

# Validesa dels tests dits-planta i dits-sòl per a la valoració de l'extensibilitat isquiosural en piragüistes de categoria infantil

PEDRO ÀNGEL LÓPEZ MIÑARRO<sup>a</sup>, CARMEN FERRAGUT FIOI<sup>b</sup>, FERNANDO ALACID CÁRCELES<sup>b</sup>, JUAN LUIS YUSTE LUCAS<sup>a</sup> i ASCENSIÓN GARCÍA IBARRA<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Murcia. Departamento de Educación Física. Murcia. Espanya.

<sup>b</sup>Universidad Católica San Antonio. Departamento de Ciencias de la Salud, de la Actividad Física y del Deporte. Guadalupe. Murcia. Espanya.

<sup>c</sup>IES Alquipir. Departamento de Educación Física. Cehegín. Murcia. Espanya.

## RESUM

**Introducció i objectius:** La reducció de l'extensibilitat de la musculatura isquiosural és freqüent en la població esportista. Per detectar-ho és important utilitzar tests vàlids i específics. L'objectiu d'aquest estudi és determinar la validesa dels tests de distància dits-planta i dits-sòl per valorar l'extensibilitat isquiosural en piragüistes joves.

**Mètodes:** A un total de 64 piragüistes de categoria infantil (mitjana d'edat:  $13,35 \pm 0,59$  anys) se'ls va valorar, en un ordre aleatori, l'extensibilitat isquiosural mitjançant l'angle de flexió coxofemoral amb el test d'elevació de cama recta (en ambdues cames) i mitjançant la distància aconseguida en els tests de distància dits-planta i dits-sòl.

**Resultats:** Els valors de correlació entre els tests lineals i el test d'elevació de cama recta van ser moderats en nois ( $r = 0,66-0,77$ ) i en noies ( $r = 0,74-0,85$ ). D'acord amb les referències de normalitat, hi havia un percentatge més gran de casos de curtedat isquiosural en utilitzar el test d'elevació de cama recta (63,6%) respecte de la distància aconseguida en els tests lineals (25,0-34,0%), però només en els nois.

**Conclusions:** La validesa de la distància aconseguida en els tests lineals com a mitjà de valoració de l'extensibilitat isquiosural és moderada, tot essent més gran en les noies. No obstant això, quan s'utilitza algun dels tests lineals analitzats com a prova de valoració de l'extensibilitat isquiosural en piragüistes de categoria infantil, es produeix un considerable nombre de falsos negatius en els nois.

**PARAULES CLAU:** Extensibilitat isquiosural. Test de valoració. Validesa. Piragüisme.

## ABSTRACT

**Introduction and objectives:** Decreased hamstring muscle length is frequent in athletes. To measure hamstring muscle length, valid and specific tests are required. The aim of this study was to determine the validity of the sit-and-reach and toe-touch tests as measures of hamstring muscle length in young paddlers.

**Methods:** Sixty-four young paddlers (mean age:  $13.35 \pm 0.59$  years) performed the straight leg raise test (in both legs), the sit-and-reach and the toe-touch tests in a random order. For the straight leg raise, the angle of the straight leg to the horizontal was measured. For the sit-and-reach and toe-touch tests, the maximal distance reached was measured.

**Results:** Correlation values between sit-and-reach and toe-touch scores with respect to the straight leg raise were moderate in both boys ( $r = 0.66-0.77$ ) and girls ( $r = 0.74-0.85$ ). In comparison with the normal reference range, boys showed a greater frequency of decreased hamstring muscle length in the straight leg raise (63.6%) than in the sit-and-reach and toe-touch tests (25.0%-34.0%). No differences were found in girls.

**Conclusions:** The validity of sit-and-reach and toe-touch scores for measuring hamstring muscle length is moderate, although girls showed higher values than boys. However, when sit-and-reach or toe-touch scores were used to measure hamstring muscle length in young canoeists, we found a greater number of false negative results in boys.

