

Comparació entre diferents tests lineals de mesurament de l'extensibilitat *isquiosural*

Comparison between Sit-and-Reach Tests for Measuring Hamstring Muscle Extensibility

PEDRO ÀNGEL LÓPEZ-MIÑARRO

Facultat d'Educació
Universidad de Murcia

ASCENSIÓN GARCÍA IBARRA

Facultat d'Educació
Universidad de Murcia

PEDRO LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA

Facultat de l'Esport
Universidad de Murcia

Autor per a la correspondència

Pedro Ángel López-Miñarro
palopez@um.es

Resum

Els objectius de l'estudi van ser comparar la distància assolida entre alguns tests lineals i la seva validesa de criteri com a mesura d'extensibilitat *isquiosural*. Mètodes. Cent trenta homes (mitjana d'edat: $22,9 \pm 3,2$ anys) i 110 dones ($23,2 \pm 4,5$ anys) van realitzar de forma aleatòria el test d'elevació de cama recta amb totes dues cames, igual com els tests lineals *back-saver sit-and-reach* esquerre i dret, *sit-and-reach* modificat (MSR), *sit-and-reach* (SR), *toe-touch* (TT) i V *sit-and-reach*. La distància assolida va ser registrada mitjançant una caixa de mesurament en assolir la màxima flexió del tronc amb genolls estesos. Resultats. La distància assolida en els tests lineals presenta diferències significatives ($p < 0,001$) entre la majoria dels tests en els homes, mentre que en les dones els valors són més homogenis. Els valors de correlació entre la distància assolida i el test d'elevació de cama recta van ser moderats-baixos en homes ($r = 0,41-0,62$) i moderats en dones ($r = 0,62-0,75$). El TT va presentar els valors de correlació més elevats, mentre que el MSR va mostrar els valors més reduïts. Conclusions. El protocol d'execució dels tests lineals influeix en la distància assolida, sobretot en homes. El TT i el SR són els tests lineals més recomanables perquè obtenen major validesa com a criteri per a la valoració de l'extensibilitat *isquiosural*.

Paraules clau

Extensibilitat *isquiosural*; Proves de valoració; *Sit-and-reach*; Validesa.

Abstract

Comparison between Sit-and-Reach Tests for Measuring Hamstring Muscle Extensibility

The targets of this study were to compare the score and hamstring criterion-related validity among different sit and reach tests. Methods. A hundred and thirty males (mean age: 22.9 ± 3.2 years) and 110 females (mean age: 23.2 ± 4.5 years) were asked to perform the back-saver sit-and-reach (left and right leg), modified sit-and-reach (MSR), sit-and-reach (SR), toe-touch (TT), V sit-and-reach and straight leg raise (left and right leg) tests in a randomized order. The score was measured with a sit-and-reach box when subjects reached forward as far as possible without bending the knees. Results. Significant differences were found on score among several tests in males ($p < 0.001$). The females showed more homogenous values. For all SR test, hamstring criterion-related validity was low to moderate in males ($r = 0.41-0.62$) and moderate in females ($r = 0.62-0.75$). The TT yielded the highest r-values with hamstring criterion. The MSR presented the lowest correlation values. Conclusions. Administration procedures of sit-and-reach test influence the score in males. The TT and SR are better test than the other protocols because they show greater criterion-related validity as measures of hamstring muscle extensibility.

Key words

Hamstring extensibility; Fitness testing; Sit-and-reach; Validity.

Introducció

L'extensibilitat *isquiosural* és un important component de la condició física saludable i és un factor implicat en la salut del raquis. La disminució de l'extensibilitat *isquiosural* s'ha relacionat amb lesions musculars (Cabry i Shiple, 2000), alteracions en el ritme lumbo-pelvià (Esola, McClure, Fitzgerald i Siegler, 1996) i diverses repercussions raquídies, com ara àlgies lumbar (Biering-Sorensen, 1984), hèrnies discals (Harvey i Tanner, 1991), espondilòlisis i espondilolistesis (Standaert i Herring, 2000).

Hi ha diferents tests per a la valoració de l'extensibilitat *isquiosural*. D'una banda, els tests angulars, com ara el test d'elevació cama recta, el test de l'angle popliti i els tests que valoren la posició de la pelvis i la porció caudal del raquis lumbar en posició de màxima flexió del tronc. D'altra banda, els tests lineals, basats en la distància assolida amb les falanges distals del carp respecte a la tangent de les plantes dels peus en realitzar un moviment de flexió màxima del tronc amb genolls estesos. Aquests últims suposen una mesura indirecta de l'extensibilitat *isquiosural*, atès que la distància assolida és el resultat de diversos factors, com ara l'amplitud de moviment de flexió anterior de la pelvis, la disposició angular del raquis toràcic i lumbar, igual com la relació de paràmetres antropomètrics i l'antepulsió escapulohumeral (Grenier, Russell i McGill, 2003).

