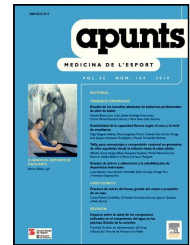


# apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Fiabilitat absoluta de les proves *sit and reach* modificat i *back saber sit and reach* per avaluar la flexibilitat isquiosural dels jugadors de futbol sala

Francisco Ayala <sup>a,\*</sup> i Pilar Sainz de Baranda <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Católica San Antonio de Murcia, Múrcia, Espanya

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Espanya

Rebut el 7 d'octubre de 2010; acceptat el 3 de gener de 2011

### PARAULES CLAU

Coefficient de variació;  
Fiabilitat absoluta;  
Error típic;  
*Sit and reach*;  
Futbol sala

### Resum

**Introducció:** Les proves de valoració *sit and reach* són probablement les eines d'avaluació de la flexibilitat isquiosural més utilitzades en l'àmbit fisicoesportiu. Això no obstant, existeix una evidència científica limitada que en justifiqui l'ús com a eina de precisió. Per això, l'objectiu d'aquest estudi fou determinar la fiabilitat absoluta de les proves *sit and reach* modificat (MSR) i *back saber sit and reach* (BSSR) per estimar la flexibilitat isquiosural de jugadors de futbol sala.

**Material i mètodes:** Un total de 30 subjectes van participar en 4 sessions d'avaluació de la flexibilitat isquiosural emprant les proves MSR i BSSR, amb un interval de temps de 2 setmanes entre sessions consecutives. La fiabilitat absoluta intersessió fou examinada a través de l'error típic de la mesura (ET), el coeficient de variació (CV) i l'índex de correlació intraclasse (ICC). També, en cadascuna de les proves de valoració examinades es van establir els intervals de referència del 68 i del 95% associats, amb la qual cosa es podria considerar un canvi real en la flexibilitat isquiosural.

**Resultats:** Es van trobar valors alts de fiabilitat absoluta en la prova BSSR (ET = 1,50 cm; CV = 3,47%; ICC = 0,97) en contraposició als valors observats en la prova MSR (ET = 3,54 cm; CV = 10,25%; ICC = 0,84).

**Conclusions:** La prova de valoració BSSR presenta una fiabilitat absoluta acceptable (CV < 10%). Es qüestiona la fiabilitat absoluta de la prova MSR. Un canvi observat major del 6,94% en els valors inicials de flexibilitat isquiosural, després d'aplicar un tractament, podria indicar que el canvi esmentat és real, més enllà de l'error típic de la mesura, si s'utilitza el BSSR com a prova de valoració.

© 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: fayala@pdi.ucam.edu (F. Ayala).

**KEYWORDS**

Coefficients of variation;  
Absolute reliability;  
Typical error;  
Sit and reach test;  
Futsal

### Absolute reliability of modified sit and reach and back-saver sit and reach tests for estimating hamstring flexibility in futsal players

**Abstract**

**Introduction:** The sit and reach tests are probably the most common measurement tools for estimating hamstring flexibility in the sport setting. However, there is little scientific evidence on whether sit and reach tests are accurate tools. The purpose of this study was to determine the absolute reliability of the modified sit and reach (MSR) and back-saver sit and reach test (BSSR) for estimating hamstring flexibility in futsal (5-a-side indoor football) players.

**Material and methods:** A total of 30 participants completed 4 hamstring flexibility measurement sessions using MSR and BSSR with a two-week interval between consecutive sessions. Absolute reliability was examined using typical measurement error (TE), coefficient of variation (CV) and intraclass correlation coefficient (ICC). In addition, the 68% and 95% reference intervals associated with what might be considered a real change in hamstring flexibility were established for each measurement test.

**Results:** High reliability measures were found for BSSR (TE = 1.50 cm; CV = 3.47%; ICC = 0.97) in contrast with the values observed for MSR (TE = 3.54 cm; CV = 10.25%; ICC = 0.84).

