tocat o finalització del temps. El temps total en competició corresponia a la durada continua "en competició" de cadascun dels esgrimadors de l'estudi. El cronòmetre es posava en funcionament en el moment de la crida de les poules per megafonia i s'aturava cinc minuts després d'ésser eliminat cada tirador.

Taula 4-33: Paràmetres temporals durant la competició “Torneig Internacional Generalitat de Catalunya 1991”.

	<u>Floret femení</u>	<u>Espasa masculina</u>	<u>Global</u>
Anàlisi temporal (min)			
Assalt	3,7 ± 1,2	3,6 ± 0,7	3,8 ± 0,9
Total assalts	53,1 ± 29,8	46,3 ± 25,3	49,7 ± 26,5
Total competició	292,3 ± 69,6	293,7 ± 122,1	293,1 ± 97,3
Total d'assalts analitzats i subjectes (n)			
Subjectes	6	7	13
Assalts	86	96	182
Assalts/subjecte	14,3 ± 4,89	12,71 ± 6,751	13 ± 5,6

Les dades són: $\bar{x} \pm de$.

Taula 4-34: Durada dels assalts dels Campionat de Catalunya absoluts 1993 a les 5 armes (n=30).

	<u>1V (5 tocats)</u>	<u>ED i F8 (15 tocats)</u>	<u>Global (5 i 15 tocats)</u>
Anàlisi temporal (min)			
Assalt	3,4 ± 1,6	10,9 ± 5,0	5,8 ± 4,8
Total d'assalts analitzats i subjectes (n)			
Assalts	145	64	209
Assalts/subjecte	5 ± 1	3 ± 0,2	8 ± 1

Les dades són: $\bar{x} \pm de$.

En la competició internacional vam mesurar una durada mitjana de 3,7 min ($de=0,9$) per cada assalt, mentre que en els assalts a cinc tocats del Campionats de Catalunya absoluts del 1993 la mitjana fou de 3,4 min ($de=1,6$). En aquesta darrera competició també es disputaven assalts a 15 tocats, a diferència que en la prova internacional, i la seva durada mitjana fou de 10,9 min ($de=5$). Al valorar la comparació dels resultats entre les dues competicions cal tenir present aquesta dada ja que també afecta a d'altres paràmetres com el nombre d'assalts disputats pels tiradors. Així, en la prova internacional el total d'assalts pot ser superior ($\bar{X}=13$ assalts; $de=6$) al descomposar-se cada eliminació directa i assalt de final en dos o tres assalts a cinc tocats, i existir un sistema de repesca per la pèrdua d'un dels assalts d'ed, mentre que en els Campionats de Catalunya ($\bar{X}=8$ assalts; $de=1$) el nombre d'assalts és inferior a realitzar-se aquestes eliminatòries a un únic assalt d'ED a 15 tocats, sense existir possibilitats de repesca en cas de perdre'n un d'ells.

L'anàlisi de la dinàmica temporal dels Campionats de Catalunya ens va permetre estudiar per primer cop les cinc armes de l'esgrima ja que en els estudis de les referències bibliogràfiques l'espasa femenina encara no era present dins del circuit oficial de la FIE. Com a dades més representatives cal destacar que, confirmant les expectatives que les referències bibliogràfiques ens donaven, el sabre és l'arma que presenta uns temps d'actuació més breus, amb una durada mitjana per assalts de 2,1 min ($de=0,3$) a 5 tocats, i 6,5 min ($de=1,8$) a 15 tocats en ED i de 8,2 min ($de=2,8$) en finals (Taula 4-35; annex 20). Les diferències en la durada dels assalts en les diferents armes van ser estudiades estadísticament trobant-se en els assalts a 5 tocats diferències significatives en els temps en assalt dels sabristes en relació a les altres quatre armes ($p<0,001$). La comparació de la durada dels assalts de poule en floret i espasa, masculins i femenins, no va presentar diferències significatives.

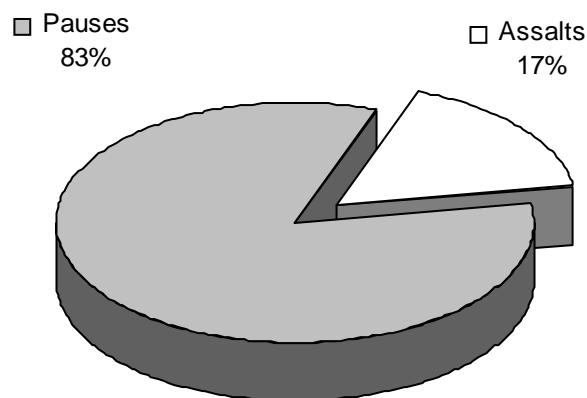


Figura 4-32: Distribució percentual del temps en competició en una prova internacional de floret femení i espasa masculina.

En relació als assalts a 15 tocats el sabre també manté les diferències amb gran part de modalitats essent la diferència significativa en comparació els temps d'actuació en l'espasa masculina ($p < 0,05$), en el floret masculí ($p < 0,05$) i en l'espasa femenina ($p < 0,01$), no així amb el floret femení, on les diferències, malgrat existir a nivell descriptiu en les seves mitjanes, no presenten significació estadística.

L'anàlisi estadística de les diferències entre modalitats en funció de la durada dels assalts es va realitzar separant els assalts a 5 dels assalts a 15 tocats per incrementar la precisió de l'estudi, doncs en una primera aproximació, al valorar les mitjanes globals de la durada dels assalts, ja fossin a 5 o 15 tocats, és a dir a 4 o a 9 minuts de temps màxim, les diferències entre el sabre i la resta de modalitats quedava difuminada, existint tan sols diferències significatives, en aquesta anàlisi global, entre el sabre i el floret masculí ($p < 0,01$).

Els resultats de l'anàlisi percentual de temps de treball en assalts i temps de repòs o escalfament, del global de la competició, són molt similars als descrits en la competició internacional, ja que mentre en els Campionats de Catalunya el temps total en assalts fou del 18% (Figura 4-33), en la prova internacional aquest fou el 17 % del total.

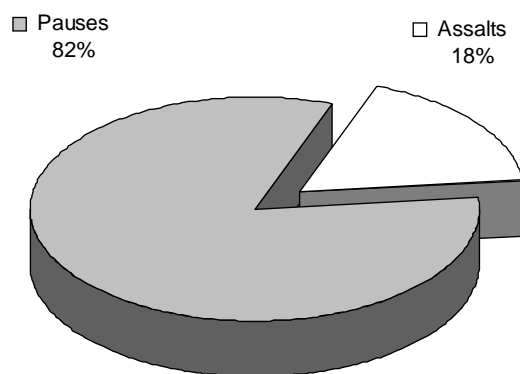


Figura 4-33: Distribució percentual de la durada dels Campionats de Catalunya d'esgrima 1993.

La durada total dels assalts en les diferents fases de la competició ve determinada pel reglament. Els assalts a 5 tocats de la poule són a un màxim de 4 minuts, mentre que els assalts d'ED i F8 a 15 tocats tenen un temps real màxim de 9 minuts. En l'anàlisi estadística es van confirmar les diferències significatives ($p < 0,001$) entre la durada dels assalts de la poule amb i els de l'ED i la F8, no existint significació entre els valors enregistrats en els assalts de l'ED i la F8.

Taula 4-35: Durada dels assalts relativa a cadascuna de les 5 armes (Campionats de Catalunya absoluts 1993).

	<u>1 volta</u> (5 tocats)	<u>ED</u> (15 tocats)	<u>Final 8</u> (15 tocats)	<u>Global</u> (5 i 15 tocats)
Floret femení (n=4)				
Assalts (min)	3,3 ± 0,5	8,4 ± 3,8	12,7 ± 1,9	5,0 ± 0,9
Assalts (n)	24	4	4	32
Total assalts (min)				40,4 ± 10,9
Floret masculí (n=5)				
Assalts (min)	4,0 ± 1,1	5,4 ± 2,2	18,3 ± 5,7	6,7 ± 0,8
Assalts (n)	30	2	8	40
Total assalts (min)				53,9 ± 8,8
Espasa femenina (n=7)				
Assalts (min)	3,4 ± 1,2	12 ± 5,0	11,3 ± 4,1	6,2 ± 1,5
Assalts (n)	28	6	8	42
Total assalts (min)				38,1 ± 17,3
Espasa masculina (n=9)				
Assalts (min)	3,5 ± 0,6	12 ± 5,1	9,93 ± 4,3	5,8 ± 1,2
Assalts (n)	43	9	11	63
Total assalts (min)				40,8 ± 10,1
Sabre (n=5)				
Assalts (min)	2,1 ± 0,3	6,5 ± 1,8	8,24 ± 2,8	4,2 ± 1,0
Assalts (n)	20	2	10	32
Total assalts (min)				27,8 ± 10,4

Les dades són: $\bar{x} \pm de$, i nombre (n).

4.7. DISCUSSIÓ

El control i la planificació de les càrregues són elements de gran importància per a l'entrenament esportiu (Matveiev 1982, Verchosanskij 1987, Godik 1989, Platonov 1991). Godik (1989) afirma que la càrrega dels exercicis competitius ha de ser el punt de referència sobre el que es realitza la selecció i distribució dels elements que constitueixen l'entrenament, per això considera d'interès capital el coneixement de l'estructura de la competició, així com els factors que incideixen en el resultat. La càrrega competitiva, com la resta, pot ser avaluada per la seva component externa (càrrega física), com per la interna (càrrega fisiològica). La seva valoració no presenta les mateixes possibilitats en els diferents esports; així, mentre en esports de caràcter cíclic o continu la quantificació de la càrrega externa resulta relativament senzilla, els esports de situació —com l'esgrima o diferents esports d'equip— presenten moltes més dificultats. En conseqüència és necessari aconseguir més indicadors que ajudin a assolir un major coneixement dels requeriments dels esportistes en competició, en els esports de situació.

Com hem exposat en la justificació, el nostre treball s'ha centrat en la valoració funcional de l'esgrima, analitzant diferents indicadors a nivell fisiològic que ens proporcionin coneixements sobre la càrrega interna dels esgrimadors en la pràctica específica. L'anàlisi es complementa amb una valoració de la dinàmica temporal de la competició que ens doni un marc, com a indicador de la càrrega externa, sobre el que englobar la valoració dels principals elements que poden constituir un control de l'entrenament i la competició en l'esgrima.

Coincidint amb les afirmacions de Godik sobre els esports d'equip, determinarem amb la següent discussió, com en l'esgrima, la càrrega competitiva presenta una gran variabilitat, estant en dependència de factors ben diferents com el nivell esportiu del rival, la importància de la competició, la fase eliminatòria o la modalitat analitzada.

La discussió del present capítol s'ha realitzat seguint l'esquema de l'exposició dels resultats, dividint l'anàlisi de la sol·licitació funcional dels esgrimidors en entrenament i competició de forma aïllada seguint els punts descrits a continuació:

- **Freqüència cardíaca**
- **Lactatèmia**
- **Consum d'oxigen**
- **Despesa energètica**
- **Dinàmica temporal**

4.7.1. Freqüència cardíaca

Es va valorar la FC en competició en dues proves d'esgrima de diferent qualificació: una de caràcter internacional, amb la participació dels millors esgrimidors espanyols i equips estrangers, i una altra de caràcter autonòmic, on tan sols participaven tiradors catalans. En la competició internacional es van detectar valors de FC superiors als de l'autonòmica. Així, en el Torneig Internacional Generalitat de Catalunya, la mitjana de la FC del conjunt de tots els assalts fou de ($\bar{X}=170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5$; $n=13$), mentre que en el Campionat de Catalunya d'esgrima del 1993 la mitjana global fou de ($\bar{X}=159 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=13$; $n=30$). Aquestes mitjanes representen valors de FC elevats en el conjunt dels assalts que confirmen les conclusions d'autors com Montervino (1980) que exposaven l'existència, en les 3 armes, de registres de FC que es corresponien a nivells notables de sol·licitació física en competició.

La major FC en la prova internacional pot ser deguda al major nivell de dificultat que aquesta competició presentava en relació a la segona. Aquesta reflexió pot ser sostinguda per afirmacions com les que De Rose i Teixeira (1975) realitzaven en el seu estudi telemètric de la FC en els Campionats del Món d'esgrima de Grenoble l'any 1974, en que consideraven que la FC mitjana dels assalts estava en relació directa al nivell d'entrenament dels subjectes estudiats, així com a la intensitat dels assalts. Comparar els resultats obtinguts en dues competicions i mostres diferents, amb desiguals nivells de dificultat i índex de participació, representa un cert risc, però els valors obtinguts en les mateixes ens conviden a reflexionar sobre les diferències trobades entre elles, així com en l'evolució interna de les eliminatòries.

Si s'observen les mitjanes existents en les distintes fases dels Campionats de Catalunya i es comparen a les de la prova internacional, es comprova que la tendència a registrar-se valors superiors de FC, en aquesta última, es manté, en la globalitat de la prova, així com en la valoració eliminatòria a eliminatòria. Així, es pot apreciar com existeix un increment dels valors mitjans de FC a mesura que la competició avança. L'anàlisi descriptiva ens mostra l'evolució de les mitjanes de FC en les dues competicions, i s'observa la tendència a l'increment d'aquests valors durant el desenvolupament de la prova, com ja va ser observat en anteriors estudis (Iglesias i Rodríguez 1990,1991).

L'anàlisi estadística va demostrar la tendència observada en l'increment dels valors de FC en el decurs de les competicions, però no amb una gran consistència. Així, es van detectar en la prova internacional diferències significatives entre els valors mitjans de FC de la 1V i els de l'ED ($p < 0,01$) i els de la F8 ($p < 0,05$), mentre que en els Campionats de Catalunya la significació estadística tan sols existia en la comparació dels valors de la 1V amb els de la F8 ($p < 0,001$). En la comparació dels registres de l'ED amb els de la F8, ambdues competicions tampoc coincideixen plenament, doncs mentre en els Campionats de Catalunya els valors de l'ED i la final difereixen significativament ($p < 0,05$) entre 1 i 13 $\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}$ (CI:95%), en la prova internacional les diferències no són significatives. La manca de significació en aquest darrer cas pot ser explicada pel reduït nombre de subjectes ($n=5$) que van classificar-se per a la final de la competició, contràriament als Campionats de Catalunya ($n=19$).

L'explicació a l'increment significatiu detectat en els valors mitjans de la FC dels esgrimidors en el transcurs de les successives eliminatòries de les competicions, pot venir de l'augment paral·lel de la dificultat dels rivals a mesura que els tiradors superen les diferents fases. En la poule

(1V) existeix una major heterogeneïtat en el nivell dels esgrimidors que competeixen, fet que pot condicionar l'existència d'assalts relativament senzills quan es presenten dos rivals amb grans diferències en el seu nivell esgrimístic. El fet d'eliminar a prop del 30 % dels tiradors inscrits en la prova en la primera fase determina la supressió de gran part d'esgrimidors de nivell inferior que són, molt probablement, els que possibiliten una menor sol·licitació funcional. Així, la primera volta compleix dues funcions: la primera la de classificar al voltant d'un 70% dels esgrimidors, després d'haver-los fet competir en poules, més o menys homogènies, de 5 a 7 tiradors de diferent qualificació; la segona, aconseguir una repartició equitativa en funció dels resultats dels classificats, que aparella en el quadre d'ED als esgrimidors en ordre invers a la seva categoria. Els esgrimidors que superen els diferents assalts d'ED es classifiquen per a la final, on amb el sistema de quadre d'eliminació fa que, de forma teòrica, la dificultat dels assalts s'incrementi fins a la final, on els dos millors s'hauran d'enfrontar per determinar el campió de la prova. Aquest fet provoca que la competició, normalment, incrementa progressivament el seu nivell de dificultat en relació als rivals teòrics que cada esgrimidor es pot trobar. Aquest augment gradual de la dificultat tecnicotàctica que representa l'enfrontament amb un rival esgrimísticament superior, sembla traduir-se en una resposta funcional que també incrementa els seus valors, essent la FC l'indicador que així ens ho demostra.

La dificultat que té qualsevol esgrimidor per assolir el tocat determina, conjuntament amb la dinàmica competitiva individual –com pot ser la major o menor intervenció de grups musculars segons el tipus d'accions realitzades– la intensitat a la qual cada tirador realitza els assalts. Els esgrimidors intenten assolir la màxima efectivitat en les accions, reduint així el risc de ser tocats. La presència, com a contrincant, d'un esgrimidor de nivell molt inferior pot afavorir la realització d'un assalt a baixa intensitat, i de curta durada, al presentar-se grans facilitats en

l'obtenció del tocat. Si la diferència de nivell és molt gran probablement a cada acció del tirador es produirà un tocat, completant-se l'assalt més ràpidament o amb menor dificultat. A mesura que el contrari presenta un nivell similar, o superior, la combinació d'accions que l'esgrimidor realitza per assolir el tocat s'incrementen, optant el tirador a introduir fases de preparació, accions falses, de segona intenció, etc. A major nivell esgrimístic pot existir una major incertesa en les accions i reaccions del contrari, augmentant-se la dificultat per aconseguir la victòria. Però aquests factors no necessàriament incrementen de forma paral·lela els requeriments físics i/o fisiològics ja que els tiradors poden reaccionar de diverses formes: incrementant la freqüència d'accions, preparacions i enganys; restant gairebé estàtics i cedint la iniciativa al contrari; pressionant contínuament al rival, etc.

La variabilitat és el denominador comú en els registres de FC en competicions d'esgrima, però podem afirmar que existeix la tendència a incrementar-se a mesura que la competició avança. Molts factors incidiran en la magnitud de l'increment de les mitjanes, així com dels valors extrems: importància de la competició, eliminatòria, nivell del rival, dinàmica competitiva, interrupcions o d'altres.

A mesura que avança la competició i els rivals presenten un nivell esgrimístic superior, el tirador veu incrementada la fatiga, doncs l'esforç es va acumulant en l'organisme dels esgrimidors. Un altre factor que s'afegeix a la dificultat en la consecució dels tocats davant de rivals de nivell superior, és el contrast existent entre el major risc en caure eliminat i la proximitat de l'èxit en la competició. Aquests factors són variables que afecten sens dubte a la resposta de la FC al llarg de la competició. Diferents autors, com Hoch i col. (1988) i Markowska i col. (1988) van centrar els seus estudis en l'anàlisi de la influència en la FC de la participació en competicions dels esgrimidors. De les conclusions dels seus treballs es destaca la coincidència en l'afirmació que la competició

d'esgrima provoca una activació del sistema simpaticoadrenèrgic que evidencia un augment de la secreció de catecolamines i molt particularment de l'adrenalina. Hoch i col. van determinar que els nivells d'epinefrina en els assalts d'entrenament incrementaven en un 27% els seus valors basals, mentre que en competició ho feien en un 76%. Fora d'interès en posteriors estudis observar si els increments de catecolamines en competició es modifiquen de forma diferencial en funció de les eliminatòries disputades, tal i com s'ha comprovat en el present estudi, en relació als valors mitjans de la FC en competicions d'esgrima.

En l'anàlisi comparativa de les mitjanes de FC en les diferents eliminatòries vam considerar que un dels factors que podia incidir directament en la diferenciació dels resultats era el fet que els subjectes, a mesura que es succeïen les fases de les competicions eren eliminats, amb la qual cosa la comparació de les mitjanes dels valors en cada fase no es realitzava sobre els mateixos casos, així en la primera volta la mostra fou la totalitat dels subjectes d'estudi ($n=13$; $n=30$), en l'eliminació directa alguns d'ells ja foren eliminats ($n=11$; $n=23$), mentre que en la final el nombre de tiradors tampoc era coincident ($n=5$; $n=25$). Malgrat l'anàlisi estadística de comparació de les mitjanes amb les proves de t de Student i Wilcoxon, si tenen present l'estudi tan sols dels casos coincidents, en l'anàlisi descriptiva de l'evolució de les mitjanes de FC, eliminatòria a eliminatòria, aquest fet introduïa una variable estranya en la comparació realitzada. Per precisar amb major fidelitat la comparació de les mitjanes vam incloure a l'anàlisi de l'evolució de la FC en les diferents eliminatòries un estudi de l'evolució de les mitjanes de FC tan sols en els subjectes presents en totes i cadascuna de les rondes eliminatòries, eliminant aquesta variable estranya. En la prova internacional, dels 13 subjectes de la mostra estudiada tan sols 5 van participar en les tres fases de la competició (1V, ED, F8). Per a aquests tiradors, la FC mitjana en la 1V fou de $164 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=6$), en l'ED $173 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=11$) i en la F8 $173 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=6$). En la prova internacional, les mitjanes dels cinc

subjectes, en l'ED i la F8, són coincidents, fet que considerem explicable per la reduïda grandària de la mostra i el coneixement que la dificultat per superar l'ED en determinades competicions és equiparable, en grau de dificultat, a algun dels assalts de final, observant-se la coincidència amb l'anàlisi de comparació de les mitjanes en que tan sols els resultats de la 1V es diferenciaven de l'ED i la F8.

En els Campionats de Catalunya del 1993 els subjectes que van participar en les 3 fases foren 19, i les seves mitjanes en les diferents fases de 154 bat·min⁻¹ (de=10) a la poule, 157 bat·min⁻¹ (de=15) en l'ED, i en la F8 166 bat·min⁻¹ (de=13), coincidint també els valors mitjans amb l'anàlisi comparativa de les mitjanes globals de les fases.

La comparació dels resultats per sexes va corroborar l'existència de diferències en l'anàlisi de la FC en l'esgrima. Així, la prova internacional va comportar valors molt significativament superiors ($p < 0,001$) en la mostra femenina ($\bar{X} = 174$ bat·min⁻¹; de=3) en relació a la masculina ($\bar{X} = 166$ bat·min⁻¹; de=3), mentre que en el Campionat de Catalunya les diferències entre homes ($\bar{X} = 159$ bat·min⁻¹; de=9) i dones ($\bar{X} = 158$ bat·min⁻¹; de=10) foren pràcticament inexistents (n.s.). La similitud entre les mostres, masculina i femenina, en les dues competicions coincideixen amb les anteriors observacions, apreciand-se un increment dels valors mitjans de FC a mesura que es superen les fases eliminatòries.

Rittel i Waterloh (1975) en un estudi telemètric en entrenaments d'esgrima van observar la tendència de la mostra femenina a presentar valors superiors de FC en relació als esgrimidors, fet en el que tan sols hem coincidit en la valoració de la prova internacional, determinant-se en la competició autonòmica, com ja hem esmentat, valors més similars en tots els subjectes. Montervino (1980) també va destacar que els valors de FC en els homes presentaven una tendència a ser inferiors als presentats en la mostra femenina.

L'elecció dels Campionats de Catalunya del 1993 com a prova d'estudi de la FC en competició ens va permetre realitzar per primer cop – doncs no hem trobat cap referència que ho contempli– l'anàlisi de la FC de les 5 armes oficials de l'esgrima. En termes generals les dades no presenten grans diferències trobant com a mitjana inferior la del sabre masculí (n=5) amb $154 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ (de=12) i com a extrem superior el floret masculí (n=5) amb una mitjana de $167 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ (de=9). En el seu conjunt el floret masculí és l'arma on les diferències entre les mitjanes amb la resta de modalitats són superiors significativament, observant-se com, mentre la resta de valors mitjans semblen agrupats (Figura 4-9, p.146), el floret masculí destaca pels valors de FC superiors, tant en la seva globalitat, com eliminatòria a eliminatòria.

En l'exposició dels resultats estem centrant l'anàlisi dels valors registrats exclusivament en la disputa dels assalts, és a dir en el 17 a 18% del temps total que l'esgrimidor estava en competició. La resta de la durada de les proves corresponia a fases d'escalfament, descans entre assalts i períodes de recuperació a la fi de la prova. Com era d'esperar els valors mitjans de FC de la globalitat de la competició foren molt inferiors als corresponents als assalts. En la competició internacional els registres de FC en tota la prova foren de $127 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ (de=13) mentre que en les fases d'assalt els valors s'incrementaven fins als $170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ (de=5) .

Els valors extrems registrats en els subjectes en el transcurs de les competicions són força allunyats ($90\text{-}204 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$). Aquesta amplitud determina una gran variabilitat de la FC en l'esgrima que resta patent en el nostre treball i el seu contrast amb estudis anteriors.

El comportament de la FC pot ser utilitzat com a indicador de la

intensitat individual d'entrenament, analitzant subjecte a subjecte els diferents paràmetres sobre els que basar el seguiment individual FCmax, FC^{basal}, FC en llindars ventilatoris, FC en competició i FC en diferents situacions d'entrenament. La generalització dels valors de FC no ens dona una informació que pugui ser aplicada de forma fiable doncs, com s'ha vist, són moltes les variables que influeixen subjecte a subjecte en cada cas: major o menor bradicardia del tirador, nivell del rival i dificultat que oposa, eliminatòria en que ens trobem, necessitat o no d'un determinat resultat, acumulació de fatiga, factors externs com influència de l'àrbitre, lesions i d'altres. Aquesta dificultat en la generalització de les dades ens va dur a analitzar individualment la intensitat de treball desenvolupada en una de les competicions utilitzant la FC com a indicador d'intensitat. Es van determinar en la prova d'esforç els valors individuals de FC en els llindars aeròbic i anaeròbic i un cop obtinguts es va procedir a definir tres intervals d'intensitat de treball: FC superior al llindar anaeròbic, FC inferior al llindar aeròbic i FC entre els dos llindars ventilatoris. Amb aquesta estratificació de la intensitat aconseguíem que la valoració de la sol·licitació dels subjectes fora individual, donant major sentit a la globalitat de les dades. Els valors analitzats corresponen als assalts tirats, és a dir un 17% del temps total en competició, o el que és el mateix, la totalitat del temps real en assalts. La durada global de la disputa dels assalts fou compartimentada en tres intervals, definint el percentatge de temps que cada subjecte treballava en un o altre nivell d'intensitat. En els tretze esgrimidors de l'estudi es va determinar una elevada intensitat de treball en els assalts doncs en l'anàlisi global el 40,7 % (de=33,5) del temps total es va treballar a una intensitat en la que la FC era superior a la FC en el llindar anaeròbic; el 39,2 % (de=26,4) la intensitat es situà entre els dos llindars, mentre que el 20,1 % (de=17,6) fou inferior a la FC registrada individualment en el llindar aeròbic. A l'estudiar aquestes dades coincidim en l'afirmació que l'anàlisi de la FC, com a indicador de la intensitat de treball, sempre s'ha de fer de forma individual doncs, per exemple, en el llindar anaeròbic dels espasistes, la mitjana de FC fou de

175 bat·min⁻¹ (de=13) amb extrems de 165 bat·min⁻¹ i 200 bat·min⁻¹ el que corrobora la gran variabilitat en la resposta cardíaca dels subjectes davant diferents situacions.

Mathews i Fox (1976), en la línia desenvolupada en l'anterior paràgraf, van determinar diferents intervals de treball en l'esgrima, en base a valors absoluts de FC, és a dir bat·min⁻¹, fet que com hem discutit extensament presenta dades d'interès, però d'una aplicació individual i descripció general poc consistent per a l'anàlisi de la intensitat de treball. La caracterització dels nivells d'intensitat relatius, subjecte a subjecte, segons els diferents paràmetres de FC intraindividuals determinats en una prova d'esforç proporcionen un interessant element d'estudi, si més no generalitzable, sobre el que valorar la sol·licitació funcional dels esgrimadors en competició.

En línies generals podríem dir que existeix una doble variabilitat: una d'intersubjectes i l'altra intrasubjectes. En la primera contrastem diferents valors de FC per a un esforç similar en diferents tiradors en funció de la seva preparació funcional envers l'esforç i que ve condicionada per factors com els seus nivells de FC basal i FC màxima, l'estat d'entrenament, l'adaptació a l'esforç específic que es mesura, la producció de catecolamines en entrenaments i competició i d'altres variables que afecten a obtenir una major o menor resposta cardíaca davant d'una determinada activitat. La variabilitat intraindividual afectaria a la resposta d'un mateix individu davant situacions diverses d'entrenament i competició, o fins i tot en una mateixa activitat, amb factors condicionants, com en el cas de l'anàlisi dels assalts, en que hem deduït un increment de la FC en funció de l'eliminària i que pot venir provocada pels diferents factors ja esmentats.

Un dels dubtes que ens vam plantejar en el disseny de l'estudi fou l'anàlisi de la possible diferenciació entre les mitjanes de FC dels assalts

guanyats en relació als perduts. Contràriament a les conclusions plantejades per Sardella i De Ambroggi (1987), en que registraren valors de FC superiors en les victòries, els resultats del nostre estudi no van demostrar l'existència de diferències significatives. Aquest fet confirmaria la hipòtesi que els esgrimidors s'esforcen, dins la variabilitat inter i intraindividual exposada, intentant guanyar els assalts, no sent el resultat final una variable que modifiqui la FC. Sens dubte les alternances del marcador i la situació de més o menys perillositat davant d'una eliminació o la proximitat davant d'un èxit, provoquen una resposta neurohormonal que es tradueix amb l'increment de les catecolamines circulants però l'anàlisi d'aquestes situacions, molt més complex en la seva execució s'escapa, de l'objecte d'aquest estudi.

Per a la valoració dels entrenaments d'esgrima es van escollir dos dels principals elements del treball setmanal dels tiradors: la poule i la classe individual. En la poule es van registrar uns valors mitjans, per als 26 subjectes estudiats, de $140 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=18$), resultats similars als presentats per Velázquez i col. (1978, 1979) en esgrimidors cubans en assalts d'entrenament ($\bar{X}=142 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=2$). Aquests mateixos autors, en el seu anàlisi descriptiu dels valors de FC per a les classes individuals, recullen uns valors mitjans de $159 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=7$; $n=29$), diferenciant les mateixes en tres tipus: classes de control ($\bar{X}=154 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=9$), classes d'estudi ($\bar{X}=159 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5$) i classes d'entrenament ($\bar{X}=163 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$). El resultat de la FC registrats per Velázquez i col. són superiors als del present estudi que foren de $137 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=15$; $n=17$). Les diferències existents entre aquests valors mitjans possiblement obeeixen a diferències en el tipus d'entrenament i en la pròpia variabilitat de la FC en els subjectes. La classe individual, com hem esmentat, és un dels principals mitjans d'entrenament, però existeixen diferents tipus de classes individuals que determinen sol·licitacions funcionals segons la intensitat demanada per l'entrenador a l'alumne. En les classes individuals que vam registrar amb la voluntat de no alterar el més mínim la

programació dels diferents esgrimidors i mestres que es van prestar a col·laborar, vam detectar classes individuals molt diverses en quant a la seva durada, l'objectiu de l'entrenament i la intensitat de treball. Així per exemple, entre les 17 sessions estudiades hi havia classes individuals del període preparatori (novembre) dels tiradors absoluts, en que el mestre realitzava una sessió de llarga durada ($\cong 73$ min), on existien moltes explicacions de tipus tecnicotàctic i per tant poca intensitat de treball, amb constants pauses i on el treball es centrava en la comprensió de les accions; també vam observar sessions més curtes ($\cong 30$ min) on el mestre realitzava una tasca de tecnificació en la que l'automatització del gest amb accions repetitives, amb o sense variants, era el principal objectiu, i on la intensitat ja era superior, a l'haver-hi menys aturades explicatives; finalment es va analitzar alguna classe individual prèvia a una competició on les correccions eren mínimes, les explicacions gairebé inexistentes i, malgrat la durada era inferior ($\cong 20$ min), la intensitat de treball era més elevada. Aquesta variabilitat en les classes individuals també ens apropa a la necessitat de valorar individualment als subjectes i a determinar el nivell d'intensitat de les sessions en funció del mitjà d'entrenament i l'objectiu pretès.

Així doncs, és el tècnic qui, amb el coneixement de la resposta individual que cada esportista presenta davant les situacions d'entrenament, ha d'administrar el grau d'intensitat en funció dels objectius en cada moment de la temporada. La necessitat que el mestre reconegui la incidència dels diferents entrenaments en els alumnes ens obliga a buscar indicadors pel control de la càrrega. Variables com la FC, de control relativament senzill, poden ajudar a l'entrenador a valorar la sol·licitació dels esgrimidors en competició i durant els entrenaments.

En la valoració de les classes individuals vam considerar d'interès

introduir una sessió realitzada per una tiradora discapacitada física en cadira de rodes. La mostra no va ser més gran donada la reduïda població practicant de l'esgrima en cadira. De fet es tracta d'una modalitat esportiva molt nova a Catalunya, que va ser iniciada gràcies a l'organització dels Jocs Paralímpics del 1992, i que a hores d'ara es troba en una fase inicial d'expansió.

En els registres de la classe individual en cadira de rodes la mitjana fou força inferior ($\bar{X}=113 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7$) a la de la resta de subjectes, fet explicat per la inexistència de desplaçaments de la tiradora i per tant per l'important disminució de musculatura implicada en l'esforç. Si bé és cert que en les classes individuals d'esgrima en cadira els subjectes discapacitats realitzen una implicació del tronc i braç no armat molt superior als tiradors dempeus, el treball que es realitza amb els desplaçaments constants de tot el cos condiciona valors molt superiors en els registres de FC en l'esgrima convencional.

Finalment es va considerar d'interès l'observació de la FC del mestre en les classes individuals. En l'anàlisi de les 8 classes individuals, en dos mestres, podríem assumir una part de la discussió feta sobre les classes individuals als alumnes, és a dir, que el mateix tècnic regula la major o menor intensitat de treball (més o menys pauses, dinamisme, explicacions, etc.) segons l'orientació que desitgi donar a la sessió de treball, reflectint en els propis valors de FC els increments d'intensitat en les sessions. Els valors mitjans assolits pels mestres ($\bar{X}=103 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=11$) mostren un nivell d'intensitat de treball baix, doncs és evident que el mestre realitza determinades accions per tal que qui s'exerciti sigui l'alumne, però també és cert que en l'observació de les classes individuals dels mestres d'esgrima es comprova que el tècnic participa molt activament de la sessió, havent, en ocasions, d'imitar accions o reaccions que un hipotètic rival realitzaria davant de l'alumne. Aquest fet determina l'existència de punts elevats en les classes d'esgrima on hi ha intensitat

de treball per l'alumne i on s'han trobat valors màxims de FC pel mestre de fins a $185 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$.

En la pàgina 156 (Figura 4-15) es mostra l'evolució de la FC d'una classe individual de mestre i alumna on s'observa un cert paral·lelisme en els increments d'intensitat de l'alumna coincidents amb increments, a menor escala, del mestre.

Per finalitzar la discussió sobre la caracterització de la FC en entrenaments i competició, reiterem l'interès que la valoració de la FC pot presentar com a indicador del control de l'entrenament. Els components de la càrrega, volum i intensitat, en esports com l'atletisme, natació o l'halterofília, són fàcilment observables amb paràmetres físics com les unitats de temps, pes o distància, essent el seu control quantificable en unitats de mesura corresponents als paràmetres físics utilitzats. En esports de combat o de situació, com l'esgrima, amb caràcter intermitent i on les distàncies i el temps són del tot variables, i on el rival condiciona la pràctica a una determinada intensitat, la utilització de paràmetres fisiològics en el control de l'entrenament, com ho és la FC pot ser d'un gran ajut als entrenadors a l'hora de quantificar la magnitud de la càrrega de l'entrenament o competició a nivell funcional.

En la programació dels continguts de la preparació física dels esgrimidors, dins de la planificació general dels diferents cicles o períodes d'entrenament, seria aconsellable que el mestre o el tècnic responsable, pogués determinar els nivells d'intensitat en que l'esgrimidor es mou en la realització d'un o altre tipus d'entrenament, a l'igual que la sol·licitació que presenta davant de la competició. Amb aquestes dades l'entrenador podria determinar el tipus de treball a realitzar, programar els treballs generals de resistència en base a la resposta específica mitjançant un control individual amb l'ajut de la FC com a indicador funcional, i també es podria quantificar la intensitat de treball del gran volum d'entrenament (60

al 85 %) que representa el treball específic d'esgrima (classes, assalts, treballs en parelles, plastró, desplaçaments, etc.) on generalment es realitza la programació en base a factors tecnicotàctics, de gran importància, però on el control de la intensitat funcional desapareix, o si més no, es veu relegat a apreciacions subjectives de fatiga.

Velázquez (1978, 1979) va realitzar un primer intent de sistematització de diferents elements de l'entrenament dels equips nacionals d'esgrima de Cuba determinant valors, com els expressats anteriorment, i d'altres com els derivats de la realització d'escalfament ($\bar{X}=125 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=17$), exercicis al plastró ($\bar{X}=122 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=6$), desplaçaments específics d'esgrima ($\bar{X}=159 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=10$) i treball en parelles de perfeccionament d'accions tècniques més o menys complexes ($\bar{X}=148 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=12$). En les conclusions del seu estudi l'Autor argumentava l'existència de desviacions típiques força elevades, el que confirmava la gran variabilitat existent en les demandes cardiocirculatories de l'esport de l'esgrima.

L'existència d'estudis que es centren en l'anàlisi de la càrrega gràcies a les modificacions de la FC en els entrenaments i la competició (Velázquez 1978, 1979) està contribuint a la millora del control de l'entrenament i és en aquesta línia en la que considerem els entrenadors han de procurar obtenir més informació sobre la incidència que els diferents treballs específics tenen en l'organisme dels seus esgrimadors. La confrontació dels valors de FC en diferents esportistes no pot resultar correcta doncs és conegut que els valors de repòs de la seva FC no són coincidents (Hopkins 1991). Per minvar aquest error i amb la intenció d'utilitzar els valors de FC com a instrument de treball en l'entrenament s'han dissenyat diferents mètodes d'avaluació. Una de les propostes per a la millora de la valoració de la FC intersubjectes és la basada en el càlcul de percentatges de la freqüència cardíaca de reserva (FCR), equivalent a la diferència entre els valors individuals de FC màxima i la FC de repòs

($FCR = FC_{max} - FC_{repòs}$) (Karvonen i Vuorimaa 1988). La individualització dels controls, de la interpretació i anàlisi de les dades, així com de l'aplicació de les diferents càrregues d'entrenament pot ser una eina de gran utilitat que el mestre pot fer servir per aconseguir un millor afinament de la selecció i programació dels elements a introduir en la construcció de l'entrenament dels esgrimidors.

4.7.2. Lactatèmia

La intervenció del mecanisme anaeròbic lactàcid en la sol·licitació funcional dels esgrimidors en competició era un dels aspectes en els quals la literatura consultada presentava un menor aprofundiment. En diferents articles s'hipotetitzava sobre la feble intervenció del lactat en l'esgrima i en poques referències vam trobar treballs de camp que facilitessin una descripció objectivable del comportament de la lactatèmia en l'esgrimidor. Sardella i De Ambroggi (1987) destaquen la poca influència del metabolisme lactàcid en l'execució del gest esgrimístic. Lavoie i col. (1988) van simular condicions similars a les de competició, però tan sols en l'estudi de Hoch i col. (1988) l'anàlisi de la producció de lactat sanguini es realitza en una prova oficial, encara que en una única determinació a la fi de la mateixa. En l'estudi que presentem sobre lactatèmia s'ha realitzat un exhaustiu seguiment en els diferents subjectes ($n=13$) al llarg d'una competició de caràcter internacional. La mesura de la concentració sanguínia de lactat no es va limitar a una mostra per subjecte, sinó que en cadascuna de les 9 eliminatòries existents, es va analitzar als tiradors que seguien en competició.

En el disseny de l'estudi vam decidir incorporar, en cada fase, dues determinacions del lactat hemàtic, als minuts 1 i 3 de la fi de l'assalt, amb

l'objectiu d'aconseguir els registres més propers a la lactatèmia màxima en cada subjecte. Els resultats no ens van permetre generalitzar en un sol criteri la selecció de la mostra del minut o la dels tres minuts, al ser en 48 casos major la primera, i en 21 la segona. L'anàlisi estadística va demostrar que les concentracions de lactat sanguini en el primer minut presentaven diferències altament significatives en relació a les del tercer minut ($p < 0,001$), encara que a nivells gairebé insignificants d'entre 0,16 i 0,57 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (CI: 95%).

Recollint els valors màxims en cada fase, ja fossin en el primer o tercer minut, es va procedir a l'estudi de les 69 lactatèmies practicades durant el transcurs de les proves d'espasa masculina i floret femení. En una primera valoració global vam comprovar com els valors mitjans assolits pel esgrimidor ($\bar{X}=3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; $de=1,1$) no eren gaire elevats i es movien dins les referències de la literatura específica. Els valors extrems de 1,8 i 6,4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, emmarquen el rang mitjà de desenvolupament dels nivells de lactat sanguini de 4,7 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, el que confirma la feble activació de la glicolisi en l'esgrima, o si més no, la reduïda massa muscular activa en situació d'anaerobiosi làctica.

Tal i com hem exposat, els valors registrats de lactatèmia coincideixen amb els obtinguts per altres autors. Així, Lavoie i col. (1988) i Hoch i col. (1988) van concloure que la concentració de lactat sanguini en competicions d'esgrima, reals o simulades, era inferior a 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Concretament Lavoie i col. en un estudi amb 8 espasistes canadencs en una competició simulada va obtenir uns valors mitjans de lactat hemàtic de 2,1 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($de=0,9$), sense trobar cap lactatèmia que superés els 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Per la seva part Hoch i col. van estudiar 10 tiradors d'alt rendiment, durant l'entrenament i en els campionats nacionals, arribant a la conclusió que els nivells de lactat no superaven els del llindar aeròbic-anaeròbic, essent en competició inferiors a 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ i en entrenament als 2 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, confirmant, però, els nivells superiors de lactat sanguini en

competició en relació a l'entrenament. Kindermann i Keul (1977) i posteriorment Hoch i col. (1988) exposen, com a factor en l'increment de la producció de lactat en els assalts de competició, l'existència d'una estimulació addicional de la glucogenolisi muscular i hepàtica, lligades a l'increment de la secreció d'epinefrina per l'estímul emocional.

L'evolució de la lactatèmia durant la prova internacional en les tres grans fases de la competició (1V, ED, F8) no va presentar l'increment ascendent que mostraven els registres de FC. La lactatèmia dels tiradors en la primera volta (n=13) fou de 4,0 mmol·L⁻¹, (de=1,1) en l'ED (n=13 subjectes i 48 lactatèmies) fou de 3,7 mmol·L⁻¹ (de=1,1), mentre que en la final 8 (n=5 subjectes i 8 lactatèmies) els nivells mitjans van tornar a apropar-se als de la primera fase amb els 3,7 mmol·L⁻¹ (de=1,1). Es va precisar més l'estudi al considerar els resultats de tots els encontres de l'ED i la F8, dividint els del quadre de 32 en 5 eliminatòries (ED32a, ED32b, ED16a, ED16b, ED16c), tantes com encontres a disputar eren possibles abans d'accedir a la final de 8 tiradors, i els de la final en quarts de final i semifinal. Cap esgrimidor de la mostra es va classificar entre els dos primers de la competició, i per tant, la final de dos no fou estudiada.

Tal com es va realitzar en la discussió de la FC, es procedí a comparar els valors, eliminatòria a eliminatòria, dels únics 5 subjectes presents en algun dels assalts de les tres fases. Els resultats tampoc van presentar un increment diferencial en l'evolució de les eliminatòries a mesura que es desenvolupava la competició, ni modalitat a modalitat.

També es realitzà la comparació dels resultats per sexes, observant-se que la mostra femenina presentava valors mitjans significativament superiors ($\bar{X}=4,2$ mmol·L⁻¹; de=1) als homes ($\bar{X}=3,4$ mmol·L⁻¹; de=1; p<0,05). Els valors màxims assolits durant la prova coincidien, essent superiors en les floretistes (6,4 mmol·L⁻¹) en relació als

espasistes ($5,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$).

Com s'ha exposat en la metodologia de l'estudi es va realitzar una anàlisi prèvia de la lactatèmia en els assalts ($n=7$) d'una competició simulada on van participar 20 espasistes d'alt nivell. Els resultats presentats ($\bar{X}=3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; $de=1,7$) no s'allunyen gaire dels assolits en la competició real, com tampoc de les referències citades en la literatura específica.

Coincidint amb les conclusions de diferents autors (Lavoie 1988; Velázquez 1979; Hoch 1988), confirmem la feble intervenció del metabolisme anaeròbic lactàcid en l'esgrima, que obeeix possiblement a la utilització de les reserves energètiques alàctiques per als esforços de gran intensitat i curta durada, que es repeteixen en els assalts i que, amb les constants pauses interassalts i intraassalts, faciliten la recuperació contínua de les mateixes, disminuint l'activació de la glucolisi làctica. L'esgrima es caracteritza pels desplaçaments específics —marxa, fons, fletxa— que els tiradors empren, coordinant-los amb les tècniques amb l'arma, per tal de concretar accions, que aconseguixin tocar l'adversari. El factor velocitat és cabdal en l'èxit final de cada acció i per tant, l'explosivitat de les accions dels membres inferiors i la velocitat gestual del braç armat. Durant els assalts, com hem vist anteriorment, la variabilitat en la intensitat és la característica principal, les pauses entre assalts fan que tan sols un 18% del temps total sigui real en competició, i dins d'aquest, com s'ha vist en la revisió bibliogràfica, segons la modalitat, les fases efectives d'assalt poden ser entre el 25 i el 75% del total. Tot això, condiona la facilitat que els esgrimidors presenten a l'hora de recuperar l'esforç entre assalts o accions, en termes generals, podent prescindir de sol·licitar el mecanisme lactàcid abastament.

Per tal de comparar els nivells de lactatèmia assolits en l'esgrima en relació a d'altres esports, hem comprovat com moltes de les

referències existents sobre esports d'equip coincideixen amb els paràmetres descrits per a l'esgrima. Així, en bàsquet s'observen valors en la literatura que assignen a aquest esport uns nivells mitjans de lactat sanguini en competició entre els 3,3 i els 4,5 mmol·L⁻¹ (Zaragoza 1996). Com a valors màxims d'altres estudis xifren el bàsquet amb un interval entre els 6 i 7 mmol·L⁻¹, el futbol entre els 8 i 10 mmol·L⁻¹ i el voleibol en els 4 mmol·L⁻¹ (Tranquili i col. 1992).

En la valoració del consum d'oxigen s'ha introduït l'anàlisi del consum d'oxigen net en els assalts ($VO_2^{\text{ass}}_{\text{net}}$) en el que s'avaluà el comportament anaeròbic lactàcid de la despesa i, com es determina en la metodologia, fou afegida en el càlcul del consum d'oxigen total. Saltin (1987) considera important valorar la despesa lactàcida per evitar errors en el càlcul de la despesa energètica. La recerca dels valors nets de VO_2 en els assalts es va realitzar tan sols en l'estudi de la prova internacional, ja que en els Campionats de Catalunya no fou possible aconseguir l'anàlisi de la lactatèmia en competició. Malgrat tot, els reduïts valors d'àcid làctic trobats en la sang capilar dels esgrimidors no representava un increment substancial dels valors estimats del consum d'oxigen, i per tant de la despesa energètica total.

4.7.3. Consum d'oxigen

En el disseny inicial del treball vam plantejar-nos la inclusió d'un estudi indirecte en el que es pogués determinar la sol·licitació d'oxigen dels esgrimidors en la competició, considerant les dificultats que la valoració en situació real presenten els esports intermitents. Com s'exposa en la metodologia, la FC fou utilitzada com a instrument per a l'estimació del consum d'oxigen gràcies a l'obtenció d'equacions

individuals en les que es relacionava de forma directa la resposta cardíaca dels esgrimidors amb les seves demandes aeròbiques. La FC, a més a més, s'ha emprat per a l'estimació de les demandes energia dels tiradors al transformar el $\dot{V}O_2$ estimat en paràmetres de despesa i potència energètiques.

Per a Fox i col. (1989) 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 (Acheson i col. 1980^(*); Ekblom 1986; Washburn i Montoye 1986^(*); Kalkwarf i col. 1989^(*); Cucullo i col. 1987; Yzaguirre i col. 1989; Pinnington 1988, 1990; Livingston i col. 1990^(*); Bangsbo 1994; Rodríguez, Iglesias i Tapiolas 1995; Rodríguez i Iglesias, 1995; Rodríguez, Iglesias i Artero, 1995; Rodríguez, Iglesias, Marina i Fadó, 1995; Montoye i col. 1996). 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 FC_{max} 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 FC_{max} , sobre valors teòrics (per exemple, $FC_{max} = 220 - \text{edat}$). 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

^(*) Dins Montoye i col. 1986.

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, especificant els valors de FC que corresponien als diferents percentatges del $\dot{V}O_{2max}$, vinculant-los als registres de competició, i establint la quantitat de temps que els jugadors de waterpolo treballaven, durant els partits, a una o altra intensitat.

Ja en la valoració dels esgrimidors, Lavoie, Léger i Marini (1988) van estimar el consum d'oxigen durant els assalts gràcies a un mètode de retroextrapolació que es basava en els gasos expirats a la fi dels assalts per determinar el $\dot{V}O_2$ que els esgrimidors consumien en la competició simulada. 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, doncs en la prova d'esforç van presentar uns valors de $62,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=5$).

La possibilitat de mesurar de forma directa el consum d'oxigen amb un analitzador telemètric de gasos expirats ens va fer replantejar el disseny de l'estudi i vam decidir, malgrat l'esforç i el temps addicional, la incorporació d'aquesta anàlisi al conjunt de la recerca. 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 (Rodríguez i col. 1994, 1995, 1996, 1997).

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 ($\bar{X}=55,5-70,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en relació a la femenina ($\bar{X}=6,3-49,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). 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 (Faina 1990; Platonov 1991). La següent taula (Taula 4-36) exposa les principals valoracions del consum d'oxigen realitzades en aquest treball i recollides en la literatura. Dels registres de la mostra masculina es destaquen els elevats valors de la mostra d'espasa (Taula 4-36), principalment dels pentatletes, que amb una mitjana de consum màxim d'oxigen de $70,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, confirmen uns grans nivells de condició aeròbica. El constant treball de potència aeròbica màxima que requereixen les especialitats de cursa i natació en el pentatló modern expliquen aquests resultats que, sens dubte, incrementen relativament la mitjana de la mostra masculina si és valorada conjuntament.

Comparativament a d'altres activitats, el consum màxim d'oxigen registrat en els esgrimidors és similar als d'esports com el futbol ($\bar{X}=53-70 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, Vogelaere i col. 1985; $\bar{X}=54-70 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, Rodríguez, Iglesias i Tapiolas 1994), el bàsquet ($\bar{X}=50-60 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$: Zaragoza 1996), el squash ($\bar{X}=57,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, Gillam i col. 1990), el rugbi ($\bar{X}=62 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, Menchinelli i col. 1989) i l'hoquei sobre patins ($\bar{X}=50-62 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, Rodríguez 1991).

Taula 4-36: Recull de diferents mesuraments del consum màxim d'oxigen en laboratori i durant la pràctica de l'esgrima en assalts en competició real i simulada.

Població	Nivell	Arma	Sexe	Subjectes (n)	$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Autors	
Consum màxim d'oxigen en laboratori ($\dot{V}O_{2max}$)							
Brasil	Equip nacional	E,F,S	M	18	53,3	De Rose i Teixeira 1975	
França	Heterogeni	E,F,S	M	7	40,1	Macarez 1978	
Canadà	Equip nacional	E	M	10	59,5	Lavoie i col. 1984	
Canadà	Heterogeni	E	M	12	54,5	Lavoie i col. 1984	
Cuba	Equip nacional	E,F,S	M	16	56,6	Diaz 1984	
Itàlia	Heterogeni	E	M	33	47,1	Roi i Mognoni 1987	
Canadà	Equip nacional	E	M	8	62,7	Lavoie i col. 1988	
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	17	55,5	Iglesias i Cano 1990	
Suècia	Equip nacional	E	M	6	67,3	Nyström i col. 1990	
Espanya	Equip nacional	E,F,S	M	16	56,5	Dades 1991-1992	(1)
Espanya	Equip nacional	F	F	4	46,3	Dades 1991-1992	(1)
Espanya	Heterogeni	E	M	4	60,2	Dades 1991-1992	(1)
Espanya	Eq.olímpic pentatló	E	M	3	70,9	Dades 1991-1992	(1)
Espanya	Heterogeni	F	F	6	49,2	Dades 1991-1992	(1)
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	8	55,5	Dades 1994-1995	(1)
Catalunya	Heterogeni	E	F	2	47,9	Dades 1994-1995	(1)
Consum màxim d'oxigen estimat en assalts de competició ($\dot{V}O_{2max}$)							
Espanya	Heterogeni	E	M	4	60,9	Dades 1991-1992	(1) (2)
Espanya	Eq.olímpic pentatló	E	M	3	75,0	Dades 1991-1992	(1) (2)
Espanya	Espasistes i pentatletes	E	M	7	67,0	Dades 1991-1992	(1) (2)
Espanya	Heterogeni	F	F	6	51,6	Dades 1991-1992	(1) (2)
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	10	50,6	Dades 1994-1995	(1) (3)
Catalunya	Heterogeni	E	F	2	42,9	Dades 1994-1995	(1) (3)
Mitjana del consum d'oxigen estimat en assalts de competició ($\dot{V}O_2$)							
Canadà	Heterogeni	E	M	8	44,0	Lavoie i col. 1988	
Espanya	Heterogeni	E	M	4	51,7	Dades 1991-1992	(1) (2)
Espanya	Eq.olímpic pentatló	E	M	3	59,2	Dades 1991-1992	(1) (2)
Espanya	Espasistes i pentatletes	E	M	7	53,9	Dades 1991-1992	(1) (2)
Espanya	Heterogeni	F	F	6	39,6	Dades 1991-1992	(1) (2)
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	10	37,3	Dades 1994-1995	(1) (3)
Catalunya	Heterogeni	E	F	2	29,7	Dades 1994-1995	(1) (3)
Mitjana del $\dot{V}O_2$ estimat en una prova d'esforç específica d'esgrima (cinta rodant)							
Canadà	Equip nacional	Pentatló	M	5	50,4	Seyfried 1989	
Consum màxim d'oxigen en assalts d'entrenament ($\dot{V}O_{2max}$)							
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	8	40,2	Dades 1994-1995	(1) (4)
Catalunya	Heterogeni	E,F	F	2	36,5	Dades 1994-1995	(1) (4)
Mitjana del consum d'oxigen en assalts d'entrenament ($\dot{V}O_2$)							
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	8	29,4	Dades 1994-1995	(1) (4)
Catalunya	Heterogeni	E,F	F	2	27,6	Dades 1994-1995	(1) (4)

(1) Dades extretes del present estudi.

(2) Dades relatives al consum d'oxigen estimat en una prova internacional absoluta d'EM i FF.

(3) Dades relatives al consum d'oxigen estimat en els Campionats de Catalunya a les 5 armes.

(4) Dades relatives al consum d'oxigen real en assalts d'entrenament a les 5 armes.

Descrits els nivells de consum màxim d'oxigen en laboratori vam centrar l'interès de la recerca en la valoració del $\dot{V}O_2$ en l'entrenament i la competició. El primer objectiu fou l'aconseguir la relació individual dels valors de FC i $\dot{V}O_2$ per tal d'aparellar-los i calcular l'equació de regressió lineal per a l'aplicació del mètode de valoració indirecta. En els 13 subjectes en que es va realitzar la primera prova d'esforç es van assolir elevats nivells de correlació entre les variables FC i $\dot{V}O_2$ que anaven d'un màxim de $r=0,998$ a un mínim de $r=0,964$, amb nivells de significació estadística de $p<0,05$ a $p<0,001$. En el conjunt de les rectes de regressió es pot comprovar com tots els valors masculins ($n=7$) estan per sobre dels femenins ($n=6$), significat que a similars registres de FC els espasistes presentaran valors superiors de consum d'oxigen que les floretistes (Figura 4-18). En la segona prova d'esforç, on el consum d'oxigen es mesurava telemètricament, no s'observa el mateix fenomen en la graficació de les 10 rectes de regressió (Figura 4-22), probablement per la reduïda mostra femenina ($n=2$) i la heterogeneïtat del conjunt dels subjectes estudiats.

La significació estadística definida en totes les equacions individuals de relació FC- $\dot{V}O_2$ coincidia amb la d'experiències anteriors (Cucullo i col. 1987; Yzaguirre i col. 1989; Pinnington 1988, 1990; Bangsbo 1994; Rodríguez, Iglesias i Tapiolas 1994). Malgrat les limitacions del mètode, descrites anteriorment, vam realitzar l'estimació del consum d'oxigen en una competició internacional. En primer lloc es va diferenciar el $\dot{V}O_2^{ass}$ del $\dot{V}O_2^{comp}$, doncs considerant que tant sols el 17% del temps total en competició corresponia a l'assalt real, era del tot necessari definir una anàlisi diferencial de la prova, amb el consum realitzat durant els assalts. Com era d'esperar l'anàlisi estadística va confirmar les diferències existents entre el $\dot{V}O_2^{ass}$ i el $\dot{V}O_2^{comp}$ ($p<0,001$), definint l'interval en que el consum d'oxigen és superior en els assalts

(1202 - 1960 mL·min⁻¹; CI: 95%). La intensitat en que es desenvolupen els assalts condiona que el consum d'oxigen per unitat de temps analitzat aïlladament en aquests ($\bar{X}=47,3$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) dobli al consum en la globalitat de la prova ($\bar{X}=23,8$ mL·kg⁻¹·min⁻¹).

En la prova internacional es van detectar uns valors mitjans de 47,3 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (de=9,3), que en termes absoluts representarien un consum de 3.185 mL·min⁻¹ (de=1.047). Aquests valors mitjans són propers als descrits per Lavoie i col. (1988) però si fem atenció a la diferenciació de resultats segons el sexe, observem com, mentre la mitjana de les fletistes és de 39,6 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (de=7,2) ($\bar{X}=2.210$ mL·min⁻¹; de=545), els espasistes presenten registres superiors (p<0,001) de consum d'oxigen en els assalts, essent la mitjana de 53,9 mL·kg⁻¹·min⁻¹ ($\bar{X}=4.021$ mL·min⁻¹; de=423), valors més elevats als descrits pels esmentats autors en els espasistes canadencs ($\bar{X}=3.168$ mL·min⁻¹; de=720).

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 col. 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).

En la valoració indirecta realitzada en els Campionats de Catalunya d'esgrima, els resultats mitjans foren inferiors als de la prova internacional, essent de 36 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (de=6,3) ($\bar{X}=2.546$ mL·min⁻¹; de=420) en el conjunt de la mostra (n=10). La diferenciació entre el $\dot{V}O_2^{\text{ass}}$ i el $\dot{V}O_2^{\text{comp}}$ és evident al comparar els seus valors, essent de 47,3 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (de=9,3) el consum en els assalts, reduint-se a gairebé la meitat en la

globalitat de la prova ($\bar{X}=23,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7,4$).

El càlcul del consum d'oxigen en competició és la principal variable sobre la que es basa l'estimació de la despesa energètica dels esgrimidors. En la prova internacional vam calcular el volum total d'oxigen consumit pels esgrimidors durant la prova. En la descripció dels resultats es pot apreciar la diferència existent al comparar el volum total d'oxigen consumit pels tiradors durant la competició ($\bar{X}=438$; $de=265$) i el corresponent exclusivament a la disputa dels assalts ($\bar{X}=161 \text{ L}$; $de=102$). D'aquests resultats vam calcular els valors nets que corresponien a la despesa produïda per la pròpia competició, eliminant la part basal del consum d'oxigen. El $\text{VO}_2^{\text{comp}}_{\text{net}}$ fou de 370 L ($de=243$), és a dir, un 84% del $\text{VO}_2^{\text{comp}}$, mentre que el $\text{VO}_2^{\text{ass}}_{\text{net}}$ representava el 92% ($\bar{X}=149 \text{ L}$; $de=96$) del VO_2^{ass} . En l'anàlisi del $\text{VO}_2^{\text{comp}}$ s'ha inclòs el consum d'oxigen total de la competició, mentre que en el VO_2^{ass} es reflecteix el corresponent als assalts. La cinètica del consum d'oxigen provoca en l'activitat física d'elevada intensitat un deute d'oxigen motivat per la desproporció existent entre el subministrament d'oxigen i les demandes en el decurs de l'activitat realitzada. Aquest deute presenta dues fraccions: la alàctica i la làctica (Margaria i col. 1933). Considerant els baixos nivells de lactatèmia registrats en les competicions i entrenaments d'esgrima, hem de suposar que la major part del deute d'oxigen produït per l'activitat esgrimística correspon a la fracció alàctica del mateix. Això sense oblidar la influència del volum muscular implicat en les accions pròpies de l'esgrima i les característiques temporals que permeten amplis temps d'intensitat baixa alternats amb els pics d'elevada intensitat (activitat intermitent).

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 assolits pels esgrimidors en entrenaments, xifrant-los entre els 9 i els 12 L en termes 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'O₂ amb l'adaptació a l'entrenament. Aquestes dades serveixen a Díaz (1981) per corroborar la importància del mecanisme anaeròbic alàctic, doncs als resultats exposats s'acompanyen —com en el nostre treball— valors molt discrets de lactatèmia.

Tal i com s'ha discutit en l'anàlisi dels registres de FC, la informació que podem extreure de les dades al presentar-se en relació als nivells màxims individuals resulta més significativa. Per això, es van determinar tres intervals d'intensitat, definits pels llindars ventilatoris, sobre els que valorar els nivells de sol·licitació funcional dels esgrimidors en competició. La distribució percentual del temps total de treball va determinar que el 41% (de=33) de la durada dels assalts es treballava en un consum d'oxigen superior al $\dot{V}O_2$ del llindar anaeròbic, un 40% (de=24) en valors situats entre els dos llindars i un 18% (de=14) per sota del $\dot{V}O_2$ corresponent al llindar aeròbic. En l'estudi per sexes s'observen resultats molt similars en la mostra masculina i femenina a l'analitzar els valors en funció dels nivells individuals de consum d'oxigen en la prova d'esforç i en la competició, però si l'anàlisi es realitza observant tan sols els valors de $\dot{V}O_2$ obtinguts en la competició les diferències són molt grans, ja que els espasistes més d'un 60% del temps total de treball es situen per sobre dels 55 mL·kg⁻¹·min⁻¹, i les floretistes, en el mateix percentatge de temps, ho fan per sota dels 45 mL·kg⁻¹·min⁻¹, incrementant-se també la dispersió de valors. La relació resulta lògica atès que les dones presenten un consum màxim d'oxigen inferior als homes.

Els elevats nivells de consum d'oxigen en competició foren analitzats registrant el $\dot{V}O_{2max}$ estimat en els assalts dels diferents campionats inclosos en el treball. Així, els valors màxims de consum d'oxigen estimat en els assalts pels homes foren d'entre 50,6 i 75,0 mL·kg⁻¹·min⁻¹, i de 42,9 a 51,6 mL·kg⁻¹·min⁻¹ per les dones (Taula 4-36). També es va establir la intensitat de treball dels esgrimidors en competició en relació al $\dot{V}O_{2max}$ individual trobat en la prova d'esforç. Els valors individuals de treball en els assalts es desenvolupaven a nivells d'entre el 56 i el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$, situant-se els valors màxims assolits en competició entre el 75% i el 99% del consum màxim d'oxigen, el que confirma el grau força elevat de sol·licitació aeròbica en l'esgrima de competició.