Entre els tests lineals, el *sit-and-reach* i el *toe-touch*, que s'executen bilateralment en sedestació i bipedestació, respectivament, són els utilitzats més sovint per avaluar l'extensibilitat *isquiosural* (Hui i Yuen, 2000). No obstant això, hi ha d'altres tests que han estat analitzats i inclosos en diferents bateries i proves de valoració de la condició física, com ara el test *back-saver sit-and-reach*, el test *sit-and-reach* modificat i el test *V sit-and-reach*. El test *back-saver sit-and-reach* s'executa en sedestació amb una cama flexionada i una altra estesa, amb els objectius de valorar unilateralment cada membre inferior (Liemohn, Sharpe i Wasserman, 1994a) i disposar el raquis lumbar i la pelvis en una posició més segura. El *V sit-and-reach* s'executa en sedestació, amb una separació entre tots dos peus de 30 cm en el pla frontal i sense caixa de mesurament, perquè el regle es col·loca a terra entre les dues cames. Finalment, el test *sit-and-reach* modificat, dissenyat per controlar les dismetries de paràmetres antropomè-

trics, s'executa en sedestació, si bé cal realitzar dos mesuraments per obtenir el resultat final.

Diversos estudis han avaluat i comparat aquests tests, i han trobat una correlació moderada entre la mesura aportada pel test d'elevació de cama recta i la distància en centímetres assolida en els tests lineals (Baltaci, Un, Tunay, Besler i Gerçeker, 2003; Chung i Yuen, 1999; Hui, Morrow i Jackson, 1999; Hoeger i Hopkins, 1992; Hui i Yuen, 2000; Lemmink, Kemper, De Greef, Rispens i Stevens, 2003; Liemohn *et al.*, 1994a; Liemohn, Sharpe i Wasserman, 1994b; Minkler i Patterson, 1994; Patterson, Wiksten, Ray, Flanders i Sanphy, 1996; Perret, Poiraudreau, Fermanian, Colau, Benhamou i Revel, 2001 i Tully i Stillman, 1997). L'ús d'aquests tests es basa en la seva senzillesa, l'ús d'un material senzill i la fiabilitat de les seves mesures, amb valors en el coeficient de correlació intraclasse iguals o superiors a 0,93 (Hui i Yuen, 2000). Tanmateix, com que hi ha diferències en la posició inicial entre els tests lineals, i aquestes generen actituds toràciques diferents en la posició de màxima flexió del tronc (López-Miñarro, Sáinz de Baranda, Rodríguez-García, i Yuste, 2008 i Miñarro, Andujar, García i Toro, 2007) és possible que per a un mateix subjecte hi hagi diferències en la distància assolida entre els diversos tests lineals.

Com que el protocol d'execució dels diferents tests lineals podria modificar la distància assolida en els tests lineals, i això influiria en la correlació amb el test d'elevació de cama recta, els objectius d'aquest estudi van ser comparar la distància assolida entre els tests *sit-and-reach*, *V sit-and-reach*, *back-saver sit-and-reach*, *toe-touch* i *sit-and-reach* modificat, i també determinar la validesa de criteri de la distància assolida en cada test com a criteri d'extensibilitat *isquiosural*.

Material i mètodes

Participants

Un total de 240 estudiants universitaris voluntaris (130 homes i 110 dones) van participar en l'estudi. A la *taula 1* es presenten les característiques de la mostra. Els criteris d'inclusió van ser: no presentar limitacions musculoesquelètiques, dolor raquídi o coxo-femoral que pogués limitar l'execució dels tests, que

	Edat (anys)	Massa (kg)	Altura (cm)
Homes	22,9 ± 3,2	75,3 ± 9,4	176,7 ± 6,2
Dones	23,2 ± 4,5	59,9 ± 8,3	164,3 ± 5,8

Taula 1

Característiques dels subjectes (mitjana ± desviació típica)

haguessin passat més de tres hores des de qualsevol descans en una posició de decúbit, no haver realitzat cap activitat física en les últimes 24 hores i no patir dolor muscular d'aparició tardana en el moment de la valoració.

Procediment

Els subjectes van ser informats sobre el procediment de l'estudi prèviament a la valoració i van omplir un consentiment informat. L'estudi va ser aprovat pel Comitè Ètic i d'Investigació de la Universitat Catòlica San Antonio de Múrcia. Els subjectes van ser examinats en roba interior i descalços. Totes les mesures van ser preses durant la mateixa sessió de valoració i sota la mateixa temperatura ambient (25° C). Els subjectes no van realitzar exercicis d'activació o estiraments, ni abans ni durant el mesurament. Els tests van ser administrats per dos avaluadors entrenats en el mesurament de la columna vertebral.