**KEY WORDS:** Hamstring muscle length. Fitness testing. Validity. Canoeing and kayaking.

Treball realitzat en el marc d'ajudes a la recerca del Consejo Superior de Deportes, amb el projecte "Influència de factors antropomètrics, somatotip corporal, morfotip raquidi i capacitat física en el rendiment de canoistes i caiaquistes de categoria infantil" (Codi 04/UPR10/06).

Correspondència: Pedro A. López-Miñarro. Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Área de Didáctica de la Expresión Corporal. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. Campus Universitario de Espinardo. 30100 Murcia. Espanya. Correu electrònic: palopez@um.es

## INTRODUCCIÓ

La valoració de l'extensibilitat isquiosural és important en la població esportista, ja que en disminuir produeix una reducció del rang de moviment de flexió coxofemoral amb genoll estès, que pot desencadenar repercussions sobre la pelvis i el raquis quan és acusada<sup>1-3</sup>. Diversos estudis han relacionat la reducció de l'extensibilitat isquiosural amb diverses repercussions sobre el raquis, com ara àlgies lumbars<sup>4-6</sup> i alteracions en el ritme lumbopèlvic<sup>7</sup>, malgrat que en nens i adolescents aquesta relació és dèbil.

Diversos estudis en nedadors, futbolistes i piragüistes han trobat una freqüent disminució d'extensibilitat en la musculatura isquiosural<sup>7-10</sup>. Amb tot, altres estudis duts a terme en gimnastes de rítmica entre 7 i 15 anys<sup>11</sup> i jugadors adults de futbol sala<sup>12</sup> indiquen un alt percentatge de normalitat en el test d'elevació de cama recta.

L'exploració de l'extensibilitat isquiosural és origen de controvèrsia per la diversitat de proves per valorar-la i per l'establiment del límit de normalitat. Hi ha diversos tests per fer-ne la valoració: *a)* els tests angulars, que mesuren específicament la flexió de maluc amb genoll estès (test d'elevació de cama recta), el rang d'extensió de genoll amb el maluc en flexió de 90 graus (test de l'angle popliti), o la disposició angular de la pelvis en el pla sagital, i *b)* els tests lineals, basats en la distància assolida respecte de la tangent de les plantes dels peus, executats asseguts (distància dits-planta) o en bipedestació (distància dits-sòl). Aquests darrers són utilitzats més sovint en l'àmbit escolar i esportiu<sup>13</sup>, perquè són més senzills de fer.

Diversos estudis duts a terme en població no esportista han trobat una correlació moderada entre la distància aconseguida en els tests dits-planta<sup>14-16</sup> i dits-sòl<sup>17</sup> amb el valor angular del test d'elevació de cama recta. Altres estudis han valorat l'extensibilitat isquiosural en població esportista utilitzant tests diferents. Pastor<sup>8</sup> va trobar que els tests lineals no són vàlids en nedadors prepuberals i adolescents, perquè s'hi produeixen un gran nombre de falsos negatius (diagnòstic de normalitat quan hi ha una reduïda extensibilitat isquiosural). Ferrer<sup>18</sup>, després d'analitzar una àmplia mostra de nens i adolescents que practicaven activitats esportives, proposa el test d'elevació de cama recta com el més adequat per valorar l'extensibilitat isquiosural. Martínez<sup>11</sup> va valorar l'extensibilitat isquiosural de gimnastes de rítmica mitjançant tests angulars i lineals, però no dona dades sobre la correlació entre si. L'especificitat de cada esport, quant als gestos tècnics, les posicions corporals, els mètodes d'entrenament i les capacitats físiques relacionades amb el rendiment esportiu poden generar adaptacions musculoesquelèti-

ques que exigeixen una anàlisi específica de cada disciplina esportiva.

No coneixem estudis que hagin valorat l'extensibilitat isquiosural i la validesa dels tests lineals en una població de piragüistes joves d'alt nivell. Els objectius d'aquest estudi van ser: *a)* determinar la validesa dels tests lineals de valoració de l'extensibilitat isquiosural, i *b)* establir l'extensibilitat isquiosural d'un grup de piragüistes de categoria infantil.