La proximitat dels valors de consum màxim d'oxigen en els assalts als registrats en el laboratori, coincideix amb el treball d'Ekblom (1986) realitzat amb jugadors de futbol on, mitjançant la FC, estimava valors mitjans de consum d'oxigen propers al màxim. En aquest mateix esport, però, hi ha autors (Vogelaere i col. 1985) que no comparteixen la utilització de la FC com a variable per a la valoració indirecte del consum d'oxigen al considerar variables estranyes, com l'estrès o la temperatura, que poden influenciar en l'estimació. L'exemple del futbol, definit com activitat física de caràcter discontinu i intermitent amb alternança de períodes de treball i repòs (Ekblom 1986), pot comparar-se al de l'esgrima ja que coincideixen, si més no, en la intermitència i variabilitat de les demandes metabòliques durant la competició. Les característiques de l'esgrima, on els esforços intensos són alternats amb temps prolongats de pauses totals o d'accions més aeròbiques, impliquen una alta despesa del metabolisme alàctic en l'execució de les accions explosives.

Amb l'oportunitat de valorar els Campionats de Catalunya vam incloure l'estudi de la resposta de tres subjectes davant diferents

especialitats. Concretament es van comparar els resultats de 3 esgrimidors que competien en espasa i floret, no apreciand-se diferències significatives en els valors obtinguts en les dues armes, i presentant unes mitjanes gairebé idèntiques ($\bar{X}=36 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en les diferents fases de la competició.

La valoració directa del consum d'oxigen mitjançant un analitzador telemètric ens va possibilitar dos interessants vies d'estudi: d'una banda vam determinar directament, i sense cap altre antecedent en la literatura sobre valoració dels esgrimidors, el consum d'oxigen durant els assalts; d'altra banda se'ns obria la possibilitat d'apropar-nos a una validació del mètode indirecte emprat en d'altres investigacions.

Els registres reals de consum d'oxigen en els assalts d'entrenament en homes ($\bar{X}=29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3,3$) van resultar netament inferiors als estimats en la competició, així com als exposats per Lavoie i col. (1988) en el seu treball en competició simulada. La intensitat mitjana de treball fou del 55 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$.

En relació als nivells màxims de consum d'oxigen assolits en els assalts pels tiradors de la mostra ($n=10$) sí que es van detectar elevats valors, essent la mitjana dels màxims en tots els subjectes el 75% del $\dot{V}O_{2\text{max}}$ valors similars als descrits en la literatura per a diferents esports d'equip com el futbol (80% del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, Tranquili i col. 1992; 69-102 del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, Rodríguez, Iglesias i Artero 1995), el bàsquet (70% del $\dot{V}O_{2\text{max}}$: Tranquili i col. 1992), el voleibol (50 al 60 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, Tranquili i col. 1992), l'hoquei herba (90,6% del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, Silla i Rodríguez 1995) o l'hoquei patins (83% del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, Rodríguez i Iglesias 1995).

L'estreta relació existent entre el $\dot{V}O_2$ i la FC és ben palesa en els diferents gràfics d'evolució d'aquests paràmetres en els assalts d'entrenament (annex 16). També s'aprecia en observar la mitjana de FC en els registres telemètrics dels assalts ($\bar{X}=155 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=13$), perquè els valors, a l'igual que passava en el consum d'oxigen, són força inferiors als descrits en la competició ($\bar{X}=170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5$).

La coincidència en la disminució dels valors mitjans i extrems de la valoració directa, en relació a l'estimació, poden 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 esgrimidors, alhora que no existien les condicions emocionals, com l'estrès i la motivació, que acompanyen a la competició.

Comparant els diferents valors de consum d'oxigen obtinguts mitjançant diferents mètodes en aquest treball podem observar una tendència a l'increment dels seus registres en funció de la dificultat de l'activitat mesurada. Així, els registres més baixos els trobaríem en l'entrenament, amb valors mitjans de $29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, seguits dels d'una competició de caràcter autonòmic, amb una mitjana de $36 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, fins arribar als valors més elevats d'una competició internacional, amb una mitjana de $47,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, essent aquest darrer valor, d'una mostra diferent a la dels dos primers, i per tant, no comparable en la mesura que ho són aquests.

La valoració indirecta del consum d'oxigen presentada forma part d'un estudi de major abast, que comprèn l'anàlisi de diferents activitats físiques de caràcter intermitent. Conseqüentment, l'estudi de validació del

mètode indirecte no té com a propòsit ésser la ratificació d'un nou mètode de valoració del consum d'oxigen per l'esgrima, sinó que l'objectiu cercat fou l'establir el nivell de validesa i especificitat de l'estimació en aquesta disciplina. En línies generals l'estudi s'ha centrat en tres punts: en primer lloc s'ha quantificat la diferència entre els resultats reals i els estimats en els assalts d'entrenament, seguidament s'ha analitzat la significació estadística d'aquestes diferències entre els valors reals i estimats, i finalment s'ha establert l'anàlisi correlacional entre ambdues variables, definint el grau de sobreestimació de les estimacions individuals.

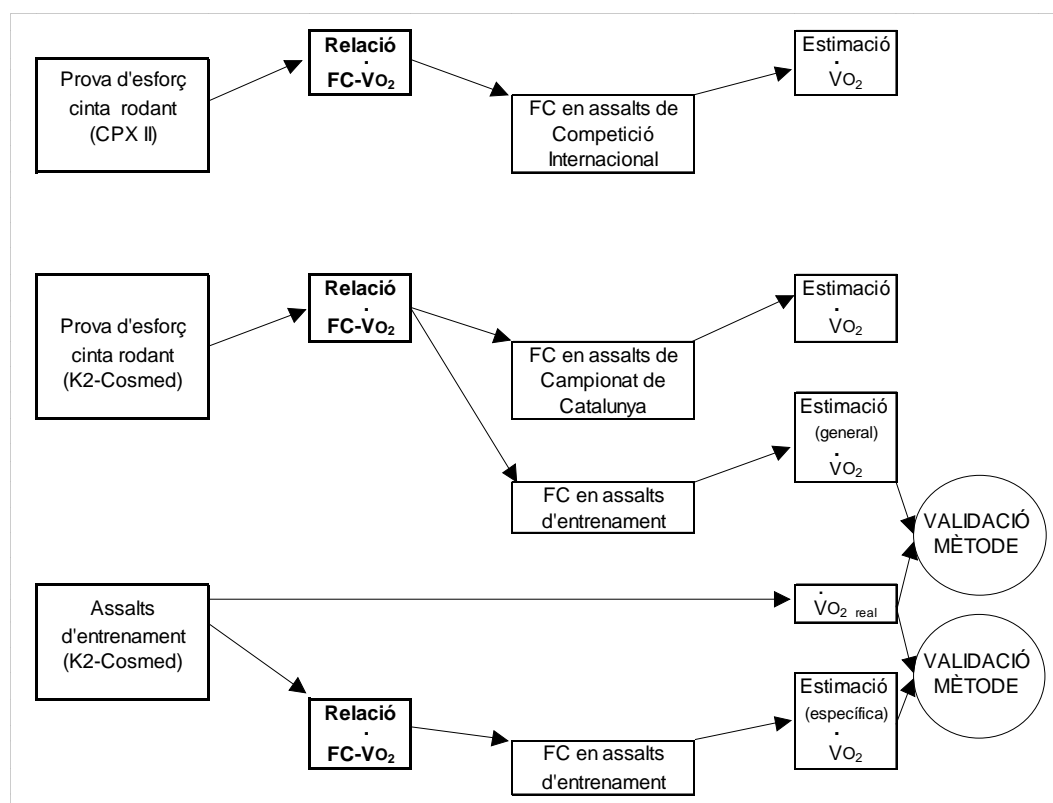


Figura 4-34: Esquematització dels diferents estudis d'estimació del consum d'oxigen i validació del mètode relacionats en el present treball.

Diferents autors 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 (Washburn i Montoye 1986, dins Montoye i col. 1996) i en la major part d'estudis resultats sobreestimats de la despesa energètica (Livingston i col. 1990; Acheson i col. 1980; Kalkwarf i col. 1989; Washburn i Montoye 1986, dins Montoye i col. 1996). Ja en la dinàmica de l'activitat física, en una prova d'esforç amb cicloergòmetre, Cucullo i col. (1987) van estimar el consum d'oxigen en base a diferents mètodes de càlcul basat en la FC, obtenint en els seus resultats una subestimació del $\dot{V}O_2$. Per contra, en el nostre treball els resultats obtinguts demostren una evident sobreestimació del consum d'oxigen en l'aplicació del mètode de valoració indirecta.

Com es pot apreciar en la figura anterior (Figura 4-34) es van aplicar, finalment, dos proves de validació:

1) En primer lloc vam realitzar el procés d'estimació del consum d'oxigen en els assalts d'entrenament utilitzant l'equació de regressió FC- $\dot{V}O_2$ resultant de la prova d'esforç, i aplicant-la als registres de FC registrats amb el K-2 durant els assalts (estimació general). Tots els subjectes de la mostra van presentar nivells inferiors de $\dot{V}O_2$ en els registres directes —reals— en relació als estimats. L'error estàndard de l'estimació corresponia al 30% ($457,6 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) dels valors reals. La quantificació de les diferències existents entre el consum d'oxigen real i l'estimat en els assalts d'entrenament dels esgrimidors presenta una mitjana de $505 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=313$), és a dir una sobreestimació mitjana del 33% sobre els valors reals, el que limita les conclusions sobre les que es pot arribar en l'anàlisi de les dades recollides en l'estimació. En valors relatius la diferència entre el consum real i l'estimat fou de $7,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=4,4$). 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 $\dot{V}O_2^{\text{real}} - \dot{V}O_2^{\text{est}}$, on la sobreestimació es xifra entre els 465 i els 526 mL·min⁻¹ (p<0,001). Aquest fou el mètode dissenyat inicialment i, per tant, l'emprat en les estimacions del consum d'oxigen d'aquest treball.

2) En segon lloc, i un cop analitzades les dades de la primera estimació, vam decidir aplicar el mateix mètode utilitzant la relació FC- $\dot{V}O_2$ registrada en els mateixos 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 mL·min⁻¹) en relació al consum 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 mL·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 mL·min⁻¹ (p<0,001). Aquest segon mètode de valoració 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, més concretament, la relació FC- $\dot{V}O_2$ que d'ella es deriva.

Malgrat la validació de qualsevol mètode requereix d'una generalització de les dades que permeti la repetitivitat en diferents poblacions, considerem que la importància de la valoració indirecta es troba en la individualització de la seva aplicació. Molt probablement els diferents factors que alteren la relació FC- $\dot{V}O_2$ a nivell 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 $1196 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) 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, subjecte a subjecte, dels esgrimidors.

L'anàlisi estadística va presentar diferències molt significatives ($p < 0,001$) en la comparació de la totalitat dels registres estimats i reals ($r = 0,847$), i significatives ($p < 0,05$) prenent tant sols les mitjanes de cadascun dels 10 subjectes de la mostra ($r = 0,684$). La comprovació estadística de les diferències, així com la quantificació de la sobreestimació ens va obligar a analitzar cas per cas la relació existent entre els valors reals i estimats, trobant uns nivells de significació de $p < 0,001$ on la correlació existent entre els valors reals i els estimats de consum d'oxigen anaven de $r = 0,784$ a $r = 0,944$.

Coincidint en algunes de les conclusions generals a les que s'està arribant en l'anàlisi de la validació del mètode (Rodríguez i col. 1994) i aprofundint en la discussió dels resultats observats en aquest treball, la sobreestimació del consum d'oxigen que es produeix en l'aplicació de la valoració indirecta podria obeir, entre d'altres, a les diferències en la relació $FC - \dot{V}O_2$ motivades pels següents factors:

- La càrrega emocional. Autors com Hoch i col. (1988) i Markowska i col. (1988) han demostrat un significatiu increment en la secreció de catecolamines degut a l'increment del component emocional que produeix la competició d'esgrima. Aquesta activació del sistema adrenèrgic pot motivar valors relativament superiors de FC (Åstrand i Rodahl 1992) en proporció a les demandes cardiocirculatòries i, per tant, un desajust en la

relació individual FC- $\dot{V}O_2$ trobada en situacions no competitives.

- L'activitat mental. Hitchen i col. (1980) (dins Åstrand i Rodahl 1992, p.384) van demostrar que la FC mitjana s'incrementa durant la demanda d'una càrrega mental. L'esgrimidor, en situació d'assalt, presenta una activitat cerebral intensa doncs la constant interacció existent entre ambdós competidors requereix d'una anàlisi continua de la situació. Visciola i Bagnara (1986) conclouen que l'esgrimidor presenta una elevada capacitat per analitzar la informació, seleccionant els índexs rellevants i fent-los ressaltar d'entre la totalitat d'informació disponible que es produeix en un assalt. Bard i col. (1980) comproven com l'esgrimidor, mitjançant l'anàlisi de l'exploració visual, discrimina la informació més essencial del conjunt d'estímuls visuals existents en relació a l'adversari.

- L'estrès tèrmic. L'augment de la temperatura ambiental i la humitat modifiquen la FC incidint en la despesa energètica (Montoye i col. 1996). L'esgrima és un esport en el que, per mesures de seguretat, la indumentària és molt completa, amb protecció de tot el cos i, inclòs el cap. Waterloh i col. (1975) van determinar un increment del consum d'oxigen que obeïa a l'increment de la termoregulació provocada pel vestit d'esgrima en els tiradors. Caldria valorar la incidència del mateix, així com les diferències existents en floretistes i sabristes al dur una jaqueta de teixit conductor suplementària al vestit dels espasistes.

- Diferències intraindividuals existents en la relació FC- $\dot{V}O_2$ en la realització de diferents activitats físiques. L'equació en la que es relaciona la FC i el consum d'oxigen és trobada gràcies a l'aparellament dels seus valors en una prova d'esforç de caràcter continu, mentre que la competició d'esgrima és una activitat física de caràcter intermitent i d'intensitat variable. En l'estimació realitzada amb els mateixos registres

de FC dels assalts veiem com la sobreestimació disminueix, apropant-se els valors estimats als reals. Dins de les activitats que pot realitzar un mateix individu cal diferenciar la incidència que, sobre la FC, tenen unes i altres en funció de diferents factors. Montoye i col. (1996) determinen diferents relacions individuals de FC- $\dot{V}O_2$ per als exercicis on s'impliquen els braços o bé en aquells en els que la intervenció muscular és superior (braços i cames), establint que la relació entre la FC i el consum d'oxigen en cada subjecte presenta diferents relacions en funció del tipus d'activitat muscular implicada.

- Diferències de la relació FC- $\dot{V}O_2$ en esforços breus d'alta intensitat. La FC és més sensible a registrar ràpids increments davant d'esforços breus, essent el sistema respiratori més lent en reaccionar. El fet que l'esgrima es centri en un conjunt d'accions breus i explosives, realitzades en el conjunt de l'assalt, amb fases de preparació més o menys llargues d'acord amb múltiples variants (nivell del rival, eliminatòria, resultat, etc.), fa que constantment apareguin accions breus, d'alta intensitat, acompanyades de situacions de risc (tocar o ser tocat, guanyar o perdre) que provoquen sobtats increments dels valors de FC, no sempre relacionats proporcionalment als canvis en el consum d'oxigen.

- Treball isomètric. El treball isomètric provoca increment de la FC i la tensió arterial. Montoye i col. (1996) afirmen que l'exercici estàtic pot incrementar la FC per sobre dels nivells esperats en base als requisits de consum d'oxigen. Durant els assalts poden produir-se accions en les que els tiradors mantenen posicions estàtiques de diferents grups musculars de forma repetida, produint-se l'esmentat increment de la FC que en la situació de laboratori no s'ha presentat, al realitzar-se una prova de cursa continua i progressiva.

- La fatiga i l'estat d'hidratació afecten la relació FC- $\dot{V}O_2$ (Montoye i

col. 1996). Aquests factors són presents amb gran incidència en la competició d'esgrima: el primer per la durada de les proves —entre 5 i 8 hores de mitjana— i el segon com a conseqüència de la suor ocasionada per l'esforç i l'equipament d'esgrima.

4.7.4. Despesa energètica en competició

La musculatura humana transforma, mitjançant processos bioquímics i fisiològics abastament coneguts (Hill i col. 1924; Di Prampero 1981; Lehninger 1984; Guyton 1985; Åstrand i Rodahl 1992), l'energia química en mecànica. L'ATP es converteix en el fosfat d'alta energia que exerceix de moneda de canvi per a la transferència d'energia a nivell cel·lular (Åstrand i Rodahl 1992). Sense entrar en detall, recordarem que existeixen tres grans vies de producció energètica la cèl·lula muscular:

a) les fonts alàctiques anaeròbies, que utilitzen principalment l'ATP emmagatzemat en el múscul i la refosforilització de l'ADP amb la intervenció de la fosfocreatina i sense presència d'oxigen

b) les fonts làctiques anaeròbiques, on sense intervenció de l'oxigen es s'aconsegueix l'energia gràcies a la glucogenolisi o glucolisi amb producció d'àcid làctic

c) les aeròbiques on l'oxigen actúa directament en la producció d'energia, i en la que s'utilitzen com a substrats la glucosa i els àcids grassos principalment, podent les proteïnes participar d'aquest mecanisme en situacions molt limitades (Åstrand i Rodahl 1992).

L'esgrima és definida per Dal Monte i Faina (1980) com un esport de destresa amb important requeriment muscular. Com s'ha pogut observar tots els mecanismes de producció d'energia es veuen sol·licitats en diferent mesura. Per a Lavoie i col. (1985) existeix una forta utilització dels recursos d'energia anaeròbica alàctica i una molt feble intervenció de les fonts lactàcides. Marini (1984) destaca la permanent producció energètica per via aeròbica en el transcurs de les proves d'esgrima. Altres autors com Mathews i Fox (1976) quantifiquen els processos energètics en l'esgrima en un 90% per al treball anaeròbic alàctic i un 10% per la via aeròbica i làctica, però com s'està comprovant en l'anàlisi dels resultats del present treball, la variabilitat existent en aquest esport limita la generalització d'afirmacions sobre la sol·licitació en competició dels esgrimadors. En aquest apartat s'ha realitzat una anàlisi global de la despesa energètica en l'esgrima, amb la finalitat d'estimar una quantificació del nivell de sol·licitació a que l'esgrimador és sotmès en condicions reals de competició, possibilitant també la seva comparació amb d'altres activitats esportives.

En activitats de caràcter continu la despesa energètica podria ser estimada basant-se en paràmetres com ara la velocitat de cursa (Costill i Fox 1969), però amb un esport com l'esgrima, de caràcter intermitent, i amb les condicions d'implementació competitiva, vam considerar com a única opció el càlcul de la despesa energètica en base a la valoració del consum d'oxigen, realitzat indirectament, gràcies a la relació existent entre aquest i la FC, com s'ha discutit en anteriors apartats.

Descrits els nivells diferencials de consum d'oxigen existents en les situacions competitives i d'entrenament vam centrar l'estimació de la despesa i potència energètiques en la competició internacional, com a exponent de la màxima sol·licitació observada en la valoració de l'esgrima.

Com s'ha esmentat la despesa energètica ha estat calculada seguint els models i conversions descrits en la literatura per diferents autors (Fox i col. 1989; Lavoie i col. 1988; Seyfried 1989; Gallozzi i col. 1992; Serra i col. 1995), basant el càlcul energètic de l'esgrima en els valors de consum d'oxigen estimats en competició real i multiplicant-los per l'equivalent calòric de l'oxigen xifrat en 4,838 kcal per litre d'O₂ (assumint un R=0,83; Fox i col. 1989; Zuntz 1901).

La despesa energètica total^(*) de la competició d'esgrima es va calcular en una mitjana de 2119 kcal (de=1280), essent la despesa energètica total (E^{comp}) en els homes (\bar{X} =2847 kcal; de=1313) gairebé el doble que en les dones (\bar{X} =1270 kcal; de=509). Dels valors globals de la prova en vam destacar els corresponents a la despesa neta produïda per l'esforç en competició (E^{comp_{net}}), essent les 1790 kcal (de=1175) del conjunt de la mostra el corresponent al 84,5 % de la despesa total realitzada en competició.

De la despesa energètica en la totalitat de la competició es destaca la fracció produïda en el transcurs dels assalts que és de 777 kcal (de=495), i que també presenta uns valors superiors en la mostra d'espasistes (\bar{X} =924 kcal; de=516) en relació a les floretistes (\bar{X} =605 kcal; de=449). Així, com era d'esperar, la part corresponent als assalts, malgrat representa tan sols un 17 % del temps total dels esgrimidors en competició, és la que produeix una major sol·licitació energètica, representant el 37 % de la despesa d'energia total produïda en competició. La major sol·licitació energètica de la mostra masculina es confirma en observar que als majors valors d'E^{ass} assolits en el còmput global dels assalts, se'ls afegeix un temps d'intervenció global (\bar{X} =53 min; de=30) inferior al de les dones (\bar{X} =46 min; de=25).

^(*) S'expressa en kcal per facilitar la comprensió amb altres estudis, tot i que la unitat del sistema internacional és el kJ.

L'anàlisi de la potència energètica (\dot{E}) també va presentar valors superiors ($p < 0,001$) en la mostra d'espasistes ($\bar{X} = 19,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 2$) en comparació a les noies de floret ($\bar{X} = 10,7 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 2,6$). Si contrastem la mitjana global de la mostra d'esgrimidors ($\bar{X} = 15,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 5,1$) observem com els resultats són gairebé coincidents amb els descrits per Lavoie i col. (1988) que foren de $15,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de = 3,6$), però aquests darrers autors van centrar l'estudi tan sols en una mostra masculina d'espasistes. Quan la comparació és realitzada en la mostra masculina observem que els valors de $19,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ estimats en el nostre treball són superiors als de Lavoie i col., però molt més propers als descrits per Seyfried (1989) en una mostra d'espasistes, tots ells pentatletes, que van presentar una potència energètica en una simulació de l'esforç en competició de $17,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de = 2,9$).

De la mateixa forma que en l'anàlisi del consum d'oxigen hem realitzat una descripció comparativa dels valors reals i estimats, obtinguts en les diferents valoracions, la potència energètica derivada ha estat calculada en cadascuna d'elles observant, com en el consum d'oxigen, una progressió en la despesa a mesura que la dificultat de l'activitat s'incrementa. En la prova internacional els valors foren els més elevats estimant-se una potència energètica de $15,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de = 5,1$) en el conjunt de la mostra ($n = 13$), i de $19,5 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de = 2$) en el conjunt d'espasistes masculins ($n = 7$).

En els Campionats de Catalunya els resultats foren inferiors, essent la mitjana de $12,3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de = 2$) i en els assalts d'entrenament de $9,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de = 2$). En el paràgraf anterior s'han comparat els valors de la competició real del nostre estudi en condicions simulades dissenyades per diferents autors (Lavoie i Seyfried) coincidint, en conjunt, en l'existència de valors elevats de potència energètica entre les 15 i les 19 $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$. Però

en analitzar els assalts d'entrenament s'han detectat valors força inferiors —9,8 kcal·min⁻¹ (de=2) segons els valors estimats i 7,4 kcal·min⁻¹ (de =1) segons els registres telemètrics— que coincideixen amb els presentats per Díaz (1981)^(*) en diferents fases de l'entrenament, on durant els assalts s'assolien valors de 6,9 kcal·min⁻¹ (Taula 2.5).

L'anàlisi comparativa de les dades experimentals amb les existents en la literatura específica ens permet observar valors més alts en la potència energètica del present treball, concretament en la mostra masculina, que poden obeir als següents factors:

- Dels diferents estudis relacionats el nostre és l'únic realitzat en competició real. La competició provoca uns nivells d'exigència física incrementats per la càrrega emocional, absent, o si més no de menor incidència, en proves simulades i entrenaments

- Dels 7 espadistes de la mostra, 3 eren pentatletes d'alt nivell internacional. La dinàmica competitiva dels pentatletes, que es basa generalment en una excel·lent condició aeròbica, i el fet que els pentatletes en qüestió fossin dels millors del circuit internacional en proves físiques podria condicionar majors valors de potència energètica. Si comparem els valors presentats per Seyfried en espadistes pentatletes ($\bar{X}=17,8$ kcal·min⁻¹) i per Lavoie i col. en esgrimidors d'espasa masculina ($\bar{X}=15,5$ kcal·min⁻¹) podríem confirmar la major sol·licitació energètica dels primers, en relació als segons, malgrat els protocols de les proves no

^(*) Les dades fan referència a un estudi longitudinal realitzat, per J.A. Díaz (1981), en una població d'esgrimidors cubans (no s'especifica el sexe ni l'arma, tan sols que 7 dels 12 tiradors eren espadistes masculins). L'Autor utilitza com a equivalent energètic la xifra de 1 L d'O₂=2,9 kcal, considerant que és la xifra mitjana entre els equivalents làctic i alàctic.

foren coincidents.

- L'estimació del consum d'oxigen, amb la sobreestimació exposada i justificada anteriorment, és la base sobre la que s'ha calculat la despesa energètica, amb la qual cosa, a tota sobreestimació del $\dot{V}O_2$ li correspondrà una sobreestimació de la despesa i potència energètiques estimades.

- El factor de conversió de l'equivalent del cost energètic de l'oxigen utilitzat per Lavoie i col. (1 L d'O₂=4,825 kcal) és lleugerament inferior a l'utilitzat per nosaltres (4,838 kcal), fet que provoca l'obtenció de valors inferiors de despesa energètica a igual consum d'oxigen, en la utilització del primer equivalent.

- D'altres factors d'influència com les condicions ambientals que no foren coincidents en els diferents estudis: Viru (1994) destaca que la FC està influenciada per factors emocionals i ambientals com la temperatura i la humitat.

Com a marc de referència citarem diferents estudis sobre activitats esportives diverses, així Yzaguirre i col. (1989)^(*) estimen per a

(*) Yzaguirre i col. (1989) utilitzaren un mètode de calorimetria indirecta, basat en l'anàlisi

l'espeleologia una potència energètica de 4 a 9 kcal·min⁻¹; Guthrie (1986) descriu per a una cursa a ritme de 14,5 km·h⁻¹ una potència de 16,5 kcal·min⁻¹ i per al futbol valors de tan sols 7,5 kcal·min⁻¹, molt inferiors als descrits per Seliger (1968), en aquest mateix esport, que foren de 13,1 kcal·min⁻¹. Aquest darrer autor afirma que la despesa energètica màxima es produeix en esports de tipus cíclic.

Brooks i col. (1985) exposen diferents nivells de potència energètica en funció del pes corporal dels subjectes; així, en bàsquet per a un pes de 50 kg, cita una potència energètica de 6,9 kcal·min⁻¹, mentre que per a un pes de 80 kg la despesa exposada és de 11 kcal·min⁻¹. Els mateixos autors, i amb la mateixa diferenciació segons els pesos corporals descrits, assignen pel tennis de 5,5 a 8,7 kcal·min⁻¹, pel voleibol de 2,5 a 4 kcal·min⁻¹, pel judo de 9,8 a 15,6 kcal·min⁻¹ i pel futbol de 6,6 a 10,6 kcal·min⁻¹.

Els resultats exposats de l'estudi corroboren amb matisacions les conclusions de Díaz (1981) que atorgava a l'esgrima altes demandes energètiques del sistema anaeròbic alàctic i del sistema aeròbic, basant-se en els seus estudis, així com en el treball d'altres autors soviètics (Kaul 1970; Pavlenco 1976; Vitoskin i Westakou 1978, dins Díaz 1981) que evidenciaven considerables exigències del sistema energètic, particularment del consum d'oxigen en entrenaments i competició.

En el moment de realitzar la valoració comparativa dels resultats en homes i dones cal considerar les diferències funcionals que Guyton (1992) quantifica, a grans trets, en 2/3 a 3/4 en gairebé tots els paràmetres fisiològics. Ulmer (1993) exposa que, ja en condicions basals, existeixen

de la FC, orina, lactatèmia i tensió arterial. L'equivalent energètic de l'oxigen que van emprar no fou únic, sinó que per als registres de FC superiors al llindar anaeròbic van aplicar l'equivalència de 1 L d'O₂=5,05 kcal, mentre que pels registres de FC inferiors al llindar anaeròbic l'equivalència fou: 1 Ld'O₂=4,74 kcal.

diferències en la potència energètica d'homes i dones, essent en els primers de $1,2 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ (85 W) i en les dones de $1,1 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ (76 W)^(*).

El coneixement de la despesa energètica dels esgrimidors en competició, malgrat no ser de la rellevància que ho pot ser en esports de resistència de llarga durada, pot contribuir en la millora de l'organització de l'entrenament, així com en els comportaments de caràcter nutricional que els tiradors han de practicar en totes les competicions, atesa la durada de les mateixes que pot anar, en funció dels sistemes de competició, de les 5 a les 8 hores.

4.7.5. Dinàmica temporal de la competició

Fent atenció als resultats descrits sobre valoració funcional dels esgrimidors es pot considerar que l'esgrima presenta requeriments fisiològics de rellevància que condicionen la necessitat d'un entrenament físic específic. Un dels principals paràmetres dels que s'han d'utilitzar per avaluar la sol·licitació dels esgrimidors és la dinàmica temporal, és a dir, la distribució de la càrrega competitiva que l'esgrima presenta en les seves diferents modalitats.

La mesura de la durada dels assalts, de les pauses i de la globalitat de les competicions proporcionen dades de gran interès per, conjuntament amb l'aportació de les anàlisis realitzades de FC, VO_2 , lactatèmia, despesa i potència energètiques reconèixer la distribució del

^(*) L'Autor presenta els resultats en Watts i proposa per a les transformacions les següents equivalències: $0,28 \text{ W} \cong 0,239 \text{ kcal}\cdot\text{h}^{-1}$ (Ulmer 1993).

treball en la competició aconseguint una informació valuosa que els mestres d'armes o bé preparadors físics hauran de fer servir en la programació dels entrenaments.

Factors com el nombre de pistes disponibles, participants, simultaneïtat de més d'una arma en la competició, protocols de lliurament de guardons, programa horari de l'organització i molts d'altres, afecten a la durada total d'una prova, reduint-se o allargant-se, per tant, els temps de repòs entre assalt i assalt, i paral·lelament, els temps de recuperació fisiològica pels tiradors.

La modificació constant que els sistemes de competició oficial d'esgrima han sofert en el darrer període de quinze anys^(*) també ha influenciat en una modificació dels volums de despesa competitiva, essent inferiors en la actualitat al reduir-se el nombre de poules classificatòries a una i eliminat els sistemes de repesques. Sens dubte els tècnics responsables de la preparació dels esgrimidors han d'incloure en les seves programacions aquests canvis que la dinàmica competitiva està veient.

(*) La Fédération Internationale d'Esgrime (FIE) amb l'objectiu d'aconseguir una competició més atractiva pel públic i mitjans de comunicació ha anat modificant el sistema d'eliminatòries i la durada dels assalts de forma sistemàtica en els darrers 10 anys. L'any 1986 es tiraven 2, 3 o 4 voltes de poules, que classificaven cadascuna a un nombre determinat de tiradors i posteriorment s'entrava en un sistema d'eliminació directa, amb repesques pels perdedors, que feien les competicions interminables. D'aquí es va passar a disputar-se les proves amb una o dues poules i classificació general, mantenint les repesques. Després es van eliminar les repesques, i van modificar les durades dels assalts i el nombre de tocats: primer els assalts de poule eren a 5 tocats amb un màxim de 6 minuts i els d'eliminació directa a 10 tocats amb un màxim de 10 minuts (anteriorment 8 tocats i minuts per les dones). Al 1990 es van introduir les directes a dos o tres assalts a cinc tocats, per passar al sistema actual d'assalts a 15 tocats en tres intervals de tres minuts amb un de descans entre ells. Les proves d'equips també s'han anat modificant passant dels equips de quatre als de tres, disputant assalts tradicionals, i actualment, realitzant-se la competició en un sistema de relleus a 45 tocats.

La realització d'un estudi que quantifiqués la influència d'aquests factors seria objecte d'una anàlisi dilatada, per això hem decidit incloure en aquest estudi tan sols la temporalització de les proves en que vam estudiar els indicadors funcionals expressats anteriorment, així com les principals referències existents en la literatura sobre l'anàlisi temporal dels assalts d'esgrima (Waterloh i col. 1975; Marini 1984; Lavoie i col. 1984, 1985).

En l'exposició dels resultats hem apreciat com els temps d'actuació són un altre element fàcilment quantificable en l'esgrima i que també pot ser considerat en la determinació de mitjans de control de l'entrenament. Com a principal observació cal destacar que la durada dels assalts, en relació a la globalitat de la competició és considerablement reduïda, xifrant-se entre el 17 i el 18% del temps total. En l'anàlisi temporal d'altres autors (Waterloh i col. 1975; Marini i col. 1984; Lavoie i col. 1985) van afinar més l'observació dels temps de treball i temps de pausa, diferenciant dins de cada assalt, les fraccions de temps en que els esgrimidors competien, vinculades a l'interval existent entre les veus d'*endavant* i *alto* del president de jurat, i les fraccions de transició, corresponents al transcurs entre les veus d'*alto* i *endavant*. En aquesta anàlisi el temps efectiu en assalt oscil·lava entre el 46 i el 70 % del total del combat en funció de la modalitat observada.

Taula 4-37: Comparació dels principals paràmetres temporals en les 5 armes de l'esgrima en competició oficial.

		<u>Floret masculí</u>	<u>Floret femení</u>	<u>Espasa masculina</u>	<u>Espasa femenina</u>	<u>Sabre</u>
Temps efectiu en assalt (*) (%)	(1)	54	63	70	-	46
Durada mitjana d'accions (*) (s)	(2)	8,6	8,7	18,5	-	5,2
Durada assalts 5 tocats (min)	(3)	4,0 (de = 1,1)	3,3 (de = 0,5)	3,5 (de = 0,6)	3,4 (de = 1,2)	2,1 (de = 0,3)
Durada assalts 15 tocats (min)	(3)	11,8 (de = 3,9)	10,5 (de = 2,8)	10,7 (de = 4,7)	11,6 (de = 4,5)	7,3 (de = 2,2)
Temps d'assalt - competició > 70 tiradors (h:min)	(2)	2:15	2:00	2:30	-	1:50
Temps d'assalt - competició < 25 tiradors (h:min)	(3)	0:54	0:40	0:41	0:38	0:28
Temps d'assalt total en competició (%)	(3)	23	18	17	22,5	12,8

(*) Temps comprés entre les ordres del President de Jurat: Endavant ! i Alto !

(1) Anàlisi temporal dels JJOO de Mèxic'68 i dels Campionats d'Alemanya 1969. Waterloo, Rittel, Neisel, Leide (1975)

(2) Anàlisi temporal dels Campionats del Món de Clermont-Ferrand (FRA) 1981. En aquests campionats encara existien 3 voltes de poules i repesques en l'eliminació directa de 32 tiradors. Marini (1984)

(3) Anàlisi temporal dels Campionats de Catalunya Absoluts 1993. Amb una única poule i sense repesques. Iglesias (1997, present estudi)

L'anterior taula (Taula 4-37) mostra la comparació dels resultats del nostre estudi amb els registres més representatius extrets de la literatura. L'observació de les dades permet confirmar l'existència de grans diferències en la dinàmica temporal del sabre en relació a la resta de modalitats. En aquesta arma el temps total utilitzat en la globalitat dels assalts de la competició dels Campionats de Catalunya absoluts del 1993 fou inferior a qualsevol de les altres modalitats, ja que mentre en sabre la durada mitjana fou de 28 min, la resta d'armes anaven dels 38 als 53 min. La inferior durada dels assalts de sabre coincideix amb el treball de Marini i col. (1984) que en els Campionats del món del 1981 van observar com el sabre era la única arma que no arribava en la durada global dels assalts a les 2 hores, mentre la resta les sobrepassaven.

Comparant els nostres valors temporals amb els descrits en el treball de Marini i col. (1984) observem grans diferències, que en l'estudi d'aquests Autors sobrepassen els temps d'actuació en competició als nostres en aproximadament 90 minuts. Els motius obeeixen als canvis en els sistemes de competició dels darrers anys. L'any 1981 encara es realitzaven tres rondes amb sistema de poule, el que ocasionava un major nombre d'assalts en els tiradors, competint gairebé el doble que en l'actualitat. La modificació de la dinàmica competitiva ha afavorit als tiradors amb menor condició física al disminuir-se el volum de la càrrega competitiva i per tant, la facilitat per arribar a situacions de fatiga. Malgrat els canvis, l'explosivitat de les accions i la intensitat en els assalts segueix sent la mateixa, amb la qual cosa les modificacions tan sols afecten a la reducció d'un volum de treball general que condicionava més necessitats de recuperació funcional per suportar la càrrega de la competició.

Els assalts en sabre, un a un, són també de durada molt inferior als de la resta de modalitats tant en les poules com en els assalts d'eliminació directa i final. Com hem pogut observar en l'apartat de resultats en els assalts a 5 tocats el sabre presenta una durada mitjana propera als 2 minuts ($\bar{X}=2,1$ min; $de=0,3$), mentre que en la resta d'armes els valors oscil·len dels 3,3 ($de=0,5$) min del floret femení, fins els 4 ($de=1,1$) min del floret masculí, essent molt significatives ($p<0,001$) les diferències entre l'arma de tall i la resta. En el cas dels assalts a 15 tocats de l'eliminació directa i les finals, mentre en sabre la mitjana és de 7,3 ($de=2,2$) min, la resta de modalitats sobrepassen els 10 minuts de durada total. L'execució tècnica diferencial del sabre, en que es permet el tocat de tall i contratall contràriament al que succeeix en espasa i floret, així com la necessitat de realitzar accions ofensives molt explosives que atorguin l'avantatge o prioritat del tocat en la convenció, són els factors que condicionen amb tota seguretat els resultats diferencials en la valoració temporal. aquest argument es corrobora amb l'anàlisi realitzat per Marini i col. (1984) en que observen la durada efectiva de les diferents accions en l'esgrima, és a dir, des de la veu d'*endavant* fins a la d'*alto*. Els autors troben en les accions de sabre valors molt inferiors a la resta d'armes, així, mentre els sabristes realitzen accions d'una durada de 5 segons, els floretistes n'utilitzen 9 i els espasistes 18.

En la resta de modalitats, encara que no tant evidents com en el sabre, detectem certes diferenciacions que cal analitzar amb el coneixement dels processos tàctics i les dades experimentals. L'espasa presenta uns temps d'acció molt elevats, 18 s per acció, en relació als de floret (9 s) i sabre (5 s). Aquesta arma és una en les que les fases d'estudi de l'adversari s'allarguen més. El principal factor que motiva aquesta conducta és la inexistència de convenció que obligui als tiradors a precipitar una acció ofensiva inicial que els atorgui la prioritat en la acció, que a la fi, els concediria el tocat en cas d'existir una acció simultània. Per la seva banda el floret, al ser una arma de convenció, podria presentar,

com hem exposat en sabre, uns temps d'actuació més breus, però en el nostre treball el floret masculí és l'arma que presenta una major durada mitjana dels assalts, tant en les poules ($\bar{X}=4$ min; $de=1,1$) com en els assalts a 15 tocats ($\bar{X}=11,8$ min; $de=3,9$), coincidint totalment amb el treball de Marini i col. (1984) que també atorgaven a aquesta arma les majors durades dels combats. El motiu, al nostre parer, és la dificultat existent en assolir els tocats guanyadors en aquesta modalitat, doncs a banda de ser la de menor superfície vàlida al limitar-se exclusivament al tronc, és l'única que a hores d'ara presenta l'existència del "blanc no vàlid", és a dir, que en moltes accions els floretistes veuen com una tècnica correcta es veu anul·lada per haver tocat en un blanc no vàlid abans d'arribar al vàlid. Aquest factor multiplica notablement l'esforç que l'esgrimidor ha de realitzar per assolir el tocat definitiu, allargant l'assalt i afegint-se a la durada del mateix, el temps que els àrbitres utilitzen després de cada acció per jutjar la validesa i correspondència dels tocats.

En la bibliografia referenciada no apareixen estudis sobre l'espasa femenina, doncs com hem comentat, aquesta modalitat s'ha inclòs en el circuit internacional de la FIE l'any 1989. Els valors temporals registrats en els Campionats de Catalunya no difereixen de forma excessiva als de l'espasa masculina, presentant ambdues armes valors temporals que en els assalts a cinc tocats s'apropen als 3,5 min i en els combats a 15 tocats als 11 min de mitjana.

Finalment és d'interès contrastar els nostres resultats amb l'anàlisi de Waterloh i col. (1975) que en l'estudi del temps efectiu en l'assalt ens oferien dades de gran importància. Així, aquests Autors evidencien les diferències amb el sabre, ja repetides, al ser aquesta la única arma que presenta uns temps efectius en els assalts inferiors als de les pauses (46%). El judici de les accions, una a una, definint tota la frase d'armes, juntament amb la velocitat en que es produeixen les accions ofensives i la facilitat d'aconseguir el tocat, al ser possible contactar la superfície vàlida

del rival amb la totalitat de la fulla, condicionen execucions breus i pauses més grans que defineixen aquest percentatge de treball en els assalts. Sens dubte els tècnics podran valorar aquestes pauses, que faciliten la recuperació constant de les vies energètiques ràpides, si més no, l'afavoreixen en relació a d'altres armes, com l'espasa, on els temps de pausa es redueixen a tan sols el 30% de la totalitat de l'assalt, existint fases d'assalt efectiu molt més llargues (70%) on la intensitat variable dels combats no permet una recuperació en les condicions que els sabristes disposen.

L'anàlisi dels temps de treball i temps de pausa pot proporcionar a l'entrenador informació per a la determinació dels continguts de l'entrenament i la seva seqüenciació. Gorostiaga (1988) va realitzar una aproximació de la despesa energètica en el judo segons la distribució dels temps d'acció i repòs en combat, aconseguint un control més acurat del treball dels esportistes. La individualització de les valoracions podria permetre a l'entrenador realitzar una programació més personal, amb un control de la despesa en entrenaments i competició que millorés l'efectivitat dels mètodes d'entrenament en l'assoliment de la forma esportiva i possibilités una major recuperació de les càrregues físiques.

4.8. CONCLUSIONS

Freqüència cardíaca

- El comportament de la freqüència cardíaca en competicions d'esgrima depèn, entre d'altres factors, del nivell esgrimístic dels participants. En el present estudi es van registrar valors mitjans superiors en una competició d'àmbit internacional ($\bar{X}=170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5$; $n=13$) en relació als d'una d'àmbit autonòmic ($\bar{X}=159 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=13$; $n=30$).

- Dels resultats de les proves d'esforç i dels diferents mesuraments en entrenament i competició d'esgrima, contrastats amb la literatura específica, es dedueix que la freqüència cardíaca en competició està en relació directa al nivell d'entrenament dels tiradors, així com a la intensitat dels assalts.

- La freqüència cardíaca en competicions d'esgrima presenta la tendència a incrementar els seus valors mitjans a mesura que es superen les eliminatòries, com a conseqüència de la major intensitat i dificultat tecnicotàctica per l'augment del nivell dels rivals, i per l'evolució de la fatiga en la durada de la competició.

- La variabilitat és el denominador comú en els registres de freqüència cardíaca en competicions d'esgrima atès el gran nombre de factors que influeixen en el seu comportament. Els principals factors que

incideixen en l'esmentada variabilitat són: nivell d'adaptació cardio-circulatòria dels esgrimidors avaluats, importància de la competició pels tiradors, eliminatòria registrada, nivell del rival, dinàmica competitiva, arma i quantitat d'interrupcions en els assalts.

- Coincidint amb la literatura específica, confirmem que els valors de freqüència cardíaca de les esgrimidores femenines en competicions i proves d'esforç presenten la tendència a ser superiors als dels tiradors masculins.

- El floret masculí és la modalitat que presenta valors de freqüència cardíaca significativament més elevats en els Campionats de Catalunya absoluts ($\bar{X}=167 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=9$; $n=5$), mentre que el sabre té tendència a presentar les mitjanes més baixes ($\bar{X}=154 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=12$; $n=5$).

- El temps real de participació en assalts dels tiradors en una competició d'esgrima és entre el 17% i el 18% del temps total. A més a més, cal considerar que en cada assalt existeixen pauses internes després de cada tocat o per aturades parcials ordenades per l'àrbitre, que disminueixen, encara més, els intervals temporals en que es competeix realment.

- Els valors mitjans de freqüència cardíaca de la globalitat de la competició ($127 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$) són molt inferiors als corresponents als assalts ($170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$), excloses les fases d'escalfament, descans entre assalts i períodes de recuperació a la fi de la prova.

- L'esgrima de competició comporta elevades intensitats d'esforç. Percentualment, el 41 % (de=34%) del temps total d'assalt l'esgrimidor treballa amb registres de freqüència cardíaca superiors als del llindar anaeròbic, el 39 % (de=26 %) del temps els valors es situen entre els dos llindars, mentre que el 20 % (de=18 %) els registres són inferiors als del llindar aeròbic.

- La utilització de la freqüència cardíaca com a indicador de la intensitat de treball sempre s'ha de fer de forma individual, perquè existeix una gran variabilitat —intersubjectes— en la resposta d'un mateix esforç per a diferents esportistes, i —intrasubjectes— en la resposta de cada individu davant diferents situacions.

- No existeixen diferències significatives en els registres de freqüència cardíaca dels assalts guanyats o perduts pels tiradors.

- Els valors mitjans de freqüència cardíaca registrats durant la "poule" d'entrenament d'un grup heterogeni d'esgrimadors catalans (n=26) fou de 140 bat·min⁻¹ (de=18).

- La gran variabilitat detectada en el registre de la freqüència cardíaca en les classes individuals (\bar{X} =137 bat·min⁻¹; de=15) confirma la necessitat de valorar individualment als subjectes i a determinar el nivell d'intensitat de les sessions en funció del mitjà d'entrenament i l'objectiu pretès.

- Malgrat existeixen punts d'elevada intensitat de treball (185 bat·min⁻¹), els valors mitjans assolits pels mestres ($\bar{X}=103$ bat·min⁻¹; $de=11$) en les classes individuals mostren un nivell d'intensitat de treball baix.

- En esports de combat o situació, com l'esgrima, amb caràcter intermitent i on les distàncies i el temps són variables, i on el rival condiciona una determinada intensitat, la utilització de paràmetres fisiològics en el control de l'entrenament, com ho és la freqüència cardíaca, és fonamental pels mestres a l'hora de quantificar la magnitud de la càrrega d'entrenament o competició.

Lactatèmia

- Els valors mitjans de lactatèmia assolits pels esgrimidors en competició oficial ($\bar{X}=3,7$ mmol·L⁻¹; $de=1,1$) no són gaire elevats i coincideixen amb els de la literatura.

- Els valors extrems de 1,8 i 6,4 mmol·L⁻¹, emmarquen el rang mitjà de lactat sanguini en competicions d'esgrima sobre els 4,7 mmol·L⁻¹, el que confirma la feble activació de la glicolisi en l'esgrima o, si més no, la reduïda massa muscular activa en situació d'anaerobiosi làctica.

- L'evolució de la lactatèmia durant una competició internacional no fou paral·lela a l'increment ascendent que les mitjanes de freqüència cardíaca presentaven en les tres fases eliminatòries (1V, ED, F8) .

- Les tiradores de floret femení van presentar valors mitjans significativament superiors ($\bar{X}=4,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; $de=1$) als espasistes ($\bar{X}=3,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; $de=1$; $p<0,05$). Els valors màxims assolits en la competició també foren superiors en les floretistes ($6,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) en relació als espasistes ($5,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$).

- Coincidint amb les conclusions de diferents autors (Lavoie 1988; Velázquez 1979; Hoch 1988), confirmem la feble intervenció del metabolisme lactàcid en l'esgrima, que obeeix a la utilització de les reserves energètiques alàctiques per als esforços de gran intensitat i curta durada, que es repeteixen en els assalts i que, amb les constants pauses interassalts i intraassalts, faciliten la recuperació contínua, disminuint l'activació de la glucolisi làctica.

- El fet que els assalts impliquin tan sols un 18 % del temps total en competició, i que d'aquest percentatge, les fases actives siguin d'entre el 25% i el 75% (Waterloh i col. 1975; Marini 1982; Lavoie i col. 1985), facilita la recuperació de l'esforç entre assalts i accions, i s'endarrereix la sol·licitació del mecanisme lactàcid.

Consum d'oxigen

- El consum màxim d'oxigen dels tiradors en les proves d'esforç sobre cinta rodant és superior en la mostra masculina ($\bar{X}=55,5-70,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en relació a la femenina ($\bar{X}=46,3-49,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Les dades són consistents amb els valors descrits en la literatura.

- El treball de potència aeròbica màxima en les especialitats de cursa i natació del pentatló modern expliquen els elevats nivells de consum màxim d'oxigen ($\bar{X}=71 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) registrats en els espasistes pertinents a aquest esport. Comparativament a d'altres activitats, el consum màxim d'oxigen registrat en els esgrimidors en la prova d'esforç és similar al d'esports d'equip com el futbol, el bàsquet, el rugbi i l'hoquei sobre patins.

- Existeix una gran correlació entre els valors de freqüència cardíaca i els de consum d'oxigen, tant en la realització de proves d'esforç ($r=0,964-0,998$) com en la sol·licitació dels assalts d'entrenament ($r=0,800-0,948$).

- El consum d'oxigen estimat en els assalts d'esgrima ($\dot{V}O_2^{\text{ass}}$) en espasistes masculins i floretistes femenines ($\bar{X}=47,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) és significativament ($p<0,001$) superior al consum registrat en la globalitat de la competició ($\dot{V}O_2^{\text{comp}}$) ($\bar{X}=23,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$).

- Els valors mitjans del consum d'oxigen en els assalts de les floretistes ($\bar{X}=39,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) són inferiors ($p<0,001$) als dels espasistes ($\bar{X}=53,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), que mostren nivells de $\dot{V}O_2$ en els assalts superiors als descrits en la literatura (Lavoie i col. 1988).

- Els nivells de consum d'oxigen en els assalts en una prova autonòmica —Campionats de Catalunya absoluts— foren inferiors als valors mitjans estimats en una competició internacional.

- Considerant els baixos nivells de lactatèmia de les competicions i entrenaments d'esgrima, deduïm que la major part del deute d'oxigen produït per l'activitat esgrimística es correspon a la fracció alàctica del mateix.

- El 41% (de=33) del temps total d'assalt, en una competició internacional, els esgrimidors treballaven a una intensitat estimada superior al $\dot{V}O_2$ del llindar anaeròbic, un 40% (de=24) en valors situats entre els dos llindars i un 18% (de=14) per sota del $\dot{V}O_2$ del llindar aeròbic.

- Els valors màxims de consum d'oxigen estimat en els assalts de competició pels homes foren d'entre 50,6 i 75,0 mL·kg⁻¹·min⁻¹, mentre que en les dones els màxims s'emmarcaren entre els 42,9 i els 51,6 mL·kg⁻¹·min⁻¹. En relació al $\dot{V}O_{2max}$ individual trobat en la prova d'esforç, els valors individuals de treball en els assalts es desenvoluparen a nivells d'entre el 56 % i el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$, situant-se els valors màxims assolits en competició entre el 75 % i el 99 % del consum màxim d'oxigen.

- La comparació dels valors mitjans de l'estimació del consum d'oxigen en una competició autonòmica d'espasa i floret, ambdues tirades pels mateixos subjectes (n=3), va presentar valors similars sense apreciar-se diferències significatives.

- Els registres reals de consum d'oxigen en els assalts d'entrenament (\bar{X} =29 mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=3,3) van resultar netament

inferiors als estimats en la competició i als exposats per Lavoie i col. (1988) en competició simulada. El fenomen es repeteix en analitzar els valors de freqüència cardíaca en els assalts d'entrenament ($\bar{X}=155$ bat·min⁻¹; de=13) i els de competició ($\bar{X}=170$ bat·min⁻¹; de=5).

- La intensitat mitjana de treball en els assalts d'entrenament fou del 55 % del $\dot{V}O_{2max}$, mentre que els nivells màxims de consum d'oxigen, en els tiradors i tiradores (n=10) fou d'una mitjana del 75% del $\dot{V}O_{2max}$, valors similars als descrits en la literatura per a diferents esports d'equip (Tranquili i col. 1992; Rodríguez, Iglesias i Artero 1995; Silla i Rodríguez 1995; Rodríguez i Iglesias 1995).

- La disminució dels valors, mitjans i extrems, de consum d'oxigen en els assalts d'entrenament en relació als de competició, obeeix —a banda dels factors emocionals presents en competició i a la possible sobreestimació de les dades— a les difícils condicions en que s'havien de realitzar els assalts amb l'analitzador telemètric per la implementació de l'analitzador (turbina i màscara) dins la careta, i la protecció addicional per a la unitat emissora.

- El consum d'oxigen presenta una tendència a l'increment dels seus valors en funció de la dificultat (entrenament - competició) i nivell d'importància (autonòmic - internacional) de l'activitat mesurada.

- L'estimació del consum d'oxigen en els assalts, mitjançant l'ús de l'equació resultant de la relació entre freqüència cardíaca i consum

d'oxigen en la prova d'esforç (general) presenta una sobreestimació més elevada que en l'ús de la relació amb els registres de la pròpia activitat (específica).

- Tots els subjectes de la mostra van presentar nivells inferiors de $\dot{V}O_2$ en els registres directes —reals— en relació als de l'estimació general amb un error estàndard de l'estimació del 30 % ($458 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$) dels valors reals. La sobreestimació mitjana, en els assalts d'entrenament, fou del 33 % sobre els valors reals, el que limita les conclusions de l'anàlisi de les dades.

- L'error estàndard de l'estimació específica fou del 19% ($0,296 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) en relació al consum d'oxigen mesurat directament. La quantificació de les diferències entre el consum real i l'estimat en els assalts va presentar una sobreestimació mitjana d'un 5 % ($0,077 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$).

- El mètode d'estimació emprant la relació $FC-\dot{V}O_2$ de l'activitat específica millora substancialment l'estimació del consum d'oxigen i, per tant, podrà ser objecte d'una anàlisi més acurada en futures investigacions.

- Ateses les limitacions de l'estimació del consum d'oxigen en una anàlisi general, considerem l'aplicació del mètode de valoració indirecta de gran interès en la individualització de la seva aplicació, principalment com a control dels processos d'entrenament dels tiradors.

- La sobreestimació del consum d'oxigen obeeix a les diferències en la relació $FC-\dot{V}O_2$ motivades pels següents factors: influència de la

càrrega emocional en el comportament de la FC; modificacions dels registres cardíacs per l'efecte de l'activitat mental; increment de la FC per l'estrès tèrmic; les diferències intraindividuals en el comportament cardiovascular en diferents activitats físiques; les diferències en la relació FC-VO₂ en esforços breus d'alta intensitat; l'augment de la FC en les fases de treball isomètric; i la influència de la fatiga i els diferents estats d'hidratació en entrenaments i competició.

Despesa energètica en competició

- De la despesa energètica estimada (E^{comp}) en la globalitat d'una competició internacional d'esgrima ($\bar{X}=2119$ kcal ; $de=1280$) es destaca la fracció produïda en el transcurs dels assalts que és de 777 kcal ($de=495$). Els espasistes presentaren uns valors superiors a les floretistes en el global de la competició (\bar{X} EM=2847 kcal; \bar{X} FF=1270 kcal), així com en els assalts (\bar{X} EM= 924 kcal; \bar{X} FF=605 kcal).

- La potència energètica (\dot{E}) també va presentar valors superiors ($p<0,001$) en la mostra d'espasistes ($\bar{X}=19,5$ kcal·min⁻¹; $de=2$) en comparació a les noies de floret ($\bar{X}=10,7$ kcal·min⁻¹; $de=2,6$). Els resultats de la mostra masculina són superiors als descrits per Lavoie i col. (1988) en espasistes canadencs (15,5 kcal·min⁻¹), i als descrits per Seyfried (1989) en una mostra de pentatletes (17,8 kcal·min⁻¹).

- En el conjunt d'esgrimadors, homes i dones, la potència energètica presenta valors superiors en una competició internacional (15,4 kcal·min⁻¹) en relació a una autonòmica (12,3 kcal·min⁻¹), així com superioritat en els registres de competició respecte als d'entrenament (9,8 kcal·min⁻¹).

- Els valors de potència energètica calculats en assalts d'entrenament mitjançant el registre telemètric del consum d'oxigen ($7,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) són consistents amb els dels esgrimidors cubans en situacions similars d'entrenament ($6,9 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$; Díaz 1981).

- La competició provoca uns nivells d'exigència física on s'incrementen els nivells dels diferents indicadors funcionals com a conseqüència de la càrrega emocional. Aquest increment té menor incidència en proves simulades i entrenaments.

- A tota sobreestimació del $\dot{V}O_2$ li correspon una sobreestimació de la despesa i potència energètiques, valorades indirectament, que hem de considerar en les limitacions de l'estudi.

- Considerant la variabilitat de la sol·licitació funcional en l'esgrima, i fent atenció a la literatura específica, podem considerar que la potència energètica requerida és similar a la d'esports, amb esforços de característiques intermitents, com el futbol, el bàsquet, el tennis o el voleibol.

- Els resultats exposats en el treball són consistents amb la literatura, definint per a l'esgrima demandes energètiques mitjanament elevades del sistema anaeròbic alàctic i del sistema aeròbic, amb considerables exigències del sistema energètic en entrenaments i competició.

Dinàmica temporal de la competició

- L'esgrima presenta requeriments fisiològics de rellevància que condicionen la necessitat d'un entrenament físic específic on s'ha de considerar la distribució de la càrrega competitiva en les diferents modalitats.

- La durada dels assalts, en relació a la globalitat de la competició és considerablement reduïda, xifrant-se entre el 17 i el 18% del temps total.

- L'anàlisi de la dinàmica temporal del sabre, en el conjunt de la competició, en relació a la resta de modalitats presenta durades inferiors que són consistents amb d'altres estudis (Marini i col. 1984 ; Waterloh 1975). Els assalts en sabre, un a un, són també de durada molt inferior als de la resta de modalitats tant en les poules com en els assalts d'eliminació directa i final.

- La durada mitjana dels assalts de poule —a cinc tocats— és, en espasa i floret, d'entre 3,3 a 4 min de mitjana, mentre que en sabre la durada és significativament inferior ($\bar{X}=2,1$ min). En assalts a 15 tocats, floret i espasa mantenen mitjanes temporals en els assalts d'entre 10,5 i 11,8 min, mentre que en sabre es mantenen les durades inferiors amb temps d'actuació de 7,3 min.

5. VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS D'ALT RENDIMENT

5. VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS

D'ALT RENDIMENT269

5.1.JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS.....273

5.1.1.Valoració dels esgrimidors d'alt rendiment.....273

5.1.2.Valoració de la força explosiva dels esgrimidors276

5.1.3.Definició dels objectius279

5.2.SUPÒSITS I LIMITACIONS.....280

5.3. VALORACIÓ DE LA FORÇA EXPLOSIVA DE LES

EXTREMITATS INFERIORS283

5.3.1.Subjectes283

5.3.1.1.Distribució de la mostra283

5.3.1.2.Criteris d'inclusió286

5.3.2.Material i mètode287

5.3.2.1.Material287

5.3.2.2.Mètode289

5.3.3.Disseny i mètode estadístic299

5.3.3.1.Disseny299

5.3.3.2.Tractament de dades i anàlisi estadística304

5.3.4.Resultats310

5.3.5.Discussió.....367

5.3.6.Conclusions383

5.4.VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS

D'ALT RENDIMENT387

5.4.1.Subjectes387

5.4.1.1.Distribució de la mostra387

5.4.1.2.Criteris d'inclusió388

5.4.2.Material i mètode389

5.4.2.1.Valoració cineantropomètrica.....389

5.4.2.2.Valoració ergoespiromètrica.....391

5.4.2.3.Valoració de la força explosiva.....392

5.4.3.Disseny i mètode estadístic394

5.4.3.1.Disseny	394
5.4.3.2.Tractament de dades i anàlisi estadística	398
5.4.4.Resultats.....	401
5.4.4.1.Resultats de la valoració cineantropomètrica.....	401
5.4.4.2.Resultats de la valoració ergoespiromètrica.....	412
5.4.4.3.Resultats de la valoració de la força explosiva.....	415
5.4.5.Discussió	426
5.4.5.1.Valoració cineantropomètrica	427
5.4.5.2.Valoració ergoespiromètrica	435
5.4.5.3.Valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors.....	439
5.4.6.Conclusions	445

5.1. JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS

5.1.1. Valoració dels esgrimidors d'alt rendiment

L'entrenament esportiu es fonamenta en la potenciació d'aquells factors considerats determinants, o si més no incidents, en l'èxit esportiu. Segons Dal Monte i col. (1987), cada especialitat esportiva presenta diferents característiques que determinen un model de prestació específica. L'anàlisi del perfil fisiològic de l'esportista, així com de la dinàmica competitiva i la incidència de la mateixa en les característiques funcionals dels esportistes, són els elements sobre els que es fonamenta el concepte de valoració funcional d'un esport en concret per a aquests autors. Entre el diferents factors que defineixen aquest model de rendiment específic per a cada modalitat, Dal Monte i col. destaquen els següents:

- Edat ideal d'inici de la preparació
- Edat de màxim rendiment
- Talla
- Pes
- Capacitat anaeròbica alàctica
- Capacitat anaeròbica làctica
- Capacitat aeròbica
- Tipus de força
- Elasticitat
- Coordinació neuromuscular
- Característiques antropomètriques
- Qualitats psicològiques

Rodríguez (1989), en una anàlisi de la valoració funcional en l'alt rendiment determina sis grans grups de paràmetres d'avaluació que determinaran el perfil de l'esportista en cada especialitat i en els que, a continuació, exposem el tracte que han rebut alhora de realitzar les valoracions que aportessin informació per millorar el coneixement existent sobre el perfil de l'esgrimidor i la seva sol·licitació en competició:

1.- Paràmetres electrocardiogràfics. La freqüència cardíaca en la prova d'esforç dels esgrimidors d'elit ha estat el registre sobre el que hem centrat aquest apartat, i que es complementa amb la informació derivada de la sol·licitació en assalts, on s'ha efectuat un extens treball de caracterització del comportament de la FC (Capítol 4) en situacions d'entrenament i competició oficial.

2.- Paràmetres ergoespiromètrics: Són els obtinguts de l'anàlisi de la ventilació pulmonar i l'intercanvi de gasos durant l'esforç, mitjançant instruments de tecnologia diversa, com els utilitzats en aquesta fase, de circuit obert "breath by breath", o els del capítol anterior que combinaven, aquest darrer amb el mesurament telemètric del consum d'oxigen gràcies al K2-Cosmed. El consum màxim d'oxigen ha estat el principal element sobre el que hem centrat l'anàlisi, però també s'han considerat d'altres indicadors com el VO_2 en els l·lindars aeròbic i anaeròbic.

3.- Paràmetres ergomètrics: com el treball mecànic desenvolupat, la potència, la freqüència del gest i d'altres dades cinemàtiques i dinàmiques. Dal Monte i el seu equip de col·laboradors són qui, en l'actualitat, han desenvolupat principalment el concepte d'ergòmetres específics, dissenyant per a molts esports, inclosa l'esgrima (Dal Monte i Faina 1980), aparells que mesuraven variables relacionades amb l'esforç específic, apropant així la valoració als models biomecànics de treball propis de cada modalitat. La potència energètica desenvolupada en els assalts, així com el treball en les diferents proves d'esforç presentades,

han estat els principals exponents dels paràmetres ergomètrics d'aquest estudi.