Els subjectes van realitzar en un ordre aleatori el test d'elevació de cama recta a totes dues cames, igual com els tests lineals *back-saver sit-and-reach* (BS) dret i esquerre, *sit-and-reach* modificat (MSR), *sit-and-reach* (SR), *toe-touch* (TT) i *V sit-and-reach* (VSR). Cada test es va realitzar en dues ocasions, i es va utilitzar la mitjana per a l'anàlisi estadística. Entre cada mesurament hi va haver un període de 5 minuts de descans.

Mesures

Test d'Elevació de la Cama Recta (EPR)

Amb l'individu en decúbit supí a la llitera, amb un Lumbosant (suport lumbar rígid que dificulta la retroversió de la pelvis i fixa la lordosi lumbar en una posició anatòmica) col·locat sota el raquis lumbar i la pelvis, es va procedir a l'elevació de la cama amb el genoll es-

tès de forma lenta i progressiva fins que el subjecte va manifestar dolor o malestar i/o es va detectar una retroversió de la pelvis. Per determinar l'angle de flexió coxofemoral es va col·locar un inclinòmetre Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR) en la tuberositat tibial, i es va col·locar a zero graus en la posició inicial, tot establint els graus de flexió coxofemoral en finalitzar la prova. Les consignes que es van aportar als subjectes van ser: "Ara elevarem la cama a poc a poc. Has de deixar-la totalment relaxada i has de suportar l'estirament tant com puguis fins que la tensió et provoqui dolor, moment en què ens has d'avisar, dient Ja!" El mesurament es va realitzar a totes dues cames separatament i de forma aleatòria. Un avaluador ajudant va mantenir la cama contralateral estesa i en contacte amb la llitera, tot evitant la rotació externa, i també la rotació de la pelvis en el seu eix longitudinal. Un altre avaluador es va encarregar de fixar i controlar la basculació de la pelvis.

Tests lineals

Per establir la distància assolida en els tests lineals es va utilitzar una caixa de mesurament (ACUFLEX I Flexibility tester) de 32 cm d'altura, amb un regle mil·limetrat adossat que permetia establir la distància assolida pels subjectes. En el VSR només es va utilitzar el regle mil·limetrat. En tots els tests lineals la distància es va mesurar en centímetres. El valor 0 cm va correspondre a la tangent de les plantes dels peus del subjecte; els valors van ser positius quan les fal·langes distals del carp superaven la tangent, i negatius quan no l'assolien.

A tots els subjectes se'ls van donar les instruccions verbals següents: "Amb una mà damunt de l'altra, els palmells de les mans cap a baix, amb els dits i els colzes estirats, i tot mantenint sempre el/s genoll/s estirat/s, flexiona lentament el tronc tant com puguis, empenyent el regle amb les puntes dels dits de les mans fins a assolir la màxima distància possible, i mantingues la posició durant 3 segons". La disposició del turmell en tots els tests lineals realitzats amb la caixa de mesurament (BS, MSR, SR i TT) i sense (VSR) va ser estandarditzada en 90° de flexió.

Test *sit-and-reach*

El subjecte es va situar en sedestació, amb els genolls estesos i els peus separats a l'amplada dels malucs. Les plantes dels peus es van col·locar perpendiculars a terra, en contacte amb la caixa de mesurament i les puntes dels peus dirigides cap a dalt (*figura 1*).

Test toe-touch

En bipedestació sobre la caixa de mesurament amb els genolls estesos, els peus separats a l'amplada dels malucs i les falanges distals dels peus en contacte amb la caixa, sense rotació coxofemoral (*figura 2*).

Test back-saver sit-and-reach

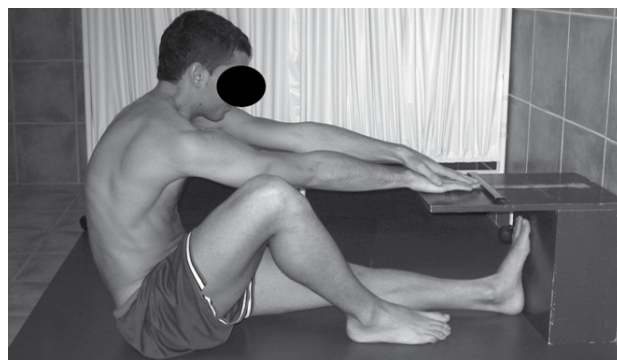
El test es va dur a terme com descriu el manual Prudential FITNESSGRAM (Cooper Institute for Aerobics Research, 1994). El subjecte es va situar en sedestació, amb un genoll estès i l'altre amb una flexió de maluc i genoll de 45° i 90°, respectivament (*figura 3*). La planta del peu de la cama avaluada es va col·locar perpendicular a terra i en contacte amb la caixa de mesurament. Durant el moviment de flexió del tronc el subjecte podia adoptar una lleugera abducció coxofemoral de la cama no avaluada si aquesta el molestava. El mesurament es va realitzar a les dues cames separatament de forma aleatòria.

