



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Dèficits bilaterals i asimetries morfofuncionals dels esgrimidors joves

Xavier Iglesias*, Alfredo Irurtia, Michel Marina i Marta Carrasco

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

Rebut l'1 de juliol de 2010; acceptat el 4 d'octubre de 2010

PARAULES CLAU

Esgrima;
Cineantropometria;
Dèficit bilateral;
Asimetria;
Força màxima
isomètrica;
Flexibilitat

Resum

Introducció i objectius: El component tècnic de l'esgrima es desenvolupa de forma unilateral i provoca dèficits bilaterals i asimetries morfofuncionals a l'esgrimidor d'elit. L'objectiu del present estudi fou valorar el grau en què aquests desequilibris morfofuncionals estaven patents en les primeres etapes de formació vers l'elit dels esgrimidors joves (20 homes: $14,8 \pm 0,9$ anys; 12 dones: $14,2 \pm 3,3$ anys).

Mètode: S'analitzaren 23 variables per triplicat en ambdós hemicossos, agrupades en les valoracions següents: cineantropometria, flexibilitat i força isomètrica. La fiabilitat entre intents fou valorada amb una ANOVA de mesures repetides i índex de correlació intra-classe (ICC) i una prova t de mostres independents per analitzar les diferències entre sexes i entre ambdós hemicossos, amb un nivell de significació de $p \leq 0,05$.

Resultats: En ambdós sexes hi ha diferències significatives en els perímetres de l'avantbraç ($p \leq 0,05$) i en la força màxima isomètrica de premsió manual ($p \leq 0,05$). En les noies es troben diferències significatives entre l'àrea muscular de la cuixa anterior i posterior ($p \leq 0,05$). Tot i no trobar diferències significatives en la resta de variables, en ambdós sexes hi ha dèficits bilaterals al voltant del 4% entre els perímetres i de l'11% entre les àrees musculars, de braços i músculs de l'hemicòs armat enfront del no armat.

Conclusions: En esgrima, determinats desequilibris morfofuncionals es manifesten en les primeres etapes d'especialització. Es recomanen entrenaments específics invertint la lateralitat, una bona preparació física general i potenciar la musculatura antagonista, per minimitzar els dèficits potencialment lesius.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: xiglesias@gencat.cat (X. Iglesias).

KEYWORDS

Fencing;
Kinanthropometry;
Bilateral deficit;
Asymmetry;
Isometric maximum
strength;
Flexibility

Bilateral deficit and morphofunctional asymmetries in young fencers**Abstract**

Introduction and aims: The technical component in fencing is developed of unilateral form causing bilateral deficits and morphofunctional asymmetries in elite fencers. The aim of the present study was to assess the degree of these morphofunctional imbalances were significances in young fencers (20 men: 14.8 ± 0.9 years; 12 women: 14.2 ± 3.3 years) in their first stages of training towards the sport elite.

Method: Twenty three variables in triplicate were analysed in both sides of the body and grouped in the following assessments: kinanthropometry, flexibility and isometric maximum strength. ANOVA with Tukey's post-hoc and intraclass correlation coefficient was used in order to determinate the reliability between trials. An independent samples t-test was used to analyse the differences between sexes and between both sides of the body. The significance level was established at $P \leq .05$.

Results: In both sexes, significant differences between perimeters of the forearm ($P \leq .05$), and isometric maximum strength of fingers ($P \leq .05$) was established. In addition, in girls there were significant differences between the muscular area of the anterior and posterior thigh ($P \leq .05$). No significance differences were found in the other variables.

Conclusions: In fencing, some morphofunctional asymmetries are developed in the first stages of the sport specialisation. To minimise the potentially injuring deficits, we recommend strengthening the antagonist musculature with specific training sessions reversing the laterality and improving the physical conditioning.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducció

El rendiment esportiu en l'esgrima depèn de múltiples factors, entre els quals destaquen els elements tecnicocoordinatius i els processos cognitius de la situació competitiva¹⁻³.

Amb alguna excepció⁴, diversos estudis descriuen valors elevats de talla dels tiradors, característica antropomètrica que podria constituir un dels factors que afavoreixen el rendiment esportiu en l'esgrima⁵⁻¹⁰.

La valoració cineantropomètrica resulta essencial per caracteritzar el perfil funcional de l'esgrimidor¹¹. De manera especial, resulta interessant valorar individualment el possible grau d'asimetries i dèficits morfofuncionals provocats per la pràctica de l'esgrima^{7,10,12-16}.