4.- Paràmetres bioquímics: fonamentats en la recollida de mostres de sang capilar que permeten l'anàlisi, amb micromètodes, dels nivells de lactat sanguini per determinar els nivells de participació dels mecanismes anaeròbics làctics. El capítol 4 presenta amb detall l'evolució del comportament de la lactatèmia en els esgrimidors durant una competició oficial d'alt nivell.

5.- Paràmetres dinamomètrics: La valoració de la força i els seus components és un dels camps més innovadors en el present del control de l'entrenament. L'aparició de diferents mitjans, com la plataforma de forces, per la determinació de diferents manifestacions d'aquesta qualitat física, ha permès millorar el control i programació de l'entrenament en moltes modalitats esportives. En l'estudi es realitza una extensa valoració dels nivells de força explosiva i potència anaeròbica alàctica dels esgrimidors, amb protocols generals i específics.

6.- Paràmetres cineantropomètrics: La cineantropometria, considerada una branca científica a cavall entre l'anatomia funcional i la fisiologia, gràcies als estudis en esportistes d'alt rendiment, especialment olímpics, ha permès elaborar sistemes de valoració i models de referència de la composició corporal, el somatotipus i la proporcionalitat (Carter 1984; Ross i col. 1988; Rodríguez 1989). Els membres de les diferents seleccions espanyoles absolutes d'esgrima han estat els components de la mostra sobre els que s'ha dirigit l'anàlisi cineantropomètrica.

Per Rodríguez (1989), l'alt rendiment esportiu exigeix una informació ràpida, incruenta, rellevant i fiable sobre l'adaptació funcional de l'organisme de l'esportista a les càrregues de treball i sobre la seva capacitat de rendiment fisiològic. La valoració funcional, emmarcada en el

procés d'entrenament esportiu, pot contribuir raonablement, encara que de forma desigual en funció de les especialitats esportives, a l'èxit esportiu perseguit. En aquest cinquè capítol es centrarà l'interès en l'anàlisi dels millors esgrimidors espanyols per tal de considerar la definició d'un possible perfil funcional que ajudi, conjuntament amb la valoració de la competició i entrenament ja presentats, a emmarcar l'esgrimidor en un model de rendiment específic.

5.1.2. Valoració de la força explosiva dels esgrimidors

L'acció ofensiva en l'esgrima és, de la globalitat de moviments executats en la competició, la component que més determina l'èxit. Les accions d'esgrima es caracteritzen per la velocitat d'execució de les tècniques de la mà i per l'explosivitat del moviment de les extremitats inferiors. Així, la dinàmica competitiva es caracteritza per la realització de moviments preparatoris, de durada variable, que finalitzen en l'execució de l'acció del tocat que es produeix en dècimes de segon, el que comportaria la utilització predominant dels mecanismes anaeròbics alàctics

La interacció constant que en els assalts presenten els dos esgrimidors que hi participen, condiona la variabilitat en les accions que provoquen els tocats. Els tiradors realitzen fintes, envits i accions de segona intenció amb l'objectiu d'assolir una situació d'avantatge sobre el rival que els possibiliti tocar. En aquest joc d'intencions és determinant que l'acció definitiva presenti una gran velocitat d'execució amb l'arma, coordinada totalment amb l'explosivitat dels desplaçaments, principalment en les accions ofensives.

Diferents autors han considerat com a determinant la valoració dels nivells de força explosiva en aquest esport. Waterloo i col. (1975) afirmaven que els factors neuromusculars, com la velocitat i la força explosiva, eren els elements més limitants de l'esgrima. Marini (1984) descriu com a principals elements de la condició física dels esgrimidors la força explosiva, la velocitat i la potència. Lavoie i col. (1985, 1988) en una excel·lent anàlisi dels requeriments energètics dels esgrimidors argumenten que la naturalesa explosiva i intermitent de les accions d'esgrima suggereixen una utilització important dels recursos energètics anaeròbics alàctics.

La valoració dels mecanismes anaeròbics dels subjectes pot ésser realitzada en base a diferents mètodes d'avaluació. Rodríguez i Aragonés (1992) classifiquen les proves anaeròbiques en tres tipus segons el temps i intensitat implicats. El primer tipus es correspon a les proves anaeròbiques de curta durada (fins a 10 segons), les segones correspondrien a les de mitja durada (de 30 a 45 segons) i les darreres a les de llarga durada (fins a 120 segons). Considerant la dinàmica competitiva de l'esgrima i en atenció a les conclusions de l'anterior apartat, els protocols de valoració escollits s'emmarcarien, en aquesta classificació, dins del primer grup, afegint uns tests de dinamometria dinàmica per tal d'avaluar els nivells de força explosiva de les extremitats inferiors.

En el moment de decidir els tests per a l'esmentada valoració vam considerar la proposta de Rodríguez (1989), que classifica els mètodes de valoració funcional en dos grups:

- Els mètodes genèrics: són aquells sistemes d'avaluació global o referits a una sola funció, que permeten obtenir una informació sobre la capacitat funcional del subjecte, ja sigui de poca rellevància per la seva especialitat esportiva, o bé de baixa capacitat discriminativa en relació al seu potencial.

- Els mètodes específics: són aquells que avaluen capacitats rellevants per una modalitat esportiva concreta, tenint en compte factors com la cinemàtica i la dinàmica de l'especialitat, el cost energètic, les modificacions bioquímiques, els aparells o materials emprats en la competició

En atenció a aquesta sistematització, es van utilitzar protocols generals i específics de valoració. Els primers com a instruments de contrast amb d'altres poblacions esportives i com a mitjans de control de gran validesa i fiabilitat; els segons com elements de mesurament de qualitats físiques condicionades a l'execució tècnica.

L'especificitat de les avaluacions és un dels objectius pretesos en el conjunt d'aquest treball i que en la literatura apareix ja en les primeres referències relatives als mecanismes anaeròbics gràcies a Mastropaolo (1959), que mitjançant la descomposició de les diferents fases de moviment, amb tècniques cinematogràfiques, va analitzar la velocitat de moviment dels desplaçaments dels esgrimidors, paràmetre que ha estat avaluat en dos dels tests específics d'aquest treball. El mesurament de la potència anaeròbica alàctica es realitzà mitjançant un test específic, com els anteriors, dissenyat especialment per a l'avaluació dels esgrimidors (Iglesias 1990, 1991), i que requeria, a més a més, de la sol·licitació del mecanisme anaeròbic alàctic, un nivell de coordinació específic, doncs en la prova es combinaven els principals desplaçaments d'esgrima: marxar, trencar, fons i tornada a la guàrdia.

5.1.3. Definició dels objectius

De la definició general d'objectius de la tesi, destaquem per al present capítol la identificació del perfil funcional dels esgrimidors integrants de les seleccions espanyoles; la definició del perfil cineantropomètric dels esgrimidors incidint en l'asimetria produïda per la pràctica específica de l'esgrima; l'aplicació d'un sistema de determinació objectivable del nivell dels esgrimidors per tal de precisar l'estudi comparatiu entre tiradors de major o menor qualitat esgrimística; la valoració en laboratori de les principals característiques funcionals dels esgrimidors de les diferents modalitats: espasa, floret i sabre; .el disseny de protocols de valoració específica de la força explosiva de les extremitats inferiors que facilitin l'especificitat de l'avaluació per als tècnics en el control de l'entrenament; i la comparació dels resultats d'esgrimidors de diferent nivell en funció de l'aplicació de protocols generals i específics de valoració de la força explosiva.

5.2. SUPÒSITS I LIMITACIONS

Aquesta segona part de la tesi presenta dues parts diferenciades, una primera en la que es valora la força explosiva de les extremitats inferiors dels tiradors mitjançant diferents protocols i una segona en la que s'avaluen esgrimidors d'alt rendiment. La definició dels subjectes considerats d'alt rendiment ha estat la primera dificultat amb la que ens vam trobar, doncs la població d'estudi es limitava a esgrimidors amb entrenament en el territori espanyol per qüestions pressupostàries, ja que era pràcticament impossible realitzar proves pels diferents països del món on entrenaven el millors esgrimidors de cada modalitat. La limitació a la població espanyola ens va provocar dos efectes: un de positiu, doncs la totalitat de membres de les seleccions espanyoles absolutes van participar en l'estudi, i per tant la referència sobre tiradors d'alt nivell espanyols era total; l'efecte negatiu, o si més no, esbiaixant fou el fet de limitar a esgrimidors espanyols la valoració funcional d'alt nivell, ja que, malgrat es presenten les poques referències existents en la literatura sobre d'altres equips nacionals, els membres de les seleccions espanyoles tenen un nivell internacional força diferenciat, existint tiradors campions del món, i d'altres que, amb dificultats superen les primeres eliminatòries de qualsevol prova de Copa del Món.

En la interpretació dels resultats es van tractar els subjectes en funció del seu nivell esgrimístic. Aquest tractament vam procurar que fos el més objectiu possible, així, en un primer moment la classificació dels tiradors era relativament senzilla doncs existien dues categories, a nivell estatal, definides pels resultats assolits en proves de la RFEE: la primera categoria, que implicava la classificació entre els 16 millors en alguna prova absoluta del rànquing de la RFEE, i la segona categoria, on s'acollia la resta de tiradors. Dins d'aquesta distribució vam afegir-ne una altra,

dins dels de 1a categoria, que era la pertinença o no a la selecció espanyola "A", en el moment de les avaluacions.

Aquesta distribució definia tres grans grups de subjectes, i els diferenciava qualitativament, però desitjàvem una distribució, encara que qualitativa, que tingués un caràcter quantitatiu, que possibilités l'establiment de possibles correlacions entre aquesta i d'altres variables d'estudi. Es va considerar el rànquing oficial de la FIE, però el 90% dels subjectes no apareixien. El rànquing de la RFEE tenia un problema similar, doncs tan sols reflectia els subjectes de la primera categoria, així que vam dissenyar un sistema d'assignació de rànquing, descrit en la posterior metodologia, que assignava una puntuació de 0 a 100, en funció dels resultats i la seva regularitat, en competicions de diferent àmbit. El sistema ens va permetre un ventall més gran de puntuacions, amb diferenciacions entre subjectes del mateix nivell, el que afavoria l'anàlisi de les dades. Aquest mètode, però, presenta dues limitacions principalment: la primera és que està dissenyat per a la valoració d'esgrimidors absoluts, i per tant, malgrat s'ha introduït alguna referència a resultats "M-20"^(*), es quantifica el resultat en competicions d'aquesta categoria; la segona limitació fa referència als tiradors que, havent realitzat bons resultats durant un cert temps, el seu nivell esgrimístic és baix en el moment de realitzar els tests, i per tant, la puntuació presentaria una certa caducitat. Aquesta variable estranya l'hem intentada anul·lar incorporant tan sols a l'estudi els tiradors que es troben en un procés d'entrenament regular, sigui el nivell que sigui, no afegint-se, per exemple, esgrimidors que anteriorment pertanyien a un equip nacional, que realitzaven entre 5 i 10 sessions setmanals d'entrenament, i que en el moment de realitzar els tests, realitzessin un programa de manteniment d'una o menys sessions setmanals.

(*) Recordem que en l'esgrima de competició les categories d'edat s'estableixen segons siguin els tiradors: menors de 15 anys (M-15), menors de 17 anys (M-17), menors de 20 anys (M-20) i majors de 20 anys o absoluts (ABS).

En la valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors vam considerar d'interès la presentació d'una mostra el més fidel possible a la realitat de la població d'esgrimidors a Espanya. Per això, i també per les facilitats metodològiques que comportava, vam centrar l'estudi a Madrid i Barcelona, ciutats que apleguen més del 60% de la població total d'esgrimidors espanyols i on es concentraven, de forma temporal o permanent, els diferents integrants dels equips nacionals de tot l'estat. La mostra resultant de 215 subjectes representa, aproximadament, un terç de la població total d'esgrimidors de competició, de totes les categories d'Espanya en el moment de la realització de les valoracions. Les diferents taules de resultats expressen les dades en funció de diferents variables, entre elles, les categories de competició dels tiradors segons l'edat.

En relació als protocols generals i específics de força explosiva i potència anaeròbica alàctica utilitzats en el present treball cal esmentar que el primers, per l'abast tractament que han tingut en la literatura (Bosco i col. 1979, 1987, 1983, 1985) queda perfectament definida la seva validesa i fiabilitat, convertint-se els seus resultats en referències sobre d'altres modalitats esportives. Els tests específics tindran al final del capítol una reflexió sobre la seva validesa i fiabilitat.

El disseny d'aquests protocols no correspon a la voluntat de crear un instrument universal de mesurament específic, tan sols pretén ser un indicador més, una eina que pretenia ser útil i pràctica en mans del mestre d'esgrima per determinar, conjuntament amb d'altres variables, els elements de control i seguiment de l'entrenament, però amb un caire d'especificitat que d'altres tests, més coneguts i utilitzats en el món de l'activitat física i l'esport no presenten.

5.3. VALORACIÓ DE LA FORÇA EXPLOSIVA DE LES EXTREMITATS INFERIORS

5.3.1. Subjectes

5.3.1.1. Distribució de la mostra

Un total de 215 subjectes, 159 homes i 56 dones, van participar en l'estudi. La mostra era del tot heterogènia, representant el 31% de la mateixa els esgrimidors amb més de 5 anys d'antiguitat mentre que un terç de la mostra (33%) tenia tant sols un any d'experiència. Les cinc armes de competició oficial estaven representades en la mostra (Figura 5-1), en la que els esgrimidors més veterans tenien fins a 20 anys de pràctica.

Una de les fites de l'estudi era comparar els resultats dels protocols funcionals amb el nivell competitiu, per això es va incloure en l'anàlisi la totalitat dels tiradors dels equips preolímpic i olímpic dels Jocs de Barcelona'92. Dins dels 215 subjectes, destaquen 27 campions d'Espanya absoluts (individuals o per clubs) i altres 31 de categoria M-20.

La mitjana setmanal d'entrenament dels subjectes era de 8 hores (de=6), amb extrems de 2 i 30 hores de treball. El 25% de la mostra entrenava una mitja superior a les 10 hores, mentre que el 45% ho feia entre 4 i 10 hores i el 30% restant entrenava 2 hores i escaig de mitjana.

Els subjectes pertanyien a 17 dels millors clubs i centres

d'Espanya: de Barcelona la "Sala d'Armes Montjuïc" (n=88), el "Club d'Esgrima Fides" (n=32), les "Escoles d'Esgrima de la Federació Catalana d'Esgrima" (n=18) i el "Col·legi Sant Miquel" (n=1); de Sabadell el "Club Gimnàs Llenas" (n=6); de Madrid la "Sala de Armas de Madrid" (n=44), l' "INEF" (n=8), l' "Instituto Cardenal Cisneros" (n=6) i el "Centro Cultural de los Ejércitos" (n=1); de Canarias el "Club de Esgrima Puerto La Cruz" (n=1); de València el "Club de Esgrima Valencia" (n=1), el "Centro Cultural de los Ejércitos" (n=2) i el "Font de Sant Lluís" (n=1); de Ceuta la "Escuela Municipal de Ceuta"(n=1); de Logronyo la "Sala de Armas de Logroño" (n=1); de Burgos la "Sala de Armas Emilio García Díez" (n=2) i de La Corunya el "Club de Esgrima La Coruña" (n=2).

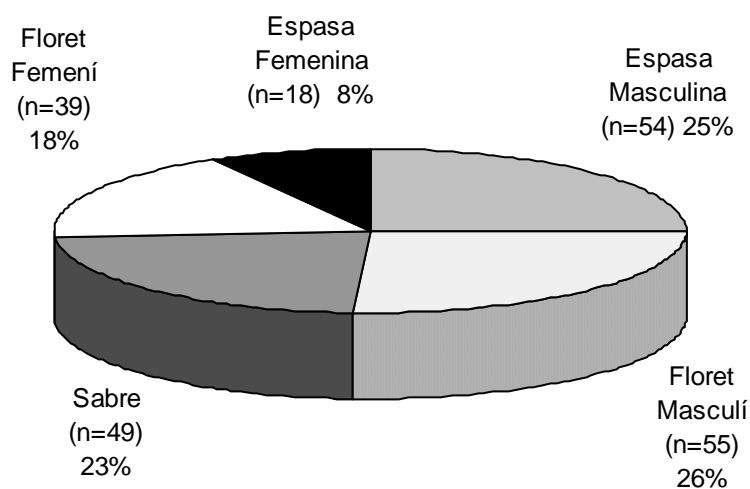


Figura 5-1: Distribució per armes de la mostra de subjectes de l'estudi de força explosiva de les extremitats inferiors.

Els 215 subjectes de l'estudi representen el 31% de la població d'esgrimidors de competició de tota Espanya, i l'anàlisi de les seves dades generals ens va donar a conèixer que l'edat mitjana era de 17 anys (de=5), amb extrems de 7 i 35 anys, i la distribució per categories prou similar a l'existent en la població real d'esgrimidors de competició espanyols (Figura 5-2).

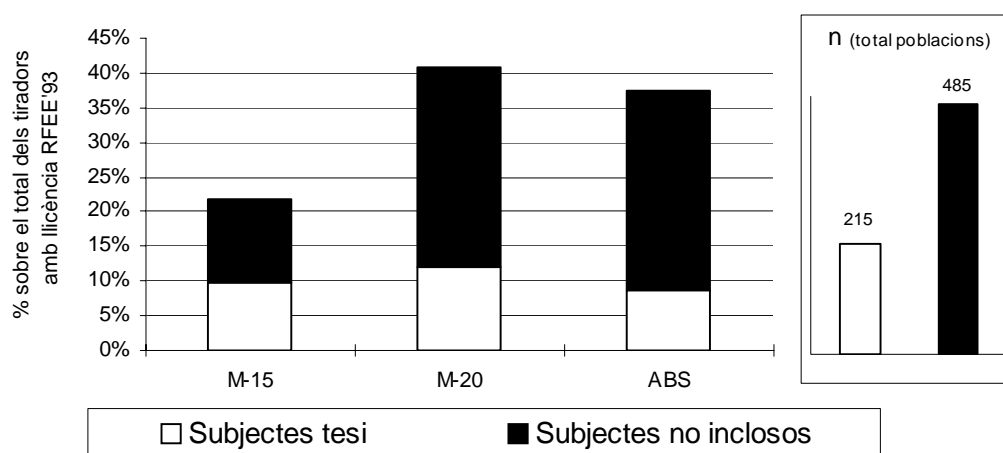


Figura 5-2: Comparació de la distribució percentual de la mostra de la tesi i la resta de tiradors no inclosos, segons la seva agrupació per categories de competició. S'inclou un segon gràfic amb la comparació del nombre total de subjectes de la mostra en relació a la població no inclosa, segons el nombre de llicències de competició del 1993 de la RFEE (RFEE 1994).

Atesa la rellevància que en l'esgrima es dona als tiradors esquerrans (Arrigo 1980, Azemar i col. 1983, Rossi i Salmasi 1985) vam comptabilitzar els existents en la mostra que resultaren ser 29, és a dir el 13'5 % del total, contra els 186 dretans (86,5%).

5.3.1.2. Criteris d'inclusió

Considerant la reduïda població de practicants d'esgrima a l'estat espanyol —2.593 llicències esportives, de les quals tan sols hi ha 700 de competició (RFEE, 1944)— vam considerar com a criteris d'inclusió:

- Ser practicant en actiu d'esgrima.
- Haver participat en alguna competició d'esgrima de qualsevol categoria o nivell.
- Acceptar voluntàriament i amb interès la realització dels diferents tests de l'estudi.
- Un quart criteri, no imposat, però determinat per les limitacions logístiques (transport dels materials, despeses, etc.), fou el lloc de residència doncs es va centrar l'estudi en l'àmbit geogràfic de les comunitats de Catalunya i Madrid: a Catalunya, perquè sense desplaçaments rellevants i amb moltes facilitats per part de l'equip de recerca i d'esportistes, tècnics i directius es podia aconseguir una gran mostra de subjectes, complementant-se amb les concentracions dels equips nacionals realitzades al CAR de Sant Cugat; i a Madrid, ja que és la ciutat on es troba el "Centro Nacional de Entrenamiento de la RFEE", lloc de concentració permanent dels equips espanyols i hi tenen seu molts clubs d'esgrima, als quals ens vam dirigir per tal d'incorporar els seus esgrimidors a la mostra de la tesi. Les llicències de competició d'ambdues comunitats —291 i 125 (RFEE 1994)— representen el 60% de la població total d'esgrimidors d'Espanya.

5.3.2. Material i mètode

5.3.2.1. Material

• **Quadre d'assignació de rànquing.** Es tracta d'un quadre (Figura 5-3), que millora la idea aplicada en un treball anterior (Iglesias i Cano, 1990), dissenyat per a aquest estudi amb l'objectiu d'obtenir una puntuació individual en base als resultats aconseguits en les competicions d'esgrima de cadascun dels subjectes de la mostra.

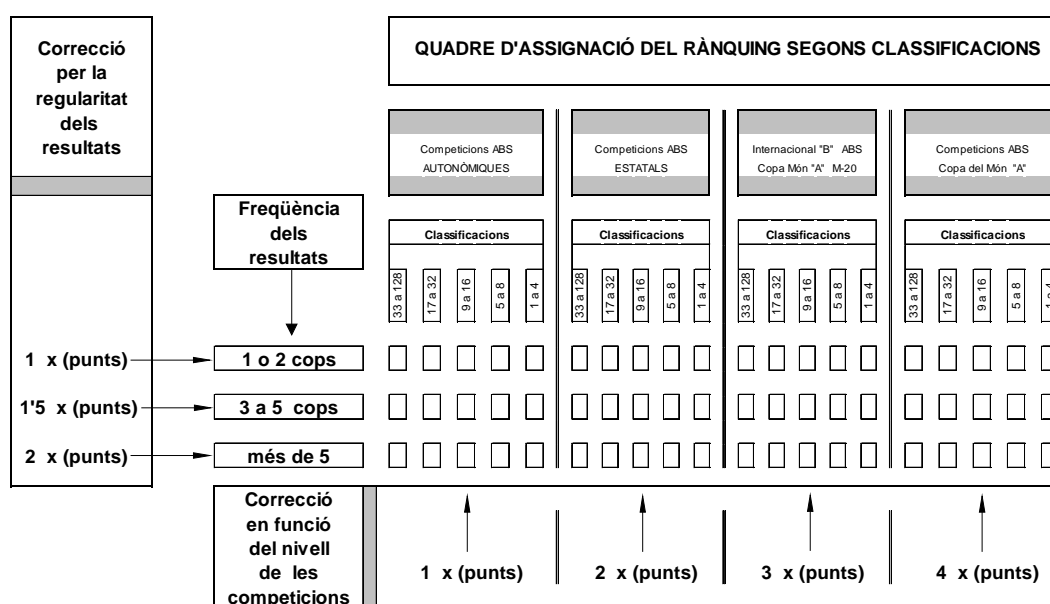


Figura 5-3: Quadre d'assignació del rànquing complementat amb els índexs de correcció utilitzats per a establir la puntuació de nivell individual a cadascun dels tiradors de la mostra.

- **Qüestionari de dades personals.** Formulari en el que els subjectes de l'estudi indicaven les seves dades personals així com característiques relacionades amb els anys de pràctica de l'esgrima, la dominació lateral o el club pel que competien (annex 1).

- **Plataforma de contacte Ergojump-Bosco** (Globus, Codogné, Itàlia). L'Ergojump es compon d'una plataforma de salts connectada a un microprocessador al que s'ha instal·lat el software dissenyat per Carmelo Bosco (Bosco i col. 1979, 1987, 1983, 1985) i que permet analitzar diferents manifestacions de la força i de les característiques de la musculatura de les extremitats inferiors. L'Ergojump ha estat utilitzat en aquest estudi per a mesurar la força explosiva en el salt vertical en semigatzoneta (SJ) i amb contramoviment (CMJ), així com per als protocols específics TF, TFS i $T_{3/5}$ i $T_{5/3}$. A la plataforma, per a la seva utilització en els protocols específics, se li van afegir unes adaptacions (Iglesias 1990, 1991; Iglesias i Rodríguez 1991a, 1991b) constituïdes per una catifa de PVC adherida a l'Ergojump i una cinta mètrica que determinava l'amplitud de moviment.

- **Filmadora de vídeo** (Sony Handicam 8mm). La filmadora, amb el seu trípod, era utilitzada per a gravar les imatges dels protocols específics per a la seva posterior visualització i anàlisi.

- **Vídeoreproductor** (Panasonic VHS). Aparell utilitzat per reproduir les imatges dels protocols específics i processar-les informàticament mitjançant les connexions a un ordinador Amiga 2000.

- **Cintes de vídeo** (Sony 8mm, TDK 8mm, Sony VHS-180, TDK VHS-180), utilitzades per a la gravació i observació dels diferents tests del treball.

- **Televisor** (Sony Trinitron 14”), on s’han reproduït les imatges de les filmadores o dels vídeoreproductors.

- **Ordinadors i Impressores**, ja descrits en el capítol 4.

- **Programes informàtics**. Destaquem entre els més emprats en la realització del treball: Word 97 (també en versions anteriors), Excel 97 (també en versions anteriors), Office 97, Windows'95, SPSS/Windows (i també PC⁺), MS-DOS 6.22, Podogés (© M.Rueda), Microsoft Works 3.0, Ergojump Bosco System (© Bosco).

5.3.2.2. Mètode

En cadascuna de les sessions de recollida de dades els tiradors avaluats realitzaven la mateixa dinàmica per tal de reduir possibles variables estranyes. Primerament s’informava als esgrimidors de la metodologia i objectius principals de l’estudi. A continuació se’ls convidava a realitzar els protocols generals de força explosiva: SJ en primer lloc i CMJ a continuació. Posteriorment els tiradors feien un escalfament, centrat principalment en l’execució del fons, al ser el desplaçament de les proves a realitzar. Un cop els subjectes estaven preparats s’iniciava la segona fase de les proves a la plataforma amb el TF i a continuació el TFS. Per tal de deixar entre 3 i 5 minuts de repòs els esgrimidors utilitzaven aquest temps per omplir les dades personals del qüestionari (annex 1) i seguidament realitzaven el T3x5. Els subjectes de la mostra que també van ser avaluats mitjançant el test T5x3 també reposaven entre 3 i 5 minuts abans d’executar el darrer protocol.

Amb tot això vam recollir de tots els subjectes diferents variables que descriurem a continuació:

- Dades generals

Del qüestionari que els subjectes complimentaven es van extreure diferents dades, algunes d'elles utilitzades com a variables d'anàlisi, i que tot seguit n'exposem el tractament rebut:

A/ Anys de pràctica de l'esgrima

Els anys de pràctica de l'esgrima van ser considerats com a unitats per la imprecisió de les respostes dels subjectes, doncs molts d'ells desconeixien la data exacta —dia, mes i any— en que van iniciar-se en aquest esport, per contra, si tan sols es demanava l'any, les respostes eren molt més precises.

B/ Assignació de rànquing

En el qüestionari (annex 1) s'afegia un quadre d'assignació de rànquing (Iglesias 1990, 1991; Iglesias i Rodríguez 1991a, 1991b) en el que els esgrimidors marcaven amb creus els resultats obtinguts segons criteris de nivell i regularitat (Figura 5-3). En cadascuna de les columnes existents en el quadre els tiradors havien de marcar, com a màxim, una creu que representava l'eliminatòria fins a la que s'havia accedit en cada nivell competitiu, i la regularitat del resultat. Complimentat el quadre s'aplicava la següent fórmula:

$$[(\sum x)1+(\sum x)1,5+(\sum x)2]1+[(\sum x)1+(\sum x)1,5+(\sum x)2]2+[(\sum x)1+(\sum x)1,5+(\sum x)2]3+[(\sum x)1+(\sum x)1,5+(\sum x)2]4=RK$$

essent,

$\sum x$ =nombre de creus assenyalades per filera en cada nivell

RK=Rànquing (expressat en punts de 0 a 100)

Les correccions introduïdes en funció de regularitat i nivell responen a la següent descripció:

Correcció de regularitat:

1/ Cada casella assenyalada en la fila superior equival a 1 punt (fila de regularitat: resultat assolit 1 o 2 cops).

2/ Cada casella assenyalada en la fila intermitja equival a 1,5 punts (fila de regularitat: resultat assolit de 3 a 5 cops).

3/ Cada casella assenyalada en la fila inferior equival a 2 punts (fila de regularitat: resultat assolit més de 5 cops).

Correcció de nivell:

1/ La suma dels punts obtinguts en les competicions de nivell autonòmic absolut es multipliquen per 1 (x 1).

2/ La suma dels punts obtinguts en les competicions de nivell estatal absolut es multipliquen per dos (x 2).

3/ La suma dels punts obtinguts en les competicions de nivell

internacional absolut de categoria "B" o les copes del món "M-20" es multipliquen per tres (x 3).

4/ La suma dels punts obtinguts en les competicions internacionals de categoria "A" absolut es multipliquen per quatre (x 4).

La manca d'una classificació oficial que ens possibilités relacionar el nivell dels esgrimidors segons els indicadors funcionals ens va dur a dissenyar aquest sistema. La valoració de rànquing (RK) descrita en aquest estudi no és utilitzada en d'altres situacions però ens ha permès precisar la discussió de l'anàlisi de les dades resultants.

Durant la discussió dels resultats vam considerar adient afegir una recodificació de la puntuació del rànquing que agrupés els tiradors en diferents intervals, coincidint, amb la màxima puntuació que podien assolir en cadascun dels blocs de competicions inclosos en el quadre d'assignació del rànquing. Així vam establir els següents intervals:

Interval 1: 0 punts al RK	Tiradors de molt baix nivell
Interval 2: 1 a 10 punts al RK	Tiradors de nivell autonòmic
Interval 3: 11 a 30 punts al RK	Tiradors de nivell estatal
Interval 4: 31 a 60 punts al RK	Tiradors amb experiència internacional
Interval 4: 61 a 100 punts al RK	Tiradors de nivell internacional

C/ Arma

S'establí la divisió dels subjectes de la mostra en les cinc modalitats de l'esgrima: espasa masculina, espasa femenina, floret masculí, floret femení i sabre, segons l'arma practicada per cadascun.

D/ Sexe

La mostra fou dividida en alguns dels anàlisis en homes i dones per establir-ne comparacions i diferències.

E/ Nivell

A banda de la precisió dels resultats del quadre d'assignació del rànquing es realitzà, anteriorment, una classificació dels subjectes segons tres grans nivells esgrimístics:

Nivell 1: Tiradors de la selecció espanyola.

Nivell 2: Tiradors de la primera categoria nacional, és a dir, classificats en alguna de les competicions estatals entre els 16 primers, dels quals quedaven exclosos tots els de nivell 1.

Nivell 3: La resta de tiradors.

F/ Hores setmanals d'entrenament

Es sol·licità la mitjana aproximada d'hores d'entrenament setmanal en la temporada en que es van realitzar les proves.

G/ Edat

L'edat dels subjectes ha estat considerada segons els patrons internacionals de les investigacions científiques que aconsellen el càlcul de l'edat en sistema decimal, establint l'edat real en base a la diferència entre la data de la valoració i la data de naixença. Els càlculs es realitzen en valors decimals segons una taula d'equivalència (Taula 5-1) exposada, entre d'altres autors, per Zatsiorski (1989).

• Valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors

A/ Protocols generals:

- Squat Jump (SJ):

Prova de salt vertical sobre la plataforma de contacte, descrit per Bosco (Bosco i col. 1979, 1987, 1983, 1985), en el que es mesura l'alçada aconseguida pels subjectes gràcies al component contràctil de la musculatura extensora de les cames. La posició de partida és amb flexió

de cames de 90° i el salt vertical s'executa sense impulsió dels braços, que queden agafant els malucs durant tota l'execució. Es realitzaren tres intents correctes, amb un minut de repòs entre cadascun, dels que es va recollir el millor.

Taula 5-1: Expressió de tots els dies de l'any segons el sistema decimal.

Dia	Mes											
	1 Gen	2 Feb	3 Mar	4 Abr	5 Maig	6 Juny	7 Jul	8 Ago	9 Set	10 Oct	11 Nov	12 Des
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	343	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	269	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	354	438	521	606	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	943
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	280	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	365	449	532	617	701	784	869	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	954
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	794	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	469	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	480	562	647	732	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	406	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082		244		411		578	663		830		997

De Zatsiorski (1989)

- *Counter-Movement Jump* (CMJ):

Prova de salt vertical, amb contramoviment previ, sobre la plataforma de contacte, descrit per Bosco (Bosco i col. 1979, 1987, 1983, 1985), en el que es mesura l'alçada aconseguida pels subjectes gràcies als components contràctil i elàstic de la musculatura extensora de les cames. La posició de partida és dempeus, des de la que es realitza un salt amb contramoviment a l'arribar a la flexió de cames als 90°, realitzant-se un salt vertical executat sense impulsió dels braços, que queden agafant els malucs durant tot el salt. Es realitzaren tres intents correctes, amb un minut de repòs entre cadascun, dels que es va recollir el millor.

- Coeficient d'elasticitat:

Indicador del grau d'utilització del component elàstic de la força dels subjectes obtingut restant el resultat del salt amb contramoviment (CMJ) el valor del *Squat Jump* (SJ) segons l'expressió:

$$\text{Coeficient d'elasticitat} = \text{CMJ} - \text{SJ}$$

B/ Protocols específics:

- Test de Fons (TF):

Test en el que es valorà la velocitat de moviment en el "fons" mitjançant el càlcul de l'amplitud i el temps d'execució. La mesura era presa des del moment en que el peu davanter abandonava la plataforma fins que aquest tornava a contactar amb ella, i l'amplada era el recorregut efectuat pel taló d'aquest mateix peu. Els tiradors es col·locaven en la posició inicial de guàrdia amb un peu dins i un fora la plataforma, i

realitzaven el moviment del fons en la seva màxima extensió i velocitat, però sempre respectant l'execució tècnica. S'avaluaren tres intents, amb un minut de repòs entre cadascun d'ells, escollint-se el millor de tots.

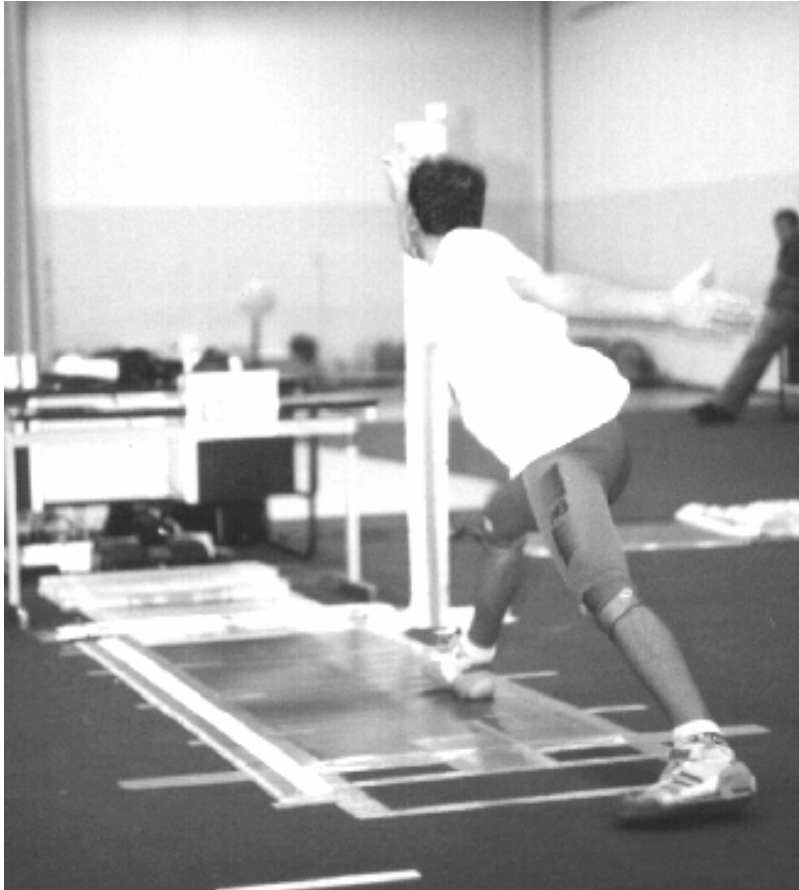


Foto 5-1: Execució del test de fons (TF) sobre la plataforma de contacte.

El temps d'execució es determinà amb el microprocessador de l'Ergojump, mentre que l'amplitud del moviment fou estudiada posteriorment mitjançant les imatges enregistrades per vídeo i una aplicació informàtica (Podogés ©M.Rueda). Des del programa es podien tractar les imatges amb precisió i a la fi es transformaven els valors de

píxels a centímetres, establint per a cada acció la seva amplitud de moviment.

Malgrat l'allargada del fons podia ser presa directament amb l'observació de la petjada del peu davanter, decidirem enregistrar les imatges per la dificultat que comportava obligar a tots els subjectes la col·locació del peu davanter ajustant el taló en una posició inicial única i invariable —punt de mesura 0 cm— mentre que amb el vídeo, si el subjecte es posava en guàrdia amb el taló algun cm per damunt o darrera de la línia de partida, en el tractament informàtic es realitzava la correcció sense cap error de mesura evitant repetir els tests. La inespecificitat de l'Ergojump per a l'avaluació específica dels moviments d'esgrima feia que sovint existissin intents nuls, per això amb la mesura videogràfica evitàvem els errors derivats de la col·locació dels subjectes, restant tan sols els motivats per la sensibilitat de la plataforma (*).

- Test de fons amb salt (TFS):

Test en el que es valorà la velocitat de moviment en el "fons" realitzat amb posterioritat a un salt endavant. El sistema de mesura utilitzat fou el mateix que en el TF, però en aquesta prova els tiradors es col·locaven en la posició inicial de guàrdia fora la plataforma, i després de realitzar el moviment de salt endavant, contactant amb el peu davanter dins la plataforma, es realitzava el moviment del fons, també en la seva màxima extensió i velocitat, respectant l'execució tècnica. S'avaluaren tres

(*) L'Ergojump és una plataforma composta per unes làmines de metall connectades entre si per un circuit elèctric i que l'activen o desactiven en funció de la pressió que sostenen. En els tests específics la posició de guàrdia, amb un peu dins i l'altre fora de la plataforma feia que, en ocasions, els tiradors desplaçessin el centre de gravetat enrera, deixant poca pressió sobre el peu avançat i provocant l'activació del sistema fora de moment, el que esdevenia en un intent nul. Un altre motiu d'error era el no iniciar el moviment des de la línia de partida, doncs molts dels esgrimadors, fins a assolir la posició idònia de guàrdia realitzaven algunes correccions del peu, el que donava senyal d'intent nul. En l'aplicació de l'estudi es va decidir utilitzar el vídeo, eliminant així aquesta segona font de fallides.

intents, amb un minut de repòs entre cadascun d'ells, escollint-se el millor de tots. El temps d'execució es determinà amb el mini-ordinador de l'Ergojump, mentre que l'amplitud del moviment fou estudiada posteriorment mitjançant l'aplicació informàtica de les imatges enregistrades per vídeo que en aquest test esdevingué del tot imprescindible, tret que s'hagués dissenyat algun sistema on la petjada de l'esgrimidor quedés recollida en els seus dos recolzaments a la plataforma.

- Test de 3x5m ($T_{3/5}$):

Test dissenyat per aconseguir una relació entre l'execució tècnica i la potència anaeròbica dels esgrimidors. En aquesta prova els tiradors havien de recórrer tres cops cinc metres endavant i endarrera (total 30 m), en el menor temps possible mitjançant els desplaçaments específics d'esgrima ("trençar - marxar - fons - tornar a la guàrdia - trençar - marxar - fons..."). Es valorà el temps total en l'execució del test i també es va considerar com a referència la mitjana dels temps de contacte ($XCONT_{3/5}$) del peu avançat en el fons com a possible indicador d'elasticitat específica dels tiradors.

- Test de 5x3m ($T_{5/3}$):

En aquesta prova els esgrimidors havien de recórrer cinc vegades tres metres endavant i endarrera (total 30 m), en el menor temps possible mitjançant els desplaçaments específics d'esgrima ("trençar - marxar - fons - tornar a la guàrdia - trençar - marxar - fons..."). Les característiques similars d'aquests test amb el descrit anteriorment ens possibilitaren millorar la validesa del primer test, considerat com a principal.

5.3.3. Disseny i mètode estadístic

5.3.3.1. Disseny

En aquesta fase del treball s'ha realitzat un estudi de caràcter descriptiu i transversal que correspon a les característiques del mètode observacional correlacional. Per Bisquerra (1989) els estudis descriptius són aquells que tenen com a finalitat la descripció dels fenòmens i es basen normalment en l'observació. La seva classificació no és exempta d'arbitrarietat doncs en la literatura especialitzada (Best 1972; Fox 1981; Pereda 1987; Van Dalen i Meyer 1981) no existeix un criteri uniforme. Considerant els seus trets fonamentals, es pot emmarcar aquest treball dins dels estudis transversals, ja que estudiem, en un mateix moment diferents individus que representen diferents etapes de desenvolupament (categories) i on s'afegeix l'anàlisi de cohorts, que fa referència a col·lectius d'individus amb característiques comunes, com l'arma o el nivell esgrimístic. La tècnica observacional correlacional ens fonamenta la recerca en la recollida de dades, per la observació sistemàtica dels diferents tests i les seves interpretacions, i per la posterior anàlisi de les relacions entre les variables.

Prenent com a referència el criteri metodològic (Bisquerra 1989) les variables presents en l'estudi es classifiquen en:

A/ Variables independents

- Sexe
 - ① Homes
 - ② Dones

- Arma

- ① Espasa masculina
 - ② Floret masculí
 - ③ Sabre masculí
 - ④ Floret femení
 - ⑤ Espasa femenina
- Forma de tocar amb l'arma
 - ① Espasa masculina i floret masculí (Punta)
 - ② Sabre masculí (Punta, tall i contratall)
- Nivell
 - ① Selecció espanyola absoluta "A"
 - ② Tiradors de 1a categoria estatal
(Classificats entre els 16 primers en alguna prova del rànquing de la RFEE)
 - ③ Tiradors de 2a categoria estatal
(No classificats entre els 16 primers en ninguna prova del rànquing de la RFEE)
- Rànquing
- Recodificació del rànquing
 - ① 0 punts al rànquing
 - ② 1 a 10 punts al rànquing
 - ③ 11 a 30 punts al rànquing
 - ④ 31 a 60 punts al rànquing
 - ⑤ 61 a 100 punts al rànquing
- Hores d'entrenament
- Edat
- Categories segons l'edat

- ① "M-12"
- ② "M-15"
- ③ "M-17"
- ④ "M-20"
- ⑤ "ABS"

- Anys de pràctica de l'esgrima

Per Bisquerra (1989) aquestes variables suposen el factor que l'investigador proposa per descobrir les seves relacions amb la variable dependent, essent la suposada causa d'una modificació en una relació causa-efecte. Per l'Autor totes les variables independents utilitzades són de caràcter orgànic, és a dir corresponents als subjectes, i no pas ambientals com podrien ser la temperatura, l'hora del dia i d'altres que no hem considerat en el disseny del treball.

B/ Variables dependents

- Squat Jump
- Counter-Movement Jump
- Coeficient d'elasticitat
- Test de fons
- Test de fons amb salt
- Test de 3 x 5 m
- Temps total de contacte en el test de 3x5 m
- Mitjana dels temps de contacte del test 3 x 5 m
- Test de 5 x 3 m
- Test de fons: primera execució
- Test de fons: segona execució
- Test de fons: tercera execució
- Test de fons amb salt: primera execució

- Test de fons amb salt: segona execució
- Test de fons amb salt: tercera execució
- Test de 3 x 5 m: primera execució
- Test de 3 x 5 m: segona execució

Les variables dependents són les que es modifiquen en funció de les variables independents. En el nostre estudi ho són tots els paràmetres resultants de l'avaluació de la força explosiva de les extremitats inferiors mitjançant els protocols generals i els específics.

Per a Bisquerra (1989), en el criteri metodològic cal afegir un tercer tipus de variables:

C/ Variables estranyes

Que les defineix per exclusió com aquelles que no són dependents ni independents, alienes al treball, però que poden exercir una influència sobre els resultats. L'Autor considera que habitualment s'inclouen variables organísmiques i ambientals que no han estat controlades en el disseny de l'estudi. Possibles factors d'influència que es podrien tractar com a variables estranyes destaquem:

- Motivació dels subjectes

La realització de tests i proves de valoració funcional no presenten el mateix interès en tots els subjectes. En els adults, inclosos o no, els membres de l'equip nacional s'han vist reaccions diferencials que anaven del gran interès i desig de col·laborar en les tasques de l'anàlisi, fins a comportaments de compromís en els que l'execució maximal dels tests podria ser qüestionada. Els nens, generalment, van trobar els tests com a una activitat diferent i demostraren motivació i gran interès en realitzar correctament les execucions.

- Context de l'avaluació

La necessitat d'avaluar als diferents membres dels equips nacionals va provocar la realització dels tests en diferents sales d'esgrima. Condicionants com la il·luminació, la superfície del terra i les condicions particulars de cada moment (presència d'altres companys, tècnics...) podria representar una influència sobre els resultats finals. En tot moment vam intentar minvar al màxim la incidència d'aquests factors realitzant els tests en ubicacions relativament apartades, on els esportistes podien realitzar les proves sense factors distorsionadors.

- Estat dels esportistes i període d'observació

La recollida de dades fou realitzada dins del període competitiu dels esgrimidors, de manera que l'estat d'entrenament, amb les variacions interindividuals existents que assumíem, no presentava grans diferències relatives al tipus de preparació, més general o especial, que tinguessin els tiradors. En les valoracions sobre la plataforma de força els tests van ser realitzats sempre després d'un escalfament i en l'inici de les sessions d'entrenament.

- L'observador

Les expectatives de l'observador envers la investigació, així com l'existència de diferents avaluadors representen una de les variables estranyes més conegudes. En el nostre treball totes les recollides de dades i tests sobre la plataforma de contacte foren realitzades, amb les mateixes pautes temporals i metodològiques, pel mateix observador, qui a més a més, fou l'únic en explicar a tots i cadascun dels esgrimidors la forma d'omplir els fulls de dades amb el quadre d'assignació del rànquing, i la metodologia dels diferents protocols. Cap mesura de les avaluades representava una mesura subjectiva; fins i tot es va dissenyar un mètode d'assignació del nivell esgrimístic que objectivava criteris, en

ocasions subjectius, com la pertinença o no a un equip nacional ^(*) .

5.3.3.2. Tractament de dades i anàlisi estadística

5.3.3.2.1. Recollida i tractament de les dades

L'anàlisi de la força explosiva de les extremitats inferiors dels esgrimidors va necessitar d'un total de 20 sessions de recollida de dades. Aquestes foren distribuïdes com segueix: 7 a Madrid (2 a *la Sala de Armas de Madrid*, i 5 al *Centro Nacional de Entrenamiento* de la RFEE), i 13 a Barcelona (2 al Club d'Esgrima Fides, 6 a la Sala d'Armes Montjuïc, 2 al Centre de Tecnificació i Escoles d'Esgrima de la Federació Catalana d'Esgrima i 3 a la sala d'esgrima del CAR de Sant Cugat).

Tal i com s'ha descrit en el mètode (5.3.2.2) la dinàmica emprada per la recollida de dades sempre fou la mateixa. Primerament s'exposava als tiradors quina era la metodologia i els objectius principals del treball i a continuació realitzaven els tests i omplien el qüestionari amb el quadre d'assignació del rànquing.

Els protocols generals eren realitzats en la plataforma de contacte, on, gràcies al software (©Bosco) dissenyat per a aquests tests, es recollien les alçades en cm que assolien els tiradors. Aquestes eren anotades en un full d'observació i transferides, posteriorment a un full de

^(*) Evidentment el subjectivisme a que ens referim en la decisió de pertànyer o no a un equip nacional no correspon a l'observador ni a cap integrant del nostre treball, sinó al seleccionador espanyol o a la comissió a qui pertoca, qui amb criteris, principalment de resultats, però en ocasions amb la incorporació de criteris tècnics, introdueixen un element "no objectivable". La creació del rànquing de punts, totalment objectiu, en funció de resultats i regularitat reduïa l'efecte d'aquesta possible variable estranya en l'anàlisi dels resultats.

càlcul (Excel) per tal de ser processades i transformades en una matriu de dades per a la seva anàlisi estadística (SPSS).

Per tal de mesurar amb el software del miniordinador de la plataforma de contacte el protocols específics, vam aplicar en cadascun d'ells diferents interpretacions de les dades recollides, així:

- en el TF s'utilitzà el "programa 1" de l'Ergojump. Les dades recollides per la impressora del mini-ordinador eren arxivades i els paràmetres corresponents a la mesurament del temps de vol "Fly Time" ens aportaven la variable temps (s). Aquesta dada era relacionada amb la variable distància (m) de fons aconseguida després de visionar cadascun dels tests dels tiradors en el laboratori. El pas de les dades a un full de càlcul ens donava el resultat final del test, mesurat en velocitat de moviment de la cama anterior ($m \cdot s^{-1}$).

- en el TFS vam emprar la mateixa dinàmica, però en aquest cas el "programa 7" de l'Ergojump era l'únic que ens permetia iniciar el test des de fora de la plataforma de contacte, tal i com havíem descrit en la metodologia. La significació de les dades de la impressora, així com del visionat de la filmació van presentar el mateix tractament que en el TF.

- en el TF_{3x5} el "programa 7" de l'Ergojump també fou l'escollit per a la recollida de dades. La significació de les dades impreses era la següent:

- 1er "Contact Time" (s): Valor desestimat (senyal d'inici del test)
- 1r "Fly Time" (s): Temps d'execució dels primers 10 m.
- 2n "Contact Time" (s): Primer temps de contacte en el fons
- 2n "Fly Time"(s): Temps d'execució dels segons 10 m.
- 3r "Contact Time" (s): Segon temps de contacte en el fons
- 3r "Fly Time" (s): Temps d'execució dels tercers 10 m.

4t "Contact Time" (s): Valor desestimat (senyal de fi del test)

Les dades eren passades al full de càlcul d'on s'obtenia el resultat final del test al sumar els tres temps de vol amb els dos de contacte. La mitjana dels dos temps de contacte fou una altra variable que vam considerar en l'anàlisi estadística.

- en el TF5x3 també fou el "programa 7" de l'Ergojump l'emprat, seguint el mateix procés que el descrit pel test de TF3x5 :

1r "Contact Time" (s): Valor desestimat (senyal d'inici del test)

1r "Fly Time" (s): Temps d'execució dels primers 6 m.

2n "Contact Time" (s): Primer temps de contacte en el fons

2n "Fly Time"(s): Temps d'execució dels segons 6 m.

3r "Contact Time" (s): Segon temps de contacte en el fons

3r "Fly Time" (s): Temps d'execució dels tercers 6 m.

4t "Contact Time" (s): Tercer temps de contacte en el fons

4t "Fly Time" (s): Temps d'execució dels quarts 6 m.

5è "Contact Time" (s): Quart temps de contacte en el fons

5è "Fly Time"(s): Temps d'execució dels cinquès 6 m.

6è "Contact Time" (s): Valor desestimat (senyal de fi del test)

Les dades generals foren incloses en el mateix full de càlcul (Excel, versions 3.0 a 7.0) des d'on es van realitzar les codificacions necessàries per emprar un programa estadístic (SPSS, en versions PC⁺ i Windows) en el que analitzar el conjunt de variables resultants.

5.3.3.2.2. Anàlisi estadística

El tractament estadístic de les dades va seguir els següents procediments:

- Descriptius: L'anàlisi de les variables relacionades amb la força explosiva i la potència anaeròbica alàctica de les extremitats inferiors presenta una vessant descriptiva on els diferents paràmetres avaluats (SJ, CMJ, TF, TFS, etc.) són tractats calculant-se la mitjana (\bar{X}), desviació estàndard (de) i valors extrems (max i min). Els descriptius de les diferents variables són presentats en les taules de resultats.

- Prova de normalitat de Kolmogorov-Smirnov: aplicada a totes les variables de l'estudi. Aquesta prova permet la comparació de la distribució acumulada d'una variable continua amb les distribucions teòriques de la llei normal. Del conjunt de variables dependents de la mostra tan sols el coeficient d'elasticitat (n=212) no va presentar una distribució normal ($p < 0,05$). L'anàlisi de les variables independents numèriques va presentar 4 casos de no normalitat en la distribució: els anys de pràctica de l'esgrima (n=210, $p < 0,001$), l'edat (n=213, $p < 0,05$), les hores d'entrenament (n=213, $p < 0,001$) i el rànquing (n=212, $p < 0,001$).

- Regressió simple: Intervenció estadística utilitzada per conèixer la relació existent entre dues variables. La regressió simple s'ha calculat mitjançant el coeficient de correlació (Pearson) que és el que ens informa sobre el grau d'arreglament lineal de les diferents parelles de punts relacionades. Posteriorment s'ha determinat l'equació de regressió per tal d'obtenir la recta que millor s'ajusta al núvol de punts graficats. En la correlació lineal s'ha descrit el nivell de significació estadística en cadascuna de les relacions analitzades.

En les taules i figures es presenten les diferents equacions de regressió conjuntament amb el coeficient de correlació (r) i el seu diferent grau de significació estadística:

*	$p \leq 0,05$	(probablement significativa)
**	$p \leq 0,01$	(significativa)
***	$p \leq 0,001$	(molt significativa)

Anàlisi de la variança: ens dona informació sobre la dispersió dels valors respecte la mitjana en la comparació. L'homogeneïtat o no de les variances de dues variables (*Levene's test*) al comparar-les ens condiona la selecció del resultat favorable a l'igualtat (*equal*) o no (*unequal*) de les mateixes, en la significació de les diferències de les mitjanes de les variables d'estudi en l'aplicació de la prova de la T de Student per a dades independents, així com en la definició de l'interval de confiança.

- T de Student per a dades aparellades: utilitzada per comparar les mitjanes de parells de valors. Aquesta intervenció estadística ha pogut ser emprada ja que en tots els casos analitzats o bé les mostres eren superiors a 30 ($n > 30$) o seguien la distribució normal.

- T de Student per a dades independents: utilitzada per comparar les mitjanes d'una variable quantitativa en relació a dos grups d'una variable qualitativa. Com en l'aplicació de la T de Student per a dades dependents aquesta prova ha pogut ser emprada a l'ésser tots els casos superiors a 30 ($n > 30$) o bé, seguir les variables la distribució normal.

- U de Mann-Whitney: utilitzada exclusivament, en aquest apartat, en la comparació de mitjanes en grups independents dels anàlisis on no se seguia la distribució normal i les mostres eren inferiors a 30 subjectes.

- Test de Wilcoxon: utilitzat exclusivament en la comparació de mitjanes en grups amb dades aparellades dels anàlisis on no se seguia la distribució normal i les mostres eren inferiors a 30 subjectes.

• Puntuacions estàndard Z: sistema paramètric d'avaluació utilitzat per comparar els resultats descriptius de diferents tests. Segons Domènech (1982) si calculem la diferència entre una certa puntuació (X_i) i la mitjana del grup normatiu (\bar{X}), la diferència $X_i - \bar{X}$ serà tant major com quan més allunyat està el valor (X_i) de la mitjana (\bar{X}). Aquesta diferència no es comparable amb la d'un altre test, doncs tindrà una o altre interpretació segons sigui la dispersió (de) del grup normatiu. Per assolir un índex absolut, s'hauran de relacionar aquestes diferències amb les desviacions típiques corresponents, resultant la puntuació estàndard, definida per la fórmula:

$$Z = (X_i - \bar{X}) \cdot de^{-1}$$

Les puntuacions estàndard (Z) tenen una interpretació ben definida quan són calculades en distribucions normals. Els valors de Z estan compresos entre +3 i -3.

5.3.4. Resultats

En la valoració de la força explosiva i potència anaeròbica alàctica de les extremitats inferiors hem considerat l'anàlisi de les dades des de diferents perspectives que ens aportessin informació sobre la rellevància de les qualitats avaluades, o bé en relació a les possibles diferències existents entre els subjectes mostrats. Per aquest motiu en primer lloc s'han utilitzat els registres del conjunt de tiradors, des de la que els resultats s'han examinat globalment, i en la distribució en grups, segons el sexe, arma, nivell, recodificació de la variable rànquing, categoria i forma de tocar amb l'arma.

A continuació la valoració s'ha centrat en una mostra més homogènia, seleccionant els esgrimidors de la primera categoria nacional, determinats en el nostre treball com a nivells 1 i 2, i s'ha procedit a la seva anàlisi global, seguint criteris similars als emprats anteriorment en la descripció dels valors.

L'avaluació dels subjectes de la selecció espanyola (nivell 1) exclusivament, s'ha inclòs en el proper apartat en el que s'analitza el perfil dels esgrimidors d'alt rendiment amb més detall, englobant així la determinació de la força explosiva de les extremitats inferiors amb les valoracions cineantropomètrica i ergoespiromètrica.

En la presentació dels resultats, i atenent a l'heterogeneïtat dels subjectes, hem considerat adient incloure en la caracterització de les principals dades generals (edat, hores d'entrenament setmanals, anys de pràctica de l'esgrima i rànquing 0 a 100) dels grups en que s'ha distribuït cada presentació.

En la distribució per sexes del conjunt d'esgrimidors es pot observar com gairebé no existeixen diferències entre homes i dones en la comparació de les seves característiques generals (Taula 5-2).

Taula 5-2: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

<u>Edat anys</u>	<u>Hores setmana h</u>	<u>Rànquing n</u>	<u>Anys pràctica anys</u>
Homes			
(n=157) 17,6 ± 5,7 (6,6 - 35,0)	(n=157) 8,6 ± 7,2 (2,0 - 30,0)	(n=157) 16,7 ± 24,8 (0,0 - 94,0)	(n=156) 4,5 ± 4,5 (0,0 - 20,0)
Dones			
(n=56) 18,1 ± 4,9 (7,5 - 34,6)	(n=56) 7,2 ± 4,7 (2,0 - 20,0)	(n=55) 16,4 ± 22,9 (0,0 - 80,0)	(n=54) 4,6 ± 4,6 (0,0 - 19,0)
Global			
(n=213) 17,7 ± 5,5 (6,6 - 35,0)	(n=213) 8,2 ± 6,7 (2,0 - 30,0)	(n=212) 16,6 ± 24,3 (0,0 - 94,0)	(n=210) 4,5 ± 4,5 (0,0 - 20,0)

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

Taula 5-3: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Homes								
(n=157)			(n=157)			(n=157)		
32,2	±	8,0	34,5	±	9,2	2,2	±	3,1
(14,5	-	50,3)	(14,6	-	61,5)	(-5,6	-	25,3)
Dones								
(n=55)			(n=55)			(n=55)		
27,9	±	5,1	29,5	±	5,6	1,6	±	2,0
(18,3	-	42,9)	(18,9	-	48,5)	(-2,1	-	9,1)
Global								
(n=212)			(n=212)			(n=212)		
31,1	±	7,6	33,2	±	8,7	2,1	±	2,8
(14,5	-	50,3)	(14,6	-	61,5)	(-5,6	-	25,3)

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

Els tiradors presenten nivells superiors ($p < 0,001$) en el test de salt amb contramoviment (CMJ) ($\bar{X} = 33,2$ cm; $de = 8,7$), en relació al salt des de posició estàtica amb cames flexionades (SJ) ($\bar{X} = 31,1$ cm; $de = 7,6$), el que comporta l'aparició d'un coeficient d'elasticitat positiu xifrat en 2,1 cm ($de = 2,8$) de mitjana. Els valors extrems de 14,5 i 50,3 cm en SJ i 14,6 i 61,5 cm en el CMJ, així com de -5,6 i 25,3 cm en el coeficient d'elasticitat, ens revelen una gran heterogeneïtat en l'avaluació dels resultats globals.

La comparació entre homes i dones presenta diferències altament significatives ($p < 0,001$) entre ambdues mostres si atenem als valors dels tests de salt (SJ, CMJ) (Taula 5-3). En el següent gràfic (Figura 5-4) s'aprecien les diferències existents entre homes i dones que en els dos protocols generals de determinació de la força explosiva han estat al voltant dels 5 cm, essent en el SJ de 32 cm ($de=8$) pels homes i 27,9 cm ($de=5,1$) per a les dones, i en el CMJ de 34,5 cm ($de=9,2$) i 29,5 cm ($de=5,6$), respectivament. El coeficient d'elasticitat de la mostra masculina tendeix a ser superior ($\bar{X}=2,2$ cm; $de=3,1$) al de la femenina ($\bar{X}=1,6$ cm; $de=2$), però les diferències no són significatives.

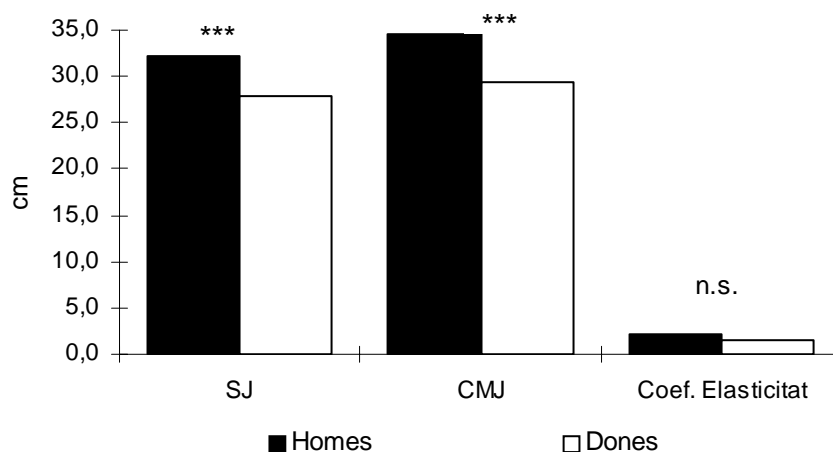


Figura 5-4: Mitjanes dels resultats dels protocols generals de força explosiva, segons el sexe, en la globalitat de la mostra. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-4: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

TF m·s ⁻¹	TFS m·s ⁻¹	T 3x5 s	Temps contacte (T3x5) s
Homes			
(n=156) 2,73 ± 0,83 (1,11 - 5,38)	(n=125) 4,66 ± 1,00 (2,19 - 7,17)	(n=157) 11,90 ± 1,70 (9,45 - 20,10)	(n=157) 0,504 ± 0,133 (0,237 - 1,181)
Dones			
(n=55) 2,47 ± 0,56 (0,98 - 3,72)	(n=43) 4,35 ± 0,71 (2,75 - 5,88)	(n=55) 12,54 ± 1,36 (10,34 - 16,18)	(n=55) 0,468 ± 0,105 (0,269 - 0,676)
Global			
(n=211) 2,66 ± 0,78 (0,98 - 5,38)	(n=168) 4,58 ± 0,94 (2,19 - 7,17)	(n=212) 12,07 ± 1,64 (9,45 - 20,10)	(n=212) 0,490 ± 0,130 (0,237 - 1,181)

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

En els protocols específics es produeix un fenomen similar als generals: el test on intervé el component elàstic (TFS) de la musculatura presenta valors superiors ($\bar{X}=4,6$ m·s⁻¹; de=0,9) als registrats en el test des de posició estàtica de en guàrdia (TF) on el component contràctil és l'analitzat principalment ($\bar{X}=2,7$ m·s⁻¹; de=0,8). En la mateixa taula de resultats (Taula 5-4) s'inclou el test de 3x5 metres (T_{3x5}) en el que els esgrimidors han presentat una mitjana de 12 s (de=1,5), essent el temps mig de contacte en la plataforma del peu avançat en els fons de 0,49 s (de=0,1).