**Conclusions:** BSSR reported acceptable absolute reliability measures. Absolute reliability of MSR is still questionable. An observed change greater than 6.94% of baseline hamstring flexibility scores after performing a treatment would indicate that a real improvement on hamstring flexibility was likely if BSSR were performed.

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

## Introducció

La condició poliarticular de la musculatura isquiosural, la diversitat de les seves funcions, el seu caràcter tonicopostural i l'elevat nombre de forces tensionals a les que està sotmesa<sup>1</sup> fan que aquesta musculatura presenti una tendència forta a l'escurçament<sup>2,3</sup>. L'escurçament de la musculatura isquiosural ha estat relacionat amb un increment de la probabilitat de patir distensions musculars<sup>4,5</sup>, dolor lumbar<sup>6-10</sup>, desenvolupament de tendinopaties del tendó rotular<sup>11</sup>, dolor femoropatelar<sup>12</sup>, així com una reducció del rendiment físicoesportiu<sup>13-15</sup>. Per aquest motiu, la valoració de la flexibilitat de la musculatura isquiosural és una pràctica habitual en l'àmbit de la salut físicoesportiva.

La valoració eficaç de l'estat d'una musculatura requereix la selecció de proves diagnòstiques que tenen un grau elevat de validesa i fiabilitat, així com una reducció de despesa humana i material. Això no obstant, tot i que la prova més precisa o *gold standard* per valorar la flexibilitat de la musculatura isquiosural és la radiografia<sup>2,7</sup>, el seu ús en els àmbits científic, clínic i esportiu és extremadament limitat degut a l'elevat cost econòmic, a la necessitat de personal altament qualificat, així com a l'elevada sofisticació del procediment d'exploració. Per això, en base als coneixements anatòmics, han estat descrits en la literatura científica diferents mètodes indirectes d'exploració de la musculatura posterior de la cuixa que requereixen menor despesa humana i material. En aquest context, les proves de valoració "distància dits planta" o "sit and reach" són probablement les eines d'estimació de la flexibilitat isquiosural més utilitzades per clínics i especialistes de l'àmbit físicoespor-

tiu<sup>16-18</sup>, degut principalment a la facilitat d'ús i a l'escàs material necessari per al seu desenvolupament i, en menor mesura, a l'evidència científica existent respecte al grau de validesa i fiabilitat.

Entre la gran varietat de proves *sit and reach* descrites en la literatura científica, les proves *sit and reach* modificat<sup>19</sup> (MSR) i *back saver sit and reach* (BSSR)<sup>7</sup> han presentat en els últims anys un gran auge de popularitat. Les principals raons d'aquest augment de popularitat es basen en què:

- L'MSR controla la possible alteració dels resultats obtinguts per part dels subjectes amb factors antropomètrics extrems<sup>19,20</sup>.
- El BSSR permet una avaluació unilateral dels membres inferiors<sup>21,22</sup>.

La literatura científica suggereix que les proves MSR i BSSR posseeixen una validesa moderada (correlació significativa [ $p < 0,05$ ], amb un valor mitjà de l'estadístic  $r$  entre 0,41 i 0,60<sup>23</sup> per estimar la flexibilitat de la musculatura isquiosural d'escolars<sup>21,22,24-26</sup>, adults joves<sup>22,27-29</sup> i adults majors<sup>30,31</sup>).

Això no obstant, pel que fa al grau de fiabilitat de les proves MSR i BSSR, no s'han trobat estudis científics que analitzin la fiabilitat absoluta intersessió, definida com l'estabilitat de la mesura al llarg del temps (reproduïbilitat test-retest). En aquest sentit, el coneixement de la fiabilitat absoluta de les diferents proves "distància dits planta" és una informació molt important per als clínics i especialistes de l'àmbit físicoesportiu, ja que podria ser emprada

per valorar la magnitud necessària en la variació dels nivells inicials de flexibilitat isquiosural en resposta a un tractament, cosa que podria ser considerada com un “canvi real” més enllà de l’error de la mesura (degut a una variació tècnica o biològica). A nivell pràctic, la fiabilitat absoluta permetrà valorar l’“eficàcia real” de programes d’intervenció sobre el nivell de flexibilitat isquiosural de pacients i esportistes. Igualment, un altre ús important de la fiabilitat absoluta és la possibilitat de comparació entre diferents proves diagnòstiques, i fins i tot clínics i investigadors podrien emprar aquesta informació per determinar la grandària de la mostra en els seus estudis<sup>32,33</sup>.