El treball de sosteniment de l'arma i el suport del cos en els desplaçaments^{17,18}, així com el desenvolupament de fases més actives en què la velocitat gestual del braç armat i l'explosivitat de les cames condicionen l'èxit esportiu², caracteritzen l'activitat muscular de l'esgrima¹⁹. La tècnica de cames provoca en el tirador d'elit adaptacions morfofuncionals en forma d'asimetries entre hemicossos, descrites en la literatura^{7,9,10,12-14,18,20}.

L'asimetria de les extremitats inferiors corroboraria l'existència d'un treball muscular de caràcter excèntric en la musculatura extensora de la cama anterior^{10,18}, en l'acció de bloqueig en la finalització del "fons".

El perfil cineantropomètric i funcional de l'esgrimidor d'elit ha estat àmpliament descrit, però són escassos els estudis que analitzen les possibles asimetries morfològiques i dèficits bilaterals que provoca la pràctica competitiva en els tiradors joves. El treball de Tsolakis^{21,22} confirma que les

asimetries dels joves esgrimidors comencen a ser significatives en la franja d'edat dels 14 a 17 anys.

L'objectiu d'aquest estudi ha estat valorar l'existència de desequilibris morfofuncionals dels esgrimidors joves.

Mètode**Disseny**

Estudi observacional, descriptiu i transversal, amb les valoracions següents:

- Cineantropomètrica: talla, pes, plecs cutanis (tríceps, bíceps, cuixa, cama medial), perímetres (braç relaxat, braç flexionat en tensió, avantbraç, canell, cuixa, cama medial, turmell), diàmetres (humeral, biestiloidal, femoral, bimal·leolar), àrees de massa muscular i massa grassa del braç i de la cuixa.
- Amplitud de moviment: angle actiu de l'articulació coxo-femoral en el pla anteroposterior.
- Força màxima isomètrica del tren superior (dinamometria de premsió manual) i del tren inferior (dinamometria isocinètica).

Excepte la talla i el pes, la resta de variables objecte d'estudi ($n = 23$) foren analitzades en ambdós hemicossos per triplicat.

El protocol d'actuació ha respectat la declaració d'Hèlsinki i ha estat dissenyat amb la finalitat de minimitzar possibles efectes de transferència negativa entre les diferents valoracions efectuades (taula 1).

Taula 1 Disseny i temporització de les diferents valoracions realitzades a l'estudi present

1.°	2.°	3.°	4.°
Valoració cineantropomètrica ⇒	Força màxima isomètrica ⇒	Força màxima isomètrica (tren superior) ⇒	Amplitud de moviment (flexibilitat)
	Força explosiva (tren inferior)		
Test	Escalfament	Test	Escalfament
45 min	15 min	30 min	15 min
	Test		Test
	30 min		30 min

Mostra

La mostra estigué constituïda per 32 tiradors (espasa, $n = 15$; floret, $n = 8$; sabre, $n = 9$), 20 homes (edat: $14,8 \pm 0,9$ anys; talla: $171,5 \pm 7,6$ cm; pes: $60,9 \pm 9,6$ kg) i 12 dones (edat: $14,2 \pm 3,3$ anys; talla: $162,9 \pm 5,5$ cm; pes: $57,7 \pm 7,6$ kg). El 80% dels primers s'ubicaren a l'estadi G3-PH3, i el 20% a l'estadi G4-PH4 de Tanner²³. En relació a les dones, totes postmenàrquiques, el 67% correspongué a l'estadi B4-PH3, i el 33%, a l'estadi B5-PH4.

Criteris d'inclusió

Ser esgrimidor, de nivell competitiu nacional o internacional i amb un entrenament mínim de 3 dies a la setmana.

La pràctica totalitat del grup eren medallistes en campionats d'Espanya en les respectives categories i armes. El volum d'entrenament aproximat era de 15 h setmanals. Tots els esportistes, així com els seus pares o tutors legals, foren informats sobre les característiques de la investigació present i van signar un permís de consentiment informat previ a l'inici de l'estudi.