En els protocols específics les diferències entre homes i dones no s'han fet tant evidents com en els tests generals de força explosiva. Concretament la diferenciació més gran ha estat en el TF on les diferències ($p < 0,01$) entre la mostra masculina i la femenina han estat de $2,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($de=0,8$) pels homes, i $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($de=0,6$) en les dones. En el TFS la significació de les diferències s'ha reduït ($p < 0,05$) essent els registres mitjans de $4,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($de=1$) i $4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($de=0,7$), respectivament. El test T3x5 també ha presentat lleugeres diferències ($p < 0,05$) en la seva execució, essent de $11,9 \text{ s}$ ($de=1,7$) pels homes i de $12,5 \text{ s}$ ($de=1,4$) per les dones.

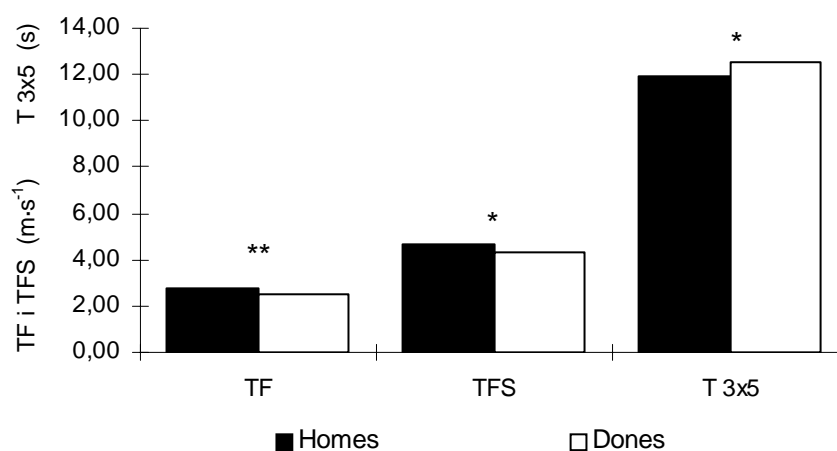


Figura 5-5: Mitjanes dels resultats dels protocols específics de força explosiva, segons el sexe, en la globalitat de la mostra. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-5: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per armes.

Edat anys	Hores setmana h	Rànquing n	Anys pràctica anys
Espasa masculina			
(n=54) 20,8 ± 5,2 (13,1 - 35,0)	(n=54) 10,3 ± 7,9 (2,0 - 30,0)	(n=54) 21,6 ± 27,2 (0,0 - 94,0)	(n=53) 4,8 ± 4,7 (0,0 - 20,0)
Floret masculí			
(n=53) 14,8 ± 5,4 (7,2 - 34,3)	(n=53) 6,0 ± 5,6 (2,0 - 25,0)	(n=53) 9,8 ± 22,3 (0,0 - 86,0)	(n=53) 3,4 ± 4,5 (0,0 - 19,0)
Sabre			
(n=49) 17,2 ± 4,9 (6,6 - 26,9)	(n=49) 9,6 ± 7,2 (2,0 - 25,0)	(n=49) 18,6 ± 23,4 (0,0 - 78,0)	(n=49) 5,7 ± 4,3 (0,0 - 17,0)
Floret femení			
(n=39) 17,6 ± 5,3 (7,5 - 34,6)	(n=39) 7,1 ± 5,2 (2,0 - 20,0)	(n=38) 16,3 ± 25,8 (0,0 - 80,0)	(n=37) 4,6 ± 4,5 (0,0 - 19,0)
Espasa femenina			
(n=18) 18,7 ± 3,4 (14,4 - 26,7)	(n=18) 7,1 ± 3,7 (3,0 - 15,0)	(n=18) 16,7 ± 15,8 (0,0 - 51,0)	(n=18) 3,7 ± 3,7 (0,0 - 13,0)

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

Taula 5-6: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per armes.

SJ cm	CMJ cm	Coef. Elasticitat cm
Espasa masculina		
(n=54) 36,6 ± 5,5 (23,9 - 47,2)	(n=54) 39,1 ± 5,9 (24,0 - 54,0)	(n=54) 2,5 ± 2,5 (-5,6 - 8,7)
Floret masculí		
(n=53) 28,3 ± 8,0 (17,7 - 50,3)	(n=53) 30,0 ± 8,9 (17,5 - 55,3)	(n=53) 1,6 ± 2,1 (-2,3 - 5,7)
Sabre		
(n=49) 31,9 ± 8,1 (14,5 - 47,7)	(n=49) 34,5 ± 10,1 (14,6 - 61,5)	(n=49) 2,6 ± 4,2 (-4,9 - 25,3)
Floret femení		
(n=38) 27,8 ± 5,7 (18,3 - 42,9)	(n=38) 29,3 ± 6,1 (18,9 - 48,5)	(n=38) 1,5 ± 2,2 (-2,1 - 9,1)
Espasa femenina		
(n=18) 27,6 ± 3,6 (20,0 - 32,3)	(n=18) 29,3 ± 3,9 (21,4 - 34,8)	(n=18) 1,7 ± 1,3 (-0,4 - 3,9)

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

Taula 5-7: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per armes.

TF m·s ⁻¹	TFS m·s ⁻¹	T 3x5 s	Temps contacte (T3x5) s
Espasa masculina			
(n=53) 3,21 ± 0,80 (1,64 - 5,38)	(n=44) 4,77 ± 0,82 (2,74 - 6,39)	(n=54) 11,11 ± 0,87 (9,45 - 13,41)	(n=54) 0,477 ± 0,141 (0,283 - 1,181)
Floret masculí			
(n=53) 2,22 ± 0,80 (1,11 - 4,09)	(n=32) 4,26 ± 1,06 (2,60 - 6,77)	(n=53) 12,83 ± 1,88 (9,60 - 17,79)	(n=53) 0,520 ± 0,113 (0,300 - 0,748)
Sabre			
(n=49) 2,76 ± 0,56 (1,34 - 4,48)	(n=49) 4,84 ± 1,06 (2,19 - 7,17)	(n=49) 11,72 ± 1,74 (9,80 - 20,10)	(n=49) 0,518 ± 0,143 (0,237 - 0,963)
Floret femení			
(n=38) 2,38 ± 0,54 (0,98 - 3,34)	(n=29) 4,18 ± 0,68 (2,75 - 5,81)	(n=38) 12,75 ± 1,39 (10,72 - 16,18)	(n=38) 0,476 ± 0,101 (0,269 - 0,676)
Espasa femenina			
(n=18) 2,69 ± 0,58 (1,54 - 3,72)	(n=14) 4,64 ± 0,61 (3,84 - 5,88)	(n=18) 12,20 ± 1,09 (10,34 - 14,49)	(n=18) 0,448 ± 0,112 (0,274 - 0,662)

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

Taula 5-8: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, dels subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivells.

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
Nivell 1							
(n=28)	24,9 ± 3,2 (20,4 - 31,9)	(n=28)	20,5 ± 6,3 (6,0 - 30,0)	(n=28)	65,6 ± 18,3 (18,0 - 94,0)	(n=27)	11,0 ± 3,8 (4,0 - 20,0)
Nivell 2							
(n=40)	21,1 ± 4,5 (13,9 - 34,6)	(n=40)	11,8 ± 4,8 (3,0 - 25,0)	(n=39)	31,7 ± 13,4 (7,5 - 69,5)	(n=39)	7,3 ± 4,5 (2,0 - 19,0)
Nivell 3							
(n=145)	15,4 ± 4,3 (6,6 - 35,0)	(n=145)	5,0 ± 3,0 (2,0 - 16,0)	(n=145)	3,1 ± 6,4 (0,0 - 40,0)	(n=144)	2,6 ± 2,8 (0,0 - 17,0)

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

La distribució per armes dels esgrimidors ens podria oferir una informació de gran valor si es tractés de mostres homogènies, però analitzant les dades (Taula 5-5) podem observar com l'agrupació en modalitats no es produeix amb la simetria que fora adient per posteriors comparacions, principalment per l'edat i nivell dels tiradors. L'estudi de les diferències entre esgrimidors, en funció de l'arma practicada es realitzarà amb més detall en els subjectes de nivell 1 i 2, aconseguint-se una major homogeneïtat per a la correcta interpretació de les dades comparatives entre modalitats.

La caracterització de les dades generals dels tiradors segons els tres nivells esgrimístics relacionats en el treball ens presenta una progressió de les diferents variables segons el nivell: així l'edat, les hores d'entrenament setmanals, els anys de pràctica i la puntuació en el rànquing són superiors en el nivell 1 en relació al 2, i en aquest respecte el tercer (Taula 5-8).

Taula 5-9: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivells.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Nivell 1								
(n=26)			(n=26)			(n=26)		
36,7	±	5,3	40,8	±	7,1	4,2	±	5,0
(24,1	-	43,9)	(26,4	-	61,5)	(-0,3	-	25,3)
Nivell 2								
(n=40)			(n=40)			(n=40)		
35,6	±	6,4	38,2	±	6,8	2,6	±	2,1
(21,8	-	47,7)	(24,5	-	48,8)	(-1,7	-	7,7)
Nivell 3								
(n=145)			(n=145)			(n=145)		
28,9	±	7,3	30,4	±	8,0	1,6	±	2,2
(14,5	-	50,3)	(14,6	-	55,3)	(-5,6	-	8,7)

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

La distribució dels subjectes segons el seu nivell esgrimístic ofereix una gran diferenciació en els resultats entre els tiradors de primera categoria (nivells 1 i 2) i els de segona categoria (nivell 3), exposada en la taula de resultats i comprovada estadísticament amb l'existència de diferències molt significatives ($p < 0,001$) en els valors dels tests generals entre els nivells 1 i 2, en relació al 3 ($p < 0,01$ pel coeficient d'elasticitat entre els nivells 2 i 3). Els valors superiors registrats en tiradors de nivell 1 respecte els de nivell 2 no presenten significació estadística en cap dels casos.

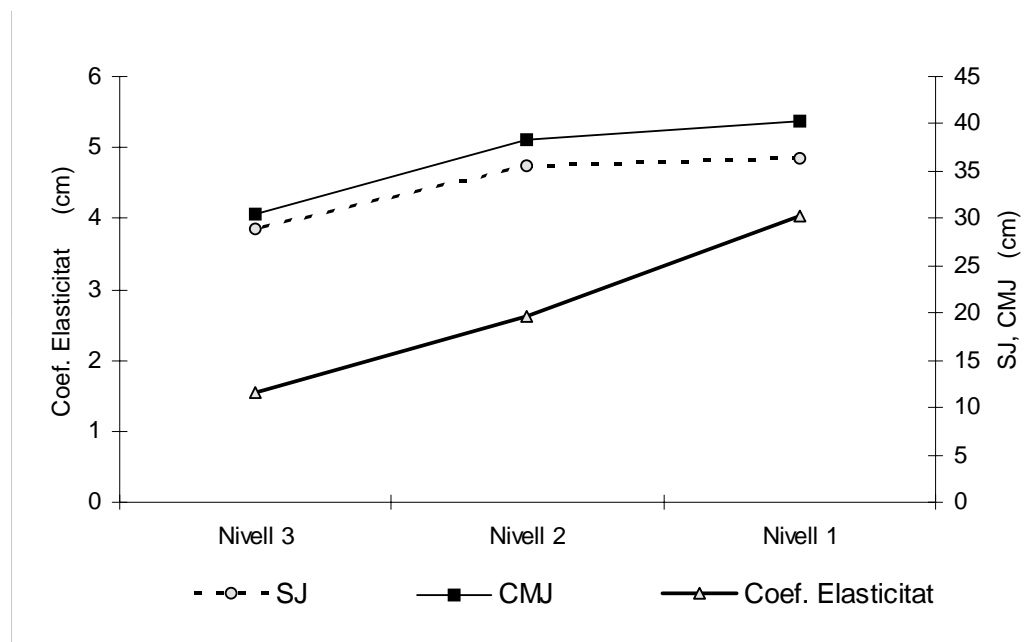


Figura 5-6: Comparació dels valors registrats en el protocols generals de força explosiva segons el nivell dels esgrimidors.

Malgrat l'existència tan sols de diferències significatives entre el nivell 3 i la resta de nivells, la tendència a incrementar-se els valors, inclòs el del coeficient d'elasticitat, en l'evolució del nivell del esgrimidors pot comprovar-se en la següent figura en la que s'observa gràficament com el gran increment dels resultats es produeix entre els nivells 3 i 2, essent entre el nivell 2 i 1 menys evident, a excepció del coeficient d'elasticitat. El rang en el que es mouen les tres variables, considerades com a indicadors generals de les característiques de les extremitats inferiors, és molt gran i fins i tot, en tots els nivells el coeficient d'elasticitat passa de mínims negatius a valors positius més que acceptables. La mostra de tiradors de la selecció espanyola presenta en aquesta variable un màxim de 25,3 cm que amb molta probabilitat s'hauria disminuït si el subjecte hagués estat habituat amb la dinàmica dels tests, però al ser les condicions iguals per a tots vam decidir no excloure el resultat doncs en els diferents intents s'apreciaven valors similars.

Tal i com succeïa en els anteriors protocols, en els tests específics, dissenyats per a aquest treball, es manté en tot moment la progressió de resultats segons el nivell dels tiradors, presentant els esgrimidors de la selecció espanyola millors valors en relació als tiradors de 1a categoria, i aquests sobre els de 2a categoria. Les diferències observades tan sols presenten significació estadística al comparar el valors del nivell 1 i del 2, en relació al 3, obtenint-se en alguns casos elevats nivells de significació ($p < 0,01$) en les diferències (TFS en els nivells 2 i 3, i TF en els nivells 1 i 3) i en la resta diferències altament significatives ($p < 0,001$).

Taula 5-10: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivells.

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
Nivell 1							
(n=26)		(n=26)		(n=26)		(n=27)	
3,06 ± 0,70	5,20 ± 0,82	11,12 ± 0,91	0,473 ± 0,085				
(2,18 - 5,00)	(3,67 - 7,17)	(9,80 - 13,01)	(0,296 - 0,640)				
Nivell 2							
(n=40)		(n=39)		(n=40)		(n=40)	
2,97 ± 0,63	4,90 ± 0,84	11,38 ± 1,05	0,468 ± 0,113				
(1,86 - 5,38)	(3,38 - 6,40)	(9,93 - 14,16)	(0,276 - 0,833)				
Nivell 3							
(n=144)		(n=102)		(n=145)		(n=145)	
2,50 ± 0,78	4,31 ± 0,90	12,41 ± 1,74	0,506 ± 0,136				
(0,98 - 4,62)	(2,19 - 6,77)	(9,45 - 20,10)	(0,237 - 1,181)				

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

La variable temps de contacte en el test de 3x5 m no va seguir la progressió dels tests específics, com tampoc va presentar diferències estadísticament significatives en la seva comparació en funció dels nivells esgrimístics.

El test de 5x3 m tan sols va ser comparat entre els tiradors de nivell 1 i 2, no existint diferències significatives, malgrat els valors dels membres de l'equip espanyol ($\bar{X}=11,9$ s; de =0,74) eren millors que els dels tiradors de la primera categoria nacional ($\bar{X}=12,3$ s; de=1,3).

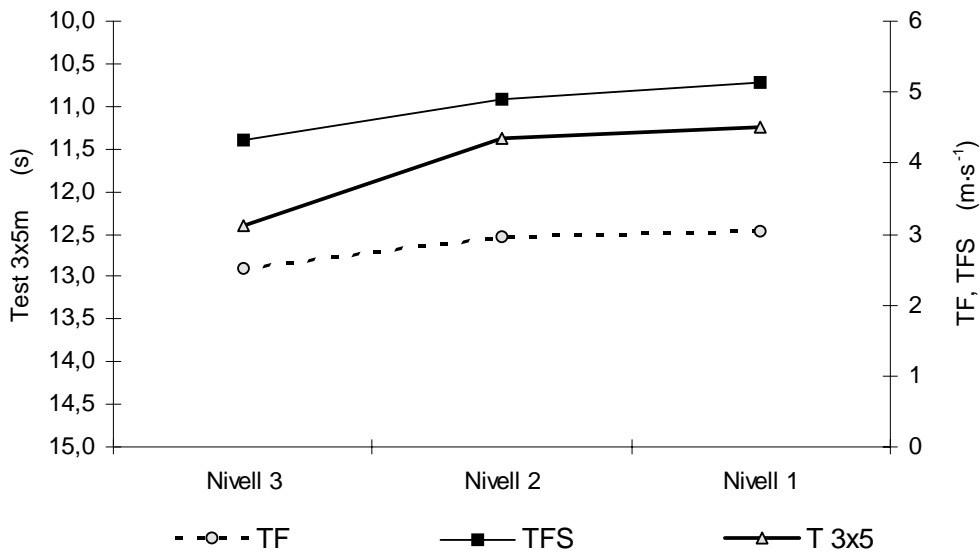


Figura 5-7: Comparació dels valors registrats en el protocols específics de força explosiva segons el nivell dels esgrimidors.

Per tal de millorar l'anàlisi de la diferenciació dels esgrimidors segons el seu nivell es va procedir a la recodificació del rànquing en cinc intervals de puntuació. Aquests intervals corresponien, aproximadament dins la metodologia d'assignació de punts, als nivells dels esgrimidors segons: no presentessin cap qualificació en competicions (0 punts); tinguessin com a principals resultats els assolits en proves autonòmiques (1 a 10 punts); a les puntuacions anteriors se'ls hi afegís classificacions en proves estatals (11-30 punts); presentessin, a més a més, resultats internacionals "B" o de categoria M-20 "A" (31-60 punts); assolissin resultats internacionals "A" (61-100 punts).

Taula 5-11: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivell esgrímístic determinat en la recodificació de la variable rànquing.

Edat anys			Hores setmana h			Rànquing n			Anys pràctica anys		
Qualificació en el rànquing de 0 punts											
(n=100)			(n=100)			(n=100)			(n=99)		
14,4	±	4,5	4,0	±	2,1	0,0	±	0,0	1,6	±	1,7
(6,6	-	35,0)	(2,0	-	15,0)	(0,0	-	0,0)	(0,0	-	7,0)
Qualificació en el rànquing de 1 a 10 punts											
(n=30)			(n=30)			(n=30)			(n=30)		
16,8	±	1,7	7,1	±	3,6	5,5	±	2,8	3,7	±	2,3
(12,9	-	19,9)	(2,0	-	16,0)	(1,0	-	10,0)	(1,0	-	8,0)
Qualificació en el rànquing de 11 a 30 punts											
(n=34)			(n=34)			(n=34)			(n=34)		
19,6	±	3,3	9,1	±	5,1	19,3	±	5,2	5,8	±	3,6
(13,9	-	27,2)	(3,0	-	25,0)	(11,5	-	28,5)	(1,0	-	17,0)
Qualificació en el rànquing de 31 a 60 punts											
(n=27)			(n=27)			(n=27)			(n=27)		
22,7	±	4,4	14,0	±	5,3	41,6	±	7,9	8,7	±	4,3
(17,5	-	34,6)	(4,0	-	25,0)	(30,5	-	58,5)	(3,0	-	19,0)
Qualificació en el rànquing de 61 a 100 punts											
(n=21)			(n=21)			(n=21)			(n=20)		
25,4	±	3,4	21,0	±	6,4	75,2	±	7,5	12,4	±	3,5
(20,7	-	31,9)	(6,0	-	30,0)	(62,0	-	94,0)	(7,0	-	20,0)

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

Taula 5-12: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors de tots els subjectes segons la recodificació del rànquing.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Qualificació en el rànquing de 0 punts								
(n=100)			(n=100)			(n=100)		
26,3	±	5,9	27,7	±	6,5	1,4	±	2,2
(14,5	-	43,9)	(14,6	-	45,9)	(-4,9	-	8,7)
Qualificació en el rànquing de 1 a 10 punts								
(n=30)			(n=30)			(n=30)		
33,1	±	6,8	34,4	±	7,0	1,3	±	2,3
(20,0	-	47,2)	(21,4	-	48,2)	(-5,6	-	6,3)
Qualificació en el rànquing de 31 a 60 punts								
(n=34)			(n=34)			(n=34)		
35,1	±	5,9	37,8	±	6,8	2,7	±	2,2
(24,2	-	50,3)	(24,5	-	54,3)	(-1,7	-	7,7)
Qualificació en el rànquing de 31 a 60 punts								
(n=27)			(n=27)			(n=27)		
35,8	±	7,0	38,9	±	7,3	3,1	±	1,7
(21,8	-	47,7)	(25,1	-	51,9)	(-0,3	-	6,4)
Qualificació en el rànquing de 61 a 100 punts								
(n=20)			(n=20)			(n=20)		
38,9	±	4,0	43,2	±	6,2	4,4	±	5,7
(31,5	-	43,9)	(32,9	-	61,5)	(-0,3	-	25,3)

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

En els protocols generals s'observa com la tendència descrita anteriorment en l'anàlisi dels tres nivells es manté quan s'estudien els tiradors en els cinc intervals de recodificació del rànquing. L'increment dels valors a mesura que l'interval és superior es correspon amb la descripció de les dades, però presenta, entre intervals consecutius, diferents nivells de significació estadística (Figura 5-8):

La caracterització de l'edat, anys de pràctica i hores d'entrenament en els diferents intervals de puntuació (Taula 5-11) ens ajudaran en l'anàlisi de l'esmentada progressió de resultats.

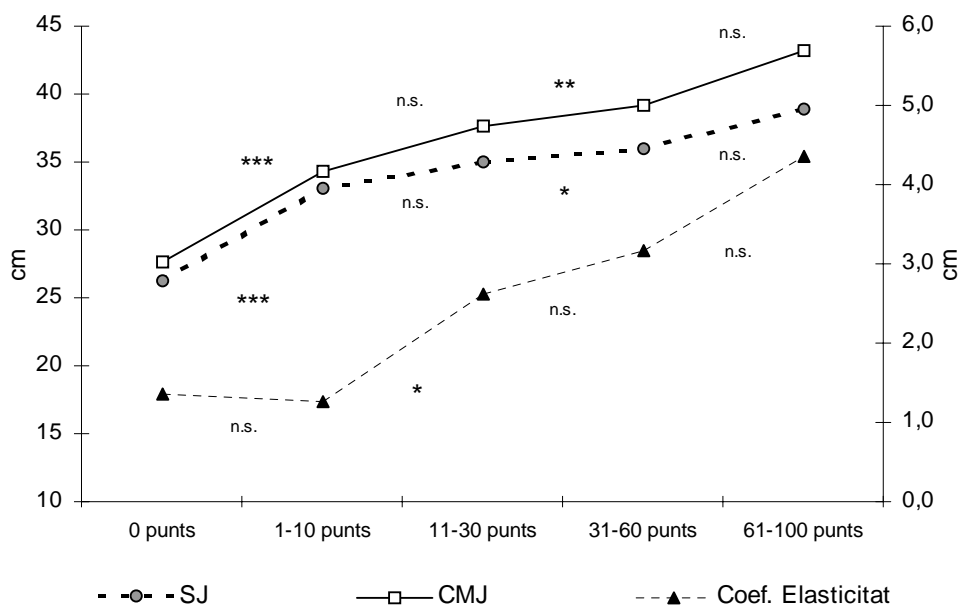


Figura 5-8: Comparació de les mitjanes dels resultats obtinguts, per la totalitat de la mostra, en els protocols generals de força explosiva, segons la seva distribució en 5 intervals de puntuació del rànquing dissenyat en aquest estudi. També es representa la significació estadística de les diferències entre les mitjanes dels intervals consecutius, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-13: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per nivell esgrimístic en la recodificació de la variable rànquing.

TF m·s ⁻¹	TFS m·s ⁻¹	T 3x5 s	Temps contacte (T3x5) s
Qualificació en el rànquing de 0 punts			
(n=100) 2,26 ± 0,69 (0,98 - 4,25)	(n=61) 4,01 ± 0,85 (2,19 - 6,02)	(n=100) 12,85 ± 1,76 (10,03 - 20,10)	(n=100) 0,509 ± 0,127 (0,237 - 0,963)
Qualificació en el rànquing de 1 a 10 punts			
(n=30) 2,96 ± 0,78 (1,76 - 4,58)	(n=26) 4,72 ± 0,80 (3,40 - 6,77)	(n=30) 11,85 ± 1,19 (9,97 - 14,02)	(n=30) 0,511 ± 0,166 (0,274 - 1,181)
Qualificació en el rànquing de 11 a 30 punts			
(n=34) 3,08 ± 0,68 (1,86 - 5,38)	(n=33) 4,83 ± 0,84 (3,46 - 6,40)	(n=34) 11,22 ± 1,16 (9,45 - 14,36)	(n=34) 0,473 ± 0,124 (0,283 - 0,833)
Qualificació en el rànquing de 31 a 60 punts			
(n=27) 2,89 ± 0,49 (2,18 - 4,48)	(n=27) 4,98 ± 0,79 (3,38 - 6,30)	(n=27) 11,24 ± 0,94 (10,17 - 13,01)	(n=27) 0,464 ± 0,098 (0,276 - 0,778)
Qualificació en el rànquing de 61 a 100 punts			
(n=20) 3,18 ± 0,72 (2,33 - 5,00)	(n=20) 5,23 ± 0,86 (3,67 - 7,17)	(n=20) 10,90 ± 0,80 (9,80 - 12,47)	(n=20) 0,471 ± 0,095 (0,296 - 0,640)

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

Els protocols específics segueixen una progressió similar a la descrita en els tests genèrics. Es pot observar com la major diferenciació es produeix entre els subjectes de 0 punts i els de 1 a 10, amb la significació estadística graficada en la següent figura.

En relació a la resta d'interval de puntuació, es manté la tendència a l'increment dels resultats en totes les variables a mesura que s'augmenta la puntuació en el rànquing, existint una lleugera inflexió en els intervals de puntuació de 11 a 30 i de 31 a 60. Com es pot observar en la gràfica (Figura 5-9) els valors del test de 3x5 m s'expressen inversament, incrementant-se els valors a mesura que disminueix el temps de realització. D'aquesta forma es millora la interpretació del gràfic amb el conjunt de dades dels diferents protocols específics.

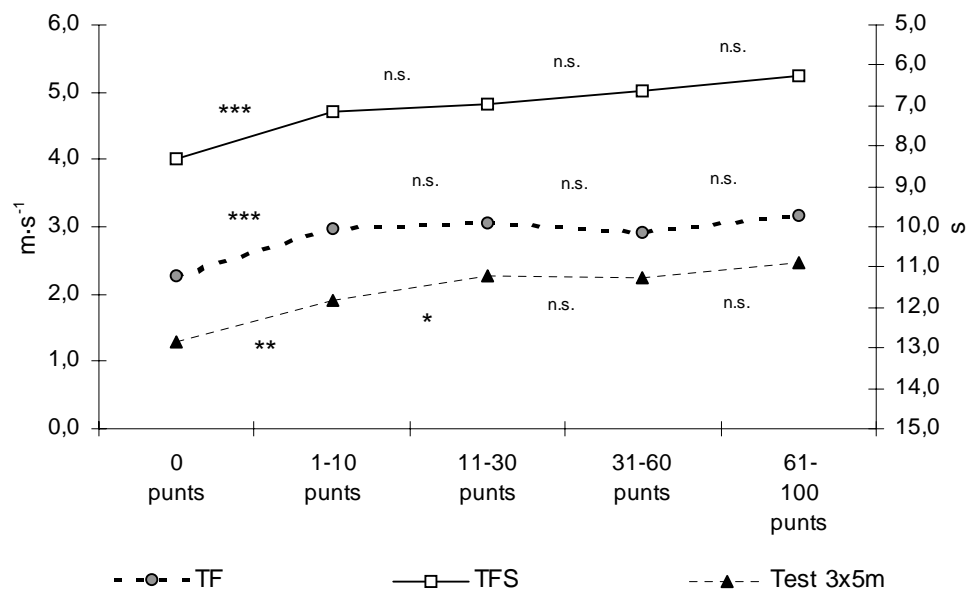


Figura 5-9: Comparació de les mitjanes dels resultats obtinguts, per la totalitat de la mostra, en els protocols específics de força explosiva, segons la seva distribució en 5 intervals de puntuació del rànquing dissenyat en aquest estudi. També es representa la significació estadística de les diferències entre les mitjanes dels intervals consecutius, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-14: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per categories de competició.

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
"M-12"							
(n=41)		(n=41)		(n=41)		(n=41)	
11,1 ± 1,8	4,0 ± 1,9	0,0 ± 0,2	1,8 ± 1,8				
(6,6 - 13,0)	(2,0 - 11,0)	(0,0 - 1,0)	(0,0 - 6,0)				
"M-15"							
(n=46)		(n=46)		(n=46)		(n=46)	
14,5 ± 0,9	4,4 ± 2,1	1,5 ± 4,0	1,9 ± 1,9				
(13,0 - 16,0)	(2,0 - 9,0)	(0,0 - 20,0)	(0,0 - 8,0)				
"M-17"							
(n=46)		(n=46)		(n=46)		(n=46)	
17,1 ± 0,6	6,8 ± 4,6	8,0 ± 10,0	3,1 ± 2,6				
(16,0 - 18,0)	(2,0 - 17,0)	(0,0 - 40,0)	(0,0 - 10,0)				
"M-20"							
(n=28)		(n=28)		(n=27)		(n=27)	
19,3 ± 0,9	12,5 ± 6,1	25,8 ± 17,8	6,0 ± 2,8				
(18,2 - 20,9)	(3,0 - 25,0)	(0,0 - 67,5)	(1,0 - 12,0)				
"ABS"							
(n=52)		(n=52)		(n=52)		(n=50)	
25,5 ± 3,6	13,9 ± 8,2	45,8 ± 27,6	9,8 ± 4,9				
(21,3 - 35,0)	(2,0 - 30,0)	(0,0 - 94,0)	(1,0 - 20,0)				

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

Les dades generals segons la categoria presenten valors que segueixen un increment ascendent en els diferents grups. La variable edat, segons normativa de la RFEE, correspon a l'edat màxima en que es pot competir, així, en la categoria M-17 la mitjana és 17,1 anys (de=0,6),

ja que es permet competir a qui en l'any del campionat no tingui els 18 anys.

Taula 5-15: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per categories de competició.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
"M-12"								
(n=41)			(n=41)			(n=41)		
22,7	±	4,2	23,6	±	4,6	0,9	±	1,7
(14,5	-	30,7)	(14,6	-	35,3)	(-2,3	-	4,9)
"M-15"								
(n=46)			(n=46)			(n=46)		
27,4	±	5,0	29,0	±	5,6	1,6	±	2,3
(18,3	-	41,8)	(19,7	-	43,9)	(-2,1	-	8,7)
"M-17"								
(n=46)			(n=46)			(n=46)		
33,9	±	7,1	35,8	±	7,9	1,9	±	2,6
(18,8	-	50,3)	(18,9	-	55,3)	(-5,6	-	8,7)
"M-20"								
(n=28)			(n=28)			(n=28)		
35,8	±	6,0	38,8	±	6,2	2,9	±	2,2
(21,8	-	47,7)	(25,1	-	48,8)	(-0,3	-	7,7)
"ABS"								
(n=51)			(n=51)			(n=51)		
36,0	±	5,5	39,2	±	6,8	3,1	±	3,9
(24,1	-	46,5)	(26,4	-	61,5)	(-1,7	-	25,3)

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

Tant el resultat en el SJ, com en el CMJ i el coeficient d'elasticitat augmenten paral·lelament a l'increment de les categories d'edat. La progressió, com succeïa en els diferents nivells esgrimístics, és constant des de la categoria més baixa a la més elevada. Es van analitzar els diferents tests generals amb l'objectiu de detectar canvis significatius en les categories consecutives. Els resultats van demostrar que tan sols hi havia diferències molt significatives ($p < 0,001$) en el SJ i el CMJ entre les categories M-12 i M-15, i entre aquesta última i la M-17 (Figura 5-10). La resta de comparacions, malgrat presentar mitjanes superiors en les categories més altes, no tingueren significació estadística.

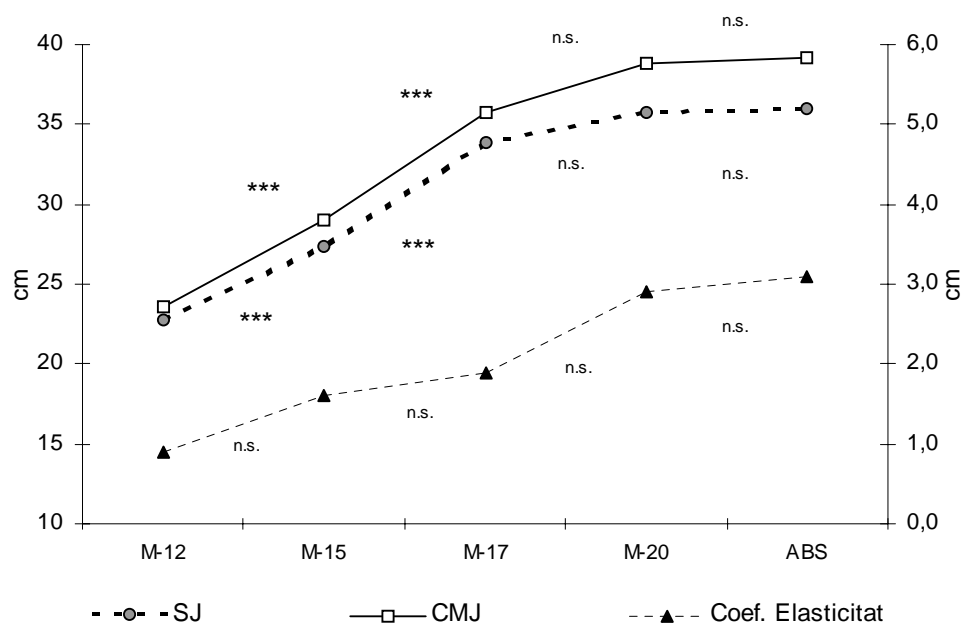


Figura 5-10: Comparació dels valors registrats en els protocols generals segons la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-16: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de la mostra, segons la seva distribució per categories de competició.

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
"M-12"							
(n=41)		(n=30)		(n=41)		(n=41)	
2,00 ± 0,61	3,67 ± 0,84	13,88 ± 1,80	0,538 ± 0,142				
(0,98 - 3,78)	(2,19 - 5,77)	(11,35 - 20,10)	(0,237 - 0,963)				
"M-15"							
(n=46)		(n=24)		(n=46)		(n=46)	
2,38 ± 0,66	4,40 ± 0,64	12,30 ± 1,32	0,493 ± 0,119				
(1,03 - 4,25)	(3,40 - 5,56)	(10,10 - 16,18)	(0,274 - 0,734)				
"M-17"							
(n=46)		(n=38)		(n=46)		(n=46)	
2,98 ± 0,79	4,82 ± 0,82	11,60 ± 1,23	0,512 ± 0,143				
(1,51 - 4,62)	(3,27 - 6,77)	(9,60 - 14,60)	(0,328 - 1,181)				
"M-20"							
(n=28)		(n=27)		(n=28)		(n=28)	
3,09 ± 0,70	4,92 ± 0,88	11,51 ± 1,20	0,459 ± 0,103				
(2,18 - 5,38)	(3,38 - 6,40)	(9,45 - 14,16)	(0,283 - 0,706)				
"ABS"							
(n=51)		(n=49)		(n=51)		(n=51)	
2,93 ± 0,58	4,86 ± 0,90	11,12 ± 0,97	0,465 ± 0,109				
(1,86 - 5,00)	(2,74 - 7,17)	(9,80 - 14,36)	(0,276 - 0,833)				

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

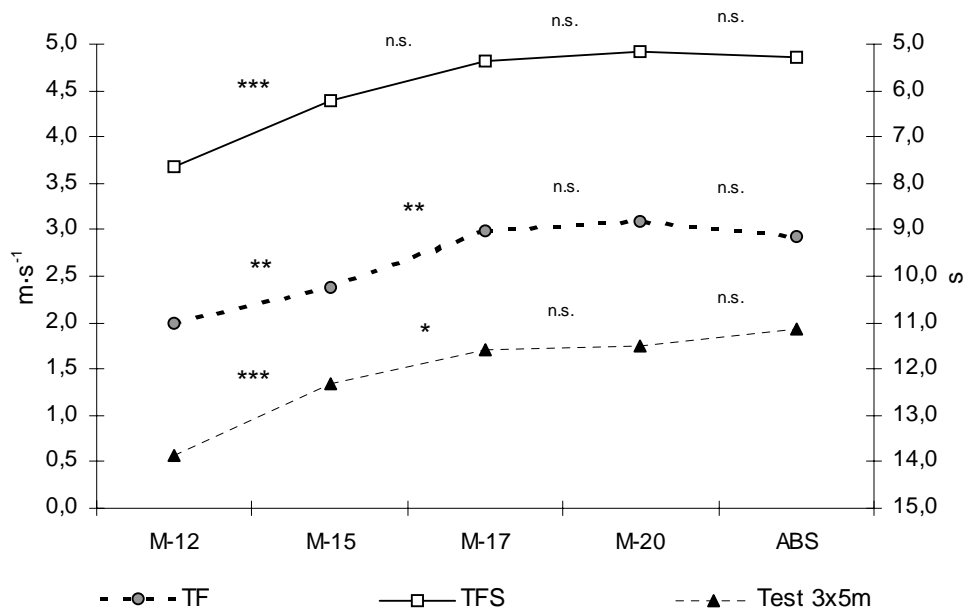


Figura 5-11: Comparació dels valors registrats en els protocols específics segons la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$) i n.s. (no significatiu).

En els protocols específics el fenomen es repeteix, però s'observa com en el TF i en el TFS els tiradors de categoria M-20 presenten una tendència, no significativa estadísticament, a assolir nivells superiors als de categoria absoluta. En la comparació entre la categoria M-12 i M-15 trobem diferències molt significatives ($p < 0,001$) en el TFS i el T3x5 i significatives ($p < 0,01$) en el TF. Les diferències entre les categories M-15 i M-17 disminueixen en significació essent en el TF de $p < 0,01$ i en el T3x5 de $p < 0,05$. En els protocols específics s'observa com la tendència a l'increment constant dels valors, expressada en els indicadors generals, no segueix la mateixa regularitat, produint-se un cert aplanament de la corba d'increment a partir de la categoria M-20 (Figura 5-11).

Considerant la importància del sexe en l'evolució dels resultats de la condició física, principalment en categories inferiors, hem considerat la diferenciació de les dades aconseguides en els protocols generals i específics segons la categoria d'edat i el sexe. Les següents taules descriuen les característiques generals de les mostres masculina i femenina en les categories de competició definides per la RFEE.

La distribució dels tiradors segons les seves categories presenta grans diferències a l'analitzar les seves característiques generals. Els valors mitjans d'edat ($p < 0,001$) i rànquing personal ($p < 0,05$ a $p < 0,001$) difereixen estadísticament en totes les comparacions de les categories consecutives, mentre els anys de pràctica de l'esgrima tan sols ho fa des de la categoria M-17. Les hores d'entrenament presenten diferències significatives al comparar la mostra M-15 amb la M-17 ($p < 0,01$) i aquesta amb la M-20 ($p < 0,001$).

El conjunt d'esgrimadors masculins presenta una clara progressió de resultats fins la categoria M-17. Les diferències detectades entre la categoria M-12 i la M-15 foren prou significatives: SJ ($p < 0,001$), CMJ ($p < 0,001$), TF ($p < 0,01$), TFS ($p < 0,01$), T3x5 ($p < 0,01$) i mitjana del temps de contacte del T3x5 ($p < 0,05$). Entre la categoria M-15 i la M-17 la significació de les diferències disminueix, limitant-se al SJ ($p < 0,001$), el CMJ ($p < 0,001$), el TF ($p < 0,01$) i el T3x5 ($p < 0,05$). Des d'aquesta categoria les diferències entre M-17 i M-20, i entre aquests darrers i els absoluts, no posseeixen significació estadística.

Tant en el SJ (Figura 5-12), com en el CMJ (Figura 5-13), la marcada corba d'increment inicial realitza un significatiu aplanament. Per contra, el coeficient d'elasticitat (Figura 5-14) presenta un increment constant dels seus valors mitjans, encara que no significatius des de M-17, en les diferents categories d'edat. L'augment dels valors en el SJ i el

CMJ, a partir de la categoria M-17, no es fa tant evident, tal i com s'ha demostrat anteriorment (Figura 5-10), al no existir diferències significatives entre els valors assolits en aquesta categoria i els aconseguits pels M-20; com tampoc entre aquests i els absoluts.

Les característiques generals de les tiradores segons la seva distribució per categories, a diferència que en els homes, va presentar poca significació estadística en la comparació de categories consecutives. Tan sols l'edat, com és evident, fou significativa en totes les comparacions, mentre que el rànquing personal tan sols discriminà estadísticament entre les M-15 i les M-17 ($p < 0,05$). Els anys d'antiguitat de les juvenils fou significativament inferior al de les júnior ($p < 0,05$).

En la mostra femenina el SJ i el CMJ segueixen una clara progressió des de la categoria M-15, ja que, malgrat no ser significatius estadísticament, els valors mitjans registrats en la categoria M-12 són més elevats. La progressió del SJ no presenta, en la seva evolució dins la categoria femenina, significació estadística, mentre el CMJ tan sols en la comparació de les categories M-17 i M-20 ($p < 0,05$). El comportament del coeficient d'elasticitat en les dones (Figura 5-14) no presenta la regularitat ascendent observada en els homes, essent l'evolució entre categories, com en el CMJ, significativa entre els tiradors juvenils i els júnior ($p < 0,05$).

Taula 5-17: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de la mostra masculina segons la seva distribució per categories de competició.

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
"M-12"							
(n=37)		(n=37)		(n=37)		(n=37)	
11,1 ± 1,8	3,8 ± 1,9	0,0 ± 0,2	1,7 ± 1,9	(6,6 - 13,0)	(2,0 - 11,0)	(0,0 - 1,0)	(0,0 - 6,0)
"M-15"							
(n=28)		(n=28)		(n=28)		(n=28)	
14,5 ± 0,9	4,4 ± 2,2	0,8 ± 2,0	1,9 ± 2,4	(13,1 - 16,0)	(2,0 - 9,0)	(0,0 - 9,5)	(0,0 - 8,0)
"M-17"							
(n=33)		(n=33)		(n=33)		(n=33)	
17,2 ± 0,6	7,2 ± 5,0	8,0 ± 10,5	3,2 ± 2,8	(16,0 - 18,0)	(2,0 - 17,0)	(0,0 - 40,0)	(0,0 - 10,0)
"M-20"							
(n=21)		(n=21)		(n=21)		(n=21)	
19,2 ± 0,9	13,2 ± 6,2	26,2 ± 15,9	5,6 ± 2,5	(18,2 - 20,8)	(4,0 - 25,0)	(6,0 - 67,0)	(1,0 - 12,0)
"ABS"							
(n=37)		(n=37)		(n=38)		(n=37)	
25,7 ± 3,6	15,0 ± 8,7	46,9 ± 28,8	9,8 ± 4,7	(21,3 - 35,0)	(2,0 - 30,0)	(0,0 - 94,0)	(1,0 - 20,0)

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

Taula 5-18: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de la mostra femenina, segons de la seva distribució per categories de competició.

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
"M-12"							
(n=4)	10,8 ± 2,3	(n=4)	5,5 ± 1,0	(n=4)	0,0 ± 0,0	(n=4)	2,5 ± 1,0
	(7,5 - 12,3)		(4,0 - 6,0)		(0,0 - 0,0)		(1,0 - 3,0)
"M-15"							
(n=18)	14,5 ± 0,9	(n=18)	4,4 ± 2,0	(n=18)	2,8 ± 5,7	(n=18)	1,8 ± 1,0
	(13,0 - 15,9)		(2,0 - 8,0)		(0,0 - 20,0)		(0,0 - 3,0)
"M-17"							
(n=13)	17,0 ± 0,7	(n=13)	5,8 ± 3,4	(n=13)	8,0 ± 9,1	(n=13)	2,6 ± 1,9
	(16,0 - 17,8)		(2,0 - 12,0)		(0,0 - 24,0)		(0,0 - 6,0)
"M-20"							
(n=7)	19,7 ± 1,0	(n=7)	10,4 ± 5,6	(n=7)	24,7 ± 24,9	(n=6)	7,2 ± 3,7
	(18,3 - 20,9)		(3,0 - 18,0)		(0,0 - 67,5)		(3,0 - 12,0)
"ABS"							
(n=13)	24,9 ± 3,6	(n=14)	10,9 ± 5,6	(n=14)	42,5 ± 24,8	(n=13)	9,8 ± 5,6
	(21,5 - 34,6)		(4,0 - 20,0)		(0,0 - 80,0)		(2,0 - 19,0)

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

Taula 5-19: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per categories de competició.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
"M-12"								
(n=37)			(n=37)			(n=37)		
22,3	±	4,1	23,2	±	4,5	0,9	±	1,7
(14,5	-	30,7)	(14,6	-	36,3)	(-2,3	-	4,9)
"M-15"								
(n=28)			(n=28)			(n=28)		
29,2	±	4,8	30,9	±	5,8	1,7	±	2,4
(22,2	-	41,8)	(22,9	-	43,9)	(-1,6	-	8,7)
"M-17"								
(n=33)			(n=33)			(n=33)		
36,4	±	6,2	38,7	±	6,9	2,2	±	2,9
(26,4	-	50,3)	(28,6	-	55,3)	(-5,6	-	8,7)
"M-20"								
(n=21)			(n=21)			(n=21)		
37,7	±	5,5	40,7	±	5,8	3,0	±	2,5
(21,8	-	47,7)	(25,1	-	48,8)	(-0,3	-	7,7)
"ABS"								
(n=38)			(n=38)			(n=38)		
37,4	±	4,8	40,9	±	6,1	3,5	±	4,2
(28,7	-	46,5)	(28,7	-	61,5)	(-1,7	-	25,3)

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

Taula 5-20: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra femenina, segons de la seva distribució per categories de competició.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
"M-12"								
(n=4)			(n=4)			(n=4)		
26,2	±	3,9	27,3	±	4,1	1,1	±	1,0
(20,7	-	29,6)	(21,1	-	29,8)	(0,2	-	2,3)
"M-15"								
(n=18)			(n=18)			(n=18)		
24,7	±	3,8	26,1	±	3,8	1,4	±	2,1
(18,3	-	30,1)	(19,7	-	34,3)	(-2,1	-	5,6)
"M-17"								
(n=13)			(n=13)			(n=13)		
27,4	±	4,8	28,4	±	5,0	1,0	±	1,7
(18,8	-	36,2)	(18,9	-	36,0)	(-1,9	-	4,0)
"M-20"								
(n=7)			(n=7)			(n=7)		
30,1	±	2,7	32,9	±	2,5	2,8	±	0,9
(26,0	-	34,4)	(29,7	-	37,3)	(1,3	-	4,1)
"ABS"								
(n=13)			(n=13)			(n=13)		
32,1	±	5,4	34,0	±	6,3	1,9	±	2,5
(24,1	-	42,9)	(26,4	-	48,5)	(-0,7	-	9,1)

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

Les diferències en el SJ entre homes i dones, en les diferents categories, presenta, a excepció de la categoria M-12 on, fins i tot, els valors de les dones són superiors als dels homes, nivells mitjans i alts de significació estadística (Figura 5-12).

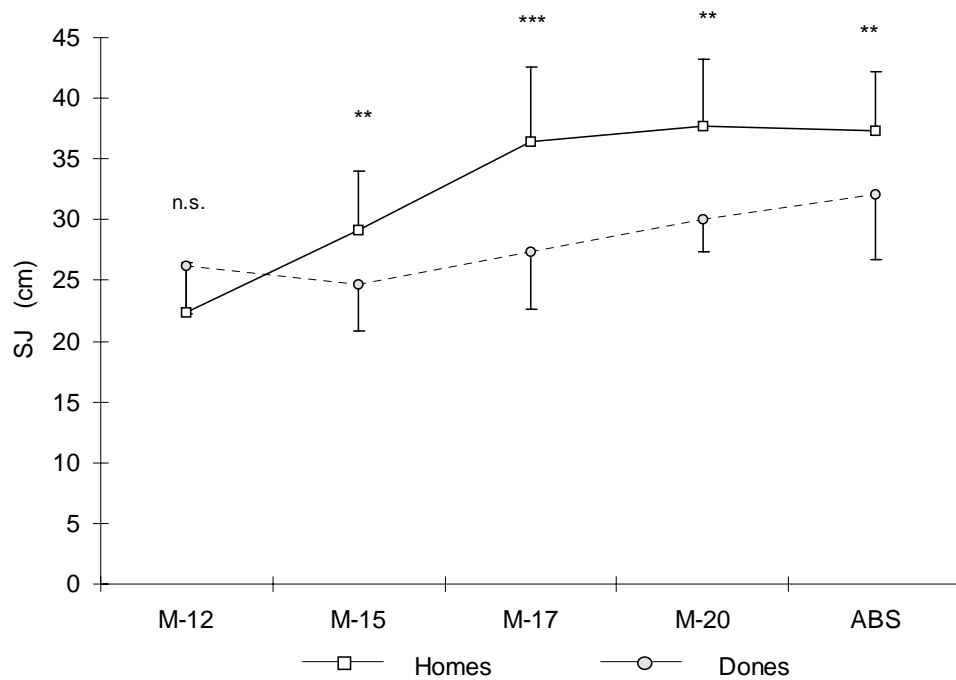


Figura 5-12: Comparació dels valors registrats en el SJ segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

En el test de salt amb contramoviment (CMJ) es mantenen exactament els mateixos nivells de significació estadística (Figura 5-13), en les diferències entre homes i dones, que els presentats en el SJ, coincidint també en els nivells superiors registrats per les noies de la categoria M-12 en relació als nois.

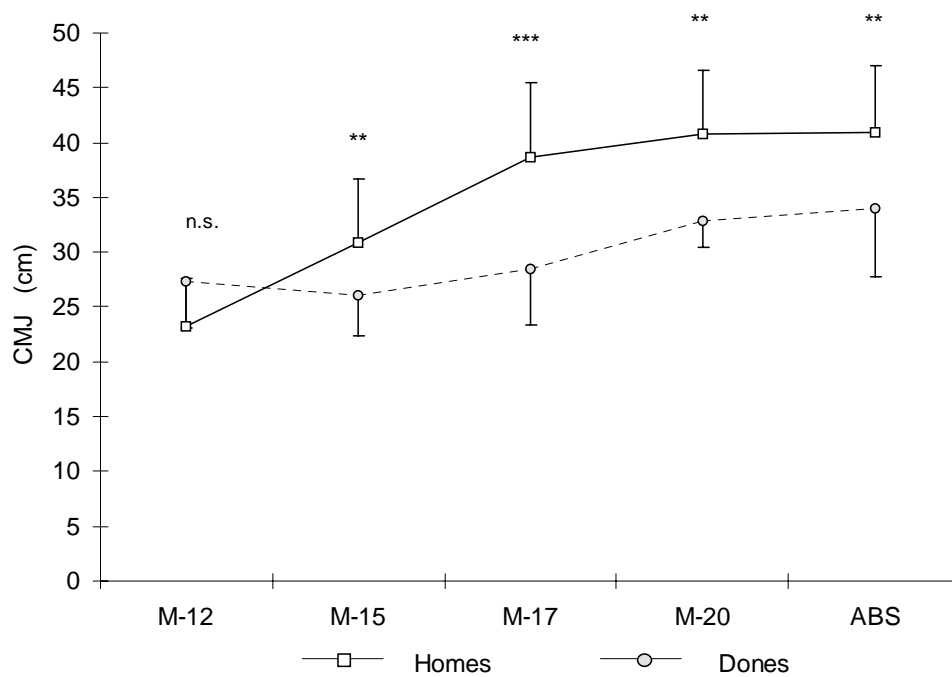


Figura 5-13: Comparació dels valors registrats en el CMJ segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Els valors mitjans del coeficient d'elasticitat presenten una evolució diferencial en ambdós sexes: mentre en els homes la progressió és molt constant (Figura 5-14) en les dones existeixen dues inflexions que trenquen el paral·lelisme existent en els dos anteriors indicadors. En aquesta variable es manté, encara que a un nivell molt inferior, la tendència del SJ i CMJ a existir tan sols en categoria M-12 els valors superiors de les dones.

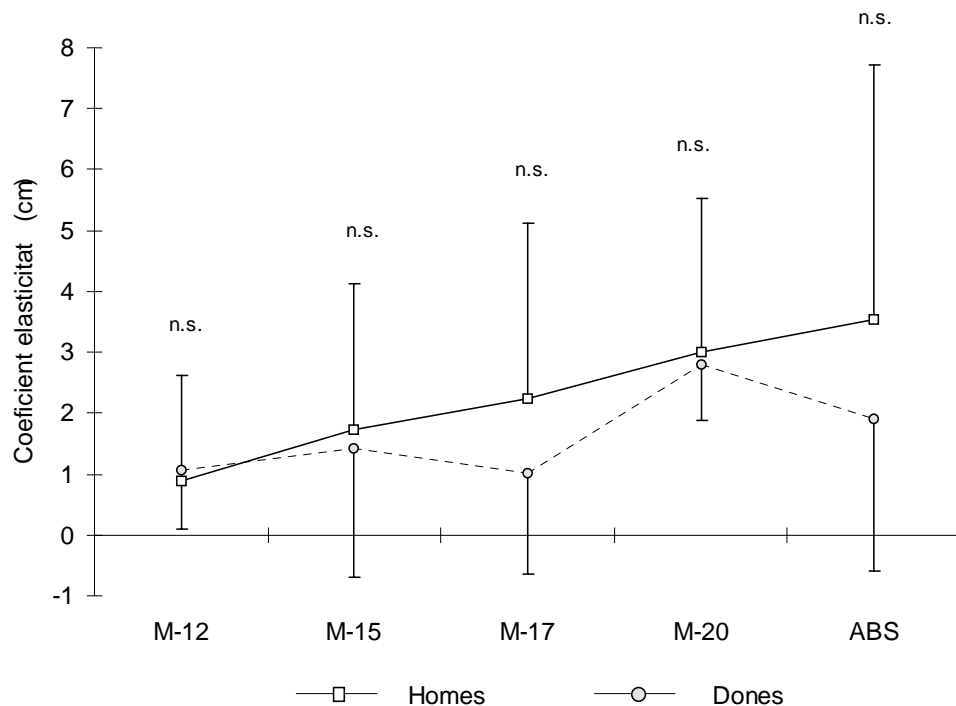


Figura 5-14: Comparació dels valors registrats en el coeficient d'elasticitat segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-21: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per categories de competició.

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
"M-12"							
(n=37)		(n=26)		(n=37)		(n=37)	
2,01 ± 0,61	3,66 ± 0,85	13,98 ± 1,79	0,556 ± 0,136				
(1,16 - 3,78)	(2,19 - 5,77)	(11,35 - 20,10)	(0,237 - 0,963)				
"M-15"							
(n=28)		(n=15)		(n=28)		(n=28)	
2,46 ± 0,69	4,54 ± 0,67	11,83 ± 1,07	0,489 ± 0,124				
(1,11 - 4,25)	(3,51 - 5,56)	(10,10 - 15,12)	(0,305 - 0,734)				
"M-17"							
(n=33)		(n=27)		(n=33)		(n=33)	
3,05 ± 0,85	4,90 ± 0,88	11,23 ± 1,03	0,519 ± 0,157				
(1,51 - 4,62)	(3,27 - 6,77)	(9,60 - 13,79)	(0,328 - 1,181)				
"M-20"							
(n=21)		(n=21)		(n=21)		(n=21)	
3,31 ± 0,67	5,03 ± 0,92	11,25 ± 1,12	0,455 ± 0,102				
(2,56 - 5,38)	(3,80 - 6,40)	(9,45 - 13,41)	(0,283 - 0,706)				
"ABS"							
(n=37)		(n=36)		(n=38)		(n=38)	
3,04 ± 0,62	5,05 ± 0,86	10,88 ± 0,74	0,479 ± 0,117				
(1,86 - 5,00)	(2,74 - 7,17)	(9,80 - 12,30)	(0,296 - 0,833)				

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

Taula 5-22: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra femenina, segons de la seva distribució per categories de competició.

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
"M-12"							
(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=4)	
1,88 ± 0,63	3,76 ± 0,85	12,95 ± 1,93	0,374 ± 0,097				
(0,98 - 2,43)	(2,75 - 4,63)	(11,60 - 15,79)	(0,269 - 0,479)				
"M-15"							
(n=18)		(n=9)		(n=18)		(n=18)	
2,26 ± 0,61	4,16 ± 0,54	13,03 ± 1,39	0,500 ± 0,114				
(1,03 - 3,32)	(3,40 - 5,06)	(11,01 - 16,18)	(0,274 - 0,676)				
"M-17"							
(n=13)		(n=11)		(n=13)		(n=13)	
2,81 ± 0,58	4,62 ± 0,63	12,55 ± 1,22	0,495 ± 0,100				
(1,99 - 3,72)	(3,88 - 5,88)	(10,89 - 14,60)	(0,357 - 0,662)				
"M-20"							
(n=6)		(n=6)		(n=7)		(n=7)	
2,43 ± 0,20	4,55 ± 0,62	12,28 ± 1,17	0,472 ± 0,115				
(2,18 - 2,75)	(3,48 - 5,25)	(10,39 - 14,16)	(0,307 - 0,619)				
"ABS"							
(n=13)		(n=13)		(n=13)		(n=13)	
2,62 ± 0,27	4,34 ± 0,82	11,85 ± 1,23	0,424 ± 0,057				
(2,33 - 3,23)	(3,48 - 5,81)	(10,34 - 14,36)	(0,276 - 0,533)				

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

La mostra masculina, en els protocols específics, presenta un comportament diferencial en els tres tests: en el TF hi ha un increment dels valors mitjans fins la categoria M-20, i un decrement en els valors

mitjans dels absoluts; en el TFS, encara que poc evident, existeix una progressió constant dels valors mitjans des de M-12 fins la màxima categoria; finalment el T3x5, es produeix un empitjorament dels resultats en M-20 per continuar l'increment en els ABS.

El comportament de la mostra femenina els tests específics també presenta irregularitats, així en el TF la progressió es produeix fins la categoria M-17, on troba el valor màxim (Figura 5-15); en el TFS també es produeix la inflexió en aquesta categoria (Figura 5-16), mentre que en el T3x5 els resultats mostren una clara tendència a incrementar els nivells fins la categoria absoluta (Figura 5-17).

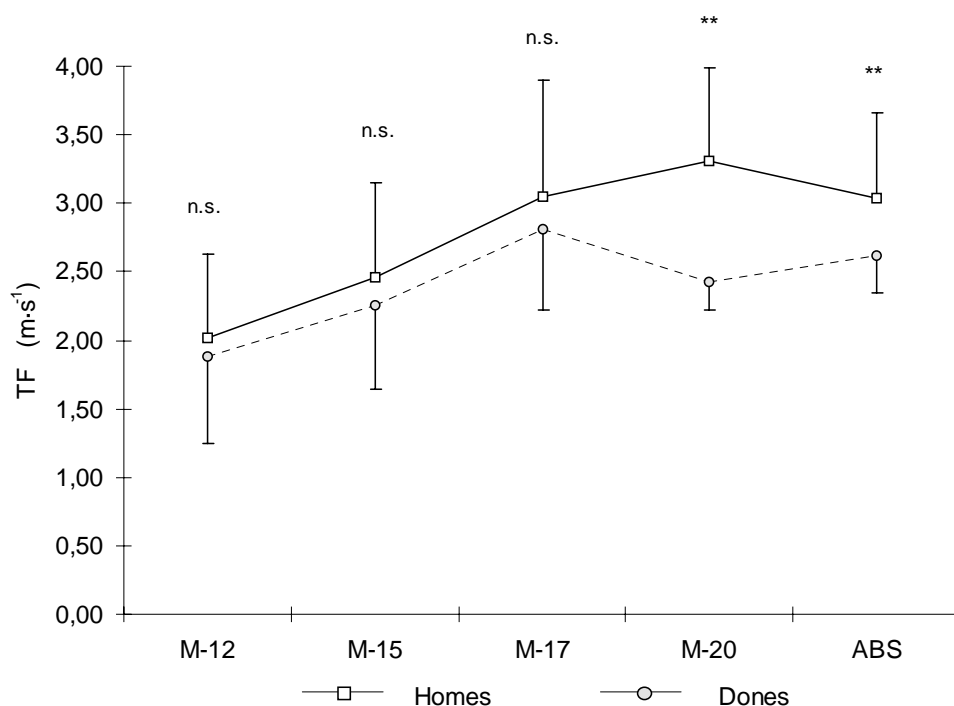


Figura 5-15: Comparació dels valors registrats en el TF segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** (p<0,001), ** (p<0,01), * (p<0,5) i n.s. (no significatiu).

Les diferències entre la mostra masculina i femenina en els protocols específics tenen menor significació que en els tests generals. En el TF no s'ha trobat significació estadística en les diferències entre les mitjanes d'homes i dones en les categories M-12 a M-17, mentre que al comparar els dos sexes en categoria M-20 i ABS s'observa un nivell de significació de $p < 0,01$ (Figura 5-15). En el TFS els valors mitjans d'homes i dones presenten una evolució molt paral·lela, amb valors i increments similars. La significació estadística es redueix considerablement (Figura 5-16), existint tan sols en la comparació dels esgrimidors absoluts ($p < 0,05$).

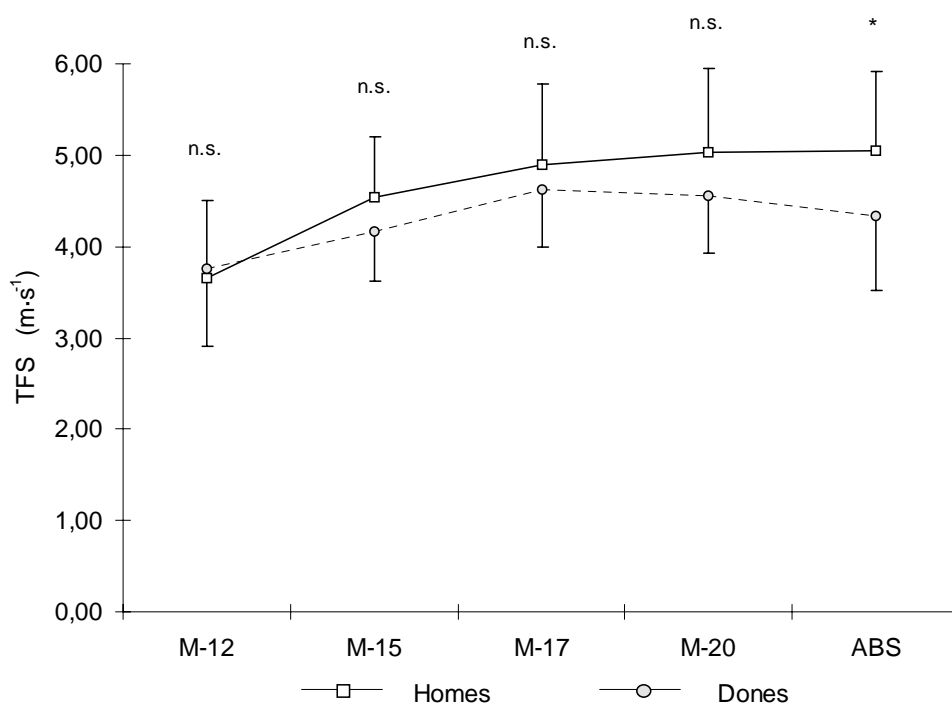


Figura 5-16: Comparació dels valors registrats en el TFS segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$) i n.s. (no significatiu).