Per tot això, l’objectiu principal d’aquest estudi és determinar la fiabilitat absoluta de les proves MSR i BSSR per estimar la flexibilitat isquiosural de jugadors de futbol sala. La hipòtesi inicial fou que les proves MSR i BSSR presenten límits de fiabilitat absoluta acceptables des del punt de vista clínic.

## Mètode

### Participants

Participaren a l’estudi un total de 40 esportistes (alçada:  $173,3 \pm 4,88$  cm; pes:  $70,04 \pm 9,88$  kg) sense alteracions del sistema musculoesquelètic que comprometés la integritat del raquis i de les extremitats inferiors. Els esportistes eren jugadors professionals de futbol sala amb més de 8 anys de pràctica esportiva (4-7 sessions d’entrenament setmanals, amb una durada de 1,5 h per sessió). Tots els participants jugaven a la Divisió Nacional de Futbol Sala, a la primera divisió (d’honor) o a la segona (de plata). L’estudi fou dut a terme durant la fase competitiva de l’any esportiu 2007-2008.

Tots els participants van ser informats verbalment de la metodologia a utilitzar, així com del propòsit i possibles riscos de l’estudi, i tots ells van signar un consentiment informat. L’estudi present fou aprovat pel Comitè Ètic i Científic de la Universitat Catòlica San Antonio de Múrcia (Espanya).

### Procediment

Una setmana abans de començar la fase experimental, tots els participants van ser sotmesos a una sessió de familiarització amb el propòsit de fer-los conèixer l’execució tècnica correcta de les proves de valoració que havien d’utilitzar, mitjançant la realització pràctica de totes les proves (fig. 1). Igualment, un altre propòsit d’aquesta sessió de familiarització fou la reducció del possible biaix d’aprenentatge sobre els resultats obtinguts en les diferents proves de valoració. Després de la sessió de familiarització, cada participant fou examinat un total de 4 sessions, amb un interval de temps de 2 setmanes entre sessions consecutives. Cada una de les sessions de valoració fou portada a terme pels mateixos dos experts clínics (un conduïa la prova i l’altre registrava els resultats) sota les mateixes condicions ambientals i franja horària, per mirar de minimitzar la possible influència dels ritmes circadianis sobre la variabilitat dels resultats<sup>34</sup>.

Prèviament a cada sessió de valoració, tots els participants realitzaren 5 min d’escalfament aeròbic (cursa lleugera) juntament amb una sèrie d’exercicis d’estirament estandarditzats (seguint les recomanacions de Sainz de Baranda i Ayala<sup>35</sup>), tot emfatitzant l’activitat dels músculs isquiosurals i flexors de tronc<sup>16,19,24,25,36,37</sup>. L’escalfament aeròbic i la seqüència estandarditzada d’estiraments fou realitzada: a) perquè totes les proves de valoració sotmeten la musculatura isquiosural a forces tensionals màximes, i b) per mirar de minimitzar la variabilitat i l’error està-