Material

Tallímetre telescòpic Seca 220®, Birmingham, Regne Unit (precisió: 1 mm); balança Seca 710®, Birmingham, Regne Unit (precisió: 50 g); cinta antropomètrica Lufkin Executive® w606pm, Lufkin, EUA (precisió: 1 mm); peu de rei Holtain Ltd., Crosswell, Regne Unit (precisió: 1 mm); lipòmetre Tanner/Whitehouse®, Holtain Ltd., Crosswell, Regne Unit (precisió: 0,2 mm; pressió constant de 10 g/mm²); antropòmetre Harpenden®, Holtain Ltd., Crosswell, Regne Unit (precisió: 1 mm); dinamòmetre isocinètic Cybex 6000®, Lumex, Inc., Nova York, EUA; dinamòmetre prensió manual Harpenden®, British Indicators Ltd., Burgess Hill, Regne Unit (precisió: 1 kp); inclinòmetre digital N0328®, Gis Ibérica S.L., Càceres, Espanya (precisió: 0,2 mm); banc antropomètric de fusta (40 × 50 × 30 cm); llapis dermatogràfic.

Procediment

S'estimà el grau de maduració biològica a través de la valoració del desenvolupament dels caràcters sexuals secundaris segons Tanner²³.

En la valoració cineantropomètrica se segueixen les normes i tècnica de mesura recomanades per l'International Working Group of Kinanthropometry²⁴ i adoptades per la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) i pel Grupo Español de Cineantropometría (GREC).

Es calculà l'àrea de massa grassa i muscular del braç seguint les recomanacions realitzades per Rolland-Cachera et al²⁵. Per al càlcul d'ambdues àrees de la cuixa, es van substituir els valors del perímetre del braç i el plec del tríceps pels específics d'aquest segment.

Les mesures antropomètriques van ser realitzades per una cineantropometrista acreditada amb el nivell II de la ISAK d'acord amb les recomanacions de Ross i Marfell-Jones²⁴ segons les quals és vàlid un error tècnic intravaluador de mesura inferior a un 5% en els plecs cutanis i menor del 2% en la resta de mesures.

Per a l'amplitud de moviment se segueixen les normes tècniques de mesura recomanades pel Manual of Orthopaedic Surgery²⁶ i a la vegada validades per Moras²⁷. El test escollit fou "elevació frontal de la cama estirada des de la posició de decúbit dorsal", que valora l'amplitud de moviment en el pla anteroposterior de l'articulació coxofemoral, sol·licitada en executar la fase final de l'acció tècnica del "fons"²⁸.

Es féu un escalfament tipificat de 15 min. El test fou realitzat 3 vegades per cama, pel mateix avaluador i amb 3 min de recuperació entre intents. Una vegada comprovada l'absència de diferències significatives entre cada intent ($p \leq 0,05$) es registrà el de major rendiment. La valoració es realitzà en graus (angle format entre ambdues cames), a partir de la mínima distància (cm) entre els dos costats posteriors del calcani i la longitud de la cama de l'esgrimidor.

Per la valoració de la força màxima isomètrica del tren superior, el protocol del test, en base a valors absoluts (kp) i relatius (kp·kg⁻¹), s'ajustà a les normes recomanades per a la realització de la bateria EUROFIT (Consell d'Europa, 1988), i s'efectuà un temps de recuperació entre repeticions ($n = 3$) de 3 min.

La força màxima isomètrica dels extensors de la cama es valorà amb un angle de genoll de 90°, similar a l'existent a la fase final de l'acció tècnica del "fons"²⁸; el par màxim de torsió absolut (PT) es verificà en condicions pròximes o coincidents a velocitat zero²⁹⁻³²; amb un test isomètric es volgueren minimitzar els problemes d'habitució necessaris amb moviments isocinètics, especialment en velocitats angulars

Taula 2 Valoració cineantropomètrica: dèficits bilaterals (DB) entre l'hemicòs armat (cama anterior) i el no armat (cama posterior) dels esgrimidors joves