Tal i com succeïa en els resultats del TF, SJ, CMJ i coeficient d'elasticitat, s'observa com els valors de la mostra femenina M-12 són millors que els de la mostra masculina en la mateixa categoria (n.s.). Des de la categoria M-15 fins a la M-17 els homes presenten temps d'execució inferiors —i per tant resultats millors als de les dones— amb diferents nivells de significació estadística (Figura 5-17).

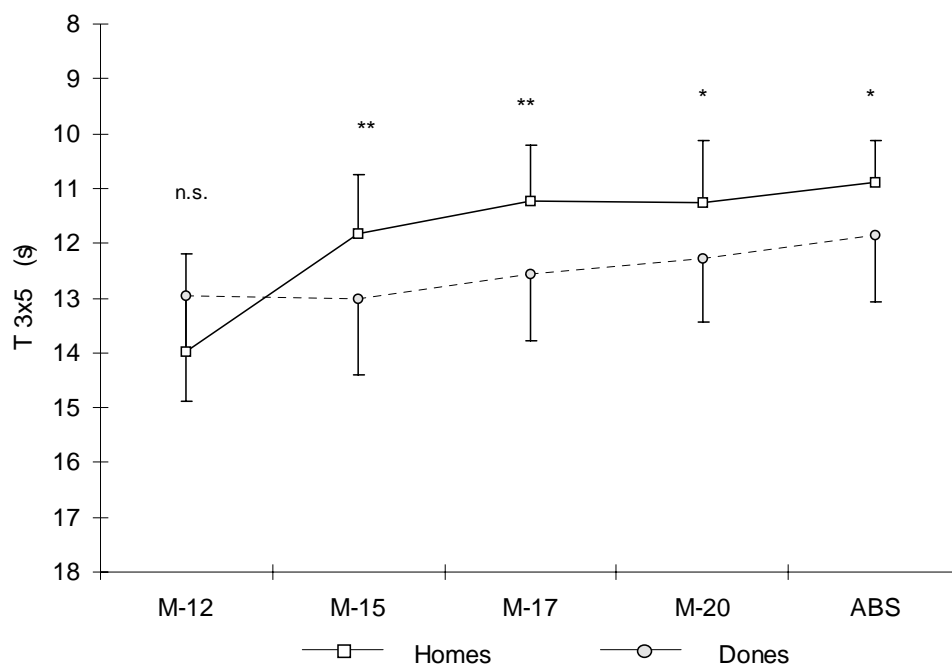


Figura 5-17: Comparació dels valors registrats en el T_{3x5} segons el sexe i la categoria dels esgrimidors. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes globals de les categories consecutives, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu). La figura presenta en ordre invers els valors de l'eix Y per tal de millorar la comprensió del gràfic.

Per tal de comparar gràficament les diferències entre el perfil de les variables analitzades en totes les categories es van transformar els resultats a puntuacions normalitzades Z^(*). Amb aquest sistema paramètric d'avaluació es van comparar les mitjanes de les categories amb la mitjana global, relacionant-les amb les seves desviacions típiques, definint-se cada variable entre els valors +3 i -3. El comportament resultant en cada grup d'edat presenta (Figura 5-18) com les diferències entre categories disminueixen a mesura que l'edat avança, essent molt grans entre M-12 i M-15, i gairebé inexistents entre M-20 i ABS.

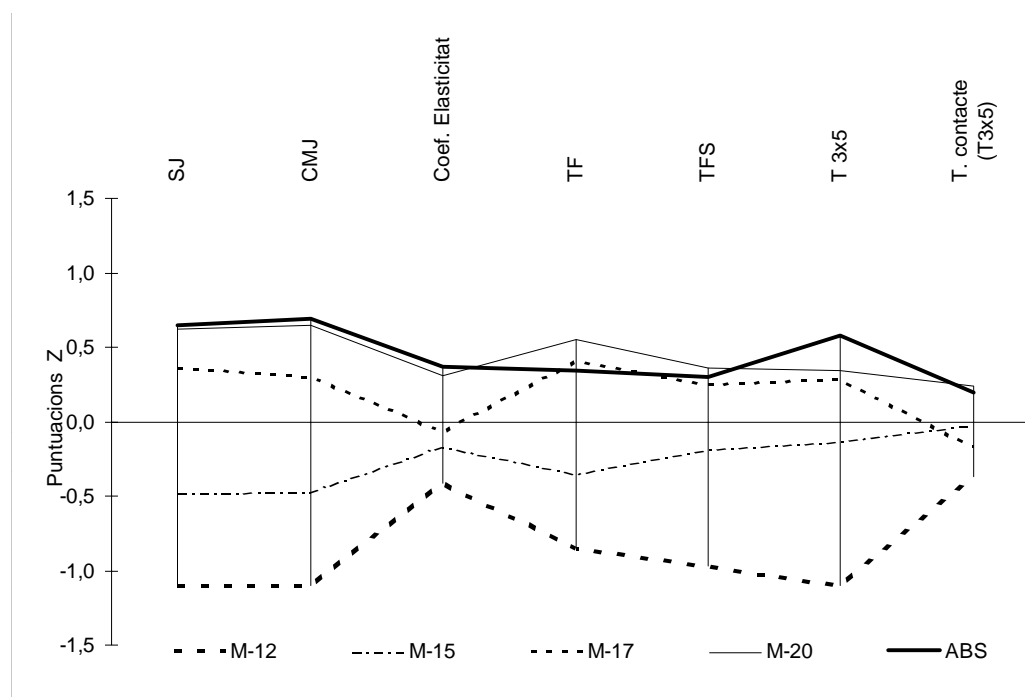


Figura 5-18: Perfil de les diferents categories en la comparació, en puntuacions normalitzades Z, de les mitjanes de les principals variables analitzades. Els valors del test de 3x5 m, així com el temps de contacte es presenten en valors inversos per tal de millorar la seva interpretació en el perfil.

(*) La variable coeficient d'elasticitat no segueix una distribució normal, però s'ha inclòs al tractar-se d'una anàlisi descriptiva complementària.

Taula 5-23: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de la mostra masculina, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).

Edat anys	Hores setmana h	Rànquing n	Anys pràctica anys
Espasa i floret (masculí)			
(n=107) 17,8 ± 6,1 (7,2 - 35,0)	(n=107) 8,1 ± 7,2 (2,0 - 30,0)	(n=107) 15,8 ± 25,5 (0,0 - 94,0)	(n=106) 4,1 ± 4,6 (0,0 - 20,0)
Sabre (masculí)			
(n=49) 17,2 ± 4,9 (6,6 - 26,9)	(n=49) 9,6 ± 7,2 (2,0 - 25,0)	(n=49) 18,6 ± 23,4 (0,0 - 78,0)	(n=49) 5,7 ± 4,3 (0,0 - 17,0)

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

Les marcades diferències existents en la dinàmica de competició del sabre, en relació a l'espasa i el floret, ens van decidir a analitzar l'existència de possibles diferències en els indicadors estudiats. La mostra sobre la que s'ha treballat fou de 107 tiradors d'armes de punta (floret i espasa) i 49 de sabre. Les dades generals d'ambdós grups (Taula 5-23) són força similars, encara que els sabristes presenten, en conjunt, millors valors mitjans en el rànquing i en les hores d'entrenament.

Cap diferència estadísticament significativa ha estat trobada entre aquests dos grups en les variables de força explosiva, generals (Taula 5-24) i específiques (Taula 5-25), en el conjunt de tiradors.

Taula 5-24: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).

SJ cm		CMJ cm		Coef. Elasticitat cm	
Espasa i floret (masculí)					
(n=107)		(n=107)		(n=107)	
32,5	± 8,0	34,6	± 8,8	2,1	± 2,3
(17,7	- 50,3)	(17,5	- 55,3)	(-5,6	- 8,7)
Sabre (masculí)					
(n=49)		(n=49)		(n=49)	
31,9	± 8,1	34,5	± 10,1	2,6	± 4,2
(14,5	- 47,7)	(14,6	- 61,5)	(-4,9	- 25,3)

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

Taula 5-25: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de la mostra masculina, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
Espasa i floret (masculí)							
(n=106)		(n=76)		(n=107)		(n=107)	
2,71	± 0,94	4,56	± 0,96	11,96	± 1,69	0,498	± 0,129
(1,11	- 5,38)	(2,60	- 6,77)	(9,45	- 17,79)	(0,283	- 1,181)
Sabre (masculí)							
(n=49)		(n=49)		(n=49)		(n=49)	
2,76	± 0,56	4,84	± 1,06	11,72	± 1,74	0,518	± 0,143
(1,34	- 4,48)	(2,19	- 7,17)	(9,80	- 20,10)	(0,237	- 0,963)

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

Amb l'objectiu de comparar els resultats en mostres més homogènies de tiradors es van analitzar les dades tan sols en subjectes de nivell 1 i 2, considerant que aquesta intervenció podria minvar l'efecte de variables estranyes produïdes per l'heterogeneïtat dels tiradors inclosos en la valoració global.

Taula 5-26: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per armes.

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
Espasa masculina							
(n=19)	23,8 ± 4,4	(n=19)	18,3 ± 7,3	(n=19)	51,7 ± 24,7	(n=19)	8,8 ± 5,2
	(17,5 - 31,9)		(6,0 - 30,0)		(21,0 - 94,0)		(2,0 - 20,0)
Florete masculí							
(n=8)	24,9 ± 4,5	(n=8)	15,5 ± 7,3	(n=8)	56,6 ± 24,3	(n=8)	11,6 ± 4,3
	(21,5 - 34,3)		(6,0 - 25,0)		(17,0 - 86,0)		(5,0 - 19,0)
Sabre							
(n=17)	21,8 ± 3,3	(n=17)	17,6 ± 6,1	(n=17)	45,4 ± 18,3	(n=17)	8,4 ± 3,4
	(17,8 - 26,9)		(9,0 - 25,0)		(22,0 - 78,0)		(4,0 - 13,0)
Florete femení							
(n=15)	22,2 ± 5,3	(n=15)	11,5 ± 5,8	(n=14)	43,3 ± 25,5	(n=13)	9,0 ± 5,0
	(13,9 - 34,6)		(3,0 - 20,0)		(7,5 - 80,0)		(3,0 - 19,0)
Espasa femenina							
(n=9)	20,7 ± 3,7	(n=9)	9,6 ± 3,5	(n=9)	28,9 ± 12,9	(n=9)	6,1 ± 3,9
	(16,1 - 26,7)		(4,0 - 15,0)		(10,0 - 51,0)		(2,0 - 13,0)

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

Taula 5-27: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per armes.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Espasa masculina								
(n=19)			(n=19)			(n=19)		
38,9	±	4,6	41,9	±	4,1	3,0	±	1,6
(31,5 - 46,5)			(33,0 - 48,8)			(-0,2 - 5,6)		
Floret masculí								
(n=8)			(n=8)			(n=8)		
39,7	±	3,4	43,1	±	3,0	3,3	±	1,5
(36,1 - 46,2)			(39,6 - 47,2)			(1,0 - 4,8)		
Sabre								
(n=17)			(n=17)			(n=17)		
37,9	±	4,8	42,5	±	7,6	4,6	±	6,3
(32,5 - 47,7)			(31,3 - 61,5)			(-1,7 - 25,3)		
Floret femení								
(n=14)			(n=14)			(n=14)		
32,1	±	5,7	34,1	±	6,3	2,0	±	2,5
(21,8 - 42,9)			(24,5 - 48,5)			(-0,3 - 9,1)		
Espasa femenina								
(n=9)			(n=9)			(n=9)		
28,5	±	3,1	31,0	±	3,3	2,5	±	1,0
(24,1 - 32,3)			(26,4 - 34,8)			(0,7 - 3,9)		

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

L'espasa femenina presenta, en comparació a la resta de modalitats, valors mitjans inferiors en les variables generals (Taula 5-26).

En la comparació entre modalitats dels protocols generals de força explosiva tan sols existeixen diferències significatives entre les armes masculines i femenines, i aquestes seran objecte d'estudi en la posterior diferenciació, de la mostra de nivells 1 i 2, per sexes.

Com a dades més destacables de l'anàlisi per modalitats cal considerar la similitud en els resultats, doncs en el SJ, CMJ i coeficient d'elasticitat les diferències entre armes no superen en cap cas els 2 cm. Existeix però, la tendència a existir millors valors en els tiradors de la primera categoria (nivells 1 i 2), homes i dones, de floret (Figura 5-19) en relació als esgrimidors del mateix sexe de la resta de modalitats.

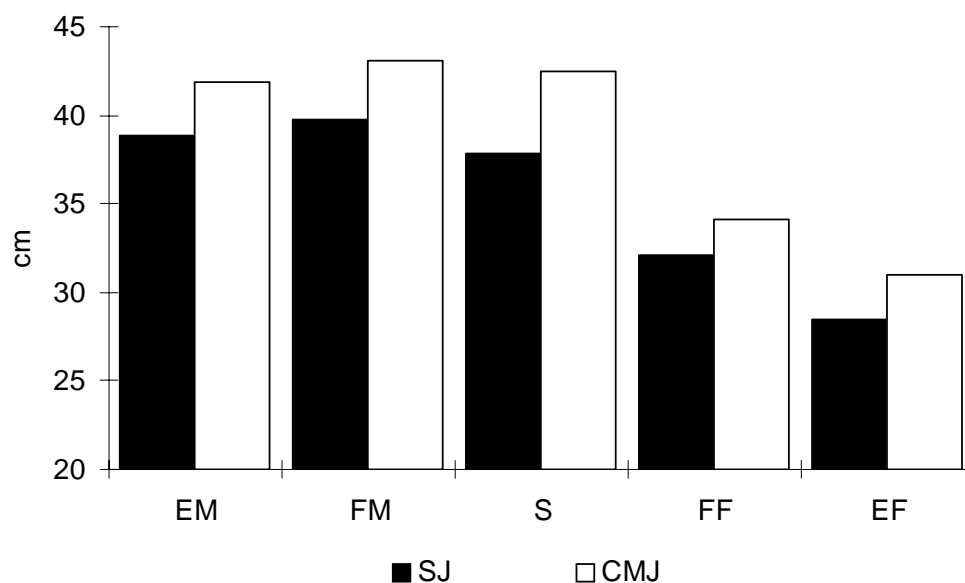


Figura 5-19: Resultats dels protocols generals de força explosiva, en les 5 armes, en tiradors de nivell 1 i 2.

Taula 5-28: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per armes.

TF m·s ⁻¹			TFS m·s ⁻¹			T _{3x5} s			Temps contacte (T _{3x5}) s		
Espasa masculina											
(n=19)			(n=19)			(n=19)			(n=19)		
3,42	±	0,78	5,17	±	0,70	11,02	±	0,66	0,460	±	0,077
(2,40	-	5,38)	(4,00	-	6,39)	(10,01	-	12,15)	(0,296	-	0,640)
Floret masculí											
(n=8)			(n=7)			(n=8)			(n=8)		
3,05	±	0,74	5,27	±	0,59	11,05	±	1,05	0,474	±	0,117
(1,86	-	4,02)	(4,01	-	5,88)	(9,91	-	12,30)	(0,300	-	0,653)
Sabre											
(n=17)			(n=17)			(n=17)			(n=17)		
2,93	±	0,48	5,35	±	0,99	10,77	±	0,75	0,517	±	0,133
(2,26	-	4,48)	(3,38	-	7,17)	(9,80	-	12,47)	(0,313	-	0,833)
Floret femení											
(n=14)			(n=14)			(n=14)			(n=14)		
2,56	±	0,31	4,23	±	0,71	12,32	±	1,20	0,453	±	0,089
(1,99	-	3,34)	(3,48	-	5,81)	(10,72	-	14,36)	(0,276	-	0,619)
Espasa femenina											
(n=9)			(n=9)			(n=9)			(n=9)		
2,89	±	0,53	4,92	±	0,52	11,71	±	0,96	0,423	±	0,069
(2,33	-	3,72)	(3,96	-	5,88)	(10,34	-	13,01)	(0,307	-	0,545)

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

En els protocols específics el comportament de les diferents modalitats és similar al descrit en els tests generals. Entre les armes masculines, excepte en el TF, on els espasistes presenten valors superiors significativament als sabristes ($p < 0,05$), els resultats mitjans són

similars, sense apreciar-se significació estadística. De la mateixa forma, exceptuant els nivells superiors en el TFS de les espasistes ($p < 0,05$), entre el floret i l'espasa femenins, tampoc es van detectar diferències significatives.

Els sabristes són els tiradors que presenten millors mitjanes en el TFS i el T3x5, essent aquests dos tests els que comporten una major sol·licitació del component elàstic de la musculatura. La tendència expressada en els tests generals, sobre la superioritat dels resultats dels floretistes, no té continuïtat en els protocols específics.

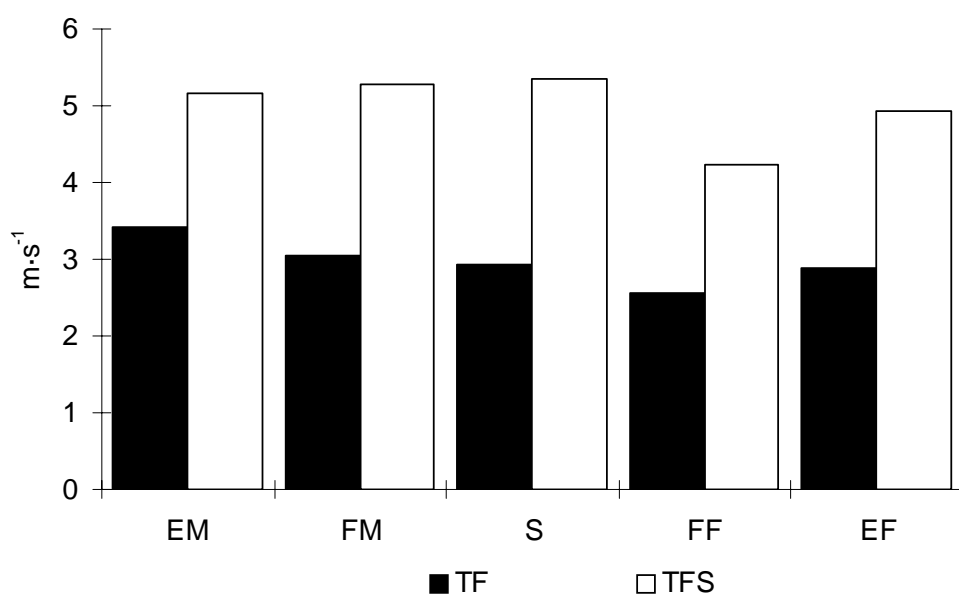


Figura 5-20: Resultats dels protocols específics de força explosiva, en les 5 armes, en tiradors de nivell 1 i 2.

Les grans diferències existents entre les armes masculines i les femenines en els indicadors de força explosiva i potència anaeròbica alàctica van potenciar l'anàlisi de la diferenciació per sexes dels tiradors de la primera categoria (nivells 1 i 2) del treball.

Les característiques generals mostren valors mitjans superiors en els homes en l'edat, les hores d'entrenament, els anys d'esgrima i el rànquing de puntuació de 0 a 100.

Taula 5-29: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

Edat anys	Hores setmana h	Rànquing n	Anys pràctica anys
Homes			
(n=45) 23,1 ± 4,1 (17,5 - 34,3)	(n=45) 17,2 ± 7,0 (4,0 - 30,0)	(n=45) 49,9 ± 22,1 (17,0 - 94,0)	(n=45) 9,1 ± 4,4 (2,0 - 20,0)
Dones			
(n=23) 21,7 ± 4,8 (13,9 - 34,6)	(n=23) 11,1 ± 4,9 (3,0 - 20,0)	(n=22) 37,7 ± 22,8 (7,5 - 80,0)	(n=21) 7,9 ± 4,8 (2,0 - 19,0)
Global			
(n=68) 22,7 ± 4,4 (13,9 - 34,6)	(n=68) 15,2 ± 7,0 (3,0 - 30,0)	(n=67) 45,9 ± 22,9 (7,5 - 94,0)	(n=66) 8,7 ± 4,6 (2,0 - 20,0)

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

Taula 5-30: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Homes								
(n=45)			(n=45)			(n=45)		
38,3	±	5,0	42,0	±	6,0	3,7	±	4,0
(21,8	-	47,7)	(25,1	-	61,5)	(-1,7	-	25,3)
Dones								
(n=22)			(n=22)			(n=22)		
31,1	±	4,8	33,2	±	5,3	2,2	±	2,1
(21,1	-	42,9)	(24,5	-	48,5)	(-0,3	-	9,1)
Global								
(n=67)			(n=67)			(n=67)		
35,9	±	6,0	39,1	±	7,1	3,2	±	3,6
(21,1	-	47,7)	(24,5	-	61,5)	(-1,7	-	25,3)

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

En el SJ i el CMJ les diferències entre homes i dones són altament significatives ($p < 0,001$), mentre que en el coeficient d'elasticitat els valors mitjans superiors registrats en els homes no presenten significació estadística.

Els tiradors, en el SJ, tenen uns resultats de 38,3 cm ($de=5$), mentre que les esgrimidors aconseguiren una mitjana de 31,1 cm ($de=4,8$). La diferència entre homes i dones es xifra entre els 4,6 i 9,8 cm amb una confiança del 95%.

En el CMJ els homes presentaren una mitjana superior en 3,5 cm (42,0 cm; de =6) a la del SJ, mentre que les dones disminueixen la diferència a uns 2 cm (\bar{X} =33,2 cm; de=5,3). Amb una confiança del 95% els valors dels tiradors masculins en el CMJ són de 5,7 a 11,7 cm superiors als de la mostra femenina de primera categoria.

En el coeficient d'elasticitat els homes també presenten valors superiors (\bar{X} =3,7 cm; de=4) als de la mostra femenina (\bar{X} =2,2 cm; de=2,1), mantenint-se en tot moment la tendència a existir nivells superiors en els tiradors sobre les esgrimidores en els diferents indicadors generals de força explosiva (Figura 5-21).

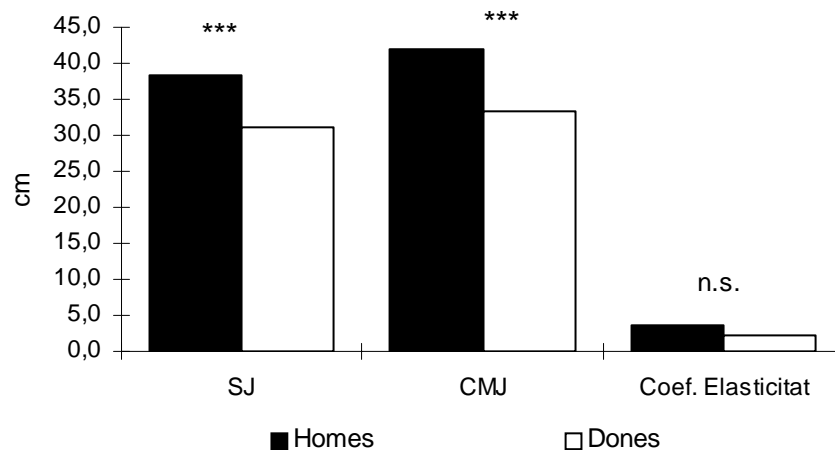


Figura 5-21: Mitjanes dels resultats dels protocols generals de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1 i 2. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-31: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
Homes							
(n=45)		(n=45)		(n=45)		(n=45)	
3,16 ± 0,69		5,26 ± 0,79		10,96 ± 0,80		0,483 ± 0,108	
(1,86 - 5,38)		(3,38 - 7,17)		(9,80 - 12,57)		(0,296 - 0,833)	
Dones							
(n=22)		(n=22)		(n=22)		(n=22)	
2,66 ± 0,42		4,47 ± 0,72		12,06 ± 1,15		0,441 ± 0,084	
(1,99 - 3,72)		(3,48 - 5,88)		(10,34 - 14,36)		(0,276 - 0,619)	
Global							
(n=67)		(n=67)		(n=67)		(n=67)	
3,00 ± 0,65		5,00 ± 0,85		11,32 ± 1,06		0,470 ± 0,100	
(1,86 - 5,38)		(3,38 - 7,17)		(9,80 - 14,36)		(0,276 - 0,833)	

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

Els tres tests específics presenten millors valors mitjans en la mostra masculina que en la femenina (Taula 5-31). En el TF, mentre els tiradors presenten una velocitat d'execució de 3,2 m·s⁻¹ (de=0,1), les esgrimidores registren 2,7 m·s⁻¹ (de=0,4), el que suposa, amb una confiança del 95%, unes diferències entre homes i dones ($p < 0,001$) de 0,24 a 0,78 m·s⁻¹.

La mostra masculina també difereix significativament ($p < 0,001$) de la femenina en el TFS. Així els tiradors executaren el TFS en una mitjana de 5,3 m·s⁻¹ (de=0,8), i les tiradores en 4,5 m·s⁻¹ (de=0,7), emmarcant-se les diferències en un interval de confiança (95%) d'entre 0,38 i 1,18 m·s⁻¹.

En el T3x5 es mantenen les pautes dels anteriors tests essent significativament ($p < 0,001$) inferiors els temps de realització en els homes ($\bar{X} = 10,96$ s; $de = 0,8$) en relació a les dones ($\bar{X} = 12,06$ s; $de = 1,15$), essent l'interval de confiança del 95% d'entre -1,7 a -0,6 s a favor de la mostra masculina.

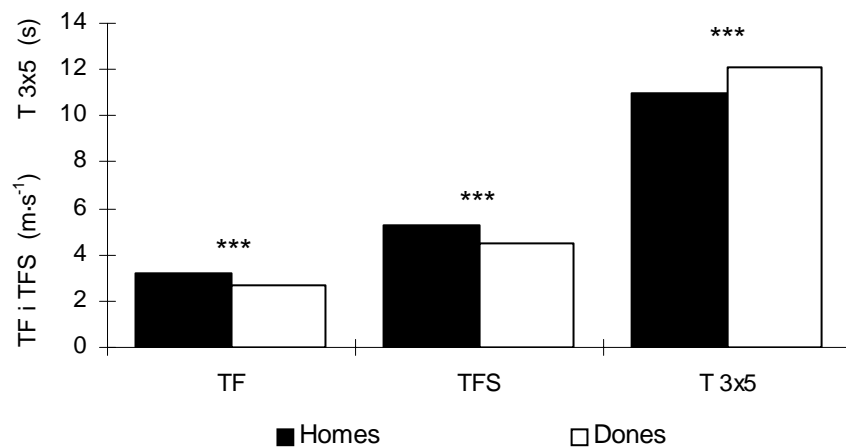


Figura 5-22: Mitjanes dels resultats dels protocols específics de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1 i 2. També es representa la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-32: Edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
Espasa i floret (masculí)							
(n=27)		(n=27)		(n=27)		(n=27)	
24,1 ± 4,4	17,4 ± 7,3	53,2 ± 24,2	9,7 ± 5,0				
(17,5 - 34,3)	(6,0 - 30,0)	(17,0 - 94,0)	(2,0 - 20,0)				
Sabre (masculí)							
(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)	
21,8 ± 3,3	17,6 ± 6,1	45,4 ± 18,3	8,4 ± 3,4				
(17,8 - 26,9)	(9,0 - 25,0)	(22,0 - 78,0)	(4,0 - 13,0)				

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

En l'anàlisi del conjunt de la mostra no es van detectar diferències significatives entre les armes de punta (flore i espasa) i l'arma de tall en els homes. L'estudi estadístic s'ha repetit en la mostra d'esgrimidors de nivells 1 i 2, coincidint en la no apreciació de significació estadística alguna (n.s.) en els valors mitjans registrats tant en els protocols generals (Taula 5-33) com en els tests específics (Taula 5-34), malgrat segueixi existint la tendència dels sabristes a presentar millors valors en els protocols on intervé el component elàstic de la musculatura de les extremitats inferiors.

Les característiques generals dels tiradors d'armes de punta, encara que lleugerament superiors, presenten valors molt similars als de punta i tall (Taula 5-32).

Taula 5-33: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Espasa i floret (masculí)								
(n=27)			(n=27)			(n=27)		
39,1	±	4,2	42,2	±	3,8	3,1	±	1,6
(31,5	-	46,5)	(33,0	-	48,8)	(-0,2	-	5,6)
Sabre (masculí)								
(n=17)			(n=17)			(n=17)		
37,9	±	4,8	42,5	±	7,6	4,6	±	6,3
(32,5	-	47,7)	(31,3	-	61,5)	(-1,7	-	25,3)

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

Taula 5-34: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 i 2 de la mostra, segons la seva distribució per la forma de tocar amb l'arma (punta i tall).

TF m·s ⁻¹		TFS m·s ⁻¹		T 3x5 s		Temps contacte (T3x5) s	
Espasa i floret (masculí)							
(n=27)		(n=26)		(n=27)		(n=27)	
3,31	± 0,77	5,20	± 0,67	11,02	± 0,77	0,464	± 0,088
(1,86	- 5,38)	(4,00	- 6,39)	(9,91	- 12,30)	(0,296	- 0,653)
Sabre (masculí)							
(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)	
2,93	± 0,48	5,35	± 0,99	10,77	± 0,75	0,517	± 0,133
(2,26	- 4,48)	(3,38	- 7,17)	(9,80	- 12,47)	(0,313	- 0,833)

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

Vam introduir un estudi correlacional de les diferents variables de força explosiva per tal d'analitzar les relacions existents en els resultats de protocols generals i específics sobre el conjunt de la mostra (Taula 5-35) així com específicament en els subjectes de nivells 1 i 2 (Taula 5-36). A més a més, es van afegir a la matriu de correlacions d'altres variables, com el rànquing de 0 a 100, la talla i la mitjana del temps de contacte en el test de 3x5 m.

Els protocols generals i específics de força explosiva presenten alts nivells de significació en la correlació dels seus resultats en la totalitat dels subjectes. Dins de les relacions amb màxima significació estadística ($p < 0,001$) destaquen la correlació entre el SJ i el CMJ ($r = 0,95$), l'existent entre el T3x5 i T5x3 ($r = 0,72$), i la del SJ ($r = -0,69$) i del CMJ ($r = -0,69$) amb el T3x5, essent la resta de correlacions inferiors a $r = 0,60$.

En els subjectes de la primera categoria —nivells 1 i 2— els índex de correlació entre les variables, així com el nivell de significació es veuen disminuïts en relació al conjunt de la mostra. Les relacions més fortes entre variables ($p < 0,001$) es troben entre el CMJ i el SJ ($r = 0,86$) i entre el T3x5 i T5x3 ($r = 0,81$).

Les relacions entre la variable rànquing de 0 a 100 —variable qualitativa expressada com a variable numèrica contínua— i els indicadors de força explosiva foren dèbils, essent la relació més forta la d'aquesta variable amb el SJ en la totalitat dels tiradors ($r = 0,53$; $p < 0,001$).

La talla tampoc va presentar índex de correlació massa elevats essent la màxima relació també l'existent amb el SJ de tots els subjectes ($r = 0,60$; $p < 0,001$).

Taula 5-35: Correlacions existents entre les principals variables que incideixen en els nivells de força explosiva en la totalitat de la mostra.

	CMJ		Rànquing		T 3x5		T 5x3		Talla		TF		TFS	
Coefficient elasticitat	0,518 (n=212) ***	Coefficient elasticitat												
Rànquing	0,5737 (n=211) ***	0,3356 (n=211) ***												
SJ	0,9484 (n=212) ***	0,2201 (n=212) **	0,5301 (n=211) ***											
T 3x5	-0,6906 (n=212) ***	-0,2721 (n=212) ***	-0,3897 (n=211) ***	-0,6867 (n=212) ***										
T 5x3	-0,4508 (n=40) **	-0,1225 (n=40) n.s.	-0,2867 (n=39) n.s.	-0,454 (n=40) **	0,7179 (n=40) ***									
Talla	0,4764 (n=23) *	0,0359 (n=23) n.s.	0,0483 (n=24) n.s.	0,5965 (n=23) **	-0,1556 (n=23) n.s.	-0,1564 (n=18) n.s.								
TF	0,4686 (n=211) ***	0,1655 (n=211) *	0,3452 (n=210) ***	0,4735 (n=211) ***	-0,4539 (n=211) ***	0 (n=40) n.s.	0,4367 (n=23) *							
TFS	0,4913 (n=168) ***	0,3542 (n=168) ***	0,4246 (n=167) ***	0,4328 (n=168) ***	-0,5307 (n=168) ***	-0,1138 (n=40) n.s.	-0,1416 (n=23) n.s.	0,4626 (n=168) ***						
Mitjana cont. (T3x5)	-0,1467 (n=212) *	-0,1379 (n=212) *	-0,12 (n=211) n.s.	-0,1161 (n=212) n.s.	0,3793 (n=212) ***	0,29 (n=40) n.s.	0,1605 (n=23) n.s.	0,0239 (n=211) n.s.	-0,1976 (n=168) *					

Les dades són: coeficient de correlació de Pearson (r), grandària de la mostra (n) i significació (*** p<0,001; ** p<0,01; * p>0,05; n.s.=no significatiu).

Taula 5-36: Correlacions existents entre les principals variables que incideixen en els nivells de força explosiva en subjectes de nivell 1 i 2.

	CMJ									
Coefficient elasticitat	0,5264 (n=67) ***	Coefficient elasticitat								
Rànquing	0,4268 (n=66) ***	0,215 (n=66) n.s.	<u>Rànquing</u>							
SJ	0,8624 (n=67) ***	0,0236 (n=67) n.s.	0,3748 (n=66) **	<u>SJ</u>						
T 3x5	-0,5905 (n=67) ***	-0,2266 (n=66) n.s.	-0,2989 (n=66) *	-0,5593 (n=67) ***	<u>T 3x5</u>					
T 5x3	-0,4981 (n=37) **	-0,1144 (n=37) n.s.	-0,1932 (n=36) n.s.	-0,5166 (n=37) **	0,8108 (n=37) ***	<u>T 5x3</u>				
Talla	0,4764 (n=23) *	0,0359 (n=23) n.s.	0,0483 (n=24) n.s.	0,5965 (n=23) **	-0,1556 (n=23) n.s.	-0,1564 (n=18) n.s.	<u>Talla</u>			
TF	0,1003 (n=67) n.s.	0,0953 (n=67) n.s.	0,1589 (n=66) n.s.	0,0612 (n=67) n.s.	-0,2527 (n=67) *	-0,1164 (n=37) n.s.	0,4367 (n=23) *	<u>TF</u>		
TFS	0,2931 (n=66) *	0,3991 (n=66) **	0,2141 (n=65) n.s.	0,1066 (n=66) n.s.	-0,4519 (n=66) ***	-0,1097 (n=37) n.s.	-0,1416 (n=23) n.s.	0,3955 (n=66) **	<u>TFS</u>	
Mitjana cont. (T3x5)	-0,0704 (n=67) n.s.	-0,038 (n=67) n.s.	0,0423 (n=66) n.s.	-0,0601 (n=67) n.s.	0,2816 (n=67) *	0,2489 (n=37) n.s.	0,1605 (n=23) n.s.	0,0397 (n=67) n.s.	-0,0894 (n=66) n.s.	

Les dades són: coeficient de correlació de Pearson (r), grandària de la mostra (n) i significació (*** p<0,001; ** p<0,01; * p>0,05; n.s.=no significatiu).

5.3.5. Discussió

L'entrenament en l'esgrima es fonamenta en la preparació tecnicotàctica dels tiradors. Per Schnabel (1988), la variabilitat en les accions tecnicotàctiques en els esports de combat provoquen un subordinament de les exigències d'entrenament al factor tàctic. Però, a banda d'aquesta intensa formació en la interacció entre tècnica i tàctica, els esgrimidors han de posseir una elevada capacitat de treball físic, i més concretament en tres grans grups funcionals: el sistema cardiorespiratori, l'anatomomorfologia i l'activació del sistema nerviós central (Díaz 1981).

Per Marini (1984) les principals components de la condició física de l'esgrimidor són la velocitat, la força explosiva i la potència. La velocitat de les accions amb la mà, així com l'explosivitat dels moviments de les cames en les accions ofensives confirmen la importància d'aquests factors. En aquesta primera part del capítol hem centrat el treball en l'anàlisi de la força explosiva i potència anaeròbica alàctica dels esgrimidors. L'aïllament de l'estudi de les diferents manifestacions de la força explosiva, respon a la gran dificultat que la valoració d'aquestes variables presenta en les condicions de camp.

Així com en la caracterització de la FC, consum d'oxigen i despesa energètica en entrenaments i competició s'ha pogut realitzar una notable aproximació a les condicions reals d'execució, en la valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors dels tiradors hem hagut de recórrer a alguns dels protocols de valoració d'aquesta qualitat existents en la literatura (Bosco i col. 1979, 1983, 1985, 1987).

Malgrat la màxima precisió en els tests s'aconsegueix en el laboratori, mitjançant protocols que ens informen sobre les

característiques generals dels subjectes (Madella 1987), l'orientació d'aquest treball en tot moment ha pretès assolir la màxima especificitat en les valoracions dels esgrimidors. Per això es van dissenyar uns protocols específics de valoració de la força explosiva, on els tiradors executaven el gest tècnic del fons, com a indicador de l'aprofitament específic dels moviments explosius de les cames.

En la revisió bibliogràfica vam identificar l'existència d'un test específic de potència anaeròbica alàctica dissenyat per Caldarone, Sardella i Dal Monte (1983) que s'executava sobre una cinta ergomètrica amb l'ajut de la implementació d'una barra dinamomètrica. Amb l'objectiu de crear uns protocols aplicables en la mateixa sala d'esgrima, es van dissenyar quatre tests per tal de crear uns indicadors específics que, conjuntament amb els generals, fossin d'utilitat als mestres, tècnics i preparadors físics per a controlar el procés de l'entrenament, alhora que eren emprats com a mitjà de valoració en aquest treball. El test de fons (TF) reproduïa exactament l'acció tècnica d'un fons, amb una situació de control total de l'acció des de situació estàtica que, malgrat és poc reproduïble en competició, ens aportava una bona informació sobre els nivells de força explosiva emprats dins d'una execució tècnica molt concreta. El test de fons amb salt (TFS) simulava millor les condicions de competició, però d'altra banda ofería una menor estabilitat en el control del test perquè, segons la modalitat i l'aplicació tècnica de cada esgrimidor, el salt endavant presentava major o menor alçada, profunditat, i pausa, el que condicionava de forma diferencial l'execució del fons. De fet l'objectiu no era altre que aquest, és a dir, valorar l'execució que més s'apropés a la de competició i no tant la reproducció d'un model tipificat que s'allunyés de l'estil personal d'aplicació d'una tècnica concreta. A més a més, ja disposàvem d'altres tests (SJ, CMJ) que valoraven les qualitats físiques generals de forma totalment estandarditzada i on, el factor tècnic específic, quedava totalment exclòs, recollint-se tan sols la informació relativa als nivells de força explosiva dels tiradors.

Els tests de 5x3 i 3x5 m (T5x3 i T3x5) foren dissenyats per valorar la potència anaeròbica alàctica dels tiradors, sempre dins del marc específic que era condicionat per l'execució dels desplaçaments tècnics (marxar, trencar i fons) de l'esgrima. La distància de 3 a 5 m fou escollida com a base de treball ja que en observacions pròpies i en alguna referència (Lavoie i col. 1985) vam constatar que era la distància més utilitzada en les accions ofensives i en la seva continuació (parades, respostes, contrarespostes, etc.).

L'anàlisi de la fiabilitat dels tests específics ens obliga a incidir en les limitacions de l'estudi abans d'introduir-nos en la interpretació de les dades. En el test-retest, hem comprovat que el protocol més fiable és el T5x3 ($p < 0,001$), a continuació el TF ($p < 0,01$) i finalment el TFS, que no ha resultat significatiu, molt probablement, per la inestabilitat esmentada. Val a dir que prèviament a la recollida de dades es va realitzar un seguit de proves en un grup de subjectes que repetidament van realitzar els tests, comprovant les adaptacions realitzades sobre la plataforma de força (Ergojump) així com la interpretació de les dades del microprocessador de la mateixa. L'anàlisi de fiabilitat dels tests aplicats en aquests subjectes ($n=10$) fou significatiu ($p < 0,05$) en el TFS. En aquesta valoració cal considerar el component d'aprenentatge que havien assolit els subjectes en realitzar-los repetidament. Malgrat les limitacions de la fiabilitat del TFS hem considerat la dificultat existent en la selecció d'indicadors que s'adaptin al que es vol mesurar. Aquest test reproduïx fidelment un dels moviments més característics, i utilitzats, de l'esgrima, i la informació que se'n pot extreure en el procés de control de l'entrenament pot arribar a ser d'un gran ajut pel mestre i pel preparador físic. A més a més hem de considerar que el seu ús com a element de control afegiria l'esmentat component d'aprenentatge que, probablement, incrementaria la fiabilitat del test.

Complementant la discussió sobre els aspectes metodològics del treball, centrarem les següents reflexions sobre el quadre d'assignació del rànquing. Aquest és un dels aspectes metodològics més novedosos introduïts en l'estudi doncs no hem trobat en les referències cap mètode de valoració del nivell de competició dels esgrimidors, ni tampoc d'altres esportistes, a banda de les classificacions oficials de les diferents federacions o lligues de competició.

La idea de crear una puntuació objectivable del nivell esgrimístic va originar-se en un treball anterior (Iglesias i Cano 1990) on es valorava el perfil de l'esgrimidor a Catalunya. En aquell estudi, com en l'actual, la problemàtica era similar: el rànquing oficial de la RFEE era insuficient doncs tant sols puntuaven els 16 millors esgrimidors de cada competició i per tant, a banda dels membres de l'equip nacional, que gairebé sempre puntuaven, tan sols eren presents en la classificació oficial 15 o 20 esgrimidors més a la fi de la temporada. Si s'utilitzava el sistema de la FIE era pitjor doncs eren pocs els espanyols presents en un llistat que es limitava als millors 250 esgrimidors, per modalitat, del món.

El sistema presentat ens ha ampliat el ventall de puntuació, és a dir, tothom és present dins dels criteris de puntuació, i per tant, tots els esgrimidors tenen una puntuació entre 0 i 100 que va d'acord amb la seva trajectòria esportiva. La comparació entre els tres nivells esgrimístics descrits en el treball en funció del rànquing de puntuació personal determina diferències altament significatives ($p < 0,001$) entre tots tres grups : equip nacional, 1a i 2a categories.

Considerem el quadre d'assignació del rànquing com un bon mitjà per avaluar el nivell real dels tiradors perquè combina dos criteris de gran importància: la magnitud del resultat i la continuïtat o repetició del mateix. A més a més té com a valors afegits la seva longevitat i heterogeneïtat,

perquè no valora estrictament el nivell en una temporada i en un àmbit (internacional, estatal o autonòmic), sinó que ho fa en el global de la trajectòria esportiva. És a dir, el que valora, de fet, és el nivell absolut que cada esgrimidor ha assolit en el global de la seva vida competitiva.

Centrant-nos en l'anàlisi dels resultats del capítol 5 hem d'esmentar la voluntat que ha existit en la realització d'aquest treball de precisar al màxim l'anàlisi de les dades. Per això hem comparat els valors assolits en els diferents tests segons la categoria, sexe o modalitat dels esgrimidors, complementant l'anàlisi amb variables auxiliars que vam considerar d'interès per a la discussió dels resultats. Una d'elles fou la "recodificació del rànquing personal" amb que vam agrupar els esgrimidors segons els seus principals àmbits d'actuació: poc o gens competitius els de 0 punts, tiradors d'àmbit autonòmic els d'1 a 10, tiradors d'àmbit estatal els d'11 a 30, esgrimidors consolidats estatalment i amb experiència internacional els de 31 a 60 i, finalment, tiradors de nivell internacional els de 61 a 100. L'altra nova variable fou la "forma de tocar amb l'arma", que ens va permetre diferenciar els sabristes dels tiradors d'armes de punta —espasa i floret— amb l'objectiu de trobar diferències objectivables entre ells.

La globalitat de la mostra presentava característiques generals similars per als homes i les dones (Taula 5-2), observant-se una gran heterogeneïtat en els valors de les diferents variables. Aquesta manca d'homogeneïtat ens va obligar a realitzar anàlisis parcials que possibilitessin un estudi de les dades segons les principals variables independents (categoria, edat, etc.).

En relació als protocols generals de força explosiva en el conjunt d'esgrimidors s'observen millors valors en el test CMJ que en els de SJ, xifrats en unes diferències de 1,7 a 2,5 cm (CI: 95%). Aquestes diferències favorables al protocol amb contramoviment provoquen un coeficient d'elasticitat, en el global de la mostra, d'una mitjana de 2,1 cm.

La comparació per sexes confirma valors significativament superiors en la mostra masculina sobre la femenina en el SJ i el CMJ ($p < 0,001$) mentre que en el coeficient d'elasticitat la tendència es manté en presentar valors més elevats en els homes, però sense significació estadística (Figura 5-4).

Els protocols específics de valoració de la força explosiva presenten un comportament similar als tests generals perquè el TFS, on intervé el component elàstic de la musculatura més activament, presenta valors superiors als del TF. Aquesta circumstància es reproduïx si analitzem aïlladament les mostres masculines i femenines, on constatem, a més a més, millors valors pels homes en tots els tests específics, malgrat el nivell de significació de les diferències entre sexes es redueix en comparació a l'assolit en els protocols generals.

La diferenciació per armes del conjunt de subjectes presenta una gran heterogeneïtat segons les seves característiques generals (edat, anys de pràctica, etc.), principalment en la reduïda mitjana d'edat (15 anys) que presenten els floretistes masculins, en relació a la resta de modalitats. Un fet que pot explicar aquesta situació és la metodologia general que s'utilitza en la iniciació a l'esgrima on, sovint, el floret és l'arma d'iniciació pels nens i posteriorment, se'ls dirigeix cap a una de les tres especialitats, concentrant-se així en la franja de menors de 15 anys molts esgrimadors com a practicants de floret que, potser en un futur, no necessàriament acabaran practicant aquesta modalitat.

La distribució per armes dels tiradors reproduïx les comparacions de mitjanes observades anteriorment perquè en totes les modalitats les mitjanes de CMJ són superiors a les de SJ, així com les de TFS ho són sobre el TF. En relació a la diferenciació entre modalitats cal destacar els millors valors dels espasistes en el CMJ, SJ i T_{3x5} en relació a floretistes i

sabristes. La superioritat dels nivells de força explosiva registrats en la mostra d'espasa pot estar condicionada pel fet que la mitjana d'aquests és de tiradors de categoria absoluta, mentre que la mitjana dels sabristes és de joves menors de 18 anys i la dels floretistes de menys de 15 anys. Per aquest motiu, la comparació entre modalitats serà tractada de nou en la comparació dels subjectes de nivell 1 i 2, on les mostres per modalitats presenten una major homogeneïtat, tractant-se de grups amb una antiguitat en l'esport de l'esgrima de 9 anys (de=5 anys). En la mostra femenina les espasistes presenten mitjanes superiors, encara que no significativament, a les floretistes en els protocols específics.

En la caracterització de les dades generals de la distribució dels esgrimidors en els tres nivells competitiu s'observen clares diferenciacions, essent el nivell 1 superior en edat, hores d'entrenament, rànquing i anys de pràctica en relació al nivell 2, i aquest en relació al nivell 3. Els tiradors de l'equip nacional presenten una tendència a registrar valors superiors als de nivell 2 en els diferents tests, generals i específics, però en cap dels casos les diferències son estadísticament significatives. En canvi, la comparació dels nivells 1 i 2, en relació al 3 presenta grans diferències en les característiques generals. Cal destacar la tendència a l'increment dels valors mitjans en la progressió dels diferents nivells, tant en els protocols generals (Figura 5-6) com en els específics (Figura 5-7).

L'anàlisi del nivell esgrimístic, fent atenció a la puntuació obtinguda en el quadre d'assignació del rànquing, també va presentar una clara evolució ascendent en les diferents variables, del nivell inferior (0 punts) al nivell superior (61 a 100 punts). Les dades generals de la distribució dels esgrimidors en els cinc intervals de puntuació (Taula 5-11) marcaven clarament aquesta tendència ascendent en les mitjanes d'edat, hores d'entrenament i anys de pràctica. La relació ascendent es mantenia en la comparació dels resultats dels tests generals (Figura 5-8) i específics

(Figura 5-9). Així, en el CMJ les mitjanes en els cinc intervals de puntuació s'incrementen a mesura que el rànquing augmenta, malgrat tan sols s'aprecia significació estadística en la comparació entre els dos primers intervals de puntuació ($p < 0,001$) i entre el tercer i el quart ($p < 0,05$). En el SJ la relació és molt similar, disminuint sensiblement el nivell de significació de les diferències. El coeficient d'elasticitat, malgrat presenta valors molts similars en el dos primers intervals de puntuació, incrementa, com els altres dos indicadors generals, els seus valors paral·lelament a l'increment del nivell esgrimístic.

En relació als protocols específics, observem una clara coincidència amb el comportament de les mitjanes dels tests generals. El TF i TFS presenten un gran increment entre els tiradors de 0 punts i els d'1 a 10 ($p < 0,001$), mentre que entre la resta de nivells la tendència a l'increment dels valors mitjans no presenta significació estadística. El test de 3x5 m, a més a més de coincidir amb la tendència del TF i TFS, presenta significació estadística ($p < 0,05$) entre els valors assolits pels subjectes inclosos en els intervals de puntuació d'1 a 10 punts i els de l'interval entre 11 i 30.

Bressan (1990) exposava, en un treball longitudinal plurianual realitzat en l'equip italià d'esgrima, que amb l'increment del nivell esgrimístic dels tiradors, les diferents manifestacions de la força de caràcter general presentaven una tendència a incrementar-se fins a un cert punt on es produïa una lleugera regressió, mentre que els nivells de força especial tendien a incrementar-se contínuament. En el nostre treball, de caràcter transversal i en una població més heterogènia, hem observat com el comportament dels nivells de força explosiva general i específica s'incrementaven de forma constant a mesura que s'incrementa el nivell.

La progressió existent en els nivells de força explosiva en l'evolució dels esgrimidors segons el seu nivell esportiu la interpretem com una clara

mostra de la importància d'aquesta qualitat en els tiradors. És a dir, la progressió paral·lela que presenten els valors de força explosiva amb la progressió del nivell esgrimístic, confirma que la força explosiva és una de les principals qualitats físiques desenvolupades en aquest esport.

Un altre de les anàlisis realitzades es centrava en l'observació del comportament de les diferents variables en les categories de competició de l'esgrima. Les dades generals segueixen una lògica en l'evolució dels seus valors mitjans, incrementant-se des de la categoria inferior (M-12) a la superior (ABS) el volum d'entrenament (hores setmanals), el nivell esgrimístic i els anys de pràctica de l'esport.

Els resultats de la comparació dels nivells de força explosiva mitjançant els protocols generals van determinar un increment molt significatiu ($p < 0,001$) dels valors mitjans assolits en els tests SJ i CMJ entre les categories M-12 i M-15, i entre les M-15 i M-17. El coeficient d'elasticitat, malgrat mostrar la mateixa tendència, no presentà significació estadística. A partir de la categoria M-17 es produeix una inflexió (Figura 5-10) en l'evolució dels indicadors generals de força explosiva, mantenint-se l'increment de les mitjanes, però perdent la significació estadística.

En els protocols específics s'aprecien resultats molt similars, amb un marcat increment dels valors mitjans des de la categoria M-12 a la M-17, amb nivells de significació inferiors als existents en els tests generals. Des de la categoria M-17 fins la M-20 es manté l'increment dels valors, però a diferència dels protocols generals, en els específics existeix, encara que no significativament, un decrement entre els valors mitjans dels esgrimidors M-20 i els absoluts en el TF i TFS (Figura 5-11), mantenint-se però els millors valors en el test específic de potència anaeròbica alàctica (T3x5m).

Considerant la diferenciació existent en el creixement masculí i

femení, que influeix principalment sobre els resultats de proves físiques en categories inferiors, es van tractar les dades de les cinc categories en funció del sexe. En l'evolució dels resultats del SJ es pot apreciar com la mostra masculina presenta una clara progressió dels seus valors mitjans des de la categoria M-12 fins la M-17 ($p < 0,001$), produint-se des d'aquesta una evident inflexió dels resultats fins a la categoria absoluta, perdent la significació estadística en la comparació de les mitjanes entre categories consecutives.

El SJ i el CMJ segueixen en l'evolució de les mostres masculina i femenina, per categories de competició, una progressió idèntica. Ambdós tests es caracteritzen per presentar una progressió dels resultats en la mostra femenina invertida en la categoria M-12, on els valors mitjans són superiors als de la M-15. A més a més, la mitjana del grup de noies M-12 supera la mitjana dels valors dels nois en la mateixa categoria.

La superioritat, no significativa, dels resultats de la mostra femenina M-12 en relació a la M-15 podria explicar-se per la reduïda mostra existent ($n=4$) i la qualitat de la mateixa, en la que tres de les quatre noies del grup pertanyien al Centre de Tecnificació de la Federació Catalana d'Esgrima i, malgrat la seva joventut, portaven gairebé tres anys de pràctica de l'esgrima.

Els resultats assolits en el coeficient d'elasticitat, en comparació a la resta d'indicadors, ens mostren un increment de la variabilitat de les dades, amb desviacions típiques molt elevades. La progressió de la mostra masculina en aquest indicador, sense ser significativa cap categoria consecutiva, presenta una tendència constant a l'increment dels seus valors mitjans, mentre que en la mostra femenina, hem apreciat uns valors mitjans que no segueixen la progressió dels homes i on, fins i tot, els valors mitjans de la categoria absoluta tendeixen a ser inferiors als de la M-20, que es diferencia significativament ($p < 0,05$) de la categoria

immediatament anterior (M-17).

La progressió dels valors mitjans dels protocols específics en les categories de competició presenta un comportament similar a l'observat en els indicadors generals. En la mostra masculina, el TF té una clara i significativa ($p < 0,01$) evolució des de la categoria M-12 a la M-17, que coincideix amb la tendència mostrada per les dones, malgrat tan sols assoleix diferències significatives entre la categoria M-15 i la M-17 ($p < 0,05$).

La comparació de les categories M-12 a M-17 entre homes i dones no presenta significació estadística, apreciand-se valors lleugerament superiors en els homes. La comparació entre la categoria M-17 i M-20 presenta un comportament diferencial d'ambdues mostres. Així, mentre els homes incrementen els valors, les dones tendeixen a presentar una mitjana inferior a la categoria anterior, fenomen que s'inverteix en el pas a la categoria absoluta, on els resultats dels homes sèniors tendeixen a ser inferiors als M-20, mentre que els de les dones són superior.

En el TFS observem com es reproduïx la superioritat dels valors de les noies M-12 en relació als nois de la mateixa categoria, a partir de la qual els homes presenten mitjanes superiors a les dones, amb tendència a incrementar les diferències, sense fer-ho de forma significativa fins arribar a la categoria absoluta ($p < 0,05$). Com en la resta d'indicadors es manté la tendència a incrementar els valors de M-12 a M-17 i des d'aquí produir-se un cert aplanament en la corba ascendent dels resultats.

Els T_{3x5} evidència els millors valors de les noies M-12 sobre els nois de la mateixa categoria (n.s.) mantenint posteriorment una progressió similar a la resta d'indicadors on l'increment dels valors mitjans, amb diferents nivells de significació estadística, es manté fins a la categoria M-17. Les diferències entre homes i dones en les categories M-15 i M-17

són significatives ($p < 0,01$) com també en la M-20 i la absoluta ($p < 0,05$) malgrat les diferències i la seva significació es redueixen.

La comparació global, sense diferència per sexes, dels resultats assolits pels tiradors en els diferents tests segons la seva categoria de competició fou estudiada mitjançant un gràfic on els valors eren transformats en puntuacions normalitzades (Figura 5-19). En la figura es pot apreciar com a mesura que l'edat s'incrementa les diferències en el perfil disminueixen, existint una marcada separació dels valors normalitzats en tots els tests entre la categoria M-12 i la M-15, i entre aquesta darrera i la M-17. La inflexió observada repetidament en els diferents indicadors de força explosiva a partir de la categoria M-17 es pot comprovar en l'estudi normalitzat de les dades on des de la categoria M-17 comencen a enllaçar-se amb les de la categoria M-20 i les de l'absoluta, que alhora s'entrellacen entre elles.

Aquests resultats confirmen que, com succeeix en la població catalana (Prat 1985, 1986), existeix una clara evolució de la condició física, i en particular dels nivells de força explosiva de les extremitats inferiors, dels 6 als 18 anys, produint-se a partir d'aquí una inflexió en l'evolució o, si més no, amb la magnitud de les diferències entre els M-17 i les categories inferiors, en relació a aquests amb les categories superiors.

L'heterogeneïtat de la mostra condicionava en gran mesura les conclusions a les que es podia arribar en la comparació per armes, per això vam decidir analitzar un grup de subjectes més homogeni en les seves característiques generals, i caracteritzat per un bon nivell esgrimístic. Els tiradors de nivell 1 i 2, és a dir, tots aquells inclosos en la primera categoria de la RFEE foren els escollits per a aquest segon bloc de comparacions que vam iniciar en l'anàlisi de les diferències entre modalitats. Les mitjanes dels tiradors masculins, en les seves 3 armes, foren similars en els protocols generals i específics, existint tan sols

significació estadística en la superioritat dels valors mitjans del TF dels espasistes en relació als sabristes ($p < 0,05$). Aquesta diferència molt probablement era ocasionada per la dinàmica competitiva d'ambdues modalitats. L'espasa presenta elevats temps de preparació amb accions ofensives o contraofensives puntuals, combinant el fons i la fletxa, mentre que en el moment de realitzar el treball, el sabre presentava una dinàmica totalment oposada, sense gairebé preparacions i amb accions d'atac i defensa molt explosives i acabades molt sovint en fletxa. Avui en dia el reglament de sabre s'ha modificat substancialment i la fletxa està prohibida en aquesta especialitat, el que ha comportat una gran modificació de la dinàmica competitiva que, sens dubte, també influenciarà, a la llarga, en el desenvolupament muscular diferencial dels tiradors ja que utilitzen sempre el fons com acció d'atac, contràriament al que succeïa fins l'any 1995.

Considerant l'exposició anterior cal remarcar que en els subjectes de primera categoria, s'ha observat una tendència (n.s.) en els sabristes a presentar millors valors en les variables on intervé el component elàstic de la musculatura de forma rellevant com en el CMJ, el coeficient d'elasticitat, el TFS i el T3x5, en relació a espasistes i floretistes, que presenten millors valors, sense ser significatives les diferències, en el SJ i TF.

Per tal de precisar les possibles diferències existents entre el sabre i les altres dues armes, i fent atenció a la dinàmica competitiva diferencial del sabre en relació a les armes de punta, es va introduir una anàlisi parcial de les dades per tal d'establir comparacions entre aquests dos grups de tiradors. Les característiques generals de les mostres de sabristes i tiradors d'armes de punta foren similars, així com els resultats assolits en els protocols de força explosiva, on no es van detectar diferències significatives en cap de les variables analitzades. L'estudi es va repetir en la globalitat dels subjectes (nivells 1, 2 i 3) i els resultats foren coincidents. Així, tant en la valoració global dels tiradors, com en

l'anàlisi parcial dels esgrimidors de la primera categoria, els sabristes presenten una tendència, no significativa, a posseir millors valors en els indicadors en que intervé, amb rellevància, el component elàstic de la musculatura de les extremitats inferiors.

La comparació per sexes dels tiradors de la primera categoria estatal confirma l'existència de diferències altament significatives ($p < 0,001$) en tots els indicadors, generals i específics, de força explosiva exceptuant el coeficient d'elasticitat que, malgrat mantenir la tendència de valors superiors pels homes, no presenta significació estadística.

L'estudi correlacional realitzat entre totes les variables amb hipotètica correlació, ens va mostrar uns elevats nivells de significació en les relacions entre les variables TF, TFS, CMJ, SJ, Coeficient d'elasticitat, T3x5 i Rànquing en la globalitat de la mostra, mentre que en l'anàlisi dels subjectes de primera categoria la significació estadística, així com els nivells de correlació entre les esmentades variables van disminuir notablement, mantenint-se com a relacions amb major força les del CMJ amb el SJ i les dels tests T3x5 i T5x3.

L'elevada significació estadística ($p < 0,001$) acompanyada d'una feble correlació ($r = 0,43-0,49$) entre els protocols generals —SJ i CMJ— i els específics —TF i TFS— en la globalitat dels subjectes, ens informa de la relació existent entre els nivells de força explosiva i el resultat dels tests amb fons. En observar la mostra de tiradors de la primera categoria espanyola constatem com desapareix la significació estadística —exceptuant la relació TFS-CMJ ($r = 0,29$; $p < 0,05$)— i disminueixen considerablement els nivells de correlació. Amb tot això deduïm que els nivells de força explosiva, detectats en els protocols generals, incideixen en la progressió dels protocols específics fins a un cert punt, on l'execució tècnica és més influenciada per variables biomecàniques, relacionades amb l'eficiència individual del moviment, i on variables com la talla —en

tiradors de la selecció espanyola— es correlacionan significativament amb el TF ($r=0,53$; $p<0,05$).

La incorporació de la talla en l'estudi correlacional es va limitar a la reduïda mostra de subjectes que van realitzar els controls mèdics de la RFEE, és a dir, tiradors de l'equip nacional o bé que es preparaven amb ella. La talla, en tiradors de la primera categoria, es va correlacionar significativament amb el SJ ($r=0,59$; $p<0,01$), el CMJ ($r=0,47$; $p<0,05$) i el TF ($r=0,43$; $p<0,05$). Amb tot això podem considerar que la major longitud de les extremitats inferiors pot ser un factor condicionant en l'execució dels esmentats tests que respon a motius biomecànics.

El rànquing personal ha estat correlacionat, obtenint-se dèbils relacions, però amb elevats nivells de significació, en la globalitat de la mostra en el conjunt de variables de força explosiva. Les correlacions disminueixen notablement en analitzar aïlladament els tiradors de primera categoria, el que ens confirma la hipòtesi que malgrat la força explosiva és de gran importància per als esgrimadors, no es pot emprar com a predictor del rendiment. L'existència d'elevats nivells de significació estadística en les relacions entre el rànquing i les diferents variables poden explicar-se per l'evolució paral·lela que segueixen en les diferents categories d'edat o de nivell. La dèbil correlació constata que la força explosiva és un factor més dels molts que influeixen en el rendiment de l'esgrimidor i que evoluciona, conjuntament amb d'altres, amb la progressió dels tiradors. La disminució de les correlacions en els subjectes de primera categoria podem explicar-la per la major homogeneïtat del nivell i, per tant, per l'existència d'una base general de condició física, i conseqüentment de força explosiva, que s'ha desenvolupat paral·lelament a la resta de factors que condicionen la millora del seu nivell esportiu i que són, sens dubte, factors afavoridors, i fins a un cert punt limitadors, del rendiment.