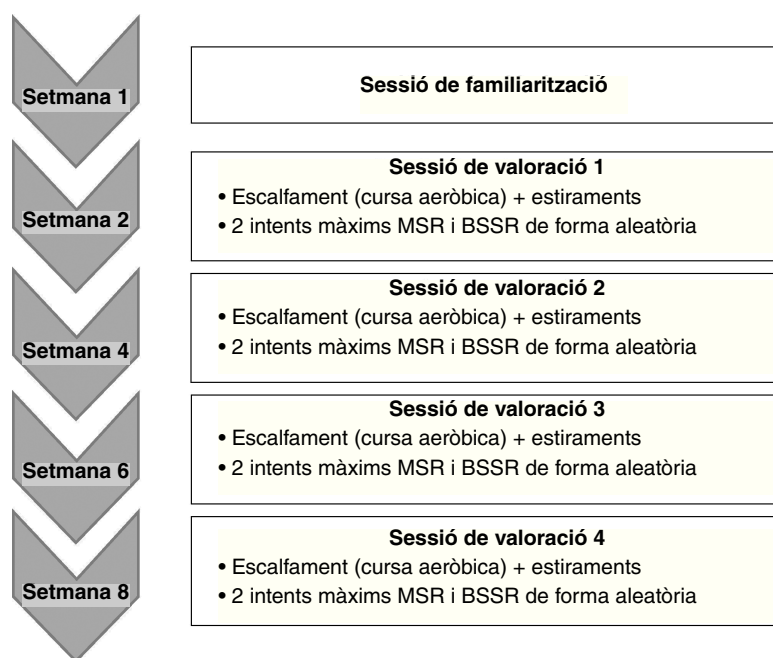


Figura 1 *Sit and reach* modificat (MSR). Esquerra: posició inicial; dreta: posició final.

dard de la mesura, mitjançant la reducció de l'efecte que la temperatura muscular diferent posseeix sobre les propietats viscoelàstiques del teixit tou<sup>38</sup>.

Després de finalitzar l'escalfament i els estiraments, s'instà els participants a realitzar dos intents màxims en cadascuna de les proves de valoració (MSR i BSSR) de forma aleatòria, i s'emprà el valor mitjà de cada parell d'intents per cada prova de valoració en l'anàlisi estadística<sup>19,25</sup>. Cada participant fou examinat amb roba esportiva i descalç<sup>24,30,36</sup>. Es permeté un període de descans de 2-3 min entre les proves de valoració<sup>18,36,37</sup>, amb un descans aproximadament de 30 s entre cadascun dels dos intents de cada prova.

### Proves de valoració

Les proves de valoració MSR i BSSR foren dutes a terme d'acord amb procediment establert per l'ACSM<sup>39</sup>. Per realitzar ambdues proves de valoració s'utilitzà un calaix *sit and reach* amb un regle mil·limetrat a la superfície superior externa. El regle mil·limetrat tenia una marca situada als 35 cm, la qual cosa representava el punt en què la gema dels dits de les mans formava una línia perpendicular a la punta dels dits dels peus. D'aquesta forma, el resultat de cadascuna de les proves de valoració en centímetres fou sempre positiu, fins i tot en els participants que no foren capaços d'arribar a la tangent de l'extrem més distal del peu<sup>36,40</sup>.

### *Sit and reach* modificat

L'MSR es realitzà amb el participant en sedestació, amb el cap, esquena i maluc recolzats a la paret (90° de flexió de maluc), amb cames completament esteses i la planta del peu totalment recolzada a la superfície del calaix de medicació (90° de flexió dorsal). En aquesta posició, el participant fou instat a col·locar una mà sobre l'altra, i tot mantenint el cap, l'esquena i el maluc en contacte amb la paret realitzar un moviment suau cap endavant valent-se exclusivament d'una abducció escapular (fig. 2A). Aleshores, la distància dels dits d'ambdues mans fins al calaix de medicació fou enregistrada com la distància entre la gema dels dits i el punt en el qual les plantes dels peus estan recolzades



**Figura 3** La planta del peu de la cama avaluada es col·loca perpendicular al terra i en contacte amb el calaix de medicació *sit and reach*.

contra el calaix de medicació. Aquesta distància estableix un "punt zero relatiu" o "de referència inicial" per a cada subjecte, basat en les diferents proporcions de longitud dels membres. Després de fixar aquest punt de referència, el participant realitzà una flexió màxima de tronc amb els genolls estesos (fig. 2B). El resultat final de la prova fou la distància assolida en centímetres durant la flexió màxima del tronc, prenent com a punt de partida la referència inicial o zero relatiu prèviament establerta<sup>19</sup>.