## MÈTODES

### Participants

Van participar en l'estudi un total de 66 piragüistes de categoria infantil (mitjana  $\pm$  desviació típica: edat, 13,31  $\pm$  0,58 anys; talla, 166,24  $\pm$  7,63 cm; massa, 56,60  $\pm$  9,39 kg), 44 nois i 22 noies seleccionats per la Real Federación Española de Piragüismo per a la concentració nacional de l'any 2006. Prèviament, els esportistes i els seus tutors van ser informats sobre el procediment de l'estudi i van emplenar el consentiment informat. L'estudi va ser aprovat pel Comitè Ètic i d'Investigació de la Universidad Católica San Antonio de Múrcia.

### Procediments

Els esportistes van fer aleatòriament els tests dits-planta, dits-sòl i elevació de cama recta (amb ambdues cames). Tots els tests es van fer dues vegades i es va utilitzar el valor mitjà per a l'anàlisi estadística. Els esportistes no van fer exercicis d'activació o estirament abans del mesurament, ni durant aquest, i van ser examinats en roba esportiva i descalços. Tots els mesuraments van ser presos en una mateixa sessió de valoració.

Per establir la distància aconseguida en els tests dits-planta i dits-sòl es va utilitzar un calaix Acuflex (altura de 36 cm) amb un regle mil·límetrat adossat que permet establir la distància assolida. El valor 0 cm corresponia a la tangent de les plantes dels peus de l'esportista, i els valors van ser positius quan les falanges distals del carp superaven la tangent, i negatius quan no era així.

### Test dits-planta

L'esportista es va situar assegut, amb els genolls estesos i els peus separats a l'amplada dels seus malucs, amb turmells en 90 graus de flexió. Les plantes dels peus es van col·locar perpendiculars al sòl, en contacte amb el calaix de mesurament i les puntes dels peus mirant cap amunt. En aquesta posició se li va

demanar de fer una flexió màxima del tronc, tot mantenint els genolls i els braços estesos. Els palmells de les mans, l'un damunt de l'altre, van lliscar sobre el calaix, fins a aconseguir la màxima distància possible. Per categoritzar els esportistes segons la distància assolida es van utilitzar les referències de Ferrer<sup>18</sup>, que considera normals valors  $\geq -2$  cm, la curtedat grau I entre  $-3$  i  $-9$  cm i la curtedat grau II en  $\leq -10$  cm.

#### Test dits-sòl

L'esportista es va situar en bipedestació sobre el calaix de mesurament, amb els genolls estesos, els peus separats a l'amplada dels malucs, sense rotació coxofemoral, i les falanges distals en contacte amb el calaix. En aquesta posició se li va demanar de fer una flexió màxima del tronc amb genolls estesos, amb els palmells de les mans l'un sobre l'altre, esteses sobre el regle situat al frontal del calaix, i arribar a la màxima distància possible. Per categoritzar els esportistes segons la distància assolida es van utilitzar les referències de Ferrer<sup>18</sup>, que considera normals els valors  $\geq -4$  cm, la curtedat grau I entre  $-5$  i  $-11$  cm i la curtedat grau II en  $\leq -12$  cm.

#### Test d'elevació de cama recta (ECR)

Amb l'esportista en decúbit supí sobre una llitera, es va fer l'elevació de la cama amb genoll estès d'una manera lenta i progressiva fins que va manifestar dolor o malestar a la zona poplítica i/o es va detectar una basculació pèlvica posterior. Per al mesurament es va utilitzar un inclinòmetre Unilevel (Iso-med, Inc., Portland, Oregon), col·locat en la tuberositat tibial. Les consignes que es van donar als esportistes van ser: "Enlairarem la cama a poc a poc. Has de deixar-la relaxada del tot i has de suportar l'estirada tant com puguis fins que la tensió et provoqui dolor, moment en què has d'avisar-nos, dient Ja!".