La mitjana del temps de contacte del test T3x5 fou estudiada per

establir una possible relació amb els nivells d'elasticitat en accions específiques de l'esgrima, però les diferents anàlisis realitzades així com l'observació de la irregularitat dels valors registrats, condicionats per execucions tècniques diferenciades en l'execució del test, ens han desaconsellat la utilització d'aquesta variable com a indicador dels nivells d'elasticitat específica dels esgrimidors.

El T5x3 fou emprat paral·lelament al T3x5 per establir una comparació entre 2 protocols específics d'estructura gairebé similar, que ens permetés, a banda del test retest, validar el protocol, observant les relacions entre els dos tests de nova creació. Ambdós indicadors, malgrat presentar entre ells diferències altament significatives ($p < 0,001$), van presentar una elevada correlació ($r = 0,81$; $p < 0,001$), així com una gran similitud en la mesura específica de la potència anaeròbica alàctica perquè en la seva execució s'empraven els mateixos moviments (marxar, trencar i fons) i la durada presentava diferències molt petites entre ells (0,5 a 1 s ; CI :95%).

5.3.6. Conclusions

- El protocol específic T5x3 mesura amb una gran fiabilitat ($p < 0,001$) la potència anaeròbica alàctica dels esgrimidors, afegint-hi el component coordinatiu específic, en la realització dels desplaçaments d'esgrima (marxar, trencar, fons i tornada a la guàrdia).

- El protocol específic TF ens informa, amb gran fiabilitat ($p < 0,01$), de la velocitat d'execució del fons en els tiradors. L'eficiència del gest tècnic, controlada pels indicadors TF i TFS, es relaciona significativament amb la força explosiva (SJ, CMJ) fins a un cert nivell, on les variables biomecàniques són les que condicionen els nivells d'execució finals.

- El protocol específic TFS, malgrat reproduir fidelment l'aplicació del fons amb un moviment previ, presenta una certa inestabilitat. L'ús d'aquest test en el control individual de l'entrenament, amb estandardització del tipus d'execució, incrementaria la seva fiabilitat.

- El quadre d'assignació del rànquing es constitueix com un bon mitjà per avaluar el nivell absolut de la trajectòria esportiva dels tiradors perquè considera la magnitud dels resultats i la seva continuïtat en el temps en els diferents àmbits competitiu.

- En la globalitat dels esgrimidors s'observen millors valors en el test CMJ ($\bar{X}=33,2$ cm; $de=8,7$) que en els de SJ ($\bar{X}=31,1$ cm; $de=7,6$),

xifrats en unes diferències de 1,7 a 2,5 cm (CI: 95%). Aquestes diferències favorables al protocol amb contramoviment provoquen un coeficient d'elasticitat d'una mitjana de 2,1 cm. En els protocols específics, el TFS ($\bar{X}=4,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $de=0,9$), amb intervenció del component elàstic de la musculatura, també presenta valors significativament superiors als del TF ($\bar{X}=2,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $de=0,8$).

- La comparació per sexes confirma valors significativament superiors en la globalitat de la mostra masculina sobre la femenina en el SJ i el CMJ ($p<0,001$), mentre que en els protocols específics es mantenen les diferències favorables als esgrimidors, encara que amb menor significació.

- Els tiradors de l'equip nacional (nivell 1) presenten una tendència a registrar valors superiors als de la primera categoria de la RFEE (nivell 2) en els diferents tests de força explosiva, generals i específics, però en cap dels casos les diferències son estadísticament significatives.

- L'increment del nivell esgrimístic evoluciona paral·lelament, en cinc intervals de puntuació del rànquing personal, als resultats mitjans en els protocols generals i específics de força explosiva, així com a les variables generals edat, hores d'entrenament i anys d'antiguitat en l'esgrima.

- Els nivells de força explosiva de les extremitats inferiors, en les seves expressions general i específica, s'incrementen amb l'edat dels 6 fins als 18 anys, des d'on l'augment dels seus valors mitjans comença a estabilitzar-se.

- La mostra masculina, exceptuant la categoria M-12 on les esgrimidors tendeixen a presentar millors valors, presenta nivells significativament superiors a les tiradores en cadascuna de les categories (M-15, M-17, M-20 i “ABS”) en tots els protocols de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors.

- En grups heterogenis d'esgrimidors els resultats en els indicadors de força explosiva de les extremitats inferiors correlacionen de forma significativa amb el nivell esgrimístic, perdent-se la significació a mesura que les mostres d'estudi són més homogènies.

- La força explosiva és una de les principals qualitats físiques desenvolupades en aquest esport i se'ns presenta com un dels factors de rendiment, però els seus indicadors no són útils per predir la progressió del nivell esgrimístic perquè, en el rendiment, influeixen moltes altres variables com les ambientals, la psicofisiològiques, i l'aplicació tecnicotàctica en els assalts.

- Els tiradors masculins de la primera categoria de la RFEE, en les seves 3 armes, presenten resultats similars en els protocols generals i específics, existint tan sols significació estadística en la superioritat dels valors mitjans del TF dels espasistes en relació als sabristes ($p < 0,05$).

- La dinàmica competitiva diferencial del sabre i l'espasa condiona l'existència de diferències, encara que poc o gens significatives, en els valors mitjans dels tests de força explosiva.

- Tant en la valoració global dels tiradors (nivells 1, 2 i 3) com en l'anàlisi parcial dels esgrimidors de la primera categoria de la RFEE (nivells 1 i 2), els sabristes presenten la tendència a posseir millors valors en els protocols on intervé, de forma rellevant, el component elàstic de la musculatura (CMJ, coeficient d'elasticitat, TFS i T3x5m), en relació a espasistes i floretistes. Els tiradors d'armes de punta (florete i espasa) tendeixen a presentar millors valors que els de sabre en els tests on menys intervé el component elàstic (SJ i TF).

- La comparació per sexes dels tiradors de la primera categoria estatal confirma l'existència de diferències altament significatives ($p < 0,001$) en tots els indicadors, generals i específics, de força explosiva exceptuant el coeficient d'elasticitat que, malgrat mantenir la tendència de valors superiors per als homes, no presenta significació estadística.

5.4. VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS

D'ALT RENDIMENT

5.4.1. Subjectes

5.4.1.1. Distribució de la mostra

Un total de 28 tiradors d'alt nivell espanyols, 19 homes i 9 dones, es prestaren voluntaris per a l'estudi del seu perfil funcional. El nivell esportiu d'alguns dels tiradors era molt elevat, ja que entre ells, a la fi d'aquest estudi, es sumaven 4 medalles d'or, una de plata i una de bronze als campionats del món absoluts i un altre de bronze als campionats d'Europa.

La densitat del calendari de competicions, així com modificacions de les seues de concentració i calendari dels equips nacionals va provocar que en totes les variables de l'estudi no fos possible aconseguir els resultats de la globalitat de la mostra. En cadascuna de les parts de l'anàlisi dels resultats es detallarà el nombre de subjectes (n) participants.

Cal esmentar que el reduït nombre de dades existent de l'equip d'espasa femenina fou provocat per la tardana incorporació d'aquesta arma a les competicions oficials —el primer campionat del món s'organitza l'any 1989— i la no creació d'un equip nacional amb més de tres tiradores fins dates posteriors a l'aplicació dels tests d'aquest estudi.

Els tiradors de la mostra representen el 100% dels equips nacionals, preolímpic i olímpic, dels jocs de Barcelona 1992, a excepció de l'equip d'espasa femenina, en el que vam analitzar a les tres úniques tiradores seleccionades en proves internacionals, doncs aquesta arma no es va incorporar al programa olímpic fins Atlanta'96. La distribució per modalitats fou: 8 d'espasa masculina, 3 d'espasa femenina, 5 floretistes masculins, 6 de femenines i 6 sabristes.

El volum setmanal mitjà d'entrenament dels esgrimidors era de 19 hores (de=6). Com a dada complementària cal assenyalar que tan sols 4 dels 28 tiradors (14%) eren esquerrans.

5.4.1.2. Criteris d'inclusió

Els criteris d'inclusió dels tiradors per aquest apartat foren:

- Formar part de la selecció espanyola absoluta en alguna de les proves internacionals disputades per aquesta en la temporada en curs, o bé en l'anterior
- Estar en actiu, amb entrenament continuat
- Acceptar voluntàriament i amb interès la realització dels diferents tests de l'estudi

5.4.2. Material i mètode

5.4.2.1. Valoració cineantropomètrica

5.4.2.1.1. Material

- **Tallímetre vertical.** Per al mesurament de la talla dels subjectes.
- **Tallímetre horitzontal.** Per a la determinació de l'envergadura.
- **Bàscula.** Per al control del pes.
- **Plicòmetre o calibre de plecs cutanis.** Per a l'avaluació del greix i diferents proporcions corporals.
- **Cinta mètrica.** Per al mesurament dels diferents perímetres musculars.

5.4.2.1.2. Mètode

- **Talla:** es mesurà l'alçada dels subjectes descalçats, dempeus, capalts i amb els talons, glutis i esquena en contacte amb la paret.
- **Envergadura:** seguint les condicions esmentades en la talla, els subjectes es col·locaren amb els braços estesos en creu contactant amb el tallímetre horitzontal en l'extensió màxima.

- Pes: descalçats i amb roba d'esport o interior es mesurà el pes dels subjectes damunt la bàscula.

- Perímetres musculars: es determinà el perímetre muscular d'ambdós braços, dels avantbraços, dels bessons i les cuixes seguint el mètode de Ross i Marfell-Jones (1982). En els mesuraments dels perímetres es van diferenciar les extremitats en anterior i posterior, segons corresponguessin a l'hemicós armat o al no armat, englobant l'estudi d'esquerrans i dretans, per a així obtenir diferenciacions en funció de l'especificitat de l'esport i no de la dominància lateral dels tiradors.

- Somatotipus: és la descripció quantificada de la configuració morfològica de l'individu en el moment de ser estudiat. La determinació del somatotipus s'ha realitzat mitjançant el mètode Heat i Carter (1975), que utilitzant la talla, pes, plecs cutanis, diàmetres ossis i perímetres musculars, el defineix segons tres components:

I component: Endomòrfic:	correspon a l'obesitat relativa
II component: Mesomòrfic:	correspon a una robustesa musculoesquelètica relativa
III component: Ectomòrfic:	correspon a una linealitat relativa

El somatotipus també pot ser representat bidimensionalment, orientant-se la seva graficació en un eix de coordenades X i Y. Aquesta interpretació requereix la conversió de les tres components (Endo, Meso i Ecto) en unitats X i Y, on la proporció X i Y és 3:1, segons les equacions:

$$\begin{aligned} X &= III - I \\ Y &= 2II - (III + I) \end{aligned}$$

5.4.2.2. Valoració ergoespiromètrica

5.4.2.2.1. Material

- **Ergòmetre.** Cinta rodant Jaeger Laufergotest, amb motor elèctric i velocitat regulable, utilitzada per a proves ergomètriques amb possibilitat de treballar de 0 a 30 km·h⁻¹ amb control de pendent
- **Analitzador de gasos (Jaeger-EOS Sprint).** Ergoanalitzador de gasos de circuit obert per a la mesurament de la ventilació utilitzat per a la recollida dels diferents paràmetres ventilatoris de l'estudi.
- **Electrocardiògraf i altre material de laboratori d'ergometria.** Electrocardiògraf, monitor ECG, desfibril·lador, i elèctrodes per al mesurament de la FC durant la prova d'esforç i material d'urgència propi d'un laboratori d'ergometria.

5.4.2.2.2. Mètode

- **Valoració del consum d'oxigen:** Es determinà el consum màxim d'oxigen en laboratori, mitjançant una prova ergomètrica màxima, progressiva i triangular, sobre cinta rodant i amb un protocol d'increments de 2 km·h⁻¹ cada dos minuts, amb una velocitat inicial de 8 km·h⁻¹, i una pendent constant del 5%. En la prova també es van extreure els líndars aeròbic i anaeròbic, d'acord als canvis ventilatoris de l'estudi del comportament dels paràmetres ergoespiromètrics (Rodríguez i Aragonés 1992). Els resultats es presenten en termes absoluts (mL·min⁻¹) i relatius (mL·kg⁻¹·min⁻¹) de $\dot{V}O_2$.

- Valoració de la freqüència cardíaca: En la durada de la prova d'esforç es mesurà la FC, registrant-se el seu valor màxim (FC_{max}), així com el corresponent als llindars ventilatoris.

5.4.2.3. Valoració de la força explosiva

5.4.2.3.1. Material

Es presenta el llistat del material, ja descrit en l'apartat 5.3.2.1, corresponent a la metodologia de valoració de la força explosiva d'extremitats inferiors en el conjunt de la mostra de subjectes del treball.

- **Quadre d'assignació del rànquing**
- **Plataforma de contacte**
- **Filmadora de vídeo**
- **Vídeoreproductor**
- **Televisor**

5.4.2.3.2. Mètode

El mètode emprat en la valoració de la força explosiva i potència anaeròbica alàctica de les extremitats inferiors dels esgrimidors ha estat exposat en l'apartat 5.3.2.2 del present capítol, i les variables d'estudi han estat:

- **Protocols generals:**

- Squat Jump (SJ)
- Counter-Movement Jump (CMJ)
- Coeficient d'elasticitat

- Protocols específics:
 - Test de Fons (TF)
 - Test de fons amb salt (TFS)
 - Test de 3x5m (T3/5)
 - Test de 5x3m (T5/3)

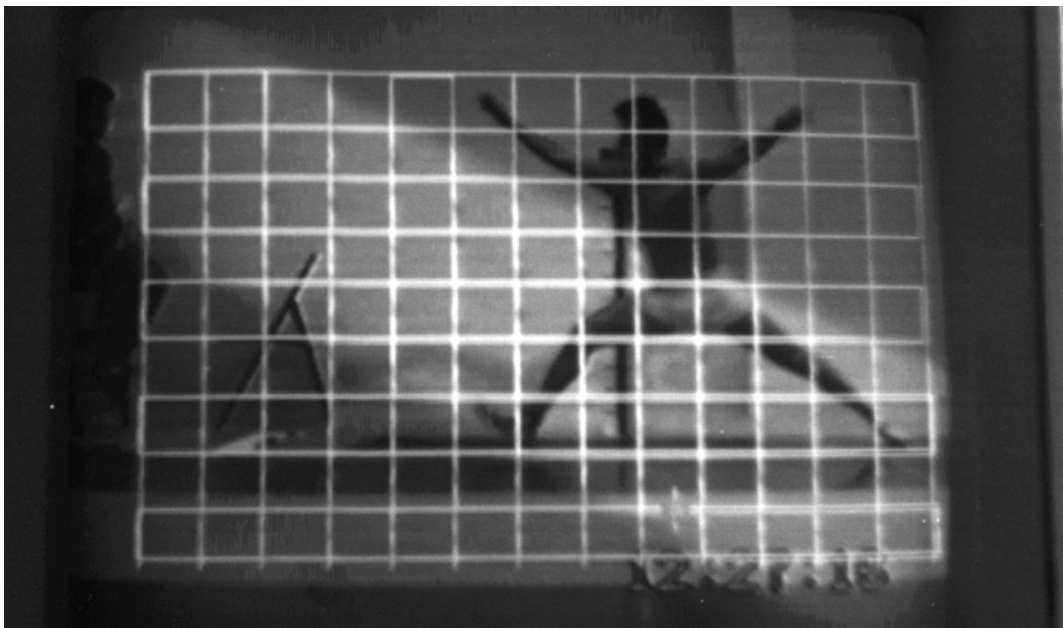


Foto 5-2: Enquadrament en el monitor del televisor d'una de les imatges analitzades per a la determinació de la distància assolida en la realització d'un fons en els protocols específics.

5.4.3. Disseny i mètode estadístic

5.4.3.1. Disseny

Com en l'apartat anterior, aquesta fase del treball presenta un disseny de caràcter descriptiu i transversal que correspon a les característiques del mètode observacional correlacional (Bisquerra 1989). Considerant el criteri metodològic, classifiquem les variables en:

A/ Variables independents

- Sexe
 - ① Homes
 - ② Dones

- Arma
 - ① Espasa masculina
 - ② Floret masculí
 - ③ Sabre masculí
 - ④ Floret femení
 - ⑤ Espasa femenina

- Forma de tocar amb l'arma
 - ① Espasa masculina i floret masculí (Punta)
 - ② Sabre masculí (Punta, tall i contratall)

- Nivell

- ① Selecció espanyola absoluta "A"
 - ② Tiradors de 1a categoria estatal
(Classificats entre els 16 primers en alguna prova del rànquing de la RFEE)
 - ③ Tiradors de 2a categoria estatal
(No classificats entre els 16 primers en ninguna prova del rànquing de la RFEE)
- Rànquing

 - Recodificació del rànquing
 - ① 0 punts al rànquing
 - ② 1 a 10 punts al rànquing
 - ③ 11 a 30 punts al rànquing
 - ④ 31 a 60 punts al rànquing
 - ⑤ 61 a 100 punts al rànquing

 - Hores d'entrenament

 - Edat

 - Anys de pràctica de l'esgrima

B/ Variables dependents

- Squat Jump
- Counter-Movement Jump
- Coeficient d'elasticitat
- Test de fons
- Test de fons amb salt
- Test de 3 x 5 m

- Temps total de contacte en el test de 3x5 m
- Mitjana dels temps de contacte del test 3 x 5 m
- Test de 5 x 3 m
- Test de fons: primera execució
- Test de fons: segona execució
- Test de fons: tercera execució
- Test de fons amb salt: primera execució
- Test de fons amb salt: segona execució
- Test de fons amb salt: tercera execució
- Test de 3 x 5 m: primera execució
- Test de 3 x 5 m: segona execució
- Talla
- Pes
- Envergadura
- Diferència del perímetre dels bíceps del braç
- Perímetre del bíceps del braç armat
- Perímetre del bíceps del braç no armat
- Diferència del perímetre de les cuixes
- Perímetre de la cuixa anterior
- Perímetre de la cuixa posterior
- Diferència del perímetre dels avantbraços
- Perímetre de l'avantbraç armat
- Perímetre de l'avantbraç no armat
- Diferència del perímetre dels panxells
- Perímetre dels panxells de la cama anterior
- Perímetre dels panxells de la cama posterior
- Freqüència cardíaca en el lliandar aeròbic
- Consum màxim d'oxigen relatiu
- Freqüència cardíaca basal
- Freqüència cardíaca màxima
- Component endomòrfic

- Component mesomòrfic
- Component ectomòrfic
- Component X del somatotipus
- Component Y del somatotipus
- Consum d'oxigen en el lliendar aeròbic
- Consum d'oxigen en el lliendar anaeròbic
- Freqüència cardíaca en el lliendar aeròbic
- Freqüència cardíaca en el lliendar anaeròbic

C/ Variables estranyes

Com a variables estranyes que hagin pogut incidir en els resultats exposats a continuació s'han d'incloure les consideracions realitzades descrites en el disseny de l'estudi de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, que feien referència a la motivació dels subjectes, el context de l'avaluació, l'estat dels esportistes, el període d'observació i finalment el mateix observador.

La valoració cineantropomètrica i ergoespiromètrica foren realitzades en la mateixa sessió de valoració, no així els protocols de força explosiva. Per qüestions metodològiques era interessant realitzar la prova d'esforç i els tests en la plataforma en diferents dies. A més a més, la programació de la temporada dels diferents equips nacionals, així com la disponibilitat del laboratori de fisiologia i equip mèdic, feien difícil coincidir, si més no en la mateixa setmana, els tres blocs de valoració, que van emmarcar-se tots ells dins del període competitiu d'una mateixa temporada per a tots els membres de la selecció espanyola absoluta integrants de la mostra.

5.4.3.2. Tractament de dades i anàlisi estadística

5.4.3.2.1. Recollida i tractament de les dades

Les dades de la valoració cineantropomètrica i ergoespiromètrica foren avaluades en el laboratori de biopatologia del “Centro Nacional de Medicina del Deporte” del “Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte (ICEFyD)” de Madrid. De l’informe del laboratori es van extreure els paràmetres seleccionats per l’estudi i s’inseriren en un full de càlcul (Excel), des d’on es van realitzar els diferents tractaments i manipulacions fins l’anàlisi estadística que es realitzà mitjançant un paquet més potent (SPSS).

L’anàlisi de la força explosiva de les extremitats inferiors dels membres de la selecció espanyola es va realitzar en 8 sessions: 5 al Centro Nacional de Entrenamiento de la RFEE a Madrid, 3 a la sala d’esgrima del CAR de Sant Cugat. La recollida i tractament d’aquestes dades han estat exposats en l’apartat 5.3.3.2.1.

5.4.3.2.2. Anàlisi estadística

La intervenció estadística dels resultats fou la següent:

- Descriptius: Totes les variables descrites en l’apartat del disseny

foren tractades calculant-se la mitjana (\bar{X}), desviació estàndard (de) i valors extrems (max i min). Els descriptius de les diferents variables són presentats en les taules de resultats.

- Prova de normalitat de Kolmogorov-Smirnov: Del conjunt de variables dependents de la mostra tan sols el coeficient d'elasticitat (n=27), com així també succeïa en la globalitat de la mostra en l'apartat anterior, no va presentar una distribució normal ($p < 0,05$).

- Regressió simple: calculada mitjançant el coeficient de correlació (Pearson) i on s'han descrit els nivells de significació estadística en cadascuna de les relacions analitzades, com segueix:

- * $p \leq 0,05$ (probablement significativa)
- ** $p \leq 0,01$ (significativa)
- *** $p \leq 0,001$ (molt significativa)

- Anàlisi de la varianza: calculada en la comparació de mitjanes de dues variables.

- T de Student per a dades aparellades: Aquesta intervenció estadística ha pogut ser utilitzada per comparar les mitjanes de parells de valors en els casos en que les mostres eren superiors a 30 ($n > 30$) o seguien la distribució normal.

- T de Student per a dades independents: utilitzada per comparar les mitjanes d'una variable quantitativa en relació a dos grups d'una

variable qualitativa. Com en l'aplicació de la T de Student per a dades dependents aquesta prova ha pogut ser emprada en els casos en que les mostres eren superiors a 30 ($n > 30$) o seguien la distribució normal.

- U de Mann-Whitney: utilitzada exclusivament, en aquest apartat, en la comparació de mitjanes en grups independents dels anàlisis on no se seguia la distribució normal i les mostres eren inferiors a 30 subjectes.

- Test de Wilcoxon: utilitzat exclusivament en la comparació de mitjanes en grups amb dades aparellades dels anàlisis on no se seguia la distribució normal i les mostres eren inferiors a 30 subjectes.

- Puntuacions estàndard Z: s'ha utilitzat en la comparació de les diferents armes aquest sistema paramètric d'avaluació, basat en puntuacions estàndard (Z) que tenen una interpretació (entre +3 i -3) ben definida quan són calculades en distribucions normals.

5.4.4. Resultats

5.4.4.1. Resultats de la valoració cineantropomètrica

L'anàlisi cineantropomètrica descriu l'equip nacional masculí amb una talla de 179 cm (de=7) i 73 kg (de=6) de pes, amb una envergadura de 185 cm (de=8), i l'equip femení amb una alçada de 163 cm (de=2), 58 kg (de=5) de pes i 162 cm (de=6) d'envergadura (Taula 5-37).

La somatocarta del conjunt d'integrants de les seleccions espanyoles absolutes masculines (Figura 5-23) defineix el perfil de l'esgrimidor com a ectomesomòrfic. Aquesta classificació, establerta per Carter (1975), determina una tipologia en la que el component mesomòrfic (robustesa musculoesquelètica) és dominant, i on l'ectomorfisme (linealitat corporal) predomina sobre l'endomorfisme (obesitat).

Per la seva banda els valors mitjans de la somatocarta de les integrants de l'equip espanyol femení (Figura 5-23) presenta un perfil inserit dins la categoria d'endomòrfic equilibrat, on l'endomorfisme predomina sobre la resta de components, que no difereixen més de mitja unitat.

Les següents figures representen la somatocarta dels valors mitjans de les diferents seleccions espanyoles en funció de la modalitat, així com els valors de cadascun dels seus integrants en cada modalitat.

En la somatocarta dels valors mitjans de cada modalitat podem apreciar, principalment, l'allunyament de les coordenades corresponents a la mostra femenina en relació a la masculina.

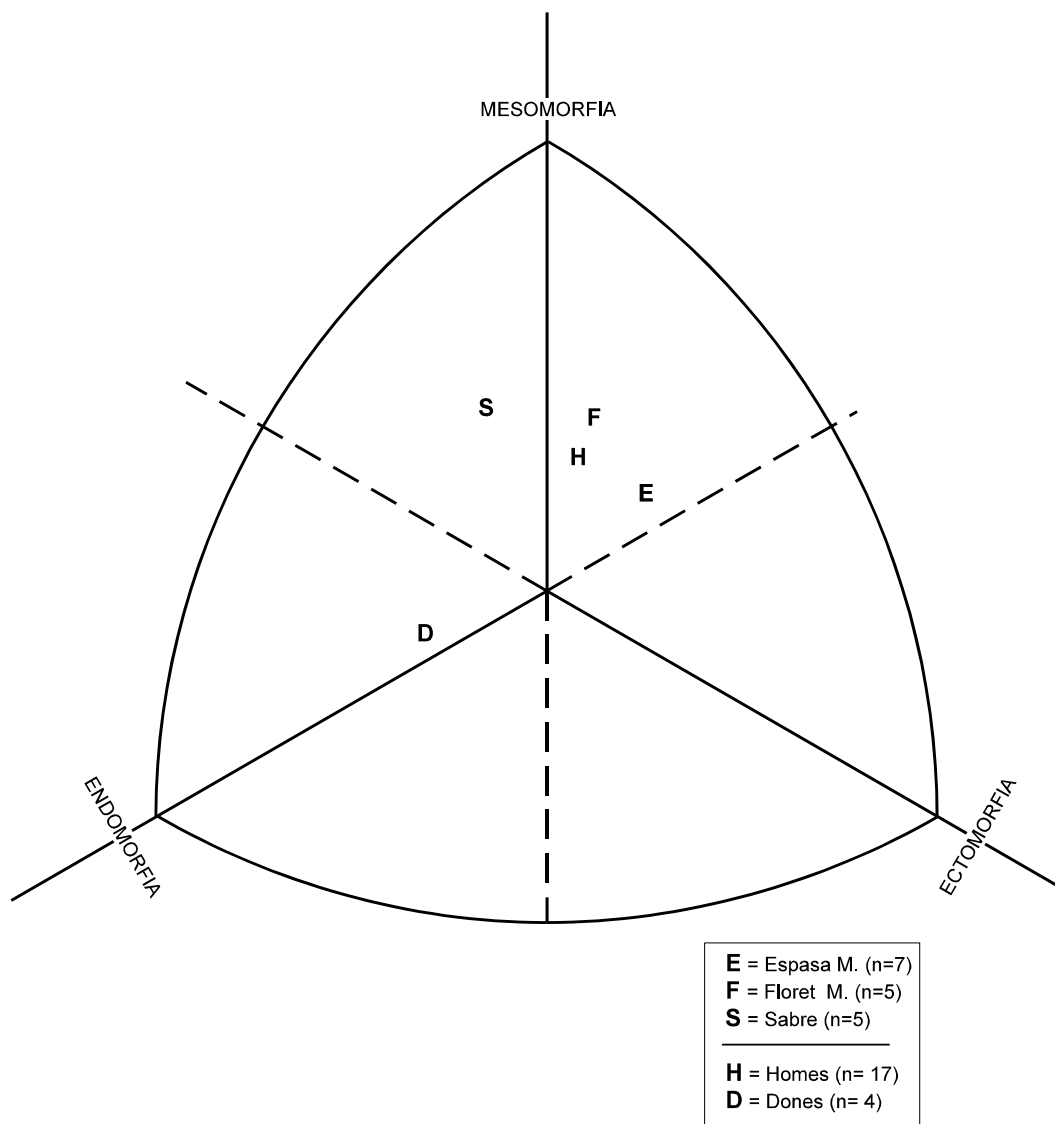


Figura 5-23: Somatocarta de les mitjanes per arma de les diferents seleccions espanyoles absolutes d'esgrima.

La selecció espanyola absoluta d'espasa masculina (1,9 - 4,0 - 3,6) presenta un perfil general d'ectomesomorfisme, on la distribució dels diferents components de l'equip (Figura 5-24) dibuixen un mapa en el que els valors mesomòrfics dominants coincideixen amb una clara tendència a l'ectomorfisme.

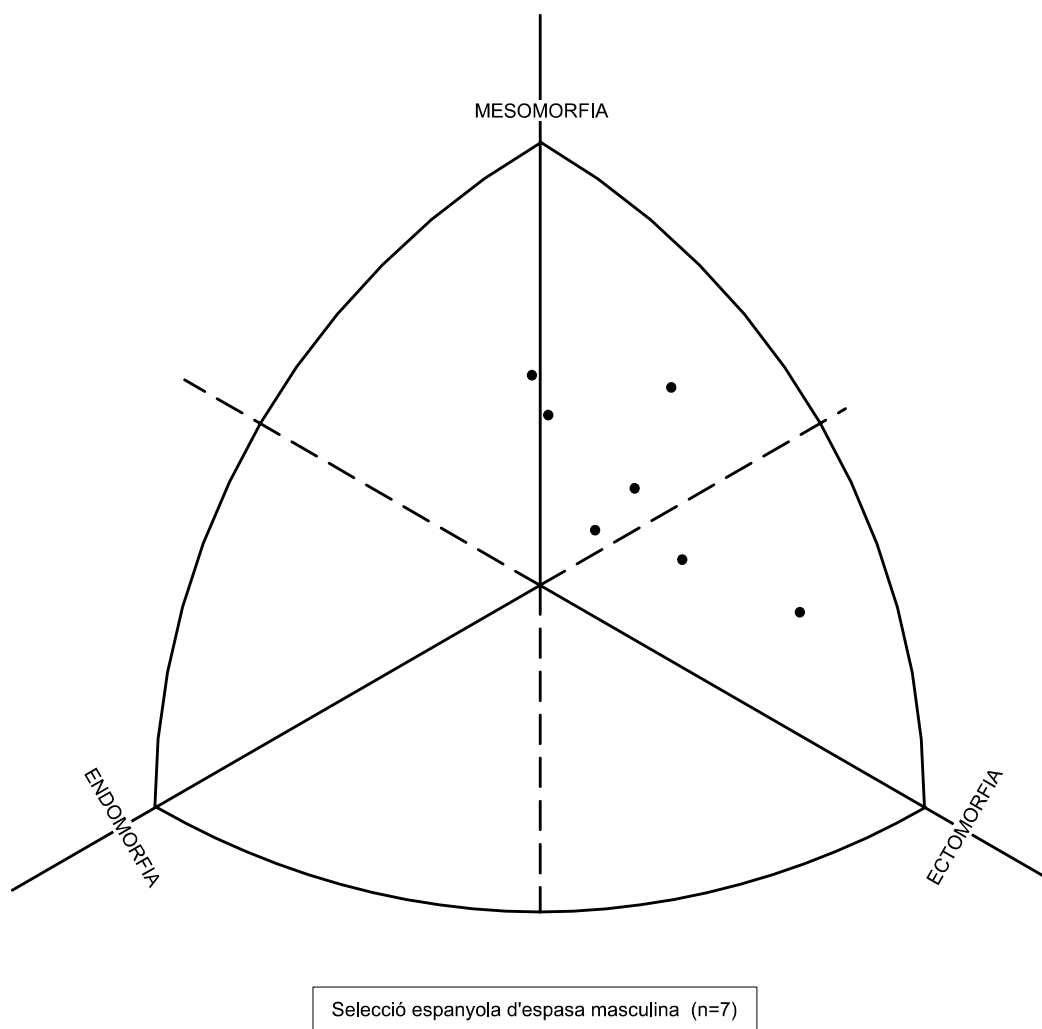


Figura 5-24: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta d'espasa masculina

La selecció espanyola absoluta de floret masculí (2,2 - 4,7 - 2,9) presenta un perfil general d'ectomesomorfisme on la distribució dels diferents components de l'equip (Figura 5-25) descriu una tendència clara al mesomorfisme, amb menor tendència a l'ectomorfisme que els espasistes.

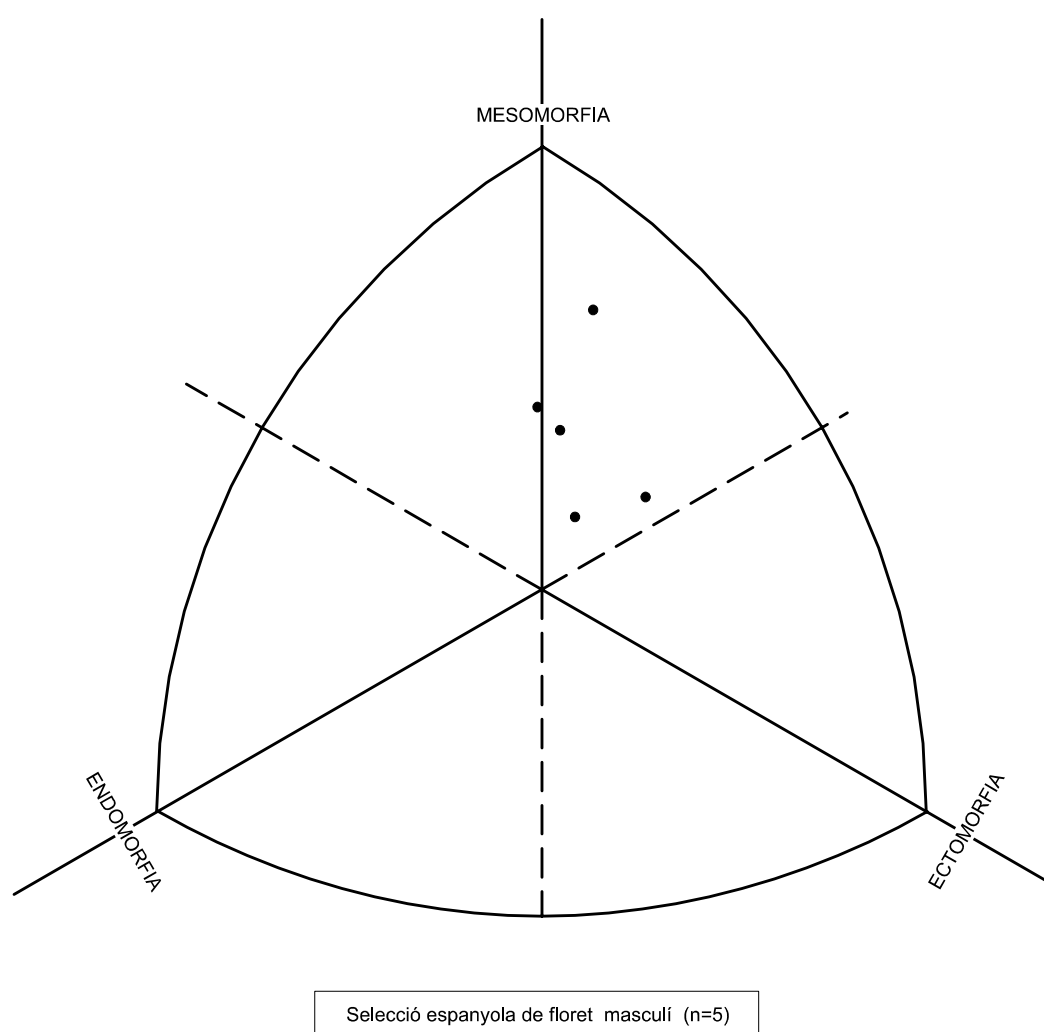


Figura 5-25: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta de floret masculí

La selecció espanyola absoluta de sabre masculí (3,0 - 4,8 - 2,0) presenta un perfil general d'endomesomorfisme on la distribució dels diferents components de l'equip (Figura 5-26) descriu una tendència al mesomorfisme i, a diferència dels equips de floret i sabre, una major incidència sobre la component endomòrfica.

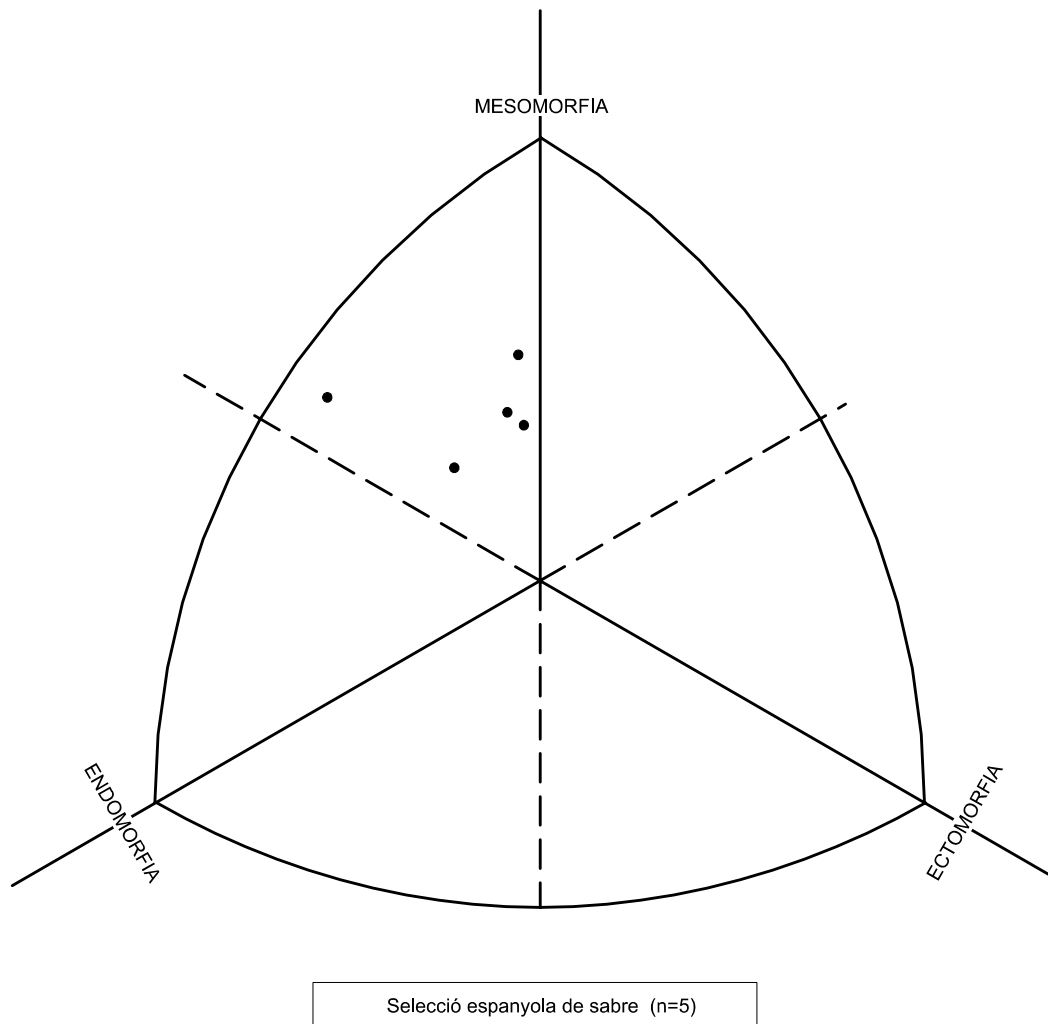


Figura 5-26: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta de sabre

La selecció espanyola absoluta de floret femení (4,8 - 2,7 - 2,3) presenta el perfil global menys homogeni de les 4 armes analitzades. En conjunt té presenta uns valors mitjans que la classifiquen com a endomòrfic equilibrat, malgrat podem observar en la somatocarta (Figura 5-27) dos parells de dades força allunyades.

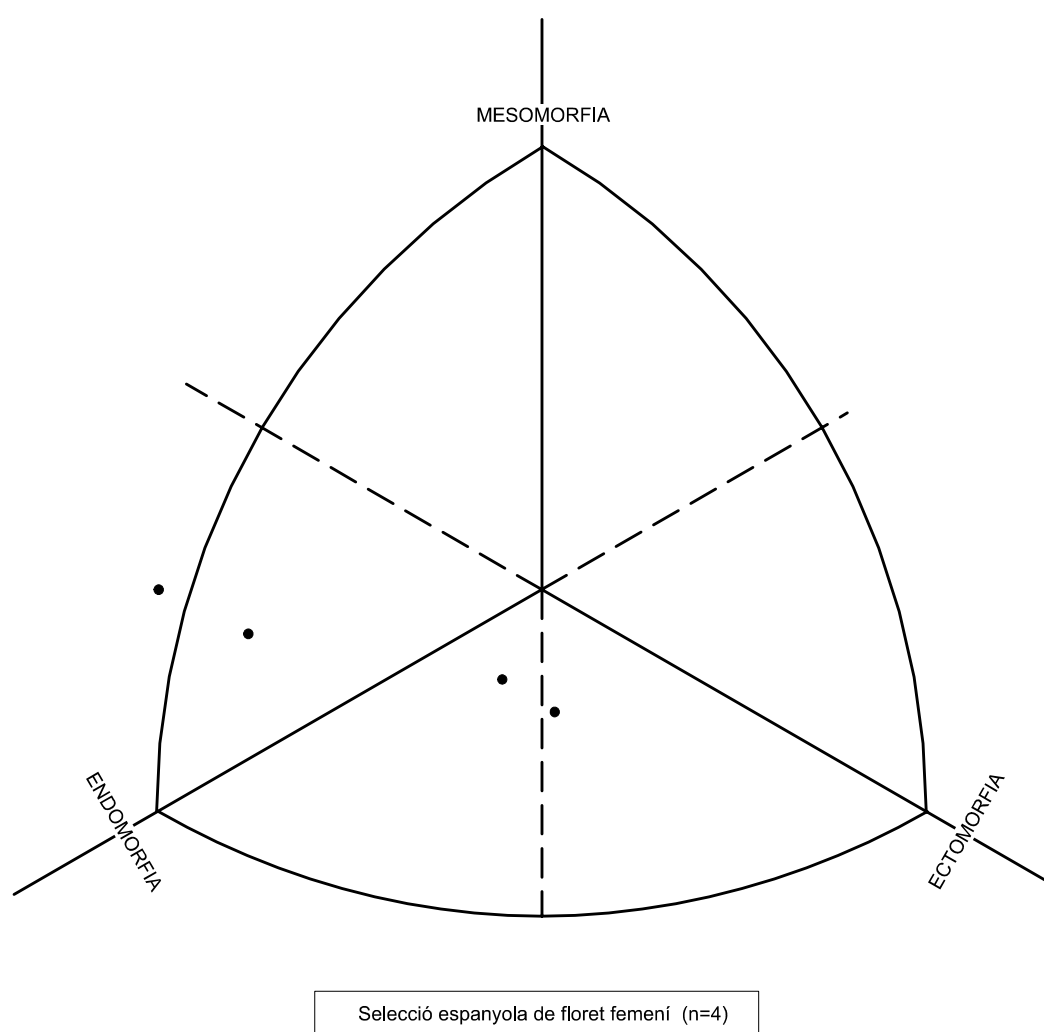


Figura 5-27: Somatocarta de la selecció espanyola absoluta de floret femení

Taula 5-37: Resultats dels principals paràmetres cineantropomètrics de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.

Talla cm		Pes kg		Envergadura cm		Endo		Meso		Ecto	
Homes											
(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)	
179,0	± 6,8	73,1	± 6,3	184,8	± 8,1	2,3	± 0,8	4,5	± 0,8	2,9	± 1,0
(166,4	- 191,5)	(62,0	- 86,1)	(167,6	- 204,3)	(1,1	- 4,3)	(2,7	- 5,9)	(1,0	- 5,2)
Dones											
(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=4)	
162,8	± 2,4	58,0	± 4,7	161,7	± 5,6	4,8	± 1,6	2,7	± 0,9	2,3	± 1,2
(160,7	- 165,0)	(53,4	- 64,3)	(157,6	- 170,0)	(3,2	- 6,6)	(1,7	- 3,7)	(0,9	- 3,5)

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

Taula 5-38: Resultats de la comparació de les simetries corporals en els diàmetres de les extremitats superiors i inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi. S'afegeixen les dades de la globalitat de la mostra, masculina i femenina, per a determinar el nivell de significació estadística de les diferències de les mitjanes i l'interval de confiança (CI: 95%) de l'asimetria.

Cuixa anterior cm		Avantbraç armat cm		Panxell anterior cm		Braç armat cm		Dif. cuixes cm		Dif. panxells cm		Dif. avantbraços cm		Dif. braços cm	
Homes															
(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)		(n=17)	
57,3	± 2,5	26,4	± 1,1	35,9	± 1,3	31,3	± 1,3	3,6	± 1,5	-0,2	± 0,4	1,4	± 0,7	1,8	± 0,9
(53,5	- 62,9)	(24,4	- 28,0)	(33,8	- 38,3)	(29,0	- 33,2)	(0,5	- 5,8)	(-1,1	- 0,3)	(0,2	- 2,5)	(0,5	- 3,9)
Dones															
(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=3)		(n=3)		(n=3)		(n=3)	
56,3	± 4,1	22,6	± 1,3	34,1	± 1,2	26,6	± 2,6	2,5	± 2,3	0,1	± 0,1	1,0	± 0,9	0,3	± 0,6
(52,0	- 61,4)	(20,7	- 23,5)	(33,0	- 35,5)	(24,3	- 30,3)	(0,0	- 4,5)	(0,0	- 0,2)	(0,0	- 1,6)	(0,0	- 1,0)
Global (3)															
(n=21)		(n=21)		(n=21)		(n=21)		(n=20)		(n=20)		(n=20)		(n=20)	
57,1	± 2,8	25,7	± 1,9	35,6	± 1,5	30,4	± 2,4	3,4	± 1,6	-0,2	± 0,4	1,3	± 0,7	1,6	± 1,0
(52,0	- 62,9)	(20,7	- 28,0)	(33,0	- 38,3)	(24,3	- 33,2)	(0,0	- 5,8)	(-1,1	- 0,3)	(0,0	- 2,5)	(0,0	- 3,9)
								p<0,001		n.s.		p<0,001		p<0,001	
								(2,7 - 4,1)				(1,1 - 1,7)		(1,2 - 2,1)	

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

Els tiradors d'alt nivell presenten asimetries altament significatives ($p < 0,001$) en els perímetres musculars de la cuixa, braç i avantbraç del mig cos corresponent al braç armat, en relació a l'altre meitat corporal. Tan sols la diferenciació dels perímetres dels panxells no va resultar significativa (Taula 5-38).

En la comparació cineantropomètrica de les modalitats masculines (Taula 5-39) s'observa com els espasistes presenten una talla mitjana ($\bar{X}=185$ cm; $de=7$) superior ($P < 0,05$) als floretistes ($\bar{X}=176$ cm; $de=2$) i sabristes ($\bar{X}=174$ cm; $de=5$). Aquestes diferències són, amb una confiança del 95%, xifrades entre els 2 i 18 cm en relació als sabristes, i entre 2 i 15 cm en els floretistes. L'envergadura i el pes també presenten significació ($p < 0,05$) en la comparació entre espasistes i floretistes.

L'anàlisi de l'asimetria de les cuixes per modalitats (Taula 5-40) ens mostra com els espasistes presenten nivells d'asimetria superiors ($p < 0,05$) als sabristes d'entre 1 a 3 cm (IC: 95%).

En la somatocarta (Figura 5-23) es poden observar les diferències existents entre el perfil mitjà dels subjectes integrants dels equips espanyols en cadascuna de les tres modalitats masculines existents. Mentre floretistes i espasistes mantenen el seu somatotipus mitjà dins la classificació d'ectomesomòrfic, com la mitjana global de les 3 armes, els sabristes insereixen els seus components corporals mitjans en la fracció endomesomòrfica de la somatocarta, on el component mesomòrfic segueix sent el dominant, però on a diferència de les armes de punta, l'endomorfisme predomina sobre l'ectomorfisme.

Taula 5-39: Resultats dels principals paràmetres cineantropomètrics, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola al finalitzar aquesta fase de l'estudi.

Talla cm	Pes kg	Envergadura cm	Endo	Meso	Ecto
Espasa masculina					
(n=7) 184,6 ± 6,8 (174,0 - 191,5)	(n=7) 75,9 ± 4,4 (72,2 - 84,9)	(n=7) 190,2 ± 8,6 (180,7 - 204,3)	(n=7) 1,9 ± 0,4 (1,1 - 2,4)	(n=7) 4,0 ± 0,9 (2,7 - 5,1)	(n=7) 3,6 ± 1,0 (2,1 - 5,2)
Floret masculí					
(n=5) 176,0 ± 4,5 (166,4 - 177,7)	(n=5) 69,1 ± 4,4 (63,5 - 74,2)	(n=5) 181,0 ± 1,6 (179,4 - 183,7)	(n=5) 2,2 ± 0,5 (1,6 - 2,8)	(n=5) 4,7 ± 0,8 (3,9 - 5,9)	(n=5) 2,9 ± 0,5 (2,4 - 3,6)
Sabre					
(n=5) 174,1 ± 4,5 (166,4 - 177,7)	(n=5) 73,1 ± 8,8 (62,0 - 86,1)	(n=5) 180,9 ± 7,9 (167,6 - 186,3)	(n=5) 3,0 ± 0,9 (2,0 - 4,3)	(n=5) 4,8 ± 0,4 (4,2 - 5,1)	(n=5) 2,0 ± 0,6 (1,0 - 2,6)
Floret femení					
(n=4) 162,8 ± 2,4 (160,7 - 165,0)	(n=4) 58,0 ± 4,7 (53,4 - 64,3)	(n=4) 161,7 ± 5,6 (157,6 - 170,0)	(n=4) 4,8 ± 1,6 (3,2 - 6,6)	(n=4) 2,7 ± 0,9 (1,7 - 3,7)	(n=4) 2,3 ± 1,2 (0,9 - 3,5)

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

Taula 5-40: Resultats de la comparació de les simetries corporals en els diàmetres de les extremitats superiors i inferiors de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.

Cuixa anterior cm		Avantbraç armat cm		Panxell anterior cm		Braç armat cm		Dif. cuixes cm		Dif. panxells cm		Dif. avantbraços cm		Dif. braços cm	
Espasa masculina															
(n=7)	57,3 ± 1,5	(n=7)	26,5 ± 1,0	(n=7)	36,2 ± 1,2	(n=7)	31,5 ± 1,4	(n=7)	4,1 ± 1,4	(n=7)	-0,4 ± 0,5	(n=7)	1,5 ± 0,4	(n=7)	2,0 ± 1,3
	(55,5 - 59,5)		(25,0 - 28,0)		(35,0 - 38,3)		(29,8 - 32,2)		(2,1 - 5,5)		(-1,1 - 0,2)		(0,9 - 2,2)		(0,5 - 3,9)
Floret masculí															
(n=5)	56,2 ± 2,7	(n=5)	26,3 ± 1,2	(n=5)	35,5 ± 0,9	(n=5)	31,0 ± 1,3	(n=5)	4,2 ± 1,5	(n=5)	-0,1 ± 0,2	(n=5)	1,5 ± 0,9	(n=5)	1,7 ± 0,7
	(53,5 - 59,2)		(24,8 - 27,4)		(34,3 - 36,5)		(29,5 - 32,3)		(2,3 - 5,8)		(-0,4 - 0,1)		(0,4 - 2,5)		(1,4 - 2,9)
Sabre															
(n=5)	58,3 ± 3,3	(n=5)	26,4 ± 1,3	(n=5)	36,0 ± 1,9	(n=5)	31,4 ± 1,4	(n=5)	2,3 ± 1,1	(n=5)	0,0 ± 0,3	(n=5)	0,9 ± 0,6	(n=5)	1,5 ± 0,6
	(55,8 - 62,9)		(24,4 - 27,3)		(33,8 - 37,9)		(29,0 - 32,7)		(0,5 - 3,3)		(-0,4 - 0,3)		(0,2 - 1,7)		(0,8 - 2,4)
Floret femení															
(n=4)	56,3 ± 4,1	(n=4)	22,6 ± 1,3	(n=4)	34,1 ± 1,2	(n=4)	26,6 ± 2,6	(n=3)	2,5 ± 2,3	(n=3)	0,1 ± 0,1	(n=3)	1,0 ± 0,9	(n=3)	0,3 ± 0,6
	(52,0 - 61,4)		(20,7 - 23,5)		(33,0 - 35,5)		(24,3 - 30,3)		(0,0 - 4,5)		(0,0 - 0,2)		(0,0 - 1,6)		(0,0 - 1,0)

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

5.4.4.2. Resultats de la valoració ergoespiomètrica

En la prova d'esforç sobre cinta rodant els tiradors de l'equip espanyol van presentar una FC_{max} de $193 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=7$), amb valors de $147 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=12$) en el lliandar aeròbic i de $174 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=8$) en el lliandar anaeròbic. La mostra masculina va assolir valors inferiors a la femenina en els tres paràmetres descrits (Taula 5-41).

El consum màxim d'oxigen resultant en l'ergoespiometria fou de $54,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=6,3$) de mitjana, mentre que els valors globals en els lliandars ventilatoris foren de $34,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=8,2$) en l'aeròbic i $48,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=6$) en l'anaeròbic.

En la cinta rodant els floretistes presentaren una millor resposta davant les exigències de la prova d'esforç, assolint un consum d'oxigen mitjà superior a la resta de modalitats. La diferència dels tiradors de floret ($\bar{X}=60,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3,8$) amb els de sabre ($\bar{X}=54,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=2,3$) fou estadísticament significativa ($p<0,05$), mentre que no ho va ser amb la mitjana dels espasistes ($=54,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=4,9$). El consum d'oxigen dels floretistes en els lliandars ventilatoris també fou superior (Taula 5-42), destacant-se el marge existent entre aquests i els espasistes ($p<0,05$) que fou d'entre 1 i $18 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (IC: 95%). Els valors assolits pels sabristes foren, en general, inferiors als de la resta de modalitats masculines. La FC en el lliandar aeròbic dels sabristes va resultar significativament inferior a la de floretistes ($p<0,01$) i espasistes ($p<0,05$) en la prova d'esforç, mentre que en la resta de variables no es van detectar diferències estadísticament significatives.

Taula 5-41: Resultats dels principals paràmetres ergoespiromètrics de la prova d'esforç sobre cinta ergomètrica de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.

FC max bat·min ⁻¹	FC lliandar aeròbic bat·min ⁻¹	FC lliandar anaeròbic bat·min ⁻¹	$\dot{V}O_2$ max mL·min ⁻¹	$\dot{V}O_2$ max mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	$\dot{V}O_2$ lliandar aeròbic mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	$\dot{V}O_2$ lliandar anaeròbic mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹
Homes						
(n=16)	(n=14)	(n=14)	(n=16)	(n=16)	(n=14)	(n=14)
192 ± 7 (179 - 202)	143 ± 10 (121 - 155)	172 ± 6 (162 - 183)	4158 ± 209 (3710 - 4510)	56,5 ± 4,7 (47,8 - 65,5)	36,3 ± 7,1 (23,7 - 45,5)	50,2 ± 4,1 (40,4 - 54,5)
Dones						
(n=4)	(n=3)	(n=3)	(n=4)	(n=4)	(n=3)	(n=3)
197 ± 6 (192 - 205)	162 ± 11 (150 - 171)	182 ± 10 (174 - 193)	2673 ± 189 (2490 - 2850)	46,3 ± 4,9 (39,4 - 50,7)	23,5 ± 1,4 (21,8 - 24,3)	38,4 ± 3,2 (35,2 - 41,6)

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

Taula 5-42: Resultats dels principals paràmetres ergoespiromètrics de la prova d'esforç sobre cinta ergomètrica de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes. No incorporem dades d'espasa femenina al no existir selecció espanyola en el moment de finalitzar aquesta fase de l'estudi.

FC max bat·min ⁻¹		FC líndar aeròbic bat·min ⁻¹		FC líndar anaeròbic bat·min ⁻¹		$\dot{V}O_2$ max mL·min ⁻¹		$\dot{V}O_2$ max mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹		$\dot{V}O_2$ líndar aeròbic mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹		$\dot{V}O_2$ líndar anaeròbic mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	
Espasa masculina													
(n=7)	193 ± 7	(n=7)	146 ± 9	(n=7)	173 ± 7	(n=7)	4157 ± 260	(n=7)	54,9 ± 4,9	(n=7)	32,5 ± 6,7	(n=7)	48,3 ± 5,1
	(185 - 202)		(130 - 155)		(162 - 183)		(3710 - 4510)		(47,8 - 61,2)		(23,7 - 42,7)		(40,4 - 54,5)
Floret masculí													
(n=4)	193 ± 5	(n=4)	149 ± 3	(n=4)	175 ± 6	(n=5)	4172 ± 103	(n=5)	60,6 ± 3,8	(n=4)	42,2 ± 3,5	(n=4)	52,6 ± 1,2
	(185 - 198)		(146 - 153)		(168 - 183)		(4050 - 4300)		(55,8 - 65,5)		(37,5 - 45,5)		(51,1 - 54,0)
Sabre													
(n=4)	189 ± 8	(n=3)	130 ± 8	(n=3)	166 ± 2	(n=4)	4143 ± 262	(n=4)	54,3 ± 2,3	(n=3)	37,4 ± 7,3	(n=3)	51,5 ± 2,1
	(179 - 199)		(121 - 136)		(164 - 168)		(3890 - 4460)		(51,8 - 56,6)		(30,6 - 45,1)		(49,8 - 53,9)
Floret femení													
(n=4)	197 ± 6	(n=3)	162 ± 11	(n=3)	182 ± 10	(n=4)	2673 ± 189	(n=4)	46,3 ± 4,9	(n=3)	23,5 ± 1,4	(n=3)	38,4 ± 3,2
	(192 - 205)		(150 - 171)		(174 - 193)		(2490 - 2850)		(39,4 - 50,7)		(21,8 - 24,3)		(35,2 - 41,6)

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

5.4.4.3. Resultats de la valoració de la força explosiva

Les característiques generals defineixen als membres de la selecció espanyola absoluta, amb una mitjana de 25 anys (de=3) d'edat, i 11 anys (de=4) de pràctica de l'esgrima. El seu entrenament és de 20 hores (de=7) setmanals, i en el rànquing de 0 a 100 dissenyat per a aquest treball presenten una puntuació de 65,6 punts (de=18,3) (Taula 5-43).

Taula 5-43: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

Edat anys	Hores setmana h	Rànquing n	Anys pràctica anys
Homes			
(n=18) 25,7 ± 3,2 (20,8 - 31,9)	(n=18) 23,2 ± 5,5 (6,0 - 30,0)	(n=18) 72,1 ± 12,1 (47,5 - 94,0)	(n=18) 11,4 ± 3,6 (6,0 - 20,0)
Dones			
(n=9) 23,6 ± 3,1 (20,4 - 30,3)	(n=9) 15,1 ± 4,2 (8,0 - 20,0)	(n=9) 57,8 ± 19,3 (32,0 - 80,0)	(n=8) 10,0 ± 4,3 (4,0 - 18,0)
Global			
(n=27) 24,9 ± 3,2 (20,4 - 31,9)	(n=27) 20,5 ± 6,3 (6,0 - 30,0)	(n=27) 67,3 ± 16,1 (32,0 - 94,0)	(n=26) 11,0 ± 3,8 (4,0 - 20,0)

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

La diferenciació per sexes de les dades generals presenta en els homes valors superiors a les dones en totes les variables. En l'edat els tiradors tenen una mitjana de 26 anys davant els 24 de la mostra femenina, fet que pot contribuir a confirmar alguna de les hipòtesis existents en el món de l'esgrima sobre l'anticipació en l'abandonament de l'esport de competició en les dones en relació als homes. Els dos anys de diferència en l'edat entre ambdós sexes es mantenen aproximadament en la valoració d'anys de pràctica d'esgrima, però on les diferències semblen més evidents són en el volum d'hores d'entrenament setmanal, ja que mentre els esgrimadors presenten una mitjana de 23 h (de=6) les tiradores de tan sols 14 h (de=5).

Taula 5-44: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

SJ cm			CMJ cm			Coef. Elasticitat cm		
Homes								
(n=18)			(n=18)			(n=18)		
38,3	±	3,9	43,1	±	6,0	4,8	±	5,7
31,5	-	43,9)	33,0	-	61,5)	-0,2	-	25,3)
Dones								
(n=8)			(n=8)			(n=8)		
33,2	±	6,5	35,8	±	7,2	2,7	±	2,9
24,1	-	42,9)	26,4	-	48,5)	-0,3	-	9,1)
Global								
(n=26)			(n=26)			(n=26)		
36,7	±	5,3	40,8	±	7,1	4,2	±	5,0
24,1	-	43,9)	26,4	-	61,5)	-0,3	-	25,3)

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

En els protocols generals de força explosiva els esgrimidors de l'equip nacional presenten uns valors mitjans de 36,7 cm (de=5,3) en el SJ, 40,8 cm (de=7,1) en el CMJ i de 4,2 cm (de=5) en el coeficient d'elasticitat.

Els tiradors masculins assoleixen valors superiors a les dones en totes les variables (Taula 5-44). En el SJ les diferències ($p < 0,05$) entre homes i dones són, amb una confiança del 95 %, d'entre 0,9 i 9,3 cm . En el CMJ s'incrementen els valors diferencials ($p < 0,05$) xifrant-se entre els 1,6 i els 12,8 cm, mentre que en el coeficient d'elasticitat, els 2,1 cm de diferència existent entre les mitjanes no presenta significació estadística (Figura 5-28).

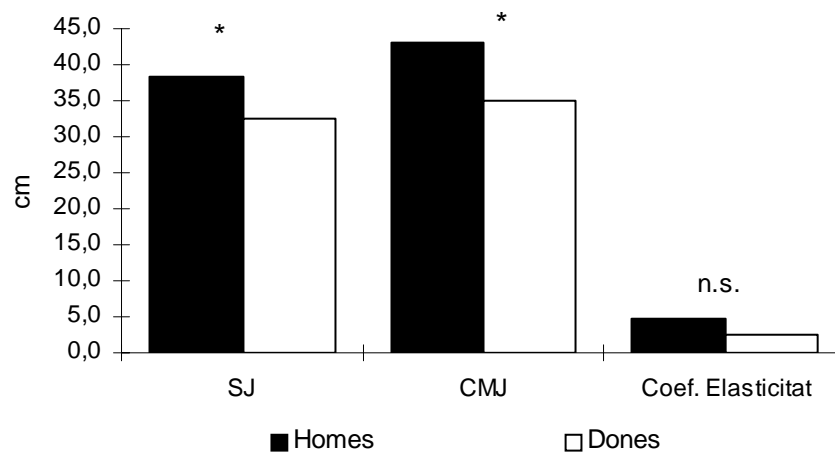


Figura 5-28: Mitjanes dels resultats dels protocols generals de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).

Taula 5-45: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per sexes.