	Esgrimidors joves masculins (n = 20)			Esgrimidores joves femenines (n = 12)		
	Armat anterior	No armat posterior	% DB	Armat anterior	No armat posterior	% DB
<i>Plegs (mm) n = 4</i>						
Tríceps	10,8 ± 5,0	11,3 ± 5,1	4,2	18,0 ± 4,9	19,0 ± 4,3	4,9
Bíceps	6,1 ± 3,2	6,3 ± 3,9	2,9	10,0 ± 4,9	10,2 ± 4,8	2,8
Cuixa anterior	15,1 ± 5,6	15,4 ± 6,7	2,3	25,0 ± 5,6	25,4 ± 5,6	1,3
Cama medial	12,7 ± 4,2	13,0 ± 4,4	2,8	21,1 ± 7,9	21,4 ± 7,7	1,6
<i>Perímetres (cm) n = 7</i>						
Braç relaxat	25,2 ± 2,6	24,2 ± 2,6	4,2	25,0 ± 1,9	24,3 ± 2,3	2,8
Braç en tensió	27,6 ± 2,8	26,5 ± 2,6	4,3	26,5 ± 1,9	25,7 ± 2,4	3,1
Avantbraç	25,4 ± 1,8	24,1 ± 1,6	5,4*	23,6 ± 1,1	22,4 ± 1,3	5,5*
Canell	16,3 ± 0,8	15,9 ± 0,8	2,4	14,9 ± 0,8	14,6 ± 0,9	1,9
Cuixa	52,5 ± 4,9	50,4 ± 4,7	4,1	54,1 ± 3,7	51,7 ± 3,2	4,6
Cama medial	35,3 ± 3,3	35,2 ± 3,2	0,3	35,0 ± 2,0	34,6 ± 1,8	1,0
Turmell	22,8 ± 1,6	22,7 ± 1,6	0,4	21,9 ± 1,2	21,8 ± 1,2	0,8
<i>Diàmetres (cm) n = 4</i>						
Humeral	6,9 ± 0,3	6,7 ± 0,3	2,6	6,0 ± 0,3	5,8 ± 0,5	3,4
Biestiloida	5,6 ± 0,3	5,5 ± 0,3	2,6	5,2 ± 0,3	5,1 ± 0,2	1,8
Femoral	9,8 ± 0,5	9,6 ± 0,5	1,3	9,1 ± 0,4	9,0 ± 0,4	1,2
Bimal·leolar	7,3 ± 0,4	7,2 ± 0,5	1,4	6,4 ± 0,3	6,4 ± 0,4	1,0
<i>Àrees (cm²) n = 4</i>						
Massa grassa braç	12,8 ± 6,7	12,9 ± 6,8	0,6	20,0 ± 5,9	20,3 ± 5,5	1,4
Massa muscular braç	38,0 ± 7,2	34,1 ± 6,6	11,6	29,9 ± 5,3	27,1 ± 6,2	10,4
Massa grassa cuixa	37,8 ± 18,7	38,4 ± 16,9	1,8	60,9 ± 15,8	63,3 ± 17,2	3,8
Massa muscular cuixa	182,8 ± 30,8	166,2 ± 25,8	10,0	170,7 ± 19,1	152,8 ± 15,7	11,7*

* p ≤ 0,05.

elevades²⁹. El protocol consistí en la realització d'1 esforç submàxim de familiarització seguit de la medició de 3 esforços màxims de 3 s de durada en cada cama, seleccionant-ne el millor, amb un temps de recuperació de 90 s entre intents³³. Els paràmetres utilitzats foren el par màxim de torsió absolut (PT, N·m) i en relació al pes corporal (PTR, N·m·kg⁻¹), així com el temps emprat per assolir el PT (TPT, s).

Anàlisi estadística

La normalitat de la distribució es confirmà mitjançant la prova K-S. Per valorar la fiabilitat de les mesures s'utilitzà l'anàlisi de la variància (ANOVA) de mesures repetides i l'índex de

correlació intraclassa (ICC). S'efectuà una prova t de mostres independents per analitzar les diferències entre sexes i diferències entre l'hemicòs armat i el no armat. Donada la diferència en nombre entre la mostra femenina i la masculina, s'utilitzà la prova de Levene per confirmar la igualtat de variàncies. El nivell de significació s'establí en p ≤ 0,05.

Resultats

Els nois tenen avantbraços (lliure i armat) de major perímetre que les noies (p ≤ 0,001). L'àrea muscular d'ambdós braços és significativament superior (p ≤ 0,001) en els nois. En

Taula 3 Valoració de l'amplitud de moviment: dèficits bilaterals (DB) entre la cama anterior i posterior dels esgrimidors joves

	Esgrimidors joves masculins (n = 20)			Esgrimidores joves femenines (n = 12)		
	Anterior	Posterior	% DB	Anterior	Posterior	% DB
Angle α (°)	90,9 ± 13,9	84,7 ± 12,7	7,3	98,6 ± 8,7	97,0 ± 11,8	1,6

Taula 4 Valoració de la força màxima isomètrica de premsió manual: dèficits bilaterals (DB) entre l'hemicòs armat i el no armat dels esgrimidors joves

	Esgrimidors joves masculins (n = 20)			Esgrimidores joves femenines (n = 12)		
	Armat	No armat	% DB	Armat	No armat	% DB
<i>Premsió manual (kp·kg⁻¹)</i>						
Premsió manual (kp)	34,6 ± 6,1	29,7 ± 5,9	14,2*	27,5 ± 3,6	24,1 ± 4,1	12,4*

* p ≤ 0,05.