### *Back saber sit and reach*

La prova es va dur a terme d'acord amb les directrius establertes pel manual *Prudential Fitnessgram*<sup>41</sup>. Així, el participant es col·locà en sedestació, amb un genoll completament estès i l'altre amb una flexió de maluc i genoll de 135 i 90°, respectivament. La planta del peu de la cama avaluada es col·locà perpendicular al terra i en contacte amb el calaix de medicació *sit and reach* (fig. 3). Durant el moviment de flexió de tronc, el participant podia adoptar una lleugera abducció coxofemoral de la cama no avaluada, si se la notava incòmoda. La medicació s'efectuà en ambdues cames per separat de forma aleatòria.

A



B



**Figura 2** A i B. *Back saber sit and reach* (BSSR).

## Anàlisi estadística

Amb anterioritat a l'anàlisi estadística, es comprova la distribució normal de les dades mitjançant la prova Kolomogorov-Smirnov. Fou duta a terme una estadística descriptiva de totes les variables quantitatives mitjançant el càlcul de la mitjana i la seva corresponent desviació típica. Fou emprada una *t* de Student per a mostres relacionades, per determinar l'existència de diferències significatives entre els valors de la prova BSSR dreta i esquerra.

La fiabilitat absoluta de les proves de valoració MSR i BSSR fou determinada a través del càlcul de l'error típic (ET) de la mesura, coeficient de variació (CV) i del coeficient de correlació intraclasse (ICC) emprant el mètode prèviament descrit per Hopkins<sup>32,33</sup>. Així, la fiabilitat absoluta de cada prova de valoració fou calculada emprant el valor mitjà dels valors de fiabilitat de cada una de les sessions aparellades consecutives (2-1, 3-2, 4-3) per a cadascuna de les proves de valoració. Així, un 2 (MSR i BSSR) × 4 (sessió de valoració 1-4) anàlisi de la variància amb mesures repetides en l'últim factor (RMANOVA) fou emprat per identificar el canvi en els valors mitjans (*systematic bias*) i la desviació típica de la diferència entre sessions de valoració aparellades consecutives per cada una de les proves de valoració (Bonferroni post-hoc test). Totes les dades mostraren que van ser homocedàstiques. Així l'ET fou calculat emprant l'equació següent:

$$ET = SD_{diff} / \sqrt{2}$$

en la que  $SD_{diff}$  representa la desviació estàndard de la diferència entre sessions de valoració consecutives. Llavors l'ET és utilitzat per al càlcul del CV per mitjà de la representació de l'ET com a percentatge relatiu del valor mitjà global per a l'MSR i BSSR:

$$CV = [(ET/X_{global}) \times 100](\%)$$

en la que  $X_{global}$  representa el valor mitjà dels resultats aconseguits pels participants en cada prova<sup>32,33</sup>. Per a tots els paràmetres fou calculat un interval de confiança amb un nivell de probabilitat del 68 i del 95%. D'altra banda, l'ICC de la mostra fou calculat seguint la fórmula  $(F - 1) / (F + k - 1)$ , en què *F* és l'*F*-ratio dels subjectes i *k* (4) és el nombre total de les sessions de valoració<sup>32,42</sup>. L'anàlisi estadística fou realitzada mitjançant el paquet estadístic SPSS (Statistical Package for Social Sciences, v. 16.0 per a

**Taula 1** Dades estadístiques de la fiabilitat absoluta de les proves *Sit and reach* modificat (MSR) i *Back saber sit and reach* (BSSR)

	MSR	BSSR
Sessió 1	32,12 ± 9,20	43,17 ± 8,30
Sessió 2	33,05 ± 8,73	41,76 ± 7,89
Sessió 3	36,75 ± 8,36	43,92 ± 8,65
Sessió 4	36,28 ± 7,58	43,66 ± 7,94
ET	3,54 (3,01-4,33)	1,50 (1,28-1,83)
CV (%)	10,25	3,47
ICC	0,84 (0,74-0,92)	0,97 (0,95-0,99)

ET: error típic; CV: coeficient de variació; ICC: coeficient de correlació intraclasse.