Test V sit-and-reach

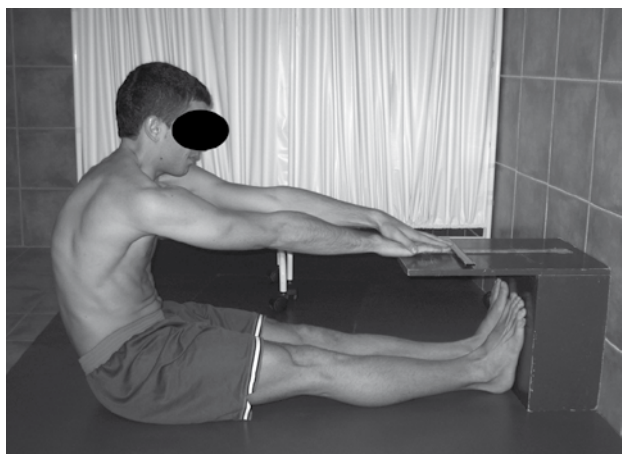
El subjecte es va situar en sedestació, amb els genolls estesos i els peus separats 30 cm en el pla frontal. Els turmells es van col·locar, de forma passiva, en flexió de 90° (plantes perpendiculars a terra) i les falanges distals dels peus dirigides cap amunt tot evitant una rotació externa coxofemoral. El regle de mesurament es va situar a terra, entre les cames del subjecte (*figura 4*). Els palmells de les mans havien de lliscar per terra, empenyent el regle de mesurament, fins a assolir la màxima distància possible.



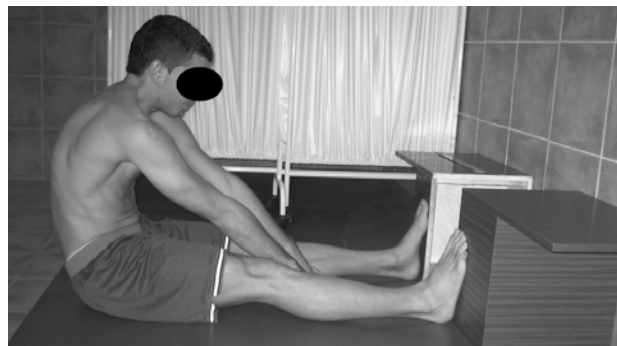
▲
Figura 2
Execució del test toe-touch



▲
Figura 3
Execució del test back-saver sit-and-reach esquerre



▲
Figura 1
Execució del test sit-and-reach



▲
Figura 4
Execució del test V sit-and-reach

**Figura 5**

Posició inicial del test sit-and-reach modificat

Test sit-and-reach modificat

El subjecte es va situar en sedestació a terra, i recolzant en la mesura possible l'esquena i els glutis en una paret, tot mantenint els genolls estesos, els peus separats a l'amplada dels malucs i els turmells en contacte amb la caixa de mesurament. En aquesta posició, sense separar els omòplats i els glutis de la paret, el subjecte estirava els braços tot col·locant les mans sobre la caixa de mesurament i realitzava una antepulsió escapulohumeral, i establia la distància inicial que podia assolir mantenint el contacte amb la paret (figura 5). A continuació, el subjecte realitzava una flexió màxima del tronc intentant d'assolir la major distància possible, i mantenint genolls i braços estesos; així obtenia la distància assolida en màxima flexió. El valor d'abast del test va ser la diferència entre la distància final menys la distància inicial.

Anàlisi estadística

La fiabilitat dels dos mesuraments realitzats de cada test lineal va ser determinada mitjançant el coeficient de correlació intraclasse (ICC). Una anàlisi de variància (ANOVA) de dos factors (gènere i test) amb mesures repetides en el segon factor va ser realitzada per establir les diferències en la distància assolida en els tests. La significació de l'anàlisi multivariada de mesures repetides va ser confirmada mitjançant els tests Traça de Pillai, Lambda de Wilk, traça d'Hotelling i arrel major de Ro, els quals van donar resultats similars. L'esfericitat va ser analitzada mitjançant la prova de Mauchly. La correcció de Greenhouse-Geisser va

ser aplicada si l'esfericitat no era assumida. Si es trobaven diferències significatives en la distància assolida entre els tests lineals es va realitzar una comparació per parells utilitzant la correcció de Bonferroni per a comparacions múltiples, tot ajustant el criteri de significació a un valor de 0,008 (0,05 dividit per 6). Per establir les correlacions entre els valors de la distància assolida i l'angle de flexió coxofemoral en el test d'elevació de cama recta es va utilitzar el test de Pearson. Un valor de $p < 0,05$ va ser establert per determinar la significació estadística. L'anàlisi estadística va ser realitzada mitjançant el *programari SPSS* (versió 12.0; SPSS Inc., IL).

Resultats

Els valors de l'ICC van ser alts en tots els tests avaluats, amb valors entre 0,95 i 0,98. L'anàlisi de variància de mesures repetides va revelar diferències significatives en la distància assolida entre els tests lineals ($p < 0,001$). La interacció entre els tests realitzats i el gènere també va mostrar diferències significatives ($p < 0,001$). La distància assolida en cada un dels tests pels homes i les dones es presenta a la figura 6. Les dones van assolir major distància que no pas els homes en tots els tests.