Taula 5 Valoració de la força màxima isomètrica del tren inferior: dèficits bilaterals (DB) entre la cama anterior i la posterior dels esgrimidors joves

	Esgrimidors joves masculins (n = 20)			Esgrimidores joves femenines (n = 12)		
	Anterior	Posterior	% DB	Anterior	Posterior	% DB
Par màx. torsió absolut a 90° (PT, Nm)	214 ± 62,4	176 ± 41,2	12,1	179 ± 27,2	157 ± 28,5	11,4
Par màx. torsió relatiu a 90° (PT _{Rel} , %)	95 ± 17,6	81 ± 17	17,3	100 ± 22,9	87 ± 20,5	11,5
Temps al par màx. torsió a 90° (TPT, s)	2,1 ± 0,69	1,6 ± 0,93	18,8	1,6 ± 0,83	1,5 ± 0,63	6,7

canvi, no hi ha diferències significatives entre l'àrea muscular de la cuixa ($p > 0,05$). L'àrea grassa és, en tots els casos, significativament superior en les noies ($p \leq 0,01$). En relació a la resta de variables antropomètriques, els nois es caracteritzen per tenir plecs menors i perímetres majors que les noies ($p \leq 0,05$).

La flexibilitat activa de l'articulació coxofemoral (pla anteroposterior) és superior en les noies quan la cama valorada és la posterior ($p \leq 0,01$). En canvi, no es troben diferències significatives quan la cama valorada és l'anterior ($p > 0,05$).

La força màxima isomètrica de premsió manual és sempre significativament superior en els nois ($p \leq 0,01$). En el tren inferior, en canvi, tant el par màxim de torsió (PT) com el temps utilitzat per arribar-hi (TPT), no es diferencien significativament entre gèneres.

En les taules corresponents es mostren els principals resultats de la valoració cineantropomètrica (taula 2), amplitud de moviment (taula 3), força màxima isomètrica de premsió manual (taula 4), força màxima isomètrica i força explosiva del tren inferior (taula 5).

En valorar els possibles dèficits bilaterals entre l'hemicòs armat i el no armat en ambdós sexes es troben diferències significatives entre els perímetres de l'avantbraç ($p \leq 0,05$) i la força màxima isomètrica de premsió manual ($p \leq 0,05$). En el cas de les noies, a més, es troben diferències significatives entre l'àrea muscular de la cuixa anterior i la de la posterior ($p \leq 0,05$). No hi ha dèficits bilaterals significatius ($p > 0,05$) en cap de les variables utilitzades per valorar la força màxima isomètrica del tren inferior.

Tot i no trobar diferències significatives en la resta de variables, en ambdós sexes existeixen dèficits bilaterals en-

torn al 4% entre els perímetres i a l'11% entre les àrees musculars de braços i cuixes de l'hemicòs armat enfront al no armat.

Discussió

Malgrat que determinades asimetries antropomètriques han estat àmpliament caracteritzades en els esgrimidors d'elit^{7,9,10,12-14}, no s'han trobat estudis que analitzin a quina edat i grau es produeixen aquestes asimetries. El present estudi, a més d'abordar aquests factors, ho fa des d'una perspectiva morfofuncional, incloent-hi variables de força (tren superior i inferior) i amplitud de moviment (tren inferior).

L'esgrima és un esport asimètric en què l'anàlisi dels dèficits i asimetries morfofuncionals s'ha de considerar sempre entre l'hemicòs armat i el no armat; la comparació entre extremitats dreta i esquerra suposaria un greu error metodològic, en perdre la informació sobre les adaptacions musculars produïdes per l'especificitat de l'esport¹⁸.

Els majors perímetres i àrees musculars del braç i avantbraç armat en els tiradors d'elit estarien condicionats per la unilateralitat en l'ús de l'arma³⁴. Mentre que el braç armat està contínuament en tensió, el no armat realitza funcions d'equilibri, impulsio i compensació en determinats moviments.

L'execució tècnica dels desplaçaments de l'esgrima genera unes adaptacions diferencials que se centren en el desenvolupament i finalització del moviment ofensiu "fons"¹³: la cama posterior realitza una acció muscular explosiva i concèntrica, mentre que l'anterior realitza, en una primera

fase, l'extensió del genoll i en la fase final una acció muscular excèntrica en l'acció de frenada i bloqueig una vegada el taló ha contactat amb el terra¹³.