El mesurament es va dur a terme en ambdues cames per separat i d'una manera aleatòria. Es va col·locar el Lumbosant o suport lumbar per disminuir la retroversió pèlvica quan els isquiosurals assoleixen una tensió moderada-intensa. Un explorador auxiliar entrenat va mantenir la cama contralateral estesa i en contacte amb la llitera, tot evitant-ne la rotació externa, com també la rotació de la pelvis en el seu eix longitudinal. Un altre explorador es va encarregar de fixar i controlar la basculació sagital de la pelvis. Per categoritzar els subjectes, es van utilitzar les referències aportades per Ferrer<sup>18</sup>, que situa la normalitat en un valor angular  $\geq 75$  graus, la curtedat grau I entre  $74$  i  $61$  graus i la curtedat grau II en  $\leq 60$  graus.

**Taula I**

Valors mitjans ( $\pm$  desviació típica) en els diversos tests de valoració de l'extensibilitat isquiosural

Test	Nois (n = 44)	Noies (n = 22)
Dits-planta (cm)	0,94 $\pm$ 8,42	3,55 $\pm$ 6,76
Dits-sòl (cm)	-1,40 $\pm$ 7,83	2,54 $\pm$ 8,41
ECR dret (graus)	73,11 $\pm$ 8,15	86,86 $\pm$ 12,81*
ECR esquerra (graus)	73,25 $\pm$ 8,34	85,33 $\pm$ 12,06*

ECR: test d'elevació de cama recta. \* p < 0,001 entre noies i nois

**Taula II**

Valors de correlació entre els diversos tests de valoració de l'extensibilitat isquiosural en nois (fina) i en noies (negreta)

	DDP	DDS	ECR esquerra	ECR dreta
DDP	-	0,94*	0,77*	0,73*
DDS	<b>0,93*</b>	-	0,73*	0,66*
ECR esquerra	<b>0,74*</b>	<b>0,78*</b>	-	0,89*
ECR dreta	<b>0,81*</b>	<b>0,85*</b>	<b>0,97*</b>	-

DDP: test de distància dits-planta; DDS: test de distància dits-sòl; ECR: test d'elevació de cama recta. \* p < 0,01.

#### Anàlisi de les dades

A nivell estadístic, es va calcular la mitjana i la desviació típica per a cada variable. Per comparar els valors angulars del test d'elevació de cama recta entre ambdues cames, es va utilitzar la prova t d'Student per a mostres dependents. Per comparar els valors mitjans dels diversos tests entre nois i noies, es va fer una prova t de Student per a mostres independents. Per determinar els valors de correlació entre les diverses proves de valoració isquiosural es va utilitzar el test de Pearson. Per determinar si hi ha diferències en la freqüència de casos en cada categoria d'extensibilitat isquiosural es va utilitzar el test  $\chi^2$ . Les dades van ser analitzades amb SPSS 14.0 i el nivell de significació va ser de p < 0,05.

#### RESULTATS

Els valors mitjans de cada test es presenten en la taula I. Les noies tenen valors d'extensibilitat superiors als nois, especialment en el valor angular del test ECR, i no es troben diferen-

**Taula III** Distribució dels esportistes en funció de les referències de normalitat en els tests lineals i en el test d'elevació de cama recta

Referències de normalitat	Nois				Noies			
	DDP	DDS	ECRd	ECRe	DDP	DDS	ECRd	ECRe
Normal	33	29	16	16	17	16	17	16
Curtejat grau I	5	9	26	26	5	6	5	6
Curtejat grau II	6	6	2	2	0	0	0	0

DDP: test de distància dits-planta; DDS: test de distància dits-sòl; ECRd: test d'elevació de cama recta, dreta; ECRe: test d'elevació de cama recta, esquerra.

cies significatives entre els valors angulars del test ECR esquerre i dret en ambdós sexes.