A la taula 2 es presenta la comparació per parells per a la distància assolida entre els diferents tests segons el gènere. En els homes hi ha un major nombre de comparacions per parells que mostren diferències significatives.

Els valors angulars del test d'elevació de cama recta per a la cama esquerra van ser de $72,2^\circ \pm 9,3^\circ$ per als homes i $88,3^\circ \pm 14,2^\circ$ per a les dones ($p < 0,001$). A la cama dreta aquests valors van ser $72,1^\circ \pm 8,8^\circ$ en els homes i $88,0^\circ \pm 14,2^\circ$ en les dones ($p < 0,001$). No hi va haver diferències significatives entre l'EPR esquerra i el dret en els dos gèneres.

A la taula 3 es presenten els valors de correlació entre els diferents tests lineals analitzats, igual com respecte al test d'elevació de cama recta en ambdues extremitats. La majoria dels tests lineals presenten valors de correlació moderats amb el test d'elevació de cama recta; les dones són les que obtenen valors de correlació més elevats. El TT mostra els valors de correlació més elevats respecte a l'EPR en ambdós gèneres ($r = 0,57-0,72$), mentre que el MSR mostra els valors més reduïts ($r = 0,41-0,63$).

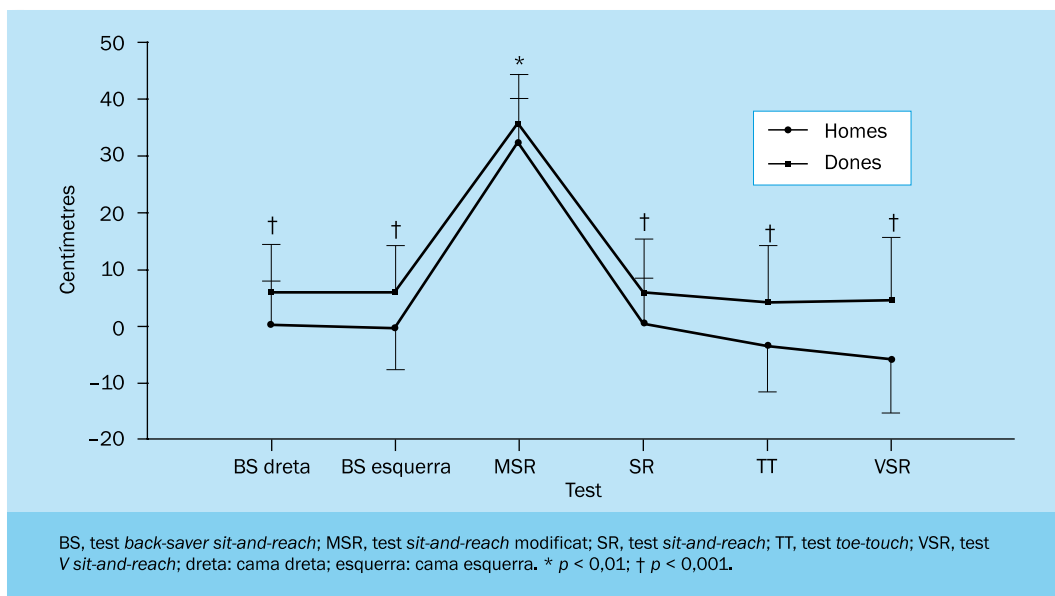


Figura 6
Mitjana i desviació típica (els valors negatius/positius s'associen a mitjanes negatives/positives, respectivament) en la distància assolida en els diferents test lineals per gèneres

Test	Homes (n=130)					Dones (n=110)				
	TT	VSR	BS dreta	BS esquerra	MSR	TT	VSR	BS dreta	BS esquerra	MSR
Distància assolida	SR	†	†	NS	NS	†	NS	NS	NS	†
	TT	-	†	†	†	-	NS	NS	NS	†
	VSR		-	†	†	†	-	NS	NS	†
	BS dreta			-	NS	†		-	NS	†
	BS esquerra				-	†			-	†

BS, test back-saver sit-and-reach; MSR, test sit-and-reach modificat; SR, test sit-and-reach; TT, test toe-touch; VSR, test V sit-and-reach; NS: no significatiu; * $p < 0,05$; † $p < 0,001$.