Els majors perímetres i àrees musculars de la cama anterior en els tiradors d'elit estarien condicionats, novament, per la unilateralitat en l'ús de l'arma^{18,34}. En aquest sentit, és un fet demostrat que hi ha més hipertrofia muscular davant de contraccions excèntriques que davant de contraccions de caràcter concèntric^{35,36}.

En la caracterització del perfil cineantropomètric i funcional dels esgrimidors joves, a més de dèficits bilaterals significatius, convé observar els que també mostren una tendència major (taula 2), com les diferències entre la massa muscular de les cuixes (DB = 10%) i els braços (DB = 11,6%) armats i no armats dels nois, així com en els braços de les noies (DB = 10,4%).

Els resultats presents mostren certes tendències aplicables a ambdós sexes: l'hemiòs armat registra majors valors en relació als perímetres, diàmetres i àrees musculars, i menors valors en relació als plecs cutanis i àrees de massa grassa.

El procés d'entrenament asimètric pot afavorir el fet que aquests dèficits s'incrementin amb el temps¹². Tot i amb això, caldria controlar longitudinalment factors que no han estat contemplats en l'estudi present, com ara la càrrega d'entrenament, especialment la preparació física dels tiradors joves, que hauria de servir tant per augmentar el rendiment esportiu com per compensar i minimitzar dites asimetries i dèficits morfofuncionals que podrien provocar descompensacions osteoarticulars, com les descrites a la literatura³⁷⁻³⁹. Concretament, considerem d'interès centrar la preparació, per evitar majors dèficits bilaterals i possibles lesions, en tres intervencions:

- Potenciar sessions o exercicis específics d'esgrima en què els esgrimidors treballin invertint la seva lateralitat. Amb això s'aconseguirà disminuir els dèficits mitjançant un entrenament que a nivell tàctic i perceptiu oferirà recursos a l'esportista, pel fet de realitzar elements tècnics i adaptacions motores corresponents a l'hemicòs no dominant.
- Mantenir durant tota la temporada entrenaments físics dirigits al reforçament muscular general de l'esportista. Activitats com la natació i gimnàstiques posturals, d'ús habitual en l'alt rendiment; en les etapes de creixement, amb més raó, s'han de programar pràctiques físiques amb aquests objectius.
- No oblidar el desenvolupament de la musculatura antagonista de les accions principals en l'esgrima. Són freqüents les lesions de la musculatura isquiotibial, tot i que hi hagi un bon desenvolupament de la musculatura extensora del genoll, com agonista de l'execució del moviment ofensiu més utilitzat en esgrima: el fons.

Cal destacar l'absència de diferències significatives de la força màxima isomètrica del tren inferior entre gèneres. Tot i que hi ha estudis que documenten l'absència de diferències en la força isocinètica del tren inferior entre gèneres⁴⁰⁻⁴³, aquestes observacions sempre han estat analitzades en poblacions prepuberals i emprant règims de contracció isocinètics concèntrics. El nostre col·lectiu té una franja d'edat i nivell de maduració que ens permet definir-lo com

a peripuberal i postpuberal, condicions que, en principi, justificarien diferències de força a favor dels homes. Un TPT reduït ha estat associat a una bona capacitat de reclutament dels músculs implicats en el moviment^{32,44}, cosa que disminueix els temps per generar elevats valors de força, com succeeix en atletes de potència⁴⁵, i indica un elevat *stiffness* dels components elàstics del múscul i una corba de força-velocitat favorable dels components contràctils⁴⁶. Finalment, l'absència de diferències de TPT entre gèneres suggereix que en aquest col·lectiu existeix un potencial semblant per generar acceleracions i moviments ràpids.

Conclusions

- Les dades del present estudi suggereixen que aquestes diferències bilaterals ja es manifesten en començar l'etapa d'especialització en l'esgrima, com així es desprèn dels treballs de Tsolakis^{21,22,47-49}.
- Davant d'aquests resultats i referències de la literatura específica⁵⁰⁻⁵³ es recomana l'aplicació d'entrenaments específics invertint la lateralitat de l'esgrimidor, mantenir la preparació física general durant la temporada (natació...) i potenciar el treball de la musculatura antagonista de les principals accions tècniques per compensar o minimitzar aquests dèficits potencialment lesius.
- Un estudi longitudinal, controlant els factors de la càrrega, contribuiria a descriure la cinètica de canvis morfofuncionals amb l'edat en l'esgrima, valorant en quin grau i en quin moment les diferències dels hemicòs discriminen estadísticament.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