Windows; SPSS Inc., Chicago) i el programa Microsoft Excel 2000.

## Resultats

Completaren l'estudi trenta jugadors professionals de futbol sala (alçada: 172,9 ± 4,51 cm; pes: 69,74 ± 7,51 kg). Van ser exclosos de la mostra deu participants per perdre's una o més sessions de valoració.

La prova *t* de Student per a mostres relacionades no informà de diferències significatives ( $p > 0,05$ ) en els resultats obtinguts en la prova BSSR entre la cama dreta i l'esquerra (diferència mitjana: 1,3 ± 2,04 cm). Per tant, la mitjana entre ambdues cames fou emprada per a l'anàlisi consegüent de fiabilitat absoluta.

La taula 1 presenta l'estadística descriptiva (resultat mitjà de cada sessió de valoració [ $k = 4$ ] ± desviació estàndard) de la mostra d'estudi per cada prova de valoració. Així mateix, els estadístics de la fiabilitat absoluta de les proves MSR i BSSR estan exposats en aquesta taula. Únicament la prova de valoració BSSR obtingué un CV menor del 5%. Igualment, la prova BSSR obtingué un ICC més elevat que la prova MSR (0,97 i 0,84, respectivament). La prova estadística Bonferroni post-hoc no informà de *systematic bias* ( $p > 0,05$ ) entre sessions aparellades consecutives d'MSR i BSSR.

A la taula 2 s'exposen els valors de referència (mitjana entre sessions de valoració [ $k = 4$ ]) i els intervals de refe-

**Taula 2** Valors de referència i intervals de referència del 68 i del 95% associats, cosa que podria ser considerada un canvi real en la flexibilitat isquiosural

	Valor de referència	Intervals de referència del 68%		Intervals de referència del 95%	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior
MSR (cm)	34,55 ± 8,49	29,62	39,48	24,75	44,35
BSSR (cm)	43,13 ± 8,20	41,30	44,96	38,98	47,28

MSR: *sit and reach* modificat; BSSR: *back saber sit and reach*.

rència al 68 i 95% de probabilitat associats, cosa que podria representar un canvi real, més enllà de l'error aleatori (variació tècnica i/o biològica).

## Discussió

La fiabilitat absoluta és un component essencial per justificar l'ús de tècniques de valoració de la condició física en el camp de les ciències de l'esport<sup>43</sup>. En aquest sentit, les proves de valoració MSR i BSSR són emprades sovint com a tests clínics i de camp per valorar la flexibilitat isquiosural. Això no obstant, no s'han trobat estudis científics que analitzin la fiabilitat absoluta intersecció de les proves de valoració MSR i BSSR, per la qual cosa se'n qüestiona la utilitat. Per això, l'objectiu d'aquest estudi fou determinar la fiabilitat absoluta de les proves MSR i BSSR de jugadors de futbol sala.

Una variabilitat menor del 10% d'una eina de mesura ha estat considerada com a "acceptable" per la literatura científica<sup>32,34,44</sup>. En aquests sentit, l'anàlisi de la fiabilitat absoluta duta a terme en aquest estudi informà de valors baixos de variabilitat intrasubjectes expressats com a coeficients de variació en la prova BSSR (3,47%), no essent així en la prova MSR (10,25%), després de 4 sessions de mesurament (amb un interval de dues setmanes entre sessions consecutives). Una possible explicació al fet que la prova MSR mostrés un major CV respecte a la prova BSSR podria radicar en la major complexitat del procediment d'administració de dita prova i/o a la posició de la cama no avaluada en la prova BSSR.

El resultat final de la prova MSR és la combinació de dues posicions diferents, la qual cosa podria augmentar el nombre de variables que intervenen en el procés, i amb això la variabilitat tècnica. Donada la complexitat major del procés metodològic de la prova MSR, potser l'ús de 2 o més sessions de familiarització podria reduir la variabilitat observada, i amb això justificar el seu ús com a eina d'estimació de la flexibilitat isquiosural.