TF m·s ⁻¹	TFS m·s ⁻¹	T 3x5 s	Temps contacte (T3x5) s
Homes			
(n=18) 3,29 ± 0,70 (2,50 - 5,00)	(n=18) 5,47 ± 0,71 (4,32 - 7,17)	(n=18) 10,91 ± 0,82 (9,80 - 12,47)	(n=18) 0,487 ± 0,093 (0,296 - 0,640)
Dones			
(n=8) 2,53 ± 0,29 (2,18 - 3,11)	(n=8) 4,60 ± 0,75 (3,67 - 5,81)	(n=8) 11,61 ± 0,96 (10,72 - 13,01)	(n=8) 0,430 ± 0,050 (0,331 - 0,510)
Global			
(n=26) 3,06 ± 0,70 (2,18 - 5,00)	(n=26) 5,20 ± 0,82 (3,67 - 7,17)	(n=26) 11,12 ± 0,91 (9,80 - 13,01)	(n=26) 0,470 ± 0,090 (0,296 - 0,640)

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

La velocitat mitjana d'execució del fons en el TF fou, pel conjunt d'esgrimadors, de 3,06 m·s⁻¹ (de=0,7), mentre que el mateix moviment amb salt endavant previ (TFS) incrementava la velocitat d'execució fins a 5,20 m·s⁻¹ (de=0,7) (Taula 5-45). Com en els protocols generals, la mostra masculina presenta millors resultats que la femenina en els diferents tests. En el TF les diferències (p<0,01) són de 3,3 m·s⁻¹ de mitjana pels homes pels 2,5 m·s⁻¹ de les dones. En el TFS es manté la superioritat en els esgrimadors (p<0,01) essent els seus valors mitjans de 5,5 m·s⁻¹ per 4,6 m·s⁻¹ de les tiradores, i en el T3x5, els valors s'apropen, deixant d'ésser significatius estadísticament, però es manté la tendència dels tests anteriors (Figura 5-29).

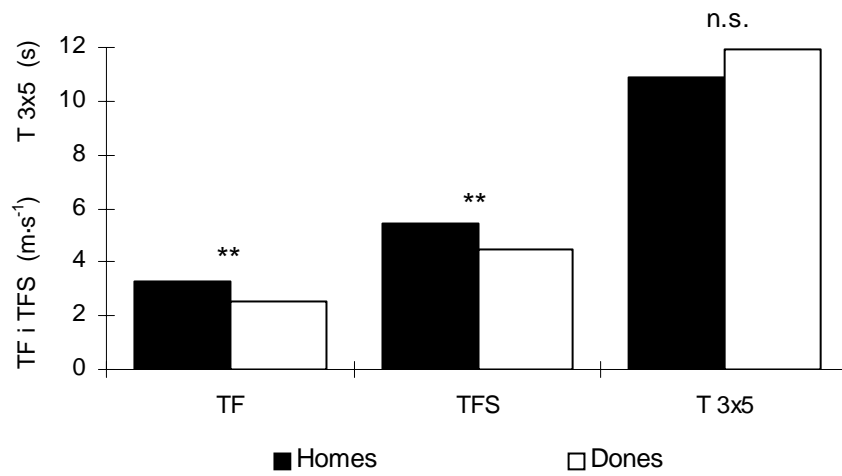


Figura 5-29: Mitjanes dels resultats dels protocols específics de força explosiva, segons el sexe, en tiradors de nivell 1. També es presenta la significació estadística de les diferències entre les mitjanes, representada com segueix: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,5$) i n.s. (no significatiu).



Foto 5-3: Execució del Test de Fons per un membre de l'equip nacional.

Taula 5-46: Caracterització de l'edat, anys de pràctica, hores d'entrenament i rànquing, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.

Edat anys		Hores setmana h		Rànquing n		Anys pràctica anys	
Espasa masculina							
(n=8)		(n=8)		(n=8)		(n=8)	
27,4	± 3,1	22,8	± 7,6	74,2	± 14,0	12,5	± 4,3
(22,5	- 31,9)	(6,0	- 30,0)	(47,5	- 94,0)	(7,0	- 20,0)
Floret masculí							
(n=4)		(n=4)		(n=4)		(n=4)	
24,0	± 3,6	21,3	± 4,8	77,3	± 8,0	12,0	± 2,9
(21,5	- 29,3)	(15,0	- 25,0)	(69,5	- 86,0)	(9,0	- 16,0)
Sabre							
(n=6)		(n=6)		(n=6)		(n=6)	
24,5	± 2,3	25,0	± 0,0	65,8	± 10,6	9,7	± 2,6
(20,8	- 26,9)	(25,0	- 25,0)	(53,0	- 78,0)	(6,0	- 12,0)
Floret femení							
(n=6)		(n=6)		(n=6)		(n=6)	
23,8	± 3,7	16,3	± 4,5	66,3	± 17,5	11,4	± 3,9
(20,4	- 30,3)	(8,0	- 20,0)	(32,0	- 80,0)	(8,0	- 18,0)
Espasa femenina							
(n=3)		(n=3)		(n=3)		(n=3)	
23,3	± 1,8	12,7	± 2,5	41,0	± 8,9	7,7	± 4,7
(21,5	- 25,0)	(10,0	- 15,0)	(34,0	- 51,0)	(4,0	- 13,0)

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

Taula 5-47: Resultats dels protocols generals de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.

SJ cm		CMJ cm		Coef. Elasticitat cm	
Espasa masculina					
(n=8)		(n=8)		(n=8)	
39,3	± 4,6	41,7	± 4,4	2,4	± 2,0
(31,5	- 43,9)	(33,0	- 45,9)	(-0,2	- 5,1)
Floret masculí					
(n=4)		(n=4)		(n=4)	
40,3	± 1,8	43,7	± 3,0	3,4	± 1,5
(38,1	- 42,5)	(41,2	- 47,2)	(1,4	- 4,7)
Sabre					
(n=6)		(n=6)		(n=6)	
35,5	± 2,4	44,5	± 9,1	9,0	± 8,4
(32,5	- 39,6)	(36,1	- 61,5)	(3,5	- 25,3)
Floret femení					
(n=5)		(n=5)		(n=5)	
36,9	± 4,4	39,5	± 6,2	2,6	± 3,9
(31,6	- 42,9)	(32,9	- 48,5)	(-0,3	- 9,1)
Espasa femenina					
(n=3)		(n=3)		(n=3)	
27,0	± 4,2	29,8	± 4,4	2,8	± 0,5
(24,1	- 31,8)	(26,4	- 34,8)	(2,3	- 3,2)

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

En la descripció de les característiques generals dels subjectes integrants de les seleccions espanyoles en les cinc armes de l'esgrima, s'observa com els espasistes són els tiradors de més edat i anys de pràctica, mentre que les noies de la mateixa arma, són les de menys edat i anys d'experiència. L'equip més homogeni en hores d'entrenament és el sabre, en que tots els seus integrants tenen el mateix règim de treball de 25 hores setmanals (Taula 5-46).

En la distribució per armes, les lleus diferències existents entre modalitats del mateix sexe (Taula 5-47), tan sols presenten significació estadística al comparar el coeficient d'elasticitat del sabre en relació a l'espasa ($p < 0,05$) i en els valors superiors dels floretistes masculins sobre els sabristes en el SJ ($p < 0,05$), així com de les dones de floret en relació a les espasistes també en el SJ ($p < 0,05$). En els protocols específics (Taula 5-48), tan sols els nivells inferiors de velocitat d'execució del fons des de la guàrdia (TF) dels sabristes en relació a les armes de punta van presentar significació estadística ($p < 0,05$).

L'anàlisi relacional de les variables (Taula 5-49) presenta uns nivells de significació inferiors als del conjunt de subjectes de la mostra (Taula 5-35), així com en el grup de tiradors de 1a categoria (Taula 5-36). Els nivells més alts de significació ($p < 0,001$) es troben en els valors de SJ amb CMJ ($r = 0,707$), i del CMJ amb el coeficient d'elasticitat ($r = 0,671$).

Taula 5-48: Resultats dels protocols específics de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors, de tots els subjectes de nivell 1 de la mostra, segons la seva distribució per armes.

TF m·s ⁻¹	TFS m·s ⁻¹	T _{3x5} s	Temps contacte (T _{3x5}) s
Espasa masculina			
(n=8) 3,57 ± 0,80 (2,67 - 5,00)	(n=8) 5,22 ± 0,70 (4,32 - 6,08)	(n=8) 11,17 ± 0,58 (10,33 - 11,91)	(n=8) 0,488 ± 0,104 (0,296 - 0,640)
Floret masculí			
(n=4) 3,50 ± 0,71 (2,50 - 4,02)	(n=4) 5,54 ± 0,25 (5,32 - 5,88)	(n=4) 10,68 ± 1,07 (9,91 - 12,21)	(n=4) 0,458 ± 0,086 (0,350 - 0,544)
Sabre			
(n=6) 2,80 ± 0,15 (2,60 - 3,03)	(n=6) 5,75 ± 0,89 (4,44 - 7,17)	(n=6) 10,71 ± 0,96 (9,80 - 12,47)	(n=6) 0,505 ± 0,093 (0,383 - 0,619)
Floret femení			
(n=5) 2,47 ± 0,21 (2,18 - 2,66)	(n=5) 4,58 ± 0,91 (3,67 - 5,81)	(n=5) 11,36 ± 0,94 (10,72 - 12,95)	(n=5) 0,420 ± 0,070 (0,331 - 0,510)
Espasa femenina			
(n=3) 2,64 ± 0,41 (2,33 - 3,11)	(n=3) 4,62 ± 0,58 (3,96 - 5,04)	(n=3) 12,01 ± 1,02 (10,97 - 13,01)	(n=3) 0,453 ± 0,013 (0,439 - 0,465)

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

Taula 5-49: Correlacions existents entre les principals variables que incideixen en els nivells de força explosiva en subjectes de nivell 1.

	CMJ									
Coefficient elasticitat	0,6705 (n=26) ***	Coefficient elasticitat								
Rànquing	0,44 (n=26) *	-0,0019 (n=26) n.s.	Rànquing							
SJ	0,7075 (n=26) ***	-0,0499 (n=26) n.s.	0,5941 (n=26) **	SJ						
T 3x5	-0,4729 (n=26) *	-0,2678 (n=26) n.s.	-0,3074 (n=26) n.s.	-0,3814 (n=26) n.s.	T 3x5					
T 5x3	-0,3757 (n=18) n.s.	-0,2441 (n=18) n.s.	0,0424 (n=18) n.s.	-0,1861 (n=18) n.s.	0,5622 (n=18) *	T 5x3				
Talla	0,4444 (n=19) n.s.	0,0529 (n=19) n.s.	0,2135 (n=20) n.s.	0,6201 (n=19) **	-0,1407 (n=19) n.s.	-0,2817 (n=15) n.s.	Talla			
TF	0,1258 (n=26) n.s.	-0,0372 (n=26) n.s.	0,2145 (n=26) n.s.	0,2049 (n=26) n.s.	-0,3232 (n=26) n.s.	-0,0091 (n=18) n.s.	0,5346 (n=19) *	TF		
TFS	0,2509 (n=26) n.s.	0,3597 (n=26) n.s.	0,3008 (n=26) n.s.	-0,0049 (n=26) n.s.	-0,5403 (n=26) **	-0,1633 (n=18) n.s.	-0,1228 (n=19) n.s.	0,2222 (n=26) n.s.	TFS	
Mitjana cont. (T3x5)	-0,0768 (n=26) n.s.	0,0619 (n=26) n.s.	-0,0934 (n=26) n.s.	-0,1588 (n=26) n.s.	0,2111 (n=26) n.s.	-0,2612 (n=18) n.s.	0,1573 (n=19) n.s.	0,1277 (n=26) n.s.	-0,0654 (n=26) n.s.	

Les dades són: coeficient de correlació de Pearson (r), grandària de la mostra (n) i significació (*** p<0,001; ** p<0,01; * p>0,5; n.s.=no significatiu).

Per tal de definir un perfil diferencial segons la modalitat es van transformar els resultats en puntuacions normalitzades $Z^{(*)}$. Sobre els valors mitjans dels subjectes de nivell 1 s'ha graficat el comportament dels resultats, observant-se (Figura 5-30) en les modalitats femenines un perfil inferior a les masculines, i com en aquestes no destaca cap de les armes per uns valors netament superiors o inferiors a la resta.

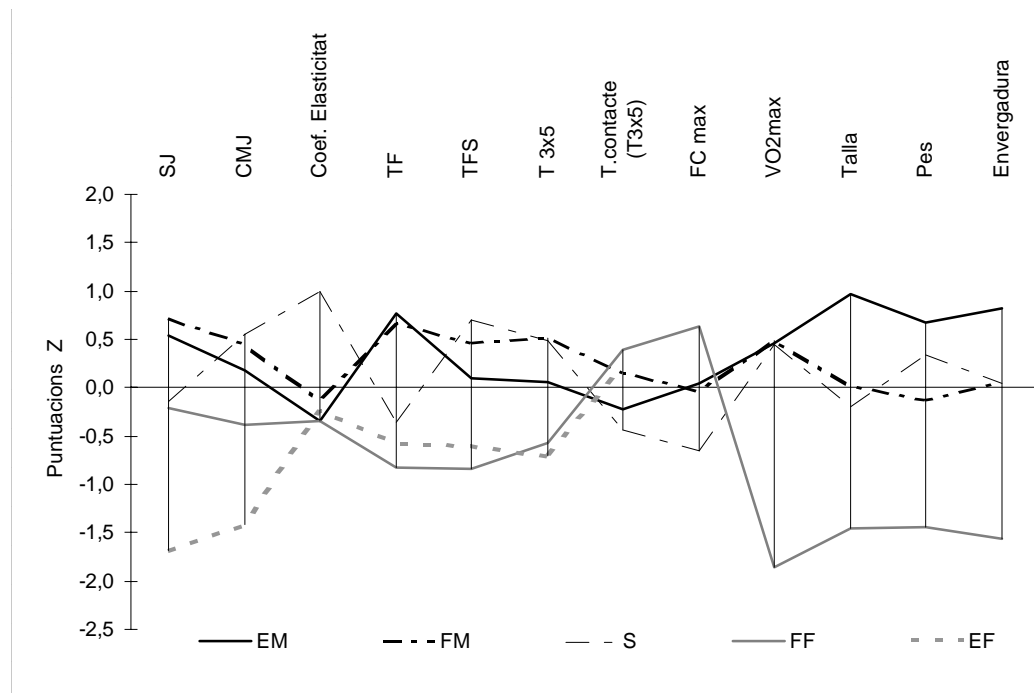


Figura 5-30: Perfil de les diferents seleccions espanyoles de les 5 armes en puntuacions normalitzades Z. Els valors del test de 3x5 m, així com el temps de contacte es presenten en valors inversos per tal de millorar la seva interpretació.

(*) La variable coeficient d'elasticitat en els subjectes de nivell 1 no segueix una distribució normal. S'ha decidit incloure aquesta variable en la figura al tractar-se tan sols d'una descripció gràfica complementària.

5.4.5. Discussió

Coïncidint amb l'exposició dels resultats presentats en l'apartat 5.4 la discussió d'aquests estarà estructurada en els següents punts:

- Valoració cineantropomètrica
- Valoració ergoespiromètrica
- Valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors

De les característiques generals de la mostra hem de considerar que la totalitat dels 27 integrants de les seleccions espanyoles absolutes a les 5 armes van participar en aquest estudi. Els tres grups de valoracions realitzades no van poder ser tractats amb la totalitat dels subjectes per diferents factors, com les lesions, la creació de l'equip oficial d'espasa femenina un cop finalitzades dues fases de recollida de dades i algun altre condicionant difícilment controlable en l'anàlisi.

Entre les característiques generals de les seleccions espanyoles d'esgrima cal destacar les mitjanes superiors en edat, hores d'entrenament, rànquing personal i anys de pràctica en els tiradors, en relació a les esgrimadors. La major mitjana d'edat dels homes ($\bar{X}=26$ anys) en relació a les dones ($\bar{X}=24$ anys), coincideix amb les apreciacions de Starosta (1987a, 1987b), que esmenta l'edat mitjana més elevada dels homes en relació a les dones en esportistes de nivell internacional, en un estudi realitza amb els finalistes dels Jocs Olímpics del 1976 en diferents esports.

5.4.5.1. Valoració cineantropomètrica

L'anàlisi de les característiques cineantropomètriques dels esgrimidors de l'equip estatal ha estat tractat, en aquest treball, com a un estudi complementari en la valoració funcional específica dels esgrimidors. La complexitat i l'interès que implica una anàlisi de la cineantropometria mereix un treball monogràfic de major envergadura. En aquesta visió parcial de les característiques corporals dels millors tiradors espanyols hem volgut analitzar aquells paràmetres que han estat més citats en la literatura específica o que hem considerat d'interès per a la discussió general d'aquest treball.

L'anàlisi de les dimensions corporals ens permet observar una clara diferenciació en les característiques morfològiques dels components dels equips nacionals masculí i femení. En la comparació per sexes observem diferències molt significatives entre els tiradors i les tiradores de nivell 1 en les dimensions corporals ($p < 0,001$), evidenciant-se el patró de dimorfisme sexual.

La talla ha estat considerada per a molts tècnics com un dels factors de rendiment de l'esgrima, i com a tal, ha estat incorporada en alguns dels programes de selecció de talents d'aquest esport. L'estudi realitzat en les seleccions espanyoles de cada arma presenta uns valors mitjans coincidents, proporcionalment, als descrits en la literatura on de forma general es dona als espasistes una talla superior als floretistes, essent els sabristes els esgrimidors de menor alçada. En un treball presentat per Revenu (1988), poc després de finalitzats els Jocs Olímpics de Seul'88, es feia una descripció de l'alçada dels millors tiradors mundials on es confirmava la hipòtesi de la talla superior dels espasistes. L'esmentat treball, en les 4 armes de competició oficial aleshores, descrivia els espasistes com els tiradors de major talla considerant els

medallistes individuals ($\bar{X}=190$ cm) i per equips ($\bar{X}=186$ cm), en relació als floretistes (\bar{X} individual=185 cm ; \bar{X} equips=181 cm) i sabristes (\bar{X} individual=181 cm ; \bar{X} equips=179 cm), apreciànt-se una coincidència en la progressió de la talla en les diferents modalitats. El floret femení va presentar una talla mitjana inferior en les medallistes individuals ($\bar{X}=178$ cm) així com en les d'equip ($\bar{X}=173$ cm). Aquests resultats coincideixen amb les dades del nostre treball en que els esgrimidors dels equips espanyols absoluts mantenen l'esmentada progressió de mitjanes per armes, essent els espasistes els de major talla ($\bar{X}=185$ cm) seguits dels floretistes ($\bar{X}=176$ cm) i sabristes ($\bar{X}=174$ cm), per finalment deixar les noies ($\bar{X}=163$ cm), com en el grup mundial, com a mostra d'inferior talla.

La tendència d'aquests resultats, sobre les majors dimensions corporals dels espasistes, s'ha confirmat estadísticament en el nostre estudi en la comparació dels tiradors d'espasa de l'equip nacional amb els sabristes i floretistes en la talla ($p<0,05$), i tan sols amb els floretistes en comparar les variables envergadura i pes ($p<0,05$).

En l'esgrima és reconeguda la importància que té l'envergadura en la disputa dels assalts. Sens dubte, un tirador amb major envergadura pot controlar millor la distància del seu rival perquè l'allargada del seu braç pot afavorir les accions ofensives o contraofensives realitzades, oferint al tirador de major envergadura un avantatge en la dinàmica espaitemporal de l'assalt. En la descripció dels resultats vam constatar com l'envergadura mitjana dels homes en totes les modalitats era uns 6 cm superior a la mitjana de la talla. Per contra, la mostra femenina no tan sols no arribava a aquesta diferència sinó que la mitjana de l'envergadura fou 1 cm inferior a la talla.

Comparativament a les escasses referències existents en la literatura mundial sobre dimensions corporals dels esgrimidors, les dades

recollides en el nostre treball no s'allunyen de les publicades per diferents autors, essent la mitjana de la talla de l'equip nacional masculí espanyol ($\bar{X}=179$ cm; $de=7$) lleugerament inferior a les dades de 9 esgrimidors olímpics ($\bar{X}=184$ cm) descrits per Carter (1982) en un dels estudis cineantropomètrics sobre esgrimidors olímpics. Igualment, les dades presentades per Sapega i col. (1984) en una mostra d'esgrimidors de les tres armes, presenten una mitjana superior de l'alçada ($\bar{X}=181$ cm) que els tiradors de la selecció espanyola. En relació a les dades presentades per Roi i Mognoni (1987) sobre una mostra d'espasistes italians ($\bar{X}=178$ cm), les dades dels espasistes espanyols de primer nivell són superiors, com també ho és, encara que més sensiblement, la mitjana global de les tres armes. Finalment, en relació als espasistes suecs ($\bar{X}=186$ cm) estudiats per Nyström i col. (1990) la talla mitjana coincideix amb la dels tiradors de la selecció masculina d'espasa del nostre treball. Les dades de la mostra femenina coincideixen amb les de l'equip de floret femení del Brasil ($\bar{X}=165$ cm), de baix nivell esgrimístic a nivell internacional (De Rose i Teixeira 1975).

En relació al somatotipus dels esgrimidors espanyols cal destacar la similitud existent entre les nostres dades ($\bar{S}= 2,3 - 4,5 - 2,9$) en tiradors d'alt nivell espanyols i les descrites en una mostra d'esgrimidors olímpics ($\bar{S} = 2,8 - 4,2 - 2,9$) per Carter (1982) o les observades en espasistes canadencs de nivell internacional ($\bar{S} = 2,1 - 4,0 - 3,1$) per Lavoie i col. (1984), essent aquestes darreres molt properes també a les de la selecció espanyola d'espasa masculina ($\bar{S} = 1,9 - 4,0 - 3,6$).

Les característiques de la somatocarta dels esgrimidors de l'equip espanyol masculí defineixen un perfil ectomesomòrfic amb una dominància del component mesomòrfic, o de robustesa musculoesquelètica, amb predomini de l'ectomorfisme sobre l'endomorfisme. Analitzant modalitat a modalitat els equips masculins

observem com floretistes i espasistes mantenen les característiques descrites per a la mitjana global dels tiradors, mentre que els sabristes, aïlladament, tenen un perfil endomesomòrfic on, malgrat es manté el domini del mesomorfisme, el component endomòrfic predomina sobre l'ectomòrfic. Les diferències observades entre els sabristes i els esgrimidors d'armes de punta són estadísticament significatives ($p < 0,05$) en el component ectomòrfic, mentre que en l'endomòrfic tan sols ho són entre els tiradors de sabre i els d'espasa. El component mesomòrfic no presenta diferències significatives entre les tres modalitats.

Les característiques de l'equip femení són totalment diferents, presentant una tendència ($\bar{S} = 4,8 - 2,7 - 2,3$) a l'endomorfisme equilibrat, essent l'obesitat la característica dominant sobre la resta de components, que es mantenen en un cert equilibri.

Les dades cineantropomètriques de la mostra femenina sobten al tractar-se d'un equip nacional, doncs hem apreciat unes dimensions corporals en les que la talla mitjana era més de 10 cm inferior a l'alçada mitjana de les millors tiradores mundials de la seva modalitat. A més a més, cal afegir l'observació que hem introduït sobre la inversió en les dades de l'envergadura on, contràriament a la mostra masculina, la mitjana és inferior a la presentada en la talla. Si a aquestes característiques afegim la definició d'un perfil netament endomòrfic podríem concloure que un dels hipotètics factors de rendiment en l'esgrima no és gens afavorit en la mostra femenina de l'equip espanyol. De fet, els resultats esportius a nivell internacional de l'equip de floret femení, en el moment de realitzar l'estudi, eren de baix nivell, fet que es va traduir amb la no participació d'aquest equip nacional en els JJOO de Barcelona'92, per renúncia de la RFEE, malgrat posseir-ne el dret de participació com a país organitzador. Per contra, l'equip que més apropa la seva alçada a les referències existents d'equips olímpics o d'alt nivell internacional, és l'espasa masculina, que també presenta el millor nivell

internacional d'entre els equips espanyols, amb un campió del món individual, un medalla de bronze també al campionat del món i diferents espasistes inclosos en l'elit mundial. L'equip d'espasa masculina des del 1986 i fins els JJOO d'Atlanta l'any 1996 ha estat de forma intermitent entre els vuit millors països del món en l'especialitat, arribant en dues ocasions al quart lloc en un mundial per equips.

Lavoie i col. (1984) van analitzar les característiques cineantropomètriques de dos grups d'esgrimidors canadencs, uns de nivell provincial i uns de nivell internacional, per tal d'establir possibles relacions entre el nivell esgrimístic i les seves dimensions corporals. L'anàlisi estadística no va corroborar la seva hipòtesi, deduint que les variables antropomètriques no semblaven decisives pel rendiment en l'esgrima.

De fet, sense posseir dades estadístiques, podem citar casos en els que esgrimidors de talla no molt elevada assoleixen llocs de rellevància en algunes proves internacionals. Si observem les dades comparatives dels diferents estudis d'equips nacionals amb la talla mitjana dels medallistes dels Jocs Olímpics (Revenu 1988) podem considerar la talla com a un element destacable dins del perfil dels esgrimidors. Nosaltres considerem les dimensions corporals, i més concretament la talla i l'envergadura, com a factors afavoridors del rendiment. Fins i tot es podrien considerar en l'espasa com a variables determinants, malgrat, al ser l'esgrima un esport fonamentalment tecnicotàctic, poder complementar-se la manca d'alçada amb d'altres característiques (perfecció tècnica, sentit del temps, tàctica, velocitat de reacció i moviment, etc.) que compensin una possible manca de talla.

En l'estudi descriptiu dels perímetres musculars dels esgrimidors espanyols es van observar valors inferiors als descrits en la literatura específica. Si observem les mitjanes dels perímetres musculars de la

cuixa, panxell, braç i avantbraç en els esgrimidors de la selecció masculina espanyola (57,3 - 35,9 - 31,3 - 26,4 cm) comprovem que són menors que els citats per Carter (1982) en 9 esgrimidors olímpics (59,2 - 38,1 - 31,7 - 28 cm) i que els observats per Sapega i col. (1984) en 24 tiradors d'alt nivell (60,3 - 38,2 - 32,7 - 30,1 cm).

En l'anàlisi de l'asimetria dels esgrimidors, avaluada mitjançant les diferències existents entre els principals perímetres musculars de les extremitats, hem de considerar la diferenciació entre hemicos armat o anterior, en relació al no armat o posterior. En l'anàlisi de la literatura sobre variables cineantropomètriques on s'inclouen els esgrimidors encara observem l'avaluació dels membres de l'hemicos dret per convenció o, fins i tot, la classificació de les mesures corporals segons la lateralitat tradicional (dreta, esquerra). En el cas dels esports asimètrics no hem de considerar aquesta classificació, sinó que la diferenciació lateral ha de venir condicionada per la dominància lateral de l'esportista. Així, quan en el nostre treball parlem d'hemicos armat o anterior fem referència als membres corresponents a la mà armada, sigui la dreta o l'esquerra, evitant un error metodològic en la comparació de la lateralitat dels tiradors.

L'esgrima és definida com un esport asimètric al considerar la dinàmica de competició on l'ús de les armes és unilateral. En aquest estudi hem avaluat 8 perímetres musculars, 4 de l'hemicos armat i 4 del posterior. L'anàlisi global de tots els esgrimidors de l'equip nacional, inclosos els dos sexes, ens permet confirmar l'existència d'una marcada asimetria en l'esgrima. Les diferències existents entre els perímetres musculars de la cuixa, l'avantbraç i el braç han resultat molt significatives estadísticament ($p < 0,001$). Les diferències més grans es troben en el perímetre de la cuixa anterior que són d'entre 2,7 i 4,1 cm superiors a la cuixa posterior (CI: 95%), mentre que les diferències de l'avantbraç (1,1 a 1,7 cm; CI: 95%) i del braç (1,2 a 2,1 cm; CI: 95%) armats són menors. Per

contra, les diferències entre els perímetres dels panxells no han presentat significació estadística.

Aquests resultats coincideixen totalment amb els observats en la literatura. Sapega i col. (1984), Sosna (1984), Roi i Mognoni (1987) i Nyström i col. (1990) també van trobar diferències significatives entre els perímetres de la cuixa, braç i avantbraç de l'hemicos armat dels esgrimidors, no produint-se cap significació en la comparació del perímetre dels panxells. Sosna (1984) precisà que les diferències entre l'hemicos armat i el posterior eren superiors en l'equip txeco-slovac que en esgrimidors del mateix país de menys de 4 anys de pràctica.

L'asimetria dels esgrimidors ve condicionada per dos factors principalment. D'una banda, l'increment del perímetre muscular del braç i l'avantbraç és condicionat per la unilateralitat d'aquest esport, és a dir, per l'ús de l'arma tan sols amb el braç dominant, el que comporta un treball muscular diferenciat, amb major tensió i per tant amb superior increment de la hipertròfia (Goldberg 1975), al del braç posterior que tan sols realitza funcions d'equilibri, impulsió i compensació en determinats moviments i posicions. D'altra banda, les contraccions musculars excèntriques que es produeixen en el moviment de frenada del fons en el contacte de la cama anterior amb el terra, a la fi de la fase de vol, provoca un important treball muscular que es diferencia del treball de la cama posterior, en que la musculatura extensora treballa fonamentalment de forma concèntrica en l'execució del fons. És coneguda la major hipertròfia provocada per contraccions excèntriques davant les concèntriques (Asmussen 1953; Tihany 1988), amb la qual cosa, la cama avançada té una tendència a incrementar el seu perímetre muscular. El treball isomètric desenvolupat en les posicions estàtiques que es produeixen en alguna de les fases dels assalts incideixen equitativament en el desenvolupament muscular d'ambdues cames, així que podem concloure que l'asimetria de les cuixes dels esgrimidors ve provocada, principalment, per la diferenciació del

treball de la musculatura extensora de les cames en el moviment del fons.

Seguint amb l'anàlisi de les dades del treball hem constatat que en la comparació de les asimetries segons el sexe s'observa com homes i dones coincideixen, però al comparar el perímetres de les extremitats anteriors, entre les dues mostres, els tiradors presenten uns perímetres superiors a les esgrimidors en l'avantbraç ($p < 0,001$), el braç ($p < 0,001$) i els panxells ($p < 0,05$), no així en la cuixa, on la mitjana de les dones és fins i tot superior a la dels tiradors de floret masculí, no existint entre homes i dones diferències estadísticament significatives.

Els esgrimidors masculins presenten uns resultats molt similars en els perímetres musculars existint entre ells tan sols diferències significatives al comparar l'asimetria de les cuixes ($p < 0,05$) entre els espasistes ($\bar{X} = 4,1$ cm; $de = 1,4$) i els sabristes ($\bar{X} = 2,3$ cm; $de = 1,1$).

La confirmació de l'esgrima com un esport asimètric s'ha vinculat, en ocasions, a alteracions patològiques de la columna vertebral. La escoliosi ha estat una de les patologies a les que s'associa als esports asimètrics. Diferents autors han analitzat el desenvolupament muscular dels esgrimidors, el seu perfil patològic i concretament, les alteracions de la columna vertebral. Ramez (1975) i Azemar (1969, 1975) coincideixen en que les anàlisis radiològiques realitzades en diferents investigacions sobre esgrimidors no mostren una veritable escoliosi provocada per la pràctica de l'esgrima. En l'observació de l'esquena d'un esgrimidor s'aprecia, sovint, un abaixament de l'espatlla del braç armat que provoca una major visualització de l'asimetria. Els autors coincideixen en que la pràctica d'aquest esport provoca un abaixament moderat de l'espatlla del braç armat com a conseqüència de la rotació de l'omòplat i de la major hipertròfia d'aquest mateix braç, en relació al posterior (Ramez 1975).

Sense voler endinsar-nos en la patologia específica de l'esgrima tan sols ens manca precisar, com a aclariment al paràgraf anterior, que la major part de les lesions, a nivell lumbar, per sobrecàrrega són provocades pel moviment de retrocés (trençar) de l'esgrimidor (Caldarone i Berlutti 1980a; Santilli 1980) contràriament a l'opinió que el fons és el principal responsable d'aquestes lesions.

Com a conclusió a aquest petit apunt de la patologia específica hem de recomanar als mestres i preparadors físics un bon treball de reforçament muscular general, complementat amb treball compensatori per l'hemicos no armat com a mesura preventiva per evitar, en esgrimidors poc treballats muscularment, o amb predisposició a patir cert tipus de patologies associades a l'esgrima (lumbàlgia, lesions musculotendinoses, etc.), problemes derivats d'un treball exclusivament específic que potenciaria una asimetria muscular gens favorable.

5.4.5.2. Valoració ergoespiromètrica

L'anàlisi del comportament del consum d'oxigen en els esgrimidors ha estat tractat en el capítol anterior. En aquesta discussió ens centrarem tan sols en les dades obtingudes pels tiradors de l'equip espanyol en la valoració ergoespiromètrica, realitzant els apunts que es considerin adients en la interrelació amb la resta de registres d'aquest estudi.

Com a primer element de la discussió cal remarcar que la prova d'esforç emprada fou la de cursa sobre cinta rodant. Es tracta d'una prova inespecífica i, per tant, mesura el comportament ergoespiromètric en unes

determinades condicions, totalment allunyades de la resposta real de competició on l'esforç dels esgrimidors —tal com hem indicat en la discussió de l'anterior capítol— és producte d'un treball intermitent, discontinu i d'intensitat variable, contràriament a les característiques de la prova utilitzada on la sol·licitació funcional ve condicionada per un exercici continu i d'increments progressius de la intensitat.

La utilització d'aquesta prova respon a la generalització de les proves d'esforç en laboratori que, malgrat no aprofundir en l'especificitat de l'esport en concret, avaluen els potencials funcionals dels esportistes mitjançant protocols contrastats i on es millora la comparació de les possibilitats funcionals d'esportistes de diferents disciplines.

En la valoració de l'equip espanyol femení d'esgrima cal constatar l'absència de dades de tiradores d'espasa femenina al no existir cap selecció oficial en el moment de fer les valoracions del treball. També cal destacar l'absència de la millor tiradora de floret femení que, pel fet de no residir a Madrid, no va poder ser inclosa en les valoracions de la resta de tiradores.

La FC max registrada en la prova d'esforç mostra una tendència a presentar valors superiors en les dones ($\bar{X}=197 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=6$) en relació als homes ($\bar{X}=192 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7$), malgrat les diferències no han estat significatives estadísticament. La superioritat dels valors màxims de FC en la mostra masculina coincideix amb les dades observades en el capítol 4, en una mostra d'esgrimidors de nivells 1 i 2, on les dones van presentar, en la prova d'esforç, una FC max mitjana de $192 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=8$), mentre que els tiradors tenien uns valors inferiors de $187 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ($de=14$).

No es van detectar diferències estadísticament significatives entre els espasistes, floretistes i sabristes en els valors màxim de FC en la prova d'esforç.

Tal i com també succeïa en les valoracions descrites en l'anterior capítol, la FC dels llindars ventilatoris també presentava valors superiors per a les dones ($p < 0,01$), mentre que en els tiradors masculins tan sols s'apreciaren diferències significatives al comparar els valors superiors dels espasistes en relació als dels floretistes en la FC del llindar aeròbic.

Per la seva banda el consum d'oxigen en els llindars aeròbic i anaeròbic presenta valors significativament superiors en els esgrimidors masculins en relació a les dones de l'equip nacional ($p < 0,01$), mentre que en la comparació entre armes masculines tan sols el floret masculí presenta valors significativament superiors als espasistes ($p < 0,01$). Probablement la dinàmica competitiva diferencial dels floretistes, on la intensitat de l'assalt és superior a la dels espasistes, condiona una millor adaptació cardiovascular a l'exercici i, per tant, un allunyament dels valors mitjans de consum d'oxigen en el llindar aeròbic en relació als espasistes.

El consum màxim d'oxigen en termes absoluts se'ns presenta com un indicador de la màxima potència del sistema de transport de l'oxigen durant l'exercici físic. El consum màxim d'oxigen dels esgrimidors de l'equip nacional, valorat en la prova d'esforç sobre cinta rodant, presenta diferències altament significatives ($p < 0,001$) entre la selecció masculina ($\bar{X} = 4158 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 209$) i la femenina ($\bar{X} = 2673 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 189$), mentre que si comparem els valors mitjans en cadascuna de les armes masculines no s'aprecien diferències significatives. Les xifres mitjanes de consum màxim d'oxigen són molt properes a les registrades en l'anterior capítol tant en els homes ($\bar{X} = 4820 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 510$) com en les dones ($\bar{X} = 2760 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 650$).

La valoració dels valors màxims del consum d'oxigen en termes relatius incorpora la influència de les dimensions corporals a la resposta fisiològica. En l'anàlisi del consum màxim relatiu hem observat que entre sexes les diferències es mantenen favorables a la mostra masculina ($\bar{X}=56,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=4,7$) sobre la femenina ($\bar{X}=46,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=4,9$), encara que la significació estadística de les mateixes disminueix ($p<0,01$) sensiblement i, entre les modalitats masculines, s'observen diferències ($p<0,05$) entre el consum superior dels floretistes ($\bar{X}=60,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3,8$) i el dels sabristes ($\bar{X}=54,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=2,3$). En relació a la valoració del consum d'oxigen en cinta rodant realitzada amb la CPX en el capítol 4 s'observen valors relatius similars als de l'equip espanyol en analitzar la mostra de tiradores de floret femení ($\bar{X}=49,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=7,3$) i la d'espasistes ($\bar{X}=60,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5,0$). En l'avaluació dels pentatletes olímpics la mitjana del consum màxim d'oxigen és superior ($\bar{X}=70,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=4,0$) i per tant cal analitzar-la de forma aïllada, o si més no, explicitar la seva inclusió en la mostra.

Dels valors de consum màxim d'oxigen assolits pels esgrimidors en la prova d'esforç podem contrastar amb la literatura que els homes presenten una major utilització del $\dot{V}O_2$ que les dones per la desigualtat en la composició corporal i les diferents capacitats funcionals (Faina 1990; Platonov 1991). Les dades resultants de l'estudi dels equips nacionals espanyols s'emmarquen entre els 53 i 63 $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ de mitjana observats en diferents equips nacionals (Taula 2-4) i són inferiors als 67,3 $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ de mitjana descrits per Nyström i col. (1990) en l'equip suec d'espasa que va assolir grans èxits a finals dels anys 70 i principis dels 80.

Els resultats mitjans són superiors als descrits en d'altres poblacions d'esgrimidors més heterogènies tal i com recollim en la discussió del capítol 4, on els resultats del consum d'oxigen en proves d'esforç genèriques han estat contrastats i analitzats conjuntament amb mètodes de valoració de major especificitat.

5.4.5.3. Valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors

La selecció espanyola masculina d'esgrima presenta uns valors mitjans en els protocols generals de força explosiva similars als descrits en l'equip italià d'esgrima per Bosco (1987). En el SJ l'equip espanyol té una mitjana de 38,3 cm (de=3,9) mentre que els italians assoleixen els 41,6 cm. En el CMJ les diferències es redueixen perquè els espanyols presenten una mitjana de 43,1 cm (de=6), 1 cm menys que l'equip d'Itàlia ($\bar{X}=44,4$ cm).

Les dades dels esmentats equips nacionals d'esgrima són similars a les descrites en jugadors de bàsquet (SJ: 37 cm; CMJ: 41,5 cm) i handbol (SJ: 40,2 cm; CMJ: 42,8 cm) per Dal Monte i col. (1987). Aquests valors no fan més que confirmar els elevats nivells de força explosiva dels esgrimidors perquè jugadors d'esports on és reconeguda la necessitat de la força explosiva pels requeriments musculars en els salts i el joc en general, tenen uns registres comparables als assolits pels tiradors de l'equip espanyol.

La mitjana del coeficient d'elasticitat registrat en la selecció estatal

és superior a les dades relatives a l'equip italià d'esgrima (Bosco 1987) que fou de 2,8 cm de mitjana, així com també supera els nivells d'elasticitat muscular dels equips italians de diferents esports d'equip (Bosco 1987) com el bàsquet ($\bar{X}=2,4$ cm), l'hoquei ($\bar{X}=3,8$ cm), el futbol ($\bar{X}=3,4$ cm) o el voleibol ($\bar{X}=3,2$ cm).

La comparació entre sexes dels protocols generals de força explosiva ens confirma l'existència de diferències significatives ($p<0,05$) en el valors superiors de SJ, i CMJ dels homes en relació a les dones de l'equip nacional. Les dades del coeficient d'elasticitat mantenen la tendència de nivells superiors per a la mostra masculina, però els resultats no presenten significació estadística.

En l'anàlisi dels protocols específics es manté una relació similar als tests generals en la comparació per sexes. Els tiradors presenten en el TF una velocitat d'execució significativament ($p<0,001$) superior ($\bar{X}=3,3$ m·s⁻¹; de=0,7) a les esgrimidors ($\bar{X}=2,5$ m·s⁻¹; de=0,3). Les dades de la mostra masculina són sensiblement inferiors les observades per Klinger i Adrian (1983) en la velocitat d'execució del fons ($\bar{X}=4$ m·s⁻¹). En el TFS es manté la significació en les diferències entre homes ($\bar{X}=5,5$ m·s⁻¹; de=0,7) i dones ($\bar{X}=4,6$ m·s⁻¹; de=0,8). L'únic test que no ha presentat diferències significatives, malgrat mantenir la tendència als millors valors en els homes, és el T3x5 on els esgrimidors ($\bar{X}=10,9$ s; de=0,8) executaren el protocol amb una mitjana inferior al segon en relació a les dones ($\bar{X}=11,6$ s; de=1) .

De l'estudi de les seleccions espanyoles de cada arma es destaca la significació estadística observada en la superior mitjana dels sabristes ($p<0,05$) en relació als espasistes en el coeficient d'elasticitat, la major velocitat d'execució del fons (TF) dels tiradors d'armes de punta en relació

als de sabre, així com el millor comportament en el SJ dels floretistes masculins en relació als sabristes i de les femenines en comparació a les espasistes.

Roi i Mognoni (1988), amb la utilització d'uns protocols generals, van considerar, contràriament a les observacions de Bressan (1990), que els espasistes presentaven una feble utilització del component elàstic de la musculatura de les cames. Si fem atenció als valors mitjans registrats en els equips espanyols de les tres modalitats masculines, i observem l'evolució de les mitjanes dels protocols generals (SJ i CMJ) i específics (TF i TFS), amb major i menor intervenció del component elàstic de la musculatura, observem com els espasistes són el grup que menys incrementa, relativament, els valors dels tests en la realització dels protocols amb utilització del component elàstic (CMJ i TFS), mentre que els sabristes, són qui en el SJ i TF presenten nivells mitjans més baixos i, per contra, en el CMJ i TFS tenen els registres mitjans més elevats.

Amb les dades anteriors podríem perfilar certes diferències en els fenòmens d'adaptació musculars motivats per un entrenament i dinàmica competitiva diferencials. Els sabristes, amb canvis de ritme molt més accentuats i amb gairebé inexistent fases de preparació, basen la seva aplicació competitiva en accions en constant moviment on els moviments de fons o fletxa van precedits sempre d'accions dinàmiques (marxar, salt endavant, etc.) de les cames, el que afavoreix l'ús del component elàstic de la musculatura. A més a més, la convenció existent en aquesta arma afavoreix les accions en les que hi ha una gran alternança de moviments endavant-endarrera o a l'inrevés, el que requereix, per la seva efectivitat, una molt bona utilització del component elàstic de la musculatura de les extremitats inferiors.

L'espasista, com a perfil més diferenciat del sabrista, té una dinàmica competitiva molt diferent. Els assalts presenten, en general, una intensitat més reduïda que en el sabre. Els canvis de ritme són menys freqüents i les fases de preparació de l'acció d'atac són molt més dilatades. També es produeixen moltes accions d'atac, o contraatac, des de posició estàtica o semiestàtica, amb petits salts o rebots des de la posició de guàrdia. Un altre tret diferencial és que els atacs dels sabristes, al acompanyar-se d'una o més fintes, requereixen d'una acció d'atac més complexa, executada amb diferents desplaçaments endavant i amb molta potència de moviment, mentre que en l'espasa l'acció d'atac és directa o amb una o dues fintes, amb la qual cosa no es realitzen atacs llargs. També cal destacar que, en espasa, la inexistència de convenció provoca menys risc davant les accions ofensives del rival, amb la qual cosa s'afavoreix l'actitud contraofensiva directa ; és a dir, mentre el sabrista es veu obligat —davant d'un atac del rival— a fer desplaçaments enrera amb gran velocitat, per tal d'aconseguir un bon moment per realitzar una parada i immediatament introduir la resposta, l'espasista pot senzillament estirar el braç i contraatacar, o retrocedir amb 1 o 2 trencars sense la necessitat de generar una intensitat de moviment com el sabrista. Certament els espasistes poden reproduir accions defensives o contraofensives similars a les dels sabristes, però generalment no és així.

El floret es troba, tant en la dinàmica competitiva com en la diferenciació dels tests en el seu major o menor aprofitament del component elàstic, entre l'espasa i el sabre. Les accions ofensives dels floretistes s'haurien d'apropar a les dels sabristes pel fet que introdueixen, generalment, diferents fintes en les accions d'atac, però a diferència del sabre, la reducció de la superfície vàlida així com la limitació de la validesa del tocat a les accions de punta, afavoreixen una reducció, comparativament al sabre, de l'amplitud de l'acció ofensiva. L'ús del component elàstic superior als espasistes ve donat, probablement, per la necessitat de posseir un excel·lent balanç defensiu-ofensiu, és a dir, per la

urgència de fer una resposta ràpida i eficient després d'haver parat l'atac del contrari. La limitació al tronc del blanc vàlid en floret provoca que els floretistes introdueixin més accions contraofensives que els sabristes, moltes d'elles, com en l'espasa, des d'estàtic o posicions de guàrdia semiestàtiques, el que condiciona que els nivells mitjans assolits en el SJ i TF són iguals o superiors als espasistes.

De l'anàlisi de les dades podem concloure que l'esgrimidor ha de posseir elevats nivells de potència muscular en les extremitats inferiors i, condicionats per la dinàmica competitiva, a més a més han de posseir una excel·lent capacitat de regeneració muscular per a l'obtenció d'energia.

L'anàlisi correlacional del rànquing personal amb les diferents variables de força explosiva dels membres de l'equip nacional —nivell 1— presenta una notable disminució dels nivells de correlació i significació estadística en comparació al mateix estudi realitzat sobre subjectes de nivells 1 i 2, com també aquestes relacions són de menor força que les observades en la globalitat dels subjectes d'aquest treball.

Bressan (1990), conclou que la sol·licitació muscular en el gest específic d'esgrima presenta notables correlacions amb els components de força explosiva i elàstica i la seva evolució en la transformació, en el temps, de la càrrega general a l'específica en l'entrenament.

La significació entre diferents variables de força explosiva i el nivell esgrimístic és consistent amb d'altres estudis (Caldarone i col. 1980, 1983), però hem de considerar que l'increment d'aquestes relacions —rànquing esgrimístic i valors de força explosiva— ve motivat pel major volum i qualitat d'entrenament dels esgrimidors de millor nivell. Generalment, quan major és la quantitat d'entrenament, millors seran els resultats esportius i també els indicadors funcionals. Ara, a nivells similars d'entrenament, i per tant, quan més homogènia és la mostra, la

significació entre l'increment de rendiment esportiu i millora dels indicadors funcionals disminueix. Això ens explica la necessitat d'assolir bons nivells de força explosiva per evolucionar esgrimísticament, però no podem esperar que els indicadors funcionals ens expliquin el rendiment.

És clar que l'estudi presentat és una anàlisi transversal i, com a tal, les conclusions que es poden extreure representen una comparació entre grups diferenciats. L'anàlisi longitudinal de les dades, expressat amb la seva millor aplicació que és, per a un mestre d'esgrima, el control sistemàtic de l'entrenament, possibilitaria, en tiradors d'alt nivell, l'ús dels resultats dels protocols descrits com a indicadors individuals del moment de forma. Per tant, considerem de gran interès l'ús dels diferents tests analitzats com a instruments de control de l'entrenament, que preferiblement ha d'ésser específic i individualitzat.

Com a conseqüència d'aquesta significativa evolució de les correlacions en els diferents grups de tiradors considerem que la potència muscular de les extremitats inferiors dels esgrimidors és un factor afavoridor del rendiment, perquè la biomecànica de les principals accions d'esgrima requereix de l'explosivitat de les accions, però no el podem considerar com a factor limitant, fins a un cert punt, del nivell, doncs l'esgrima és principalment un esport on els factors tecnicotàctics determinen, en gran mesura, les possibilitats d'èxit finals.

5.4.6. Conclusions

Valoració cineantropomètrica

- L'anàlisi de les dimensions corporals ens mostra una clara diferenciació en les característiques morfològiques dels components dels equips nacionals masculí i femení

- En esgrimidors d'alt nivell, els espasistes presenten una talla superior a floretistes i sabristes. Existeix la tendència en els equips espanyols, consistent amb les referències sobre d'altres col·lectius internacionals d'esgrimidors d'alt nivell, a que els espasistes presentin una talla superior als floretistes, i aquests als sabristes.

- La talla i l'envergadura dels esgrimidors són factors afavoridors del rendiment, principalment en espasa, i com a tals, és de gran interès la seva incorporació en els programes de selecció de talents en l'esgrima.

- El somatotipus de la selecció espanyola masculina d'esgrima ($\bar{S}=2,3 - 4,5 - 2,9$) defineix un perfil ectomesomòrfic amb predomini del component mesomòrfic, i superioritat de l'ectomorfisme sobre l'endomorfisme, consistent amb la morfologia d'altres equips nacionals. Floretistes i espasistes mantenen les característiques de la mitjana masculina, mentre els sabristes difereixen significativament ($p<0,05$) amb un perfil endomesomòrfic on el component endomòrfic predomina sobre

l'ectomòrfic.

- La somatocarta de l'equip femení ($\bar{S}=4,8 - 2,7 - 2,3$) difereix notablement del masculí, presentant una tendència a l'endomorfisme equilibrat, i essent l'obesitat la característica dominant sobre la resta de components.

- L'alçada i l'envergadura, factors de rendiment en l'esgrima, no són gens afavorits en la mostra femenina de l'equip espanyol.

- La talla i l'envergadura són factors afavoridors del rendiment en l'esgrima. Fins a cert punt es podrien considerar, principalment en l'espasa, com a variables limitants o determinants del rendiment. El factor tecnicotàctic, és però, l'únic factor determinant en l'esgrima, i pot esdevenir, fins a un cert punt, compensador davant d'una manca de talla.

- En l'anàlisi de les dimensions corporals d'esports asimètrics cal considerar la diferenciació entre extremitats dominants i no dominants — en esgrima armat o anterior i no armat o posterior— i no la classificació tradicional (dreta, esquerra) utilitzada per convenció.

- Existeix una marcada asimetria dels perímetres musculars de les extremitats en els esgrimidors. Les diferències existents entre els perímetres de la cuixa, l'avantbraç i el braç han resultat molt significatives estadísticament ($p<0,001$), mentre que el perímetre del panxell no presenta diferències significatives. Els resultats coincideixen amb els de la literatura.

- Les diferències més grans en els perímetres musculars es troben entre la cuixa anterior i la posterior ($p < 0,001$). En la globalitat de les seleccions espanyoles, la cuixa de l'hemicos armat, o anterior, supera la posterior entre els 2,7 i els 4,1 cm (CI: 95%).

- L'asimetria dels esgrimidors ve condicionada per l'increment diferencial de la hipertròfia en les extremitats motivada principalment per dos factors: l'ús unilateral de l'arma amb un braç i per les contraccions musculars excèntriques que realitza la musculatura extensora de la cama anterior en el moviment de frenada del fons.

- Els tiradors de l'equip nacional presenten resultats molt similars en els perímetres musculars, existint entre ells tan sols diferències significatives al comparar l'asimetria de les cuixes ($p < 0,05$) entre els espasistes ($\bar{X} = 4,1$ cm; $de = 1,4$) i els sabristes ($\bar{X} = 2,3$ cm; $de = 1,1$).

- Com a prevenció, considerant el caràcter asimètric de l'esgrima, fóra recomanable des de les primeres etapes de formació de l'esgrimidor, un bon reforçament muscular general, complementat, si s'escau, amb treball compensatori per l'hemicos no armat.

Valoració ergoespiromètrica

- La freqüència cardíaca màxima en la prova d'esforç presenta valors superiors en les dones en relació als homes, concordant amb la literatura i d'altres valoracions d'aquest treball. En els líndars ventilatoris els valors de freqüència cardíaca també eren superiors en les dones ($p < 0,01$), mentre que els nivells de consum d'oxigen eren inferiors ($p < 0,01$) als dels tiradors.

- No es van detectar diferències estadísticament significatives en la comparació per armes d'esgrimadors del mateix sexe en els valors màxims de freqüència cardíaca en la prova d'esforç.

- Els floretistes de la selecció espanyola d'esgrima presenten una millor adaptació cardiovascular a les exigències dels assalts en observar, en els líndars ventilatoris, valors superiors en el consum d'oxigen i inferiors en els registres de freqüència cardíaca, en relació al sabre (n.s) i l'espasa ($p < 0,01$).

- El consum màxim d'oxigen dels esgrimadors de l'equip nacional en la prova d'esforç presenta diferències altament significatives ($p < 0,001$) entre la selecció masculina ($\bar{X}=4158 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=209$) i la femenina ($\bar{X}=2673 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=189$), no apreciant-se entre les armes masculines diferències significatives.

- En el consum màxim d'oxigen relatiu l'equip espanyol masculí

d'esgrima presenta valors significativament ($p < 0,01$) superiors ($\bar{X} = 56,5$ mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=4,7) sobre el femení ($\bar{X} = 46,3$ mL·kg⁻¹·min⁻¹; de=4,9).

Valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors

- La selecció espanyola masculina d'esgrima presenta uns elevats valors en el SJ ($\bar{X} = 38,3$ cm; de=3,9) i en el CMJ ($\bar{X} = 43,1$ cm; de=6), similars als descrits en l'equip italià d'esgrima (Bosco 1987) i congruents als descrits en diferents esports d'equip com el bàsquet i l'handbol (Dal Monte i col. 1987).

- La mitjana del coeficient d'elasticitat de la selecció estatal ($\bar{X} = 4,8$ cm) és superior a la de la selecció italiana d'esgrima. També resulta superior en comparació amb diferents esports d'equip com el bàsquet, l'hoquei, el futbol o el voleibol.

- La comparació entre sexes dels protocols generals de força explosiva confirma la superioritat dels valors de SJ i CMJ ($p < 0,05$) i del coeficient d'elasticitat (n.s.) dels homes en relació a les dones de l'equip nacional.

- Els tiradors de l'equip espanyol presenten una velocitat d'execució del fons des de posició estàtica de guàrdia (TF) significativament ($p < 0,001$) superior ($\bar{X} = 3,3$ m·s⁻¹; de=0,7) a les esgrimadors ($\bar{X} = 2,5$ m·s⁻¹; de=0,3). En la realització del fons des d'una

acció de salt endavant (TFS) es mantenen les diferències ($p < 0,001$) entre homes ($\bar{X} = 5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $de = 0,7$) i dones ($\bar{X} = 4,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $de = 0,8$). En un recorregut total de 15 m alternant els desplaçaments d'esgrima marxar, trencar i fons (T3x5) els tiradors ($\bar{X} = 10,9 \text{ s}$; $de = 0,8$) també tenen millors resultats (n.s.) que les esgrimidors ($\bar{X} = 11,6 \text{ s}$; $de = 1$).

- La diferent dinàmica competitiva del sabre en relació a les armes de punta condiciona l'existència de diferències en els resultats dels protocols de força explosiva. Els sabristes presenten valors més elevats ($p < 0,05$) en el coeficient d'elasticitat que els espasistes, mentre que els tiradors d'armes de punta —espasa i floret— tenen una velocitat d'execució del fons, des d'estàtic (TF), superior ($p < 0,05$) al sabre.

- Es poden perfilar certes diferències en els fenòmens d'adaptació muscular i cardiovascular entre les tres armes de l'esgrima, motivades per un entrenament i dinàmica competitiva diferencials.

- Els sabristes presenten la tendència a un major aprofitament dels mecanismes d'elasticitat muscular en relació a floretistes i espasistes que presenten valors de força explosiva superiors sense la intervenció d'aquests mecanismes. Cal considerar que les modificacions introduïdes en el reglament de la FIE darrerament —prohibició de la fletxa en sabre— alteraran la dinàmica competitiva i, per tant, probablement es reduiran aquestes diferències.

- L'execució dels moviments d'atac —fons i fletxa— a la màxima velocitat, amb gran variabilitat en el temps entre diferents execucions, requereix elevats nivells de potència muscular en les extremitats inferiors

amb una excel·lent capacitat de regeneració muscular per a l'obtenció ràpida d'energia.

- La disminució dels nivells de correlació i significació en la relació de la variable "rànkning personal" amb els diferents indicadors de força explosiva a l'estudiar mostres cada cop més homogènies, i de millor nivell, explica que els nivells de força explosiva són determinants per a la consecució del rendiment en l'esgrima, però no discriminants per si sols en assolir un cert nivell.

- Considerem de gran interès l'ús dels diferents protocols, generals i específics, com a instruments de control sistemàtic i longitudinal de l'entrenament, que preferiblement ha d'ésser específic i individualitzat. Els resultats dels tests descrits mai seran predictors del rendiment, però en mans del mestre d'esgrima o preparador físic es poden convertir en indicadors individuals del moment de forma esportiva, o ser afegits en bateries de proves per a la selecció de talents.

- Considerem la potència muscular de les extremitats inferiors dels esgrimadors com un factor afavoridor del rendiment, perquè la biomecànica de les principals accions d'esgrima requereix de l'explosivitat de les accions, però no el podem considerar com a factor limitant, fins a un cert punt, del nivell, doncs l'esgrima és principalment un esport on els factors tecnicotàctics determinen, en gran mesura, les possibilitats d'èxit finals.

6. CONCLUSIONS

6.CONCLUSIONS	453
6.1.VALORACIÓ FUNCIONAL ESPECÍFICA EN COMPETICIÓ I ENTRENAMENT	455
6.2.VALORACIÓ DE LA FORÇA EXPLOSIVA DE LES EXTREMITATS INFERIORS	460
6.3.VALORACIÓ FUNCIONAL DELS ESGRIMIDORS D'ALT NIVELL.....	463
6.4.CONCLUSIONS FINALS	467
6.5.PERSPECTIVES DE RECERCA	470

6.1. VALORACIÓ FUNCIONAL ESPECÍFICA EN **COMPETICIÓ I ENTRENAMENT**

- La durada dels assalts, en relació a la globalitat de la competició és considerablement reduïda, xifrant-se entre el 17 i el 18% del temps total. A més a més, aquests assalts presenten un gran nombre de pauses en el seu desenvolupament que redueixen, encara més, el temps d'activitat real dels esgrimidors en la competició.

- La durada mitjana dels assalts de poule —a cinc tocats— és, en espasa i floret, d'entre 3,3 a 4 min de mitjana, mentre que en sabre la durada és significativament inferior ($\bar{x}=2,1$ min). En assalts a 15 tocats, floret i espasa mantenen mitjanes temporals en els assalts d'entre 10,5 i 11,8 min, mentre que en sabre es mantenen les durades inferiors amb temps d'actuació de 7,3 min. Com a conseqüència, la durada global del conjunt de la competició també és inferior a la de la resta d'armes.

- La variabilitat és el denominador comú en els registres de freqüència cardíaca en competicions d'esgrima atès el gran nombre de factors que influeixen en el seu comportament. Els principals factors que incideixen en l'esmentada variabilitat són: nivell d'adaptació cardio-circulatoria individual, importància de la competició pels tiradors, eliminatòria registrada, nivell del rival, dinàmica competitiva, arma i quantitat d'interrupcions en els assalts.

- L'esgrima de competició comporta elevades intensitats d'esforç. Percentualment, el 41 % (de=34%) del temps total d'assalt l'esgrimidor treballa amb registres de freqüència cardíaca superiors als del llindar anaeròbic, el 39 % (de=26 %) del temps els valors es situen entre els dos llindars, mentre que el 20 % (de=18 %) són inferiors als del llindar aeròbic.

- Els baixos valors mitjans de lactatèmia dels esgrimidors en competició oficial ($\bar{X}=3,7$ mmol·L⁻¹; de=1,1), amb extrems de 1,8 i 6,4 mmol·L⁻¹, confirmen la feble intervenció del metabolisme lactàcid en l'esgrima. Això pot obeir a la utilització de les reserves energètiques alàctiques per als esforços de gran intensitat i curta durada, que es repeteixen en els assalts i on les constants pauses interassalts i intraassalts, faciliten la recuperació contínua i disminueixen l'activació de la glucolisi làctica.

- La utilització de la freqüència cardíaca, com a indicador de la intensitat de treball, sempre s'ha de fer de forma individual perquè existeix una gran variabilitat –intersubjectes– en la resposta a un mateix esforç per a diferents esportistes, i –intrasubjectes– en la resposta de cada individu davant diferents situacions.

- En esports de combat o situació, com l'esgrima, amb caràcter intermitent, on les distàncies i el temps són variables i, on el rival condiciona una determinada intensitat, la utilització de paràmetres fisiològics en el control de l'entrenament, com la freqüència cardíaca, és fonamental pels mestres d'armes a l'hora de quantificar la magnitud de la càrrega d'entrenament o competició.

- En relació al $\dot{V}O_{2max}$ de la prova d'esforç, els valors individuals de

treball en els assalts es desenvolupaven a nivells d'entre el 56 % i el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$, situant-se els valors màxims assolits en competició entre el 75 % i el 99 % del consum màxim d'oxigen.

- Els registres reals de consum d'oxigen en els assalts d'entrenament ($\bar{X}=29 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=3,3$) van resultar netament inferiors als estimats en la competició i als exposats per Lavoie i col. (1988) en competició simulada. El fenomen es repeteix en analitzar els valors de freqüència cardíaca en els assalts d'entrenament ($\bar{X}=155 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=13$) i els de competició ($\bar{X}=170 \text{ bat}\cdot\text{min}^{-1}$; $de=5$).

- La intensitat mitjana de treball en els assalts d'entrenament fou del 55 % del $\dot{V}O_{2max}$, mentre que els nivells màxims de consum d'oxigen, en els tiradors i tiradores ($n=10$) fou d'una mitjana del 75% del $\dot{V}O_{2max}$, valors similars als descrits en la literatura per a diferents esports d'equip (Tranquili i col. 1992; Rodríguez, Iglesias i Artero 1995; Silla i Rodríguez 1995; Rodríguez i Iglesias 1995).

- La valoració indirecta del consum d'oxigen en els assalts d'entrenament, mitjançant l'ús de l'equació resultant de la relació entre FC i $\dot{V}O_2$ en la prova d'esforç (validació general) presenta un error estàndard de l'estimació del 30 % ($0,458 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) sobre els valors reals, el que limita les conclusions de l'anàlisi de les dades. En la valoració indirecta basada en la relació FC- $\dot{V}O_2$ de la pròpia activitat (validació específica) l'error estàndard de l'estimació específica disminueix fins el 19% ($0,296 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) en relació al consum d'oxigen mesurat directament.