1. Stewart KJ, Peredo AR, Williams CM. Physiological and morphological factors associated with successful fencing performance. *J Hum Ergol (Tokyo)*. 1977;6:53-60.
2. Marini J. Analyse des assauts d'esgrime: considérations énergétiques. En: Tere EPS, editor. *Evaluation de la valeur physique*. París: INSEP; 1984. p 176-8.
3. Marini J, Fauche S, Revenu D, Cazorla G. L'évaluation des escrimeurs. En: Tere EPS, editor. *Evaluation de la valeur physique*. París: INSEP; 1984. p 173-5.
4. Lavoie JM, Léger L, Marini JF. Comparaisons anthropométriques et physiologiques de deux niveaux d'escrimeurs compétitifs. *La Revue Québécoise de l'Activité Physique*. 1984;3:91-5.
5. Carter J, Aubri D, Sleet D. Somatotypes of Montreal Olympic Athletes. *Medicine and Sport*. 1982;16:25-80.
6. Carter J, Ross W, Aubry S, Hebbelinck M, Borms J. Anthropometry of Montreal Olympic Athletes. En: Carter J, editor. *Physical Structure of Olympic Athletes. Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project*. Basel: Karger; 1982. p 25-52.
7. Sapega AA, Minkoff J, Valsamis M, Nicholas JA. Musculoskeletal performance testing and profiling of elite competitive fencers. *Clin Sports Med*. 1984;3:231-44.
8. Revenu D. Escrime. *EPS Education Physique & Sport*. 1988. p 36-7.