Taula 2

Significació estadística (p valor) en la comparació per parells entre els diferents tests lineals analitzats

Test	SR	TT	VSR	BS dreta	BS esquerra	MSR	EPR dreta	EPR esquerra
Distància assolida	SR	-	0,93†	0,86†	0,90†	0,90†	0,59†	0,56†
	TT	0,96†	-	0,86†	0,88†	0,87†	0,62†	0,57†
	VSR	0,85†	0,88†	-	0,82†	0,82†	0,67†	0,53†
	BS dreta	0,89†	0,87†	0,79†	-	0,94†	0,79†	0,49†
	BS esquerra	0,89†	0,87†	0,80†	0,93†	-	0,78†	0,51†
	MSR	0,84†	0,80†	0,71†	0,85†	0,81†	-	0,45†
	EPR dreta	0,74†	0,75†	0,65†	0,68†	0,71†	0,63†	-
	EPR esquerra	0,72†	0,72†	0,63†	0,63†	0,68†	0,62†	0,94†

BS, test back-saver sit-and-reach; EPR: test d'elevació de cama recta; SR, test sit-and-reach; TT, test toe-touch; MSR, test sit-and-reach modificat; VSR, test V sit-and-reach; dreta, cama dreta; esquerra, cama esquerra; † $p < 0,001$.

Taula 3

Valors de correlació entre els diferents test lineals analitzats i el test d'elevació de cama recta en homes (nre.=130) i dones (nre.=110) (valors en **negreta**)

Discussió

L'objectiu principal de l'estudi va ser determinar les diferències en la distància assolida d'alguns tests lineals utilitzats sovint per valorar l'extensibilitat *isquiosural*. Per determinar la validesa de criteri de la distància assolida en els tests lineals, hem utilitzat l'EPR com a criteri d'extensibilitat *isquiosural* perquè la majoria d'estudis previs que analitzen la validesa de la distància assolida en un test lineal han utilitzat aquest test. A més a més, diverses investigacions avalen que l'EPR és el test més aconsellable per a la determinació de l'extensibilitat *isquiosural* (Biering-Sorensen, 1984; Ferrer, 1998 i Hyytiäinen, Salminen, Suvitie, Wickström i Pentty, 1991).

Els resultats d'aquest estudi mostren que hi ha diferències significatives entre la majoria dels tests en els homes, mentre que en les dones hi ha diferències només entre el SR i el TT. En tots dos gèneres, el test TT presenta els valors de correlació més elevats amb l'EPR, seguit pel test SR, mentre que el MSR obté els valors més reduïts de correlació. Si es prenguéssim com a referència una distància per establir criteris de normalitat, la posició en la qual s'executa el test determina diferències significatives, sobretot en els homes. Per tant, l'ús d'un test o d'un altre genera resultats diferents que poden derivar en diverses interpretacions de l'extensibilitat d'un mateix subjecte, sobretot en homes. Per això, davant la decisió d'utilitzar un test lineal per realitzar una valoració longitudinal, cal que es faci servir sempre el mateix test. Aquesta variabilitat coincideix amb Miñarro *et al.* (2007), que van trobar major heterogeneïtat en la posició del raquis toràcic entre diversos tests lineals, mentre les dones mostraven valors més homogenis entre els tests.

En el nostre estudi, les dones van obtenir valors de correlació més elevats que els homes en tots els tests analitzats. La major correlació entre els tests lineals i l'EPR, igual com la menor variabilitat de la distància assolida entre els diferents tests en les dones, pot justificar-se per la major extensibilitat *isquiosural* d'aquestes, que permet una major flexió de la pelvis i una flexió intervertebral toràcica menor (Gajdosik, Albert, i Mitman, 1994; López-Miñarro *et al.*, 2008; Miñarro *et al.*, 2007 i Tully i Stillman, 1997). No obstant això, altres estudis han trobat valors de correlació similars entre gèneres (Hui i Yuen, 2000 i Liemohn *et al.*, 1994a). En coincidència amb estudis previs realitzats en adults joves, les dones van assolir major distància en tots els tests lineals, i també un major angle de fle-

xió coxofemoral en el test EPR (Hui *et al.*, 1999; Hui i Yuen, 2000; Liemohn *et al.*, 1994a i Minkler i Patterson, 1994).

El mesurament del BS és conceptualment similar al tradicional SR (Hui i Yuen, 2000 i Patterson *et al.*, 1996), però el primer és un intent de fer més segur el test, tot reduint la flexió raquídia (Hui i Yuen, 2000 i Liemohn *et al.*, 1994a). Aquesta limitació en la flexió del tronc reduiria la distància assolida en el test BS respecte al test SR. No obstant això, no hem trobat diferències significatives, ni en homes ni en dones, en coincidència amb Liemohn *et al.* (1994b).