- La sobreestimació del consum d'oxigen pot obeir a les diferències en la relació FC- $\dot{V}O_2$ motivades pels següents factors: influència de la càrrega emocional en el comportament de la FC; modificacions dels registres cardíacs per l'efecte de l'activitat mental; increment de la FC per l'estrès tèrmic; les diferències intraindividuals en el comportament cardiovascular en diferents activitats físiques; les diferències en la relació FC- $\dot{V}O_2$ en esforços breus d'alta intensitat; l'augment de la FC en les fases de treball isomètric; i la influència de la fatiga i els diferents estats d'hidratació en entrenaments i competició.

- Ateses les limitacions de l'estimació del consum d'oxigen en una anàlisi general, considerem l'aplicació del mètode de valoració indirecta de gran interès en la individualització de la seva aplicació específica, principalment com a control dels processos d'entrenament dels tiradors.

- La potència energètica (\dot{E}), calculada en base al consum d'oxigen, va presentar valors superiors ($p < 0,001$) en la mostra d'espasistes ($\bar{X} = 19,5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$; $de = 2$) en comparació a les noies de floret ($\bar{X} = 10,7 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$; $de = 2,6$). Els resultats de la mostra masculina són superiors, probablement per l'efecte de la sobreestimació, als descrits per Lavoie i col. (1988) en espasistes canadencs ($15,5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$), i als descrits per Seyfried (1989) en espasistes de pentatló ($17,8 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$).

- En el conjunt d'esgrimidors, homes i dones, la \dot{E} estimada presenta valors superiors en una prova internacional ($15,4 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$) en relació a una d'autonòmica ($12,3 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$). La \dot{E} calculada en base al

registre directe del consum d'oxigen en entrenaments presenta valors netament inferiors ($7,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) als de competició, i consistents amb els dels esgrimidors cubans en situacions similars d'entrenament ($6,9 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$; Díaz 1981).

- Considerant la variabilitat de la sol·licitació funcional en l'esgrima, i fent atenció a la literatura específica, podem considerar que la potència energètica requerida és similar a la d'esports amb esforços de característiques intermitents, com el futbol, el bàsquet, el tennis o el voleibol.

6.2. VALORACIÓ DE LA FORÇA EXPLOSIVA DE LES EXTREMITATS INFERIORS

- El protocol específic T5x3 mesura amb gran fiabilitat ($p < 0,001$) la potència anaeròbica alàctica dels esgrimidors, afegint-hi el component coordinatiu específic amb la realització dels desplaçaments d'esgrima (marxar, trencar, fons i tornada a la guàrdia).

- El protocol específic TF ens informa, amb gran fiabilitat ($p < 0,01$), de la velocitat d'execució del fons en els tiradors. L'eficiència del gest tècnic, controlada pels indicadors TF i TFS, es relaciona significativament amb la força explosiva (SJ, CMJ) fins a un cert punt, on les variables tècniques són les que condicionen els nivells d'execució finals.

- En la globalitat dels esgrimidors s'observen valors més alts en el test CMJ ($\bar{X} = 33,2$ cm; $de = 8,7$) que en els de SJ ($\bar{X} = 31,1$ cm; $de = 7,6$), xifrats en unes diferències de 1,7 a 2,5 cm (CI: 95%). Aquestes diferències favorables al protocol amb contramoviment suposen un coeficient d'elasticitat mitjà de 2,1 cm. En els protocols específics, el TFS ($\bar{X} = 4,6$ m·s⁻¹; $de = 0,9$), amb intervenció del component elàstic de la musculatura, també presenta valors significativament superiors als del TF ($\bar{X} = 2,7$ m·s⁻¹; $de = 0,8$).

- La comparació per sexes confirma valors significativament superiors en la globalitat de la mostra masculina sobre la femenina en el SJ i el CMJ ($p < 0,001$), mentre que en els protocols específics es mantenen les diferències favorables als esgrimidors masculins, però amb menor significació.

- Els tiradors de l'equip nacional (nivell 1) presenten una tendència a registrar valors superiors als de la primera categoria de la RFEE (nivell 2) en els diferents tests de força explosiva, generals i específics, però en cap dels casos les diferències són estadísticament significatives.

- Els nivells de força explosiva de les extremitats inferiors, en les seves expressions general i específica, s'incrementen amb l'edat dels 6 fins als 18 anys, des d'on l'augment dels seus valors mitjans s'estabilitza.

- La mostra masculina, exceptuant la categoria M-12 on les esgrimidors tendeixen a presentar millors valors, presenta nivells significativament superiors a les tiradores en cadascuna de les categories (M-15, M-17, M-20 i "ABS") en tots els protocols de valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors.

- En grups heterogenis d'esgrimidors els resultats dels indicadors de força explosiva de les extremitats inferiors correlacionen de forma significativa amb el nivell esgrimístic, perdent-se la significació a mesura que les mostres d'estudi són més homogènies.

- La força explosiva és una de les principals qualitats físiques desenvolupades en aquest esport i se'ns presenta com un dels factors de rendiment, però els seus indicadors no són útils per predir la progressió del nivell esgrimístic perquè, en el rendiment, influeixen moltes altres variables com les ambientals, la psicofisiològiques, i l'aplicació tecnicotàctica en els assalts.

- Els tiradors masculins de la primera categoria de la RFEE, en les seves 3 armes, presenten resultats similars en els protocols generals i específics, existint tan sols significació estadística en la superioritat dels valors mitjans del TF dels espasistes en relació als sabristes ($p < 0,05$).

- Tant en la valoració global dels tiradors (nivells 1, 2 i 3) com en l'anàlisi parcial dels esgrimidors de la primera categoria de la RFEE (nivells 1 i 2), els sabristes presenten la tendència a posseir millors valors en els protocols on intervé, de forma rellevant, el component elàstic de la musculatura (CMJ, coeficient d'elasticitat, TFS i T3x5m), en relació a espasistes i floretistes. Els tiradors d'armes de punta (florete i espasa) tendeixen a presentar millors valors que els de sabre en els tests on menys intervé el component elàstic (SJ i TF).

- La comparació per sexes dels tiradors de la primera categoria estatal confirma l'existència de diferències altament significatives ($p < 0,001$) en tots els indicadors, generals i específics, de força explosiva exceptuant el coeficient d'elasticitat que, malgrat mantenir la tendència de valors superiors per als homes, no presenta significació estadística.

6.3. VALORACIÓ FUNCIONAL DELS

ESGRIMIDORS D'ALT NIVELL

- L'anàlisi de les dimensions corporals ens mostra una clara diferenciació en les característiques morfològiques dels equips nacionals masculí i femení, com correspon al fenomen del dimorfisme sexual.

- Existeix la tendència en els equips espanyols, consistent amb referències sobre esgrimadors d'alt nivell internacional, a que els espasistes presentin una talla superior als floretistes, i aquests als sabristes.

- La talla i l'envergadura dels esgrimadors són factors afavoridors del rendiment, principalment en espasa, essent de gran interès la seva incorporació en els programes de selecció de talents en l'esgrima.

- El somatotipus mitjà de la selecció espanyola masculina d'esgrima ($\bar{S}=2,3 - 4,5 - 2,9$) defineix un perfil ectomesomòrfic amb clar predomini del component mesomòrfic i lleuger predomini de l'ectomorfisme sobre l'endomorfisme, congruent amb la morfologia d'altres equips nacionals. Floretistes i espasistes mantenen les característiques de la mitjana masculina, mentre els sabristes difereixen significativament ($p<0,05$) amb un perfil endomesomòrfic on el component endomòrfic predomina sobre l'ectomòrfic.

- Existeix una marcada asimetria dels perímetres musculars de les extremitats en els esgrimidors. Les diferències existents en els perímetres de la cuixa, l'avantbraç i el braç han resultat molt significatives estadísticament ($p < 0,001$), mentre que el perímetre del panxell no presenta diferències significatives. Els resultats coincideixen amb els de la literatura.

- Les diferències més grans en els perímetres musculars es troben entre la cuixa anterior i la posterior ($p < 0,001$). En la globalitat de les seleccions espanyoles, la cuixa de l'hemicos armat, o anterior, supera la posterior entre els 2,7 i els 4,1 cm (CI: 95%).

- L'asimetria dels esgrimidors ve condicionada per l'increment diferencial de la hipertròfia en les extremitats, motivada principalment per dos factors: l'ús unilateral de l'arma amb un braç i per les contraccions musculars excèntriques que realitza la musculatura extensora de la cama anterior en el moviment de frenada del fons.

- La freqüència cardíaca màxima en la prova d'esforç presenta valors superiors en les dones en relació als homes, coincidint amb la literatura i d'altres valoracions d'aquest treball. En els líndars ventilatoris els valors de freqüència cardíaca també eren superiors en les dones ($p < 0,01$), mentre que els nivells de consum d'oxigen eren inferiors ($p < 0,01$) als dels homes.

- El consum màxim d'oxigen dels esgrimidors de l'equip nacional en la prova d'esforç presenta diferències altament significatives ($p < 0,001$) entre la selecció masculina ($\bar{X} = 4158 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 209$) i la femenina ($\bar{X} = 2673 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 189$), no apreciand-se entre les armes masculines diferències significatives.

- En el consum màxim d'oxigen relatiu al pes corporal, l'equip espanyol masculí d'esgrima presenta valors significativament ($p < 0,01$) superiors ($\bar{X} = 56,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 4,7$) als del femení ($\bar{X} = 46,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $de = 4,9$). Aquests valors són consistents amb els de la literatura i amb els d'altres valoracions realitzades en aquest mateix treball.

- La selecció espanyola masculina d'esgrima presenta uns elevats valors en el SJ ($\bar{X} = 38,3 \text{ cm}$; $de = 3,9$) i en el CMJ ($\bar{X} = 43,1 \text{ cm}$; $de = 6$), similars als descrits en l'equip italià d'esgrima (Bosco 1987) i congruents als descrits en diferents esports d'equip com el bàsquet i l'handbol (Dal Monte i col. 1987).

- La comparació entre sexes dels protocols generals de força explosiva confirma la superioritat dels valors de SJ i CMJ ($p < 0,05$) i del coeficient d'elasticitat (n.s.) dels homes en relació a les dones de l'equip nacional.

- La diferent dinàmica competitiva del sabre en relació a les armes de punta condiona l'existència de diferències en els resultats dels protocols de força explosiva. Els sabristes presenten valors més elevats ($p < 0,05$) en el coeficient d'elasticitat que els espasistes, mentre que els tiradors d'armes de punta —espasa i floret— tenen una velocitat

d'execució del fons, des d'estàtic (TF), superior ($p < 0,05$) al sabre.

- Es poden perfilar certes diferències en els fenòmens d'adaptació muscular i cardiovascular entre les tres armes de l'esgrima, motivades per un entrenament i dinàmica competitiva diferenciades.

- Els sabristes presenten la tendència a un major aprofitament dels mecanismes d'elasticitat muscular en relació a floretistes i espasistes que presenten valors de força explosiva superiors sense la intervenció d'aquests mecanismes. Cal considerar que les modificacions introduïdes en el reglament de la FIE darrerament —prohibició de la fletxa en sabre— alteraran la dinàmica competitiva i, per tant, probablement es reduiran les diferències entre armes.

- L'execució dels moviments d'atac —fons i fletxa— a la màxima velocitat, amb gran variabilitat en el temps entre diferents execucions, requereix elevats nivells de potència muscular en les extremitats inferiors amb una excel·lent capacitat de regeneració muscular per a l'obtenció ràpida d'energia.

- La potència muscular de les extremitats inferiors és un factor afavoridor del rendiment, però no el podem considerar com a limitant del nivell, perquè en l'esgrima els factors tecnicotàctics són els que condicionen principalment el rendiment.

6.4. CONCLUSIONS FINALS

- La dinàmica de l'esgrima i els múltiples factors que en ella incideixen condicionen una gran variabilitat en la resposta funcional dels esgrimidors en situació d'entrenament i competició.
- Els bons nivells de força explosiva de les extremitats inferiors dels tiradors, així com la dinàmica de l'esgrima basada en l'execució d'accions a gran velocitat, condicionen la importància dels recursos anaeròbics alàctics en aquest esport.
- L'anàlisi dels indicadors funcionals en situacions d'entrenament i competició perfila els esgrimidors com esportistes amb un bon nivell de consum màxim d'oxigen, el que els permet adaptar-se a la intermitència i variabilitat de la competició, evitant fer ús de les reserves anaeròbiques làctiques.
- L'estimació del consum d'oxigen en assalts de competició ens ha ajudat a confirmar la rellevància dels requeriments aeròbics de l'esgrima que ha estat qüestionada en certes referències de la literatura específica.

- La variabilitat de la sol·licitació funcional de l'esgrima ha permès observar diferents nivells de consum d'oxigen en funció de l'activitat realitzada. En competició els valors mitjans dels tiradors eren d'entre el 56 % i el 74 % del seu $\dot{V}O_{2max}$, amb valors extrems del 75 % fins al 99 % del $\dot{V}O_{2max}$.
- El mètode d'estimació del consum d'oxigen mitjançant la relació FC- $\dot{V}O_2$ possibilita l'obtenció d'un indicador de gran valor per a l'anàlisi funcional específic. Per disminuir la sobreestimació del mètode s'ha d'incrementar l'especificitat de l'activitat emprada per obtenir l'equació individual de la relació FC- $\dot{V}O_2$.
- No es detecten grans diferències entre els tiradors de diferents armes del mateix sexe, malgrat els sabristes presenten una dinàmica competitiva diferenciada per raó de la reducció significativa dels seus temps reals d'assalt.
- Les principals diferències entre les armes masculines s'han observat en l'anàlisi del comportament de la força explosiva de les extremitats inferiors, on es constata la millor utilització del component elàstic, tant en els protocols generals com en els específics, per part dels sabristes. Val a dir que amb la prohibició de la fletxa en aquesta modalitat aquestes diferències entre armes, molt probablement, es reduiran.
- La valoració de la força explosiva de les extremitats inferiors ha confirmat els elevats nivells dels esgrimadors d'alt rendiment, (\bar{X}

SJ=38,3 cm; \bar{X} CMJ=43,1 cm) comparables als d'esports amb grans requeriments de salt com el bàsquet i l'handbol.

- L'esgrima és un esport asimètric on les extremitats de l'hemicos dominant presenten diferències significatives. L'asimetria s'observa en el braç armat, com a conseqüència de l'ús unilateral de l'arma, i en les extremitats inferiors, per la major hipertrofia de la cama avançada per l'efecte de les contraccions excèntriques produïdes en l'acció de frenada del fons.
- La valoració funcional realitzada en aquest treball confirma la importància per a l'esgrima d'aquests factors, però, en el rendiment, influeixen moltes altres variables com les ambientals, les psicològiques, les neurològiques i l'aplicació tecnicotàctica dels assalts que no han estat objecte d'aquest estudi.

6.5. PERSPECTIVES DE RECERCA

El seguiment del projecte i l'anàlisi de les dades en tots aquests anys —més de 8— ens ha permès millorar notablement la coneixença sobre els requeriments funcionals de l'esgrima de competició. A mesura que hem anat ampliant els nostres coneixements, ens hem adonat del molt que encara ens manca per descobrir. L'estudi ha anat evolucionant, incorporant elements, corregint-se i adaptant-se a les noves tecnologies que avancen rapidament. Però, en arribar el moment de posar-hi un punt final, no tenim la sensació d'haver-ho enllestit. A hores d'ara, ja ens plantejem el disseny d'estudis concrets que complementin aquesta tesi i compensin les limitacions que, de ben segur, trobarà qui analitzi el seu contingut amb profunditat.

Les perspectives de recerca que proposem s'hauran de centrar en el desenvolupament dels següents punts:

- 1.- Perfeccionar el mètode d'estimació del consum d'oxigen, centrant l'estudi en la disminució de la sobreestimació mitjançant un major control de l'especificitat de les activitats que determinen l'equació individual resultant.

2.- Establir una quantificació de la despesa energètica individual, basada en la freqüència cardíaca com a indicador funcional, en els diferents tipus d'activitat que realitza l'esgrimidor, per ajudar al mestre d'esgrima en el control de l'entrenament.

3.- Realitzar una anàlisi longitudinal de l'evolució dels diferents indicadors funcionals per comparar la seva evolució en la progressió del nivell dels esgrimidors, per així estudiar amb més detall la importància de cada factor en el rendiment esgrimístic, individual o globalment.

4.- El present treball ha deixat de banda l'anàlisi de factors que considerem de gran importància per al rendiment en l'esgrima i que seria de gran interès estudiar:

- Els factors psicològics: motivacionals, afectius, etc.
- Els factors pedagògics: estils d'ensenyament, escoles, etc.
- Els factors socioculturals: procedència i nivell social, etc.
- Els factors neurològics: lateralitat, temps de reacció, etc.
- Els factors tècniciomecànics: posicions, accions, etc.
- Els factors tecnicotàctics: estratègies, automatismes, etc.
- Altres factors com la higiene, les lesions, la nutrició, etc.

7. REFERÈNCIES

AA.VV. Diccionari d'Esgrima. Barcelona (1991): Enciclopèdia Catalana.

Agosti L (1974): Gimnasia educativa. Madrid: Grefol.

Alain C, Sarrazin C (1990): Study of decision-making in squash competition: A computer simulation approach. Can J Spt Sci 3(15):193-200.

Alonso Temiño CJ (1989): Esgrima básica. Madrid: Alhambra.

Anderson GS, Rhodes EC (1989): A review of blood lactate and ventilatory methods of detecting transition thresholds. Sports Med 8:43-55.

Aoki H, Katsumi M, Mimatsu K, Kyonosuke Y (1981): Analysis of dynamic force during a concentric contraction in human elbow extensors. Proceedings International Congress of Biomechanics. Nagoya: pp 223-229.

Aragonés MT (1989): Cineantropometria, composició corporal y somatotipo. Ponència del Seminario Internacional de Biomedicina Aplicada al Deporte (fase nacional); CAR Sant Cugat del Vallès.

Arcayev, VA (1990): La esgrima. La Havana: Pueblo y Educación.

Arrigo A (1980): Aspetti neurofisiologici della scherma. Dins: Primo

Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. Roma: Scuola dello Sport CONI: pp 49-59.

Arrigo A (1987): La fatica muscolare. Rivista di Cultura Sportiva 8:38-45.

Asmussen E (1953): Positive and negative muscle work. Acta Physiol Scand 28:364-382.

Astrua M (1986): Un metodo per individualizzare l'allenamento della forza nei saltatori. Athleticastudi 6:501-506.

Åstrand PE, Rodahl K (1992): Fisiología del trabajo físico. Buenos Aires: Ed.Médica Panamericana.

Azémar G (1969): Aspects pathologiques de l'escrime. Cinésiologie 33:99-104.

Azémar G (1975): A propos des affections chroniques imputables à la pratique de l'escrime: scoliose, non, coxarthrose, peut-être ! Cinésiologie 56:74-83.

Azemar G, Ripoll H, Simonet P, Stein JF (1983): Étude neuropsychologique du comportement des gauchers en escrime. Cinésiologie 22:7-18.

Azémar G (1993a): Mesdames, en garde! pour ou contre l'escrime au

féminin. *Escrime Magazine* 37:20-21.

Azémar G (1993b): Au doigt et a l'œil. *Escrime Magazine* 38:20-21.

Azémar G (1993c): Qu'attendre de l'escrime pour un enfant?. *Escrime Magazine* 39:36-37.

Bangsbo J (1994): Physiological demands. Dins: Ekblom B (ed): *Handbook of Sports Medicine and Science. Football (soccer)*. IOC Medical Comission. London: Blackwell Scientific Publications.

Barbany JR (1986): *Fisiología del esfuerzo*. Barcelona: INEFC.

Bard C, Guezennec I, Papin JP (1981): *Escrime. Analyse de l'exploration visuelle*. *Médecine du Sport* 55:22-29.

Battesti P (1963): *El entrenamiento del esgrimidor*. Madrid: COE.

Bauersfeld M (1985): La rapidità e la capacità motorie. *Rivista di Cultura Sportiva* 1:42-49.

Beck E (1985): Förden und forden im hochleistungssport. *Leistungssport* 6:21-26.

Beck E (1987): Motivation + mut = sieg. *Leistungssport* 1:12-17.

Beke Z, Polgar J (1990): Metodologia de la esgrima con sable. La Havana: Pueblo y Educación.

Berger BG, Owen DR (1988): Stress reduction and mood enhancement in four exercise modes: swimming, body conditioning, hatha yoga, and fencing. Res Q Exer Sport 2(59):148-159.

Bisquerra R (1989a): Métodos de investigación educativa. Barcelona: CEAC.

Bisquerra R (1989b): Introducción conceptual al análisis multivariable. Barcelona: PPU, 1989.

Blanco A, Enseñat A, Balagué N (1995): Valoració telemètrica d'un test progressiu i màxim en pista en jugadors d'hoquei sobre patins. Apunts Medicina de l'Esport 125:165-174.

Bongbele J (1990): L'ATP et la fatigue musculaire pendant l'exercice. Science & Sports 5:1-10.

Bosco C, Komi PV (1979): Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensors muscles. Eur J Appl Physiol 41:275-284.

Bosco C (1983): La relazione forza-velocità e la prestazione. Rivista di

Cultura Sportiva 2:10-13.

Bosco C, Luhtanen P, Komi PV (1983): A simple method for measurement of mechanical power in jumping. Eur J Appl Physiol 50:273-282.

Bosco C (1985): Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività físico-sportive. Roma: Società Stampa Sportiva.

Bosco C (1987): Valoracions funcionals de la força dinàmica, de la força explosiva i de la potència anaeròbica alàctica amb els tests de Bosco. Apunts de Medicina de l'Esport 93:151-157.

Bouvard M, Srecky E, Henry JM, Bouillot F, Millot J, Sicard M (1990): Alimentation et escrime de compétition. Médecine du Sport 5(64):267-270.

Bressan A (1993): Teoria e metodologia dell'allenamento. Pisa: Giardini.

Bressan A (1985): Teoria e metodologia: programmazione e pianificazione dell'allenamento dello schermitore. Corso Internazionale per Tecnici di Spada, Roma: CONI.

Bressan A (1990): Fiorettilisti a confronto. Rivista di Cultura Sportiva 19:10-21.

Brisson JF (1977): Un nouveau vanu sur le stade: Le psychologue. Escrime 2:14-15.

Brisswalter J, Legros P (1994): Daily stability in energy cost of running, respiratory parameters and stride rate among well-trained middle distance runners. *Int J Sports Med* 15:238-241.

Brooks GA, Fahey TD (1985): *Exercise physiology*. New York: Macmillan.

Brunetti G, De Santis D (1992a): Il miglioramento delle capacità motorie dello schermitore. *Rivista di Cultura Sportiva* 24(1pt):49-54.

Brunetti G, De Santis D (1992b): Il miglioramento delle capacità motorie dello schermitore. *Rivista di Cultura Sportiva* 25(2pt):54-58.

Cabrera FA, Espin JV (1986): *Medición y evaluación educativa*. Barcelona: PPU.

Caldarone G, Berlutti G (1980a): Aspetti medici della scherma. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA: Scuola dello Sport CONI: pp 17-26.

Caldarone G, Berlutti G (1980b): Aspetti di dietologia applicati alla scherma. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA: Scuola dello Sport CONI: pp 83-91.

Caldarone G (ed) (1983): *Studi e ricerche di medicina dello sport applicata alla scherma*. Pisa: Giardini.

Caldarone G, Sardella F, Dal Monte A (1983): La puissance anaérobique alactacide (M.P.A.A.) comme test pour l'évaluation physiologique des escrimeurs. *Cinésiologie* 22:37-40.

Carter JEL (1980): *The Heath-Carter somatotype method*. San Diego: San Diego State University, Syllabus Service.

Carter JEL, Aubri DA, Sleet DA (1982): Somatotypes of Montreal Olympic Athletes. *Medicine and Sport* 16:25-80.

Castarlenas J LL, Durán C, Lagardera F, Lasierra G, Lavega P, Mateu M, Ruiz P (1993): Estudi praxiològic de les pràctiques esportives, expressives, lúdico-recreatives i aprehensives. *Apunts Educació Física i Esports* 32:27-36.

Cerretelli P, Piiper J, Mangili F, Ricci B (1964): Aerobic and anaerobic metabolism in exercising dogs. *J Appl Physiol* 19:29-32.

Chapanis A (1967): The relevance of laboratory studies to practical situations. *Ergonomics* 10:557-577.

Clery R (1970): *Escrime*. París: Anphore.

Comité Olímpico Español, Real Federación Española de Esgrima (1993): *Esgrima*. COE.

COOB'92 (1992a): Memòria oficial dels Jocs de la XXVa Olimpíada Barcelona 1992. Vol I, El repte. COOB'92.

COOB'92 (1992b): Resultats: esgrima. Barcelona: COOB'92.

Colli R, Faina M (1987): Investigación sobre el rendimiento en basket. Revista de Entrenamiento Deportivo (1)2:3-10.

Colli R, Faccini P, Schermi C, Introini E, Dal Monte A (1990): Valutazione funzionale ed allenamento del canoista. Rivista di Cultura Sportiva 18:26-37.

Concu A, Marcello C, Rocchitta A, Ciutu C, Esposito A (1992): Telemetric measurement of heart-rate-matched oxygen consumption during volleyball games. Medical Science Research 20:243-245.

CONI (1982): Catalogo delle opere di scherma. Duello e regole cavalleresche dal XV al XX secolo. Catalogo delle armi bianche. Dal XIV al XX secolo. Roma: Scuola dello Sport, CONI.

Costill DL, Fox EL (1969): Energetics of marathon running. Med Sci Sports 1:81-86.

Creus MF (1917): Esgrima. Barcelona: Sintes.

Cucullo JM, Terreros JL, Layus F, Quílez J (1987): Prueba ergométrica indirecta. Metodología para el cálculo óptimo de $\dot{V}O_{2max}$ en ciclistas. Apunts Medicina de l'Esport 93:157-162.

Czajkowski Z (1974a): Enseñanza y perfeccionamiento de la acción de esgrima con miras a su utilidad y aplicación en el combate. Dins: Novedades en Esgrima I. Madrid: INEF: pp 63-76.

Czajkowski Z (1974b): Enseñanza y perfeccionamiento de la acción de esgrima con miras a su utilidad y aplicación en el combate. Novedades en esgrima I, INEF Madrid: pp 63-76.

Czajkowski Z (1988): Wiek a mistrowoskie wyniki szermierzy: sport Wyczynowy 12:19-23.

Czajkowski Z (1994): The value of timing in tactics. (<http://www.ii.uib.no/~arild/fencing/text/tactics-txt.html>).

Dal Monte A, Faina M (1980): La valutazione funzionale dello schermitore. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA: Scuola dello Sport CONI.

Dal Monte A, Maglio A, Faina M, Sardella F, Guidi G, Rabazzi E, Lupo S, Leonardi LM (1982): Cardiotelemetric and blood lactate investigations in

paraplegic subjects during several sports activities. J Sports Med 22:172-184.

Dal Monte A (1983): La valutazione funzionale dell'atleta. Firenze: Sansoni.

Dal Monte A, Gallozi C, Lupo S, Marcos E, Menchinelli C (1987): Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. Apunts de Medicina de l'Esport 94:243-253

Dal Monte A, Faina M, Leonardi LM, Todaro A, Guidi G, Petrelli G (1989): Maximum oxygen consumption by telemetry. Rivista di Cultura Sportiva 15:3-12.

Dal Monte A, Lupo S, Seriacopi D, Pigozzi F (1989): Energy consumption during isokinetic exercises. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2(29):123-128.

De Ambroggi A, Bressan A: Metodologia dell'allenamento dello schermitore: tecniche di valutazione pratica. FIS: pp 131-148.

De Brea MA (1805): Principios universales y reglas generales de la verdadera destreza del espadín. Madrid: Imprenta Real (Còpia en facsímil. València: París-Valencia, 1995).

De Bruyn-Prevost P, Thillens R (1983): Evolution de la fréquence cardiaque et du taux d'acide lactique sanguin lors de rencontres de

football. *Médecine du Sport* 2(57):48-51.

De Rose H, Teixeira MA (1975a): Télémétrie de l'escrimeur pendant l'effort. *Cinésiologie* 56:46-47.

De Rose H, Teixeira MA (1975b): Etudes télémétriques réalisés au cours des épreuves du championnat du monde d'escrime. *Cinésiologie* 56:48-55.

Desnus B, Bauer C (1987): Approche du métabolisme des sabreurs juniors de haut niveau. Dans: *L'escrime à travers les âges de la vie. VIIIe Congrès Médical de la Fédération Internationale d'Escrime*. Lausanne: pp 165-172.

Díaz JA (1981): *Fundamentos pedagógicos y fisiológicos del entrenamiento de los esgrimidores*. La Habana: Científico Técnica.

Diderot et d'Alembert (1989): *L'encyclopédie. Fabrique des armes, escrime*. Reimpresió: Inter-livres.

Diem C (1966a): *Historia de los deportes. Vol. I*. Barcelona, Luis de Caralt.

Diem C (1966b): *Historia de los deportes. Vol. II*. Barcelona, Luis de Caralt.

Di Prampero PE (1981): Energetics of muscular exercise. Rev Physiol Biochem Pharmacol 89:143-222.

Doménech JM (1982): Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores. Barcelona: Herder.

Doménech JM, Portell M (1992): Proceso de datos con el sistema SPSS. Bellaterra: UAB.

Donnadieu J, Noël Ch, Safra JM (1978): L'escrime. Poitiers: Collection Connaissance & Technique.

Donskoi D, Zatsiorsky V (1988): Biomecánica de los ejercicios físicos. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Drinkwater, Ross W (1980): Anthropometric fractionation of body mass. Dins: Ostyn H, Bremen G, Simons J: Baltimore: University Park.

Droghetti P, Borsetto C, Casoni I, Cellini M, Ferrari M, Paolini AR, Ziglio PG, Conconi F (1985): Noninvasive determination of the anaerobic threshold in canoeing, cross-country skiing, cycling, roller, and ice skating, rowing, and walking. Eur J Appl Physiol 53:299-303.

Dumas JP, D'Athis P, Klepping J, Fouillot JP (1980): Étude sur le terrain des réactions endocriniennes et cardiaques à l'effort. Médecine du Sport

54:27-32.

Eco U (1980): Cómo se hace una tesis. Barcelona, Gedisa.

Echegaray EM (1971): Estudio Dirigido. Vol. 1. Técnicas del trabajo intelectual. Buenos Aires: Kapelusz.

Echegaray EM (1972): Estudio Dirigido. Vol. 2. Métodos y técnicas de investigación. Buenos Aires: Kapelusz.

Eklom B (1986): Applied physiology of soccer. Sports Medicine 3:50-60.

Etcheberria J, Joaristi L, Lizasoain L (1990): Programación y análisis estadísticos básicos con spss-pc (+). Madrid: Paraninfo.

Faccini P, Faina M, Scarpellini E, Dal Monte A (1989): Il costo energetico nel tennistavolo. Rivista di Cultura Sportiva 17:38-42.

Faina M, Gallozzi C, Marini C, Colli R, Fanton F (1989): Energy cost of several sport disciplines by miniaturized telemetric O₂ intake measurement. Colorado Springs, IOC World Congress on Sport Sciences 38:1-2.

Faina M i col. (1990): Energy cost in amateur boxing according to number and duration of rounds. Dins: The safety of the athlete in olympic sports.

International Medical Symposium. La Cittadella Ospitalità: pp 43.

Faina M, Colli R, Marini C, Evangelista M (1990): Functional model of training methods. Dins: Sports medicine applied to football. Roma pp 93-100.

Faina M, Marini C, Mirri GB (1990): La mujer deportista. Revista de Entrenamiento Deportivo 2:2-8.

Faulkner JA (1968): Physiology of swimming and diving. Exercise Physiology. Baltimore: Academic Press.

Federación de Esgrima de Cataluña (1922): Estatutos de la Federación de Esgrima de Cataluña. Barcelona.

Fedorova N (1975): Apréciation fonctionelle du système cardio-vasculaire des escrimeurs d'haut niveau. Cinésiologie 56:57-58.

FIE (1987): VIIIe Congrès Médical de la Fédération Internationale d'Esgrime. Lausanne.

FIE (1991): Règlement pour les épreuves. París: Fédération Internationale d'Esgrime (i modificacions dels anys 1992 a 1996).

Fox EL, Bowers RW, Foss ML (1989): The physiological basis of physical education and athletics. Dubuque (Iowa): Brown Publishers.

Fox E (1984): Fisiologia del deporte. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

Frankowski W (1975): Étude psycho-physiologique des escrimeurs. Cinésiologie 56:84-88.

Franks IM , Goodman D (1984): Une approche hiérarchique à l'évaluation de la performance. Science du Sport 1:1-4.

Fukashiro S, Hitoshi O, Kanehisa H, Miyashita M (1981): Utilization of stored elastic energy in leg extensors. Proceedings International Congress of Biomechanics. Nagoya pp 258-263.

Gadoury C, Léger L (1986): Validité de l'épreuve de Course Navette de 20m avec paliers de 1 minute et du physitest canadien pour prédire le $\dot{V}O_2$ max des adultes. Revue des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives 7:13.

Galilea B, Roca J (1983): Temps de reacció i esport: una aproximació empírica. Apunts 20(78):119-123.

Gallozzi C, Lupo S (1987): Caratteristiche muscolari dello schermitore di età e livello di prestazione diversi. Dins: L'escrime à travers les âges de la

vie. VIIIe Congrès Médical de la Fédération Internationale d'Escrime. Lausanne 199-214.

Gallozzi C, De Angelis M, Fanton F, Dal Monte A (1992): Il costo energetico nella vela. *Rivista di Cultura Sportiva* 27:19-21.

García Llansó A (1895): *Armas y armaduras*. Barcelona: Luis Tasso (Còpia en facsímil: València: París-Valencia, 1992).

Garfield CA, Bennet HZ (1987): *Rendimiento máximo*. Barcelona: Martínez Roca.

Gatti M, Cei A (1984): Esperienza di biofeedback-EMG realizzata su due schermitrici nazionali. *Medicina dello Sport* 37:403-406.

Gerard G (1977): *Escrime et tiers-temps pédagogique*. *Education Physique et Sport* 146:21-23.

Gillam I, Siviour C, Ellis L, Brown P (1990): The on-court energy demands of squash on elite level players. Third Report on the National Sports Research Program. Australian Sports Commission: pp 35.

Gioux M, Pati J, Bensch C (1983): Activité électrique cérébrale et détection de signal chez l'escrimeur. *Cinésiologie* 22:56-60.

Godik M (1989): El control de las cargas competitivas y de entrenamiento. Dins: Zatsiorski VM: Metrología Deportiva. La Habana: Pueblo y Educación.

Gómez F (1962): Esgrima. INDER, Cuba.

González Gallego J (1992): Fisiología de la actividad física y del deporte. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill.

Gorostiaga EM (1988): Coste energético del combate de judo. Apunts Medicina de l'Esport 97:135-139.

Grosser M, Neumaier A (1986): Técnicas de Entrenamiento, Barcelona: Martínez Roca.

Grosser M, Starischka S (1988): Test de la condición física. Barcelona: Martínez Roca.

Guthrie HA (1986): Introductory nutrition. St. Louis: Times Mirror/Mosby College.

Guyton AC (1992): Tratado de fisiología médica. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill.

Harmenberg J, Ceci R, Barvestad K, Hjerpe K, Nyström J (1991): Comparison of different tests of fencing performance. *Int J Sports Med* 6:573-576.

Helal H, Doutre M (1981): Évaluation de la valeur physique. *Travaux et Recherches en E.P.S., Section Sport-études Aviron* 7: pp 160-166.

Henry FM, De Moor JC (1956): Lactic and alactic oxygen consumption in moderate exercise of graded intensity. *J Appl Physiol* (8)6:608-614.

Hernández M (1978): Determinación de las variaciones del balance ácido básico en esgrimidores de alto rendimiento en diferentes periodos de entrenamiento. (Tesina) La Habana: Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo.

Hill AV, Long CNH, Lupton H (1924): Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Proc R Soc Lon (Biol.)* 97:84-138.

Hoch F, Werle E, Weicker H (1988): Sympathoadrenergic regulation in elite fencers in training and competition. *Int J Sports Med* 9:141-145.

Hopkins WG (1991): Quantification of training in competitive sports. *Sports Medicine* 12:161-163.

Iglesias X (1990): Perfil funcional del esgrimidor de alto rendimiento. Memoria del trabajo de investigación (No publicat). Madrid, Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte.

Iglesias X, Cano D (1990): El perfil de l'esgrimidor a Catalunya. Apunts Educació Física i Esports 19:45-54.

Iglesias X (1991a): Perfil funcional de l'esgrimidor d'alt rendiment. Memòria del treball de recerca (No publicat). Barcelona, Servei de Docència i Investigació, Secretaria General de l'Esport.

Iglesias X (1991b): Esgrima. Col·lecció "Seréis campeones" nº7: Barcelona, La Vanguardia.

Iglesias X, Rodríguez FA (1991a): Perfil funcional del esgrimidor de alto rendimiento. Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte 18:37-52.

Iglesias X, Rodríguez FA (1991b): Physiological testing and profiling of elite fencers. Proceedings Second IOC World Congress on Sport Sciences. International Olympic Committee. Barcelona: COOB'92: pp 142-143.

Iglesias X, Rodríguez FA (1995): Caracterització de la freqüència cardíaca

i la lactatèmia en esgrimistes durant la competició. Apunts Medicina de l'Esport 123:21-32.

Ikegami Y, Hiiruta S, Ikegami H, Miyamura M: (1988): Development of a telemetry system for measuring oxygen uptake during sports activities. Eur J Appl Physiol 57:622-626.

INEF (1988a): Un gimnasio del siglo XIX, Segovia 1890. Madrid, INEF - Ministerio de Cultura.

INEF (1988b): Deporte y lectura 1571-1932. Madrid: INEF, Consejo Superior de Deportes.

Iranyi P (1974): Problemas de automatización en el entrenamiento de esgrima. Dins: Novedades en esgrima 1. INEF. Madrid:33-41.

Joussellin E, Desnus B, Fraisse F, Handschuh R, Legros P, Strady M, Thomaïdis M (1990): La consommation maximale d'oxygène des équipes nationales françaises de 1979 à 1988 (sportifs de plus de 20 ans). Science & Sports 5:39-45.

Karvonen J, Vuorimaa T (1988): Heart rate and exercise intensity during sports activities. Sports Medicine 5:302-312.

Katschajov SV, Gomberadse KG, Revson AS (1976): Determinazione

dell'intensità di carico ottimale nella costruzione delle capacità di spinta degli atleti (juniores). *Atletica Leggera* 195:44-45.

Kawakami Y, Nozaki D, Matsuo A, Fukunaga T (1992): Reliability of measurement of oxygen uptake by a portable telemetric system. *Eur J Appl Physiol* 65:409-14.

Keler V, Tishler D (1984): *El entrenamiento de los esgrimidores*. Ciudad de La Habana: Científico-técnica.

Keul J (1973): The relationship between circulation and metabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 5:209-219.

Keul J, Berg A, Lehmann M, Dickhut HH, Schmidt, Jakob E (1985): Il muscolo e la fatica. *Rivista di Cultura Sportiva* 1:30-35.

Kindermann W, Keul J (1977): Lactate acidosis with different forms of sports activities. *Can J Appl Sports Sci* 2:177-182.

Kindermann W, Simen G, Keul J (1979): The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Europ J Appl Physiol* 42:25.

Klinger AK, Adrian MJ (1983): Foil target impact forces during the fencing

lunge. Biomechanics; (4B) VIII-B:882-888.

Kniess (1993): Le bras non armé. Escrime Magazine 39:35.

Komi PV, Bosco C (1978): Utilization of stored elastic energy in leg extensors muscles by men and women. Med Sci Sports 10:216-265.

Kronlund M (1984): Enseñanza de la esgrima de florete. Madrid: Gymnos.

Lacaze P (1991): En garde. Du duel a l'escrime. Evreux: Gallimard.

Lamb DR (1985): Fisiología del ejercicio. Madrid: Augusto E. Pila Teleña.

Laszlo S (1977): A vívás és oktatása. Budapest: Sport.

Lavoie JM, Léger L, Marini JF (1984): Comparaisons anthropométriques et physiologiques de deux niveaux d'escrimeurs compétitifs. La Revue Québécoise de l'Activité Physique 3(2):91-95.

Lavoie JM, Léger L, Pitre R, Marini JF (1985): Compétitions d'escrime. Épée. Analyse des durées et distances de déplacement. Medicine du Sport 5(59):279-283.

Lavoie JM, Léger L, Marini JF (1988): Escrime de compétition. Analyse

énergétique. *Médecine du Sport* 62(6):310-3.

Léger L, Lambert J (1980): A maximal multistage 20m shuttle run test to predict $\dot{V}O_{2max}$. *Eur J Appl Physiol* 49:1-12.

Léger L, Montpetit RR, Lambert J, Chartrand D (1980): Retroextrapolation of submaximal $\dot{V}O_2$ values from the O_2 recovery curve. *Med Sci Sports* 12:24-27.

Léger L (1989): Evaluation et normes. Département d'Éducation Physique (notes de cours). Université de Montréal.

Lehninger AL (1984): Principios de bioquímica. Barcelona: Omega.

Leseur H (1989): Étude des réactions visuo-motrices chez des escrimeurs de haut niveau au cours d'une étape d'entraînement. *Science et Motricité* 8:47-52.

Locatelli E (1986): Relazione tra forza esplosiva, gradiente di forza ed i test di campo. *Atleticastudi* 6:497-506.

Lodetti M, Lodetti G (1995): La scherma. Milano: Grupo Ugo Mursia.

Lomelle A (1989): Scherma di base. Bari: Levanti Bari.

López de Viñaspre P (1994): Hidratació i carbohidrats en esports intermitents. Apunts Medicina de l'Esport 119:37-46.

López Ferreyra F (1913): Manual de educación física. Barcelona: Hispano-Americana.

Lucía A, Fleck SJ, Gostshall RW, Kearney JT (1993): Validity and reability of the Cosmed K2 instrument. Int J Sports Med 14:380-386.

Luhtanen P (1984): Evaluación física de los jugadores de fútbol. Apunts Medicina de l'Esport 82:99-102.

Macarez JA (1978): Effets de l'entraînement et d'un exercice bref et sous-maximale sur differents variables physiologiques chez de jeunes escrimeurs. Medicine du Sport 3(52):13-19.

Madella A (1987): I test nell'allenamento. Rivista di Cultura Sportiva 10:12-19.

Mader A, Heck H (1986): A theory of the metabolic origin of anaerobic threshold. Int J Sports Med 7:45-65.

Majean H, Gaillat L, Callec C, Eterradosi J, Favre-Juvin A (1990): Approche physiologique du judo sur le terrain. Sports Médecine Actualités

49:4-8.

Mangiarotti C (1966): La vera scherma. Milano: Longanesi.

Manhes F (1975): Contribution au bilan de la pathologie spécifique de l'escrime. *Cinésiologie* 56:70-73.

Manuel B (1990): Escrime passion. Paris: Prieur.

Manzano V (1989): Domine el SPSS-PC+. Madrid: Ra-ma.

Margaria R, Edwards HT, Dill DB (1933): The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am J Physiol* 106:689-714.

Margaria R, Cerretelli P, di Prampero PE, Massari C, Torrelli G (1963): Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man. *J Appl Physiol* 18:371-377.

Marini HF (1984): Analyse des assauts d'escrime. Considérations énergétiques. Évaluation de la valeur physique. Dans: *Travaux et Recherches en E.P.S.* Paris: INSEP.

Marini HF, Fauche S, Revenu D, Cazorla G (1984): L'évaluation des escrimeurs. Évaluation de la valeur physique. Dans: *Travaux et*

Recherches en E.P.S. París: INSEP.

Markowska L, Stupnicki R, Golec L, Nagiec E, Bednarski J, Grzegorek K (1988): Urinary catecholamines in fencers during competition and training fights. *Biology of Sports* 2(5):93-99.

Mastropaolo J (1959): Analysis of fundamentals of fencing. *The Research Quarterly* 30:285-291.

Mathews DK, Fox EL (1976): *The physiological basis of physical education and athletics*. Philadelphia (USA): Saunders.

Matteucci E (1980): L'allenamento come proceso globale nella formazione dello schermitore. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. Roma: Scuola dello Sport CONI.

Matteucci E, Bosco C, Massaccesi R (1986): I muscoli per saltare. *Rivista di Cultura Sportiva* 5:42-45.

Matveiev L (1982): *El proceso del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium.

Mcguigan FK (1973): *Psicología experimental. Enfoque metodológico*. México: Trillas.

McLellan TM (1985): Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocol: a comparison of methods. Int J Sport Med 6:30-35.

Menchinelli C, Colli R, Morandini C, Morrieri C, Seriacopi D, Fanton F, Lupo S, Gallozi C (1989): Il giocatore di rugby: un modello funzionale. Sds Rivista di Cultura Sportiva 16:51-62.

Mercado S (1990): ¿Cómo hacer una tesis? México: Limusa.

Merelo J (1878): Manual de esgrima. Madrid: Labajos (Còpia en facsímil: València: París-Valencia, 1993).

Migliorini L (1980): Impostazioni dell'insegnamento della scherma nell'ISEF di Roma. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA: Scuola dello Sport CONI: pp 101-110.

Migliorini L (1991): Basi Tecniche e Didattiche della scherma. Roma: Società Stampa Sportiva.

Molina LL (1990): "Cor d'atleta" Avaluació ecocardiogràfica. (Tesi doctoral) Barcelona, UAB Facultat de Medicina:382-384.

Mondenard JP (1988): Le sport et l'enfant malade. La prescription doit primer la proscription 6(62):306-308.

Montanaro M (1975): Données sur la réglementation du contrôle anti-dopage. Cinésiologie 56:66-69.

Montervino C (1980): Adattamenti cardiocircolatori nello sport della scherma. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA. Scuola dello Sport CONI: pp 3-9.

Montoye HJ, Kemper HCG, Saris WHM, Washburn RA (1996): Measuring physical activity and energy expenditure. Champaign: Human Kinetics.

Morehouse L, Miller A (1965): Fisiología del ejercicio. Buenos Aires: Ateneo.

Moreno R, López Ruiz J (1985): Análisis metodológico de investigaciones experimentales. Barcelona: Alamex.

Murciano A (1902): Prontuario del duelo. Madrid: Depósito de la guerra (Còpia en facsímil: València: París-Valencia, 1993).

Nystrom J, Lindwall O, Ceci R, Harmenberg J, Swedenhag J, Ekblom B (1990): Physiological and morphological characteristics of world class

fencers. Int J Sports Med 2(11):136-139.

Oprendek JM (1981): Opération 10.000 brassards. Escrime 30:18-27.

Parlebas P, Cyffers B (1992): Statistique appliquée aux activités physiques et sportives. Paris: INSEP, Collection Études et Formation.

Peel C, Utsey C (1992): Oxygen consumption using the K2 telemetry system and a metabolic cart. Med Sci Sports Exerc: 396-400.

Pini E (1905): Tratado teórico-práctico de esgrima de espada. Barcelona: Maucci.

Pinnington H, Dawson B, Blanksby BA (1987): Cardiorespiratory responses of water polo players performing the head-in-the-water and the head-out-the-water front crawl swimming technique. The Australian Journal of Science and Medicine in Sport (march): pp 15-19.

Pinnington H, Dawson B, Blanksby BA (1990): Conditioning training for water polo. Sport Coach: pp 17-22.

Pinnington H, Dawson B, Blanksby BA (1990): The energy requirements of water polo. Dins: Draper J (ed): Third report on the National Sports

Research. Program July 1988 - June 1990: p 36.

Pinnington H, Dawson B, Blanksby BA (1988): Heart rate responses and the estimated energy requirements of playing water polo. *Journal of Human Movement Studies* 15:101-118,

Pipes TV, Wilmore JH (1976): La forza muscolare attraverso un allenamento isotónico ed isocinetico. *Atletica Leggera* 203:38-42.

Platonov VN (1991): La adaptación en el deporte. Barcelona: Paidotribo.

Popov SN (1988): La cultura física terapéutica. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Prat JA (1985): La Bateria Eurofit a Catalunya. Direcció General de l'Esport. Generalitat de Catalunya.

Prat JA (1986): La Bateria Eurofit població Catalana. Documento Científico. Generalitat de Catalunya, Departament de la Presidència, Direcció General de l'Esport, Servei de Docència i Investigació.

Puigjaner I, Gasulla A (1992): L'esport Català: catàleg de l'exposició. Barcelona: Generalitat de Catalunya.

Ramez J (1975): L'épaule de l'escrimeur. *Cinésiologie* 56:59-65.

Reglamento de la Federación Internacional de Esgrima (1922). Barcelona: Federación de Esgrima de Cataluña.

Reilly T, Thomas V (1979): Estimated energy expenditure of professional association footballers. *Ergonomics* 22:541-548.

Renom J (1992): Diseño de tests. Barcelona: Engine.

Replo i Orriols G (1981): La realitat històrica de les espases de virtut i miraculoses. *Diplomatari* 8:13-17.

Revenu D (1974): *Escrime et éducation*. París: Librairie Philosophique J. Vrin.

Revenu D (1985): *Initiation à l'escrime, une démarche pour l'école*. París: Vigot.

Revenu D (1988): *Escrime*. *EPS* 214:36-37.

Revenu D, Thomas R (1992): *L'Escrime. "Que sais-je?"* París: Presses Universitaires de France.

RFEF (1994): Memoria deportiva de la Real Federación Española de Esgrima 1993 (No publicat: Document intern). Madrid.

Riera J (1985): Introducción a la psicología del deporte. Barcelona: Martínez Roca.

Riera J (1989): Aprendizaje de la técnica y la táctica deportivas. Barcelona: INDE.

Riera J, Rodríguez FA (1991): A comparison between two methods of measuring dynamic strength of the leg extensors: isokinetic dynamometry and vertical jump testing. Proceedings Second IOC World Congress on Sport Sciences. IOC. Barcelona: COOB'92: pp 268-269.

Rittel HF, Waterloh E (1975): Données télémétriques de l'entraînement d'escrime. Cinésiologie 56:37-45.

Ribas J (1992): Respiración pulmonar: adaptaciones en el ejercicio. Dins: González Gallego J (ed.): Fisiología de la actividad física y del deporte. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill.

Riviere D, Crampes F, Beauville M, Garrigues M (1988): Étude des fibres musculaires striées chez l'homme. Médecine du Sport 2(62):59-63.

Roca J (1983): Temps de reacció i esport. Barcelona: INEFC.

Rochcongar P, Dassonville J, Lessard Y (1981): Consommation maximale, lactacidemie et football. *Médecine du Sport* 3(55):141-144.

Rodríguez FA (1986): Umbral anaeróbico y entrenamiento. *Archivos de Medicina del Deporte* 10(3):145-156.

Rodríguez FA (1987): Valoración funcional, control y programación del entrenamiento en nadadores, mediante técnicas de determinación de lactatémia. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2(1):28-36.

Rodríguez FA, Drobic F, Galilea PA, Pons V (1989): Bases científicas y metodológicas de la fisiología y la valoración aplicadas al deporte de alto rendimiento. Ponència del Seminari Internacional de Biomedicina Aplicada al Deporte (fase nacional); CAR Sant Cugat del Vallès.

Rodríguez FA (1989a): Fisiologia, valoració funcional i esport d'alt rendiment. *Apunts Educació Física i Esport* 15:48-56.

Rodríguez FA (1989b): Valoración funcional y perfil fisiológico de remeros de nivel internacional. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.

Rodríguez FA (1991): Valoració funcional del jugador d'hoquei sobre patins. *Apunts Educació Física i Esports* 23:51-62.

Rodríguez FA: Banquells M, Pons V, Drobnic F, Galilea P (1992): A comparative study of blood lactate analytic methods. *Int J Sports Med* 13(6):462-466.

Rodríguez FA, Aragonés MT (1992): Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. Dins: González J (ed.): *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Madrid: Interamericana / McGraw-Hill: pp 237-278.

Rodríguez FA, Iglesias X, Tapiolas J (1994): Gasto energético y valoración metabólica en el fútbol. *Jornadas Internacionales de Medicina y Fútbol (Premundial 94)*, San Sebastián/Donostia: pp 47-64.

Rodríguez FA, Iglesias X (1995a): 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.

Rodríguez FA, Iglesias X, Artero V (1995b): Consumo de oxígeno durante el juego en futbolistas profesionales y aficionados. Libro de resúmenes, 8th Fims European Sports Medicine Congress. Granada: p 119.

Rodríguez FA, Iglesias X, Marina M, Fadó C (1995c): Demandas cardiorrespiratorias y metabólicas del aeróbico de competición: ¿aeróbico o

anaeróbico?. Libro de resúmenes, 8th Fims European Sports Medicine Congress. Granada: p 60.

Rodríguez FA, Iglesias X (1997): The energy cost of soccer: telemetric oxygen uptake measurements versus heart-rate- $\dot{V}O_2$ estimations. Book of Abstracts, second Annual Congress of the European College of Sport Science, vol. I. Copenhagen, Denmark: pp 322-323.

Rodríguez FA, Iglesias X, Marina M, Fadó C (1997): Physiological demands of elite competitive aerobic: aerobic or anaerobic?. Book of Abstracts, second Annual Congress of the European College of Sport Science, vol. II. Copenhagen, Denmark: pp 922-923.

Roi GS, Mognoni P (1987): Lo spadista modello. Rivista di Cultura Sportiva 6:50-57.

Roi GS, Aina A, Alberti G (1988): La valutazione funzionale degli atleti di potenza e resistenza mediante dinamometro isocinetico. *Atleticastudi* 2:185-191.

Romeo S (1980): Sistemi di segnalazione elettrica e impiantistica. Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA: Scuola dello Sport CONI 37-47.

Rosel J (1986): Metodología experimental en psicología. Barcelona: Alamex: pp 166-308.

Ross WD, Marfell-Jones MJ: Kinanthropometry. Dins: MacDougall JD, Wenger HA, Grenn HJ (ed): Physiological testing of the high-performance athlete. 2nd. Edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Rossi B, Salmasi D (1985): Mancino, si e possibile. Rivista di Cultura Sportiva 2:30-35.

Rushall BS (1977): Two observational schedules for sporting and physical education environments. Can J Appl Sport Sci 2:15-21.

Saltin B (1987): Capacità aerobica ed anaerobica. Rivista di Cultura Sportiva 10:2-11.

Saltin B (1989): Capacidad anaeròbica. Pasado presente y futuro. Archivos de Medicina del Deporte 6(23):235-249.

Sangrador JL (1982): Interacción humana y conducta social. Barcelona, Salvat.

Santilli G (1980): Traumatologia specifica dello schermitore Dins: Primo Seminario di Studio per Docenti ISEF di Scherma. ROMA: Scuola dello

Sport CONI: pp 27-36.

Sanz A (1886): Esgrima del sable y consideraciones sobre el duelo. Madrid: Fortanet.

Sapega A, Minkoff J, Valsamis M, Nicholes A (1984): Musculoskeletal performance testing and profiling of elite competitive fencers. Clinics in Sports Medicine 1(3):231-244.

Sardella F, De Ambroggi A (1987): La valutazione funzionale dello schermitore impegnato in esercitazioni di gara. Dins: L'escrime à travers les âges de la vie. VIIIe Congrès Médical de la Fédération Internationale d'Escrime. Lausanne: pp 173-198.

Schmidt RF, Thews G (1993): Fisiología humana. Madrid: Interamericana McGraw-Hill.

Schnabel G (1988) : Il fattore tecnico coordinativo. Rivista di Cultura Sportiva 13:23-27.

Scotto J, Gaudebert G (1981): Escrimeurs, talonnade, prévention par orthèse de silicone. Médecine du Sport 5(55):302-303.

Scotto J, Gaudebert G (1983): La talonnade de l'escrimeur, sa prévention: l'orthèse de silicone. Cinésiologie 22:43-45.

Seliger V (1968): Energy metabolism in selected physical exercises. Intern Z Angew Physiol 2:104-118.

Serra LL, Aranceta J, Mataix J (1995): Nutrición y salud pública. Barcelona: Masson.

Seyfried D (1989): Pentathlon Moderne: Approche énergétique et nutritionnelle de l'épreuve d'escrime. Dins: Seminaire de bioenergétique: les limites de la performance humaine. Paris: pp 63-68.

Siconolfi SF, Garber CE, Lasater TM, Carleton RA (1985): A simple valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies. Am J Epidemiol 121:382-390.

Silla D, Rodríguez FA (1995): 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.

Singer (1968): Speed and accuracy of movement as related to fencing succes. Res Q Exerc Sport 39:1080-1083.

Skinner JS, McLellan TH (1980): The transition from aerobic to anaerobic metabolism. Res Q Exerc Sport 51: 234-248.

Solanellas F, Rodríguez FA (1991): Physiological, kinanthropometric and attentional profile of tennis players. Proceedings Second IOC World Congress on sport Sciences. IOC. Barcelona: COOB'92: pp 265-266.

Solanellas F (1995): Valoració funcional de tennistes de diferents categories. Tesi Doctoral. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Barcelona. Barcelona.

Sosna A (1984): Asymetric svalstva koneetin zpúsobene treninkem u scrimiru. Dins: Sapega A, Minkoff J, Valsamis M, Nicholes A: Musculoskeletal performance testing and profiling of elite competitive fencers. Clinics in Sports Medicine 1(3):231-244.

Starosta W (1987a): Alcuni problemi della tecnica sportiva (p.1). Rivista di Cultura Sportiva 9:40-44.

Starosta W (1987b): Alcuni problemi della tecnica sportiva (p.2). Rivista di Cultura Sportiva 10:20-27.

Straub PW, Buhlmann A, Bretholz A (1975): Hyperventilation et volume plasmatique. Cinésiologie 56:9-16.

Suñé A, Porter J (1988): 100 anys d'esport català. Barcelona: Col·leccionable del diari Avui.

Thirioux P (1970): Escrime moderne. Paris: Anphore.

Thomas JR, Nelson JK (1990): Research methods in physical activity. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Thomase E (1823): Tratado de esgrima. Barcelona: Narcisa Dorca (Còpia en facsímil. València: París-Valencia, 1991).

Tihany J (1988): Fisiologia e meccanica della forza. Rivista di Cultura Sportiva 13:13-17.

Timsit M, Quevrin A (1988): Exercice sportif et personnalité: étude comparée de groupes d'escrimeurs, de coureurs de fond et de basketteurs de haut niveau a l'aide du test de Rorschach et du psychodiagnostic myokinétique. Int J Sport Psych 19:134-144.

Tirinzani M, Gulinelli M (1990): L'atleta dai cinque volti. Rivista di Cultura Sportiva 19:2-9.

Toran G (1996): Introduzione alla tattica schermistica. Roma: Società Stampa Sportiva.

Tranquilli C, Ilardi M, Colli R, Grossi A (1992): Aspetti metabolici e nutrizionali nell'allenamento degli sport di squadra. Rivista di Cultura

Sportiva 24:10-16.

Trilles F (1990): Contrôle des paramètres mécaniques des tatami. Sports Médecine Actualités 49:9-13.

Tyshler DA, Midler MP (1980): La preparación psicológica del esgrimidor. Ciudad de La Habana: Orbe.

Ulmer HV (1993): Metabolismo energético. Dins: Schmidt RF, Thews G: Fisiología humana. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill.

Umberto L (1962): Técnica e didattica della scherma. Bolonia: ISEF.

Valarinho J (1993): Espadas e floretes. Lisboa.

Valle F (1985): El problema de la validez ecológica. Estudios de Psicología.

Valle Ch (1986): Iniciación a la esgrima. Madrid: INEF.

Van Dam B, Haralambie G (1977): Die Änderungen einiger biochemischer parameter durch sportartspezifische belastungen im fecht sport.

Leistungsport 4(7):285-292.

Van Lierde A, Pollaert M, Aerschot H (1981): European Inventory of Sport Research Projects (1976-79) Trend-Report. Bruselas: Council of Europe.

Velázquez JR (1978): Registro directo y continuo de la frecuencia cardíaca durante la actividad esgrimística. Boletín Científico Técnico INDER 4:25-32.

Velázquez JR (1979): Método para regular y dosificar las cargas en la esgrima, utilizando la frecuencia cardíaca como variable dependiente auxiliar. Boletín Científico Técnico INDER 2:21-22.

Vendrell L (1879): Arte de esgrimir el sable. Vitoria: Elías Sarasqueta (Còpia en facsímil: València: París-Valencia, 1991).

Verchosanskij JV (1970): Lo sviluppo della forza específica nello sport. Roma: Atletica Leggera: pp 125-155.

Verchosanskij JV (1987): La programmazione e l'organizzazione del processo di allenamento. Roma: Società Stampa Sportiva.

Viru A (1984): La valutazione del carico allenante. Rivista di Cultura Sportiva 31:2-8.

Visciola M, Bagnara S (1986): L'informazione vincente. Rivista di Cultura Sportiva 6:31-38.

Vizcaíno F (1972): Estudio biomecánico del movimiento de fondo en esgrima. Tesina licenciatura en Educación Física. Madrid: INEF.

Vogelaere P, Balagué N, Martínez M (1985): Fútbol: una aproximación fisiológica. Apunts Medicina de l'Esport 86:103-107.

Wasserman K (1989): Determinants i detecció del llindar anaeròbic i conseqüències de la realització d'exercici per damunt del llindar anaeròbic. Informació Tècnica & Científica -Fisiologia-. Secretaria General de l'Esport (Generalitat de Catalunya).

Wassermann K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL (1973): Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise, J Appl Physiol 35:236-243.

Waterloh E, Rittel H, Neisel G, Leide E (1975a): La charge physique pendant la compétition d'esgrime. Cinésiologie 56:31-36.

Waterloh E, Rittel H, Leide E, Rossmann K (1975b): Étude spiro-ergométrique d'un groupe d'esgrimeurs. Cinésiologie 56:16-22.

Waterloh E, Rittel H, Leide E (1975c): Le problème de la chaleur sous la tenue d'escrime. *Cinésiologie* 56:23-29.

Weir JB de V (1949): New methods for calculating metabolic rate with specific reference to protein metabolism. *J Physiol* 109:1-9.

Wezowski J (1981): *L'escrime*. Bruselas.

Wolfgarten W (1987): L'examen systématique de l'escrimeur. Dins: *L'escrime à travers les âges de la vie*. VIIIe Congrès Médical de la Fédération Internationale d'Escrime. Lausanne: pp 199-214.

Yñiguez E (1890): *Ofensas y desafíos*. Madrid: Evaristo Sánchez (Còpia en facsímil: València: París-Valencia, 1992).

Yuhasz MS (1974): *Physical fitness manual*. Londres: University of Western Ontario, Canada.

Yzaguirre I, Balcells M (1989): Perfil fisiològic dels practicants d'espeleologia. *Apunts Medicina de l'Esport* 102:233-245.

Zaragoza J (1996): Baloncesto: conclusiones para el entrenamiento a partir del análisis de la actividad competitiva. *Revista del Entrenamiento*

Deportivo (10)2:21-27.

Zatsiorski VM (1989): Metrología deportiva. La Habana: Pueblo y Educación.

Zuntz N (1901): Über die Bedeutung der verjchiedenen Nährstoffe als Erzeuger der Muskelkraft. Pflügers Arch Gesamt Physiol 83:557-571.