9. Nyström J. Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *Int J Sports Med.* 1990;11:136-9.
10. Iglesias X, Rodríguez F. Perfil funcional del esgrimista de alto rendimiento. *Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte.* 1991;18:37-52.
11. Carter J, Aubry S, Sleet D. Somatotypes of Montreal Olympic Athletes. En: Carter J, editor. *Physical Structure of Olympic Athletes. Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project.* Basel: Karger; 1982. p 53-80.
12. Sosna A. Asymetric svalstva koneetin způsobene treninkem u scrimiru. En: *Musculoskeletal performance testing and profiling of elite competitive fencers.* Clin Sports Med. 1984;1:231-44.
13. Roi G, Mogroni P. Lo spadista modello. *Rivista di Cultura Sportiva.* 1987;6:50-7.
14. Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports Medicine.* 2008;38:465-81.
15. Irurtia A, Marina M, Carrasco M, Busquets A, Iglesias X. Bilateral deficits and morphofunctional asymmetries in youth fencing. En: Iglesias X, editor. *Fencing, Science and Technology.* Barcelona: Generalitat de Catalunya-INEFC; 2008. p 188-91.
16. Irurtia A, Pons V, Iglesias X, Carrasco M. Anthropometric profile and limb asymmetries in Spanish junior elite male and female fencers. En: Iglesias X, editor. *Fencing, Science and Technology.* Barcelona: Generalitat de Catalunya-INEFC; 2008. p 185-7.
17. Mastropaolo J. Analysis of fundamentals of fencing. *Res Q Exerc Sport.* 1959;30:285-91.
18. Iglesias X. Valoració funcional específica en l'esgrima. Barcelona: Universitat de Barcelona, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Barcelona; 1997.
19. Dal Monte A, Faina M. Valutazione funzionale dello schermitore. En: 1.º Seminario di Studio per Docenti I.S.E.F. di Scherma: atti del seminario, Rome, CONI, Scuola dello Sport, 1980. p 61-81.
20. Iglesias X, Cano D. El perfil de l'esgrimista a Catalunya. *Apunts Educació Física i Esports.* 1990;19:45-54.
21. Tsolakis C, Bogdanis G, Vagenas G. Anthropometric profile and limb asymmetries in young male and female fencers. *J Hum Mov Stud.* 2006;50:201-16.
22. Tsolakis C, Bogdanis GC, Vagenas GK, Dessypris AG. Influence of a twelve-month conditioning program on physical growth, serum hormones, and neuromuscular performance of peripubertal male fencers. *J Strength Cond Res.* 2006;20:35-42.
23. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity. *British Children.* 1966; Part I:454-71.
24. Ross W, Marfell-Jones M. Kinanthropometry. En: MacDougall Haw JD, Green HJ, editors. *Londres: Human Kinetics;* 1991. p 223-308.
25. Rolland-Cachera M, Brambilla P, Manzoni P, Akrouit M, Sironi S, Del Maschio A, et al. Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold thickness: a new index validated in children by magnetic resonance imaging. *Am J Clin Nutr.* 1997;65:1709-13.
26. Ridge I. *Manual of Orthopaedic Surgery.* Chicago: American Orthopaedic Association; 1985.
27. Moras G. Amplitud de moviment articular i la seva valoració: el test flexomètric. Barcelona: Universitat de Barcelona, Facultat de Farmàcia; 2002.
28. Cronin J, McNair PJ, Marshall RN. Lunge performance and its determinants. *J Sports Sci.* 2003;21:49-57.
29. Osternig LR. Assessing human performance. L E Brown Isokinetics in human performance. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2000. p 77-96.
30. Perrine JJ, Edgerton VR. Muscle force-velocity and power-velocity relationships under isokinetic loading. *Medicine and Science in Sports.* 1978;10:159-66.
31. Dauty M, Hamon D, Danion H, Maugars Y, Potiron Josse M, Ginot J. Corrélation de la détente verticale avec la souplesse et la force des quadriceps et ischiojambiers. *Science & Sports.* 1999;14:71-6.
32. Narici MV, Hoppeler H, Kayser B, Landoni L, Claassen H, Gavar-di C, et al. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiol Scand.* 1996;157:175-86.
33. Davies GJ, Heiderscheit B, Brinks K. Test Interpretation. L. E. Brown Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2000.
34. Goldberg AL, Etlinger JD, Goldspink DF, Jablecki C. Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Medicine and Science in Sports.* 1975;7:185-98.
35. Asmussen E. Positive and negative muscle work. *Acta Phys Scand.* 1953;28:364-82.
36. Tihany J. Fisiologia e meccanica della forza. *Rivista di Cultura Sportiva.* 1988;13:13-7.
37. Ramez J. L'épaule de l'esgrimier. *Cinésiologie.* 1975;56:59-66.
38. Azémar G. Aspects pathologiques de l'esgrime. *Cinésiologie.* 1969;33:99-104.
39. Azémar G. À propos des affections chroniques imputables à la pratique de l'esgrime: scoliose, non, coxarthrose, peut-être! *Cinésiologie.* 1975;56:74-83.
40. Barber-Westin SSDB, Galloway MMG, Noyes FFRN, Corbett GGC, Walsh CCW. Assessment of lower limb neuromuscular control in prepubescent athletes. *Am J Sports Med.* 2005;33:1853-60.
41. De Ste Croix M, Deighan M, Armstrong N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med.* 2003;33:727-43.
42. De Ste Croix MB, Armstrong N, Welsman JR. Concentric isokinetic leg strength in pre-teen, teenage and adult males and females. *Biology of Sport.* 1999;16:75-86.
43. Sunnegardh J, Bratteby LE, Nordesjo LO, Nordgren B. Isometric and isokinetic muscle strength, anthropometry and physical activity in 8 and 13 year old Swedish children. *Eur J Appl Physiol.* 1988;58:291-7.
44. Dvir Z. *Isokinetics: muscle testing, interpretation and clinical applications.* 2nd ed. Edinburg: Churchill Livingstone; 2003.
45. Komi PV. Factors influencing force and speed production. *Scandinavian Journal of Sports Science.* 1979;1:2-15.
46. Hakkinen K, Komi PV, Tesch PA. Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scandinavian Journal of Sports Science.* 1981;3:50-8.
47. Tsolakis C. Functional leg asymmetries in Greek elite male fencers. En: Iglesias X, editor. *Fencing, Science and Technology.* Barcelona: Generalitat de Catalunya-INEFC; 2008. p 86-7.
48. Tsolakis C. Differences in muscular performance, growth and maturation between children involved in swimming, running, basketball, weight lifting and fencing training. En: Iglesias X, editor. *Fencing, Science and Technology.* Barcelona: Generalitat de Catalunya-INEFC; 2008. p 83-5.
49. Tsolakis C, Vagenas G. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite and sub-elite fencers. *Journal of Human Kinetics.* 2010;23:89-95.
50. Do MC, Yiou E. Do centrally programmed anticipatory postural adjustments in fast stepping affect performance of an associated "touché" movement? *Exp Brain Res.* 1999;129:462-6.
51. Margonato V, Roi GS, Cerizza C. Maximal isometric force and muscle cross-sectional area of the forearm in fencers. *J Sports Sci.* 1994;12:567-72.
52. Marina M. Leg strength in young Catalan fencers. Iglesias X, editor. *Fencing, Science and Technology.* Barcelona: Generalitat de Catalunya-INEFC; 2008. p 118-21.
53. Fort A, Romero D, Costa LL, Bagur C, Lloret M, Montañola A. Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante. *Apunts Med Esport.* 2009;44:74-81.