El President's Challenge Physical Fitness test va incorporar el VSR per mesurar l'extensibilitat *isquiosural*. Hi ha diferències en el protocol d'administració, l'actitud i l'equipament necessari entre el VSR i els altres tests. Hui *et alii.* (1999) suggereixen que el VSR és un test més adequat que la resta perquè per a la seva realització només cal un regle; no requereix una caixa de mesurament, i a més a més la seva validesa és moderada. En el nostre estudi, els subjectes van assolir menor distància en el VSR que no en el SR o en el BS, i de forma més marcada en homes, perquè en apropar les mans a terra es redueix l'angle que formen la línia dels braços respecte a l'eix del tronc i augmenta la flexió intervertebral toràcica (Miñarro *et al.*, 2007). Aquestes circumstàncies, a igualtat d'extensibilitat *isquiosural* generen un menor abast, tal com es va evidenciar en estudis previs (Hui *et al.*, 1999 i Hui i Yuen, 2000). En el VSR es van col·locar els turmells en la mateixa posició que en la resta de tests, perquè la distància varia en funció de la posició dels turmells, de manera que en una posició de flexió plantar s'assoleix major distància que si es col·loquen en flexió dorsal (Liemohn, Martin, Sharpe i Thompson, 1996 i Liemohn, Martin i Pariser, 1997).

Respecte al TT, Liemohn *et alii.* (1994a) indiquen que en aquest test hi ha una menor limitació del moviment de la pelvis en no estar recolzada a terra com en els tests que s'executen en sedestació i, a més a més, la influència de la força de la gravetat en bipedestació és més acusada. En el nostre estudi trobem que en el TT s'assoleix una distància significativament menor que en el SR (3,73 cm en els homes i 2,06 cm en les dones) en coincidència amb les dades aportades per Rodríguez-García *et al.* (2008) en esportistes. Aquestes dades també coincideixen amb Ferrer (1998), que en establir els límits de normalitat i curtesa *isquiosural* en els tests TT i SR, situa el límit inferior de normalitat en un va-

lor de -4 cm en el TT, mentre que en el SR el valor és de -2 cm.

Els tests lineals suposen un moviment corporal global i els resultats poden estar influïts per factors antropomètrics (Hoeger i Hopkins, 1992 i Wilmore i Costill, 1988), per l'amplitud de moviment d'altres nuclis articulars i per la disposició de la columna vertebral (Grenier *et al.*, 2003; Miñarro *et al.*, 2007 i Rodríguez-García *et al.*, 2008). El *sit-and-reach* modificat es va dissenyar per controlar la implicació de la mobilitat intervertebral i, especialment, dels paràmetres antropomètrics sobre la distància assolida (Hoeger i Hopkins, 1992 i Hoeger, Hopkins, Button i Palmer, 1990). Alguns estudis han analitzat la validesa del *sit-and-reach* modificat en adults joves (Minkler i Patterson, 1994) i persones grans (Lemmink *et al.*, 2003), i han trobat una correlació moderada amb l'EPR. En el nostre estudi el MSR mostra els valors més reduïts de correlació amb el test d'elevació de la cama recta tant en homes ($r = 0,41-0,45$) com en dones ($r = 0,62-0,63$) entre tots els tests analitzats, per la qual cosa no en recomanem l'elecció com a test per valorar l'extensibilitat *isquiosural*. En aquest sentit, Chung i Yuen (1999) van trobar en una població d'adults joves que l'EPR obtenia una correlació lleugerament menor amb el test MSR ($r = 0,71$) respecte al SR ($r = 0,77$).

Diversos estudis han analitzat la validesa de diferents tests lineals per a la valoració de l'extensibilitat *isquiosural* en adults amb resultats dispars ($r = 0,39-0,78$), si bé la majoria d'aquests estudis troben valors moderats de correlació. Hui i Yuen (1998) van trobar una correlació baixa-moderada del BS ($r = 0,38-0,49$) i el SR ($r = 0,52-0,57$) respecte al test EPR. Baltaci *et al.* (2003) en dones joves (20-24 anys) van trobar valors de correlació de $r = 0,53 - 0,63$ en el SR i de $r = 0,25-0,50$ en el BS. Liemohn *et alii.* (1994a) van trobar valors de correlació similars entre el SR i el BS en ambdós gèneres ($r = 0,72 - 0,76$). La disparitat en els valors de correlació entre la distància assolida en els tests lineals i el test EPR podria ser deguda a diferències metodològiques en l'administració dels tests. En el nostre estudi hem utilitzat l'EPR com a criteri d'extensibilitat *isquiosural* perquè en la majoria d'estudis sobre tests lineals utilitzen aquest test.

Conclusions

El protocol d'execució dels tests lineals genera diferències significatives en la distància assolida pels homes,

mentre que en les dones els valors són més homogenis. Els test *toe-touch* i *sit-and-reach* són els més recomanables per la seva major validesa com a criteri per a la valoració de l'extensibilitat *isquiosural*, especialment en les dones, que obtenen valors de correlació més elevats.