Els valors de correlació entre els tests lineals i el test ECR dret i esquerre són moderats en ambdós sexes, si bé els valors en les noies són lleument més grans. La correlació entre els valors de l'ECR esquerra i dreta va ser alta, especialment en les noies (taula II).

En la taula III es presenta la distribució dels esportistes d'acord amb les referències de normalitat. En els nois hi ha diferències en la distribució de cada categoria d'extensibilitat isquiosural entre el test d'elevació de cama recta i els tests lineals ( $\chi^2 = 18,59$ ;  $p < 0,001$ ). Un total de 27 nois van presentar en el test ECR un valor angular inferior a 75 graus (curtejat isquiosural). Entre aquests, en valorar l'extensibilitat isquiosural mitjançant la distància assolida en els tests lineals, 16 i 12 van aconseguir valors de normalitat en els tests dits-planta i dits-sòl, respectivament. En les noies no hi ha diferències en la distribució de casos en funció de les referències de normalitat ( $\chi^2 = 3,85$ ;  $p > 0,05$ ). A més, només un cas de les 5 que tenien un valor en el test ECR que correspongués a algun grau de curtejat, presentava un valor normal en alguns dels tests lineals.

## Discussió

L'objectiu principal d'aquest estudi era determinar la validesa dels tests lineals de valoració isquiosural en una població de piragüistes joves. Els valors de correlació trobats són moderats per a nois i noies, si bé en aquestes els valors són més alts. En població no esportista, els valors oscil·len entre  $r = 0,53-0,78$  en el test dits-planta<sup>14-16</sup> i  $r = 0,85$  en el test dits-sòl<sup>17</sup>. Ferrer<sup>18</sup> va trobar, en una mostra d'esportistes d'ambdós sexes, valors de correlació molt alts entre els tests lineals i el test ECR ( $r = 0,88-0,91$ ). Però Pastor<sup>8</sup>, en una mostra de nedadors de categoria promesa, va trobar una correlació de  $r = 0,66$  entre els

tests ECR i de distància dits-planta, tot i que aquest valor aglutina ambdós sexes, sense diferenciar entre aquests.

Si es pren la decisió d'utilitzar un test lineal, l'elecció d'un o un altre ha d'estar basada en la funcionalitat i validesa. En els nois vam trobar que el test dits-sòl presenta un valor de correlació més gran que el test dits-planta, mentre que en les noies s'esdevé el contrari. Si utilitzem la distància assolida en els tests lineals com a criteri d'extensibilitat isquiosural, hi ha un percentatge més gran de normalitat respecte dels valors obtinguts en el test ECR, però només en els nois. És destacable que en utilitzar els tests lineals com a criteri d'extensibilitat isquiosural, hi ha un percentatge més gran de casos amb curtejat de grau II. El percentatge més gran de normalitat trobat en els tests lineals s'explica per la marcada flexió lumbar que presenten en moviments de flexió màxima del tronc, que els permet assolir una distància més gran davant d'un mateix grau d'extensibilitat isquiosural<sup>10</sup>. Amb tot, en les noies piragüistes s'observa una distribució homogènia d'acord amb les referències de normalitat, es considerin els resultats dels tests lineals o bé del test ECR. Aquest fet, juntament amb una correlació més gran entre els tests lineals i el test ECR, denoten més validesa i funcionalitat dels tests lineals en les noies, ja que hi haurà molt pocs casos de falsos negatius. De fet, només varem detectar-ne un cas. En canvi, en els nois els falsos negatius són molt freqüents si utilitzem com a criteri d'extensibilitat isquiosural la distància assolida en qualsevol dels dos tests lineals valorats (entre 12 i 16 casos, segons el test utilitzat).

Pastor<sup>8</sup> va trobar que en nedadors d'elit no són vàlids els tests lineals per la marcada hipercifosi toràcica que presenten en màxima flexió del tronc. Aquest fet incrementa el nombre de falsos negatius, per la qual cosa recomana de fer la valoració de l'extensibilitat isquiosural per mitjà de tests angulars. Entre aquests, el test d'elevació de cama recta sembla la maniobra d'exploració clínica més adequada<sup>3,18,19</sup>. Per classificar els es-

portistes en funció d'aquest test, hem utilitzat les referències de Ferrer<sup>18</sup>, perquè han estat utilitzades en estudis realitzats en població esportista d'una edat semblant a la nostra mostra de piragüistes<sup>3,8,18</sup>.