Referències bibliogràfiques

- Baltaci, G.; Un, N.; Tunay, V.; Besler, A. i Gerçeker, S. (2003). Comparison of three different sit and reach test for measurement of hamstring flexibility in females university students. *British Journal of Sports Medicine* (37), 59-61.
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine* (9), 106-119.
- Cabry, J. i Shiple, B. J. (2000). Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine* (10), 311-312.
- Chung, P. K. i Yuen, C. K. (1999). Criterion-related validity of sit-and-reach test in university men in Hong Kong. *Perceptual and Motor Skills* (88), 304-316.
- Cooper Institute for Aerobics Research. (1994). *The Prudential FITNESSGRAM test administration manual*. Dallas, TX: Cooper Institute for Aerobics Research.
- Esola, M. A.; McClure, P. W.; Fitzgerald, G. K. i Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine* (21), 71-78.
- Ferrer, V. (1998). Repercusiones de la cortedad *isquiosural* sobre la pelvis y el raquis lumbar. *Tesis Doctoral*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Gajdosik, R. L.; Albert, C. R. i Mitman, J. J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (20), 213-219.
- Grenier, S. G.; Russell, C. i McGill, S. M. (2003). Relationships between lumbar flexibility, sit-and-reach test, and a previous history of low back discomfort in industrial workers. *Canadian Journal of Applied Physiology* (28), 165-177.
- Hartman, J. G. i Looney, M. (2003). Norm-referenced and criterion-referenced reliability and validity of the back-saver sit-and-reach. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* (7), 71-87.
- Harvey, J. i Tanner, S. (1991). Low back pain in young athletes: a practical approach. *Sport Medicine* (12), 394-406.
- Hyytiäinen, K.; Salminen, J. J.; Suviitie, T.; Wickström, G. i Pentty, J. (1991). Reproducibility of nine tests to measure spinal mobility and trunk muscle strength. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* (23), 3-10.
- Hoeger, W. W. i Hopkins, D. R. (1992). A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (63), 191-195.
- Hoeger, W. W.; Hopkins, D. R.; Button, S. i Palmer, T. A. (1990). Comparing the sit and reach with the modified sit and reach in measuring flexibility in adolescents. *Pediatric Exercise and Science* (57), 183-186.
- Hopkins, D. R. i Hoeger, W. W. (1992). A comparison of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in the measurement of flexibility for males. *Journal of Applied Sport Science Research* (6), 7-10.
- Hui, S. C. i Yuen, P. Y. (2000). Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (32), 1655-1659.

- Hui, S. C.; Morrow, J. R. i Jackson, A. W. (1999). Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach test with and without limb length adjustment in Asian adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (70), 401-406.
- Lemmink, K. A.; Kemper, H. C.; De Greef, M. H.; Rispen, P. i Stevens, M. (2003). The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle-aged to older men and women. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (74), 331-336.
- Liemohn, W. P.; Martin, S.; Sharpe, G. L. i Thompson, J. (1996). The effect of ankle posture on sit-and-reach test performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (28), 10.
- Liemohn, W.; Martin, S. B. i Pariser, G. L. (1997). The effect of ankle posture on sit-and-reach test performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* (11), 239-241.
- Liemohn, W.; Sharpe, G. L. i Wasserman, J. F. (1994a). Criterion related validity of the sit-and-reach test. *Journal of Strength and Conditioning Research* (8), 91-94.
- (1994b). Lumbosacral movement in the sit-and-reach and in Cailliet's protective-hamstring stretch. *Spine* (19), 2127-2130.
- López-Miñarro, P. A.; Sáinz de Baranda, P.; Rodríguez-García, P. L. i Yuste, J. L. (2008) Comparison between sit-and-reach test and V sit-and-reach test in young adults. *Gazzetta Medica Italiana* 167, 135-142.
- Miñarro, P. A.; Andujar, P. S.; García, P. L. i Toro, E. O. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *Journal of Science and Medicine in Sport* 10, 456-462.
- Minkler, S. i Patterson, P. (1994). The validity of the modified sit-and-reach test in college age students. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (65), 189-192.
- Patterson, P.; Wiksten, D. L.; Ray, L.; Flanders, C. i Sanphy, D. (1996). The validity and reliability of the back saver sit-and-reach in middle school girls and boys. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (67), 448-451.
- Perret, C.; Poiraudreau, S.; Fermanian, J.; Colau, M. M.; Benhamou, M. A. i Revel, M. (2001). Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (82), 1566-1570.
- Rodríguez-García, P. L.; López-Miñarro, P. A.; Yuste, J. L. i Sáinz de Baranda, P. (2008). Comparison of hamstring criterion-related validity, sagittal spinal curvatures, pelvis tilt and score between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Medicina dello Sport* (61), 11-20.
- Standaert, C. J. i Herring, S. A. (2000). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine* (34), 415-422.
- Tully, E. A. i Stillman, B. C. (1997). Computer-aided video analysis of vertebrofemoral motion during toe touching in healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (78), 759-766.
- Wilmore, J. H. i Costill, D. L. (1988). Athletic training for sport and activity. Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Yuen, P. Y. i Hui, S. C. (1998). Are difference scores a better predictor of flexibility than end scores in sit-and-reach test? *Medicine and Science in Sports and Exercise* (30 Suppl), 125.