En coincidència amb nombrosos estudis, les noies presenten valors més alts en el test ECR i en la distància assolida en els tests lineals<sup>6,8,18,20,21</sup>. L'extensibilitat isquiosural té influència sobre la disposició angular del raquis lumbar i toràcic en la posició de màxima flexió del tronc. Gajdosik et al<sup>22</sup> van trobar que les persones amb una extensibilitat isquiosural més reduïda presentaven més cifosi toràcica i menys flexió lumbar que aquelles amb més extensibilitat. Miñarro et al<sup>23</sup> van trobar que hi ha diferències en la disposició del raquis toràcic en funció del sexe, atès que els nois presentaven una cifosi toràcica significativament més gran en els tests distància dits-planta i distància dits-sòl, respecte de les noies. Aquestes diferències es justifiquen per una extensibilitat isquiosural més gran d'aquestes.

És significatiu que en valorar l'extensibilitat isquiosural mitjançant el test ECR trobem un importantíssim percentatge de nois piragüistes amb curtedat (63,3% en ambdues cames), prenent en consideració que es tracta dels millors piragüistes de la seva categoria en l'àmbit estatal. En les noies, hi ha un menor percentatge de casos amb curtedat isquiosural d'acord amb el mateix test (22,7% per a la cama dreta i 27,2% per a la cama esquerra). Singles estudis en jugadors de futbol d'11<sup>9</sup> i de futbol sala<sup>12</sup> van trobar una baixa freqüència de disminució de l'extensibilitat isquiosural avaluada mitjançant el test ECR. Helsing<sup>24</sup>, en una població de 600 nois joves, va trobar un 43% de curtedat per a la cama dreta i un 35% per a l'esquerra, prenent com a límit de curtedat en el test ECR un valor angular de 80 graus. Kutsuna i Watanabe<sup>25</sup>, en una població de 822 adults homes, van trobar un 10,3% amb un valor en el test ECR menor de 70 graus. Ferrer<sup>18</sup>, després d'avaluar una àmplia població d'esportistes adolescents, va detectar entorn d'un

25% de casos amb curtedat isquiosural i va trobar una clara relació entre la disminució d'extensibilitat isquiosural i determinades repercussions raquídies. De fet, en un estudi amb una mostra de 27 esportistes amb marcada reducció de l'extensibilitat isquiosural (grau II), Santonja et al<sup>2</sup> van trobar una alta freqüència de falcaments vertebrals anteriors i inversions dels espais discals T12-L1, L1-L2 i L2-L3. Per aquestes raons, cal que els piragüistes facin un entrenament específic i sistemàtic d'extensibilitat isquiosural mitjançant exercicis realitzats amb una disposició correcta del raquis.

Com que el test ECR és una prova angular que es fa unilateralment, la valoració pot oferir dades diferents per a cada cama. Tanmateix, en el nostre estudi no varem trobar diferències significatives entre els valors d'ambdues cames. A més a més, els alts valors de correlació entre ECR dreta i esquerra indiquen que la disminució d'extensibilitat unilateral és poc freqüent, tot coincidint amb Ferrer<sup>18</sup>, Pastor<sup>8</sup> i García et al<sup>10</sup>.

Seria convenient fer estudis en grups de piragüistes d'altres edats, per valorar l'efecte del procés de creixement en els valors d'extensibilitat isquiosural. Buttel et al<sup>26</sup>, en un estudi en nens i adolescents de 9 a 14 anys d'edat van trobar una clara correlació entre l'extensibilitat isquiosural, l'edat i el sexe dels subjectes, tot presentant-se els problemes més grans per la disminució de l'extensibilitat en el període puberal, moment en què es troben molts piragüistes de la nostra mostra. Ara bé, cal dir que no s'ha fet cap prova per determinar el seu estat de maduració d'una manera objectiva.

En conclusió, hi ha una alta freqüència de casos amb una extensibilitat isquiosural reduïda en la població de piragüistes de categoria infantil, especialment en els nois. Si s'utilitza la distància assolida en els tests dits-planta o dits-sòl, es produeix un augment important dels falsos negatius en els nois. Però en les noies no hi ha diferències significatives en la valoració, ja s'utilitzi el test d'elevació de cama recta o bé alguns dels tests lineals dits-planta o dits-sòl.

## Bibliografia

1. Santonja F, Martínez I. Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En: Santonja F, Martínez I, editores. Valoración médico-deportiva del escolar. Murcia: Universidad de Murcia; 1992. p. 245-58.
2. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración radiográfica ante la cortedad isquiosural. Selección. 1995;4:137-45.
3. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. Selección. 1995;4:81-91.
4. Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. Spine. 1984;9:106-19.
5. Reis J, Flegel M, Kennedy C. An assessment of lower back pain in young adults: implications for college health education. J Am Coll Health. 1996;44:289-92.
6. Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K. Low-back pain and straight leg raise in children and adolescents. Spine. 1989;14:526-8.
7. Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. Spine. 1996;21:71-8.
8. Pastor A. Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles [tesi doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2000.
9. Sáinz de Baranda P, Ferrer V, Santonja F, Rodríguez PL, Andújar P. Morfotipo del futbolista profesional. Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad. Murcia: 2001.
10. García A, López-Miñarro PA, Alacid F, Ferragut C, Yuste JL. Comparación de la extensibilidad isquiosural y la flexión del raquis lumbar entre canoístas y kayakistas de categoría infantil. Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte. Pontevedra: 2007.
11. Martínez P. Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva [tesi doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2004.
12. López-Miñarro PA, Sánchez J, Yuste JL, Sáinz P. Valoración de la extensibilidad isquiosural y morfotipo raquídeo en jugadores de fútbol sala. Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte. Pontevedra: 2007.
13. Santonja F, Rodríguez PL. Repercusiones posturales con los estimamientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. APUNTS Educación Física y Deportes. 2001;65:64-71.
14. Simoneau GG. The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. J Strength Cond Res. 1998;12:232-7.
15. Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in women university students. Br J Sports Med. 2003;37:59-61.
16. Liemohn W, Sharpe GL, Wasserman JF. Criterion related validity of the sit-and-reach test. J Strength Cond Res. 1994;8:91-4.
17. Kippers V, Parker AW. Toe-touch test – A measure of its validity. Phys Ther. 1987;67:1680-4.
18. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar [tesi doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 1998.
19. Hyytiäinen K, Salminen JJ, Suvitie T, Wickström G, Pentty J. Reproducibility of nine test to measure spinal mobility and trunk muscle strength. Scand J Rehabil Med. 1991;23:3-10.
20. Cornbleet SL, Woolsey N. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. Phys Ther. 1996;76:850-5.
21. Kuo L, Chung W, Bates E, Stephen J. The hamstring index. J Pediatr Orthop. 1997;17:78-88.
22. Gajdosik RL, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;20:213-9.
23. Miñarro PA, Andújar PS, Garcia PL, Toro EO. A comparison of the spine posture across several sit-and-reach test protocols. J Sci Med Sport. 2007;10:456-62.
24. Helling AL. Tightness of hamstring and psoas major muscles. A prospective study of back pain in young men during their military service. Ups J Med Sci. 1988;93:267-76.
25. Kutsuna T, Watanabe H. Contractures of the quadriceps and hamstring muscles in healthy male adult. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi. 1981;55:237-42.
26. Buttel J, Klein A, Plas F. Étude de l'extensibilité des muscles ischio-jambiers sur 107 enfants de 9 à 14 ans scolarisés. Ann Kinesither. 1980;7:205-8.