Liemohn et al<sup>21</sup> suggereixen que en flexionar la cama no avaluada durant la prova BSSR es produeix una retroversió de la pelvis que podria reduir el moment d'inèrcia durant la màxima flexió del tronc. A més, Hui i Yuen<sup>22</sup> consideren que la implicació dels abductors i del gluti major de la cama flexionada en la prova BSSR podria limitar el moviment de flexió del tronc. Per tant, la flexió de 135° de la cama no avaluada durant la prova BSSR limita la influència de la flexió vertebral en el resultat final, maximitzant el moviment de la pelvis<sup>30</sup> i així es pot reduir la variabilitat de la mesura.

Els resultats sobre la fiabilitat absoluta de les proves de valoració MSR i BSSR derivats d'aquest estudi proporcionen una informació molt útil per a clínics i altres membres de l'àmbit fisicoesportiu, perquè permeten la presa de decisions justificada sobre si s'ha produït un "canvi real" entre sessions de valoració després d'haver aplicat un tractament (p. ex., un programa d'estiraments per millorar la flexibilitat isquiosural) o si, al contrari, el canvi observat és simplement producte de l'error típic de la mesura. Així, els valors superiors i inferiors aportats en aquest estudi podrien ser adequats per indicar que s'ha produït un canvi real.

D'altra banda, Hopkins<sup>33</sup> suggereix que un llinard entorn a 1,5-2 vegades la magnitud de l'error típic podria també ser apropiat per indicar que s'ha produït un canvi real en

els nivells previs. Si s'utilitza l'opció més conservadora com a llinard (2 vegades l'error típic), un canvi en la flexibilitat isquiosural més gran del 20,50% (MSR) i 6,94% (BSSR) després de la realització d'un programa d'intervenció podria indicar que s'ha produït un canvi real probable.

No ha estat possible comparar els resultats obtinguts en aquest estudi amb els observats en altres investigacions, perquè, pel que nosaltres sabem, l'actual estudi és el primer que analitza la fiabilitat absoluta emprant mètodes estadístics actuals, com el proposat per Hopkins<sup>33</sup>.

Una de les potencials limitacions d'aquest estudi es la població utilitzada. Tot i que el disseny contemplava 40 participants i 4 sessions d'avaluació, cosa que respon als requisits mínims establerts per Hopkins<sup>32</sup>, finalment, només 30 participants van completar l'estudi, tots ells homogenis en edat i nivell de condició física, la qual cosa permeté limitar lleument d'alguna manera la validesa externa dels resultats. Així mateix, els resultats obtinguts en aquest estudi no haurien de ser extrapolats a altres esports amb característiques diferents del futbol sala. En aquest sentit, l'especificitat de cada esport, quant a gestos tècnics, posicions corporals, mètodes d'entrenament i capacitats físiques relacionades amb el rendiment esportiu podria generar adaptacions musculoesquelètiques específiques en els practicants<sup>45-47</sup>. Per exemple, Osternig et al<sup>47</sup> van trobar que els practicants d'esports de resistència generaven una activitat electromiogràfica més gran en els músculs isquiosurals ( $p < 0,05$ ) durant la maniobra d'extensió del genoll amb maluc flexionat a 90° en comparació amb els seus homònims sedentaris. A més, Pastor<sup>46</sup>, en analitzar el morfotipus raquidi de nedadors prepuberals, observà valors elevats de mobilitat de la columna lumbar i toràcica (hipercifosi dorsal) en el moment de màxima flexió de tronc. Tot això, juntament amb el fet que les proves *sit and reach* són considerades tests actius d'estimació de la musculatura isquiosural, el resultat final de les quals dependrà: a) del nivell de coordinació intermuscular (isquios-quàdriceps) del subjecte avaluat, b) de la capacitat de tolerar l'estirament, així com c) de la seva mobilitat toràcico-lumbar, justificaria la necessitat de realitzar anàlisi de la fiabilitat absoluta de les proves *sit and reach* específiques per a cada modalitat esportiva.

Futures investigacions haurien de considerar un major nombre de participants, diferents mostres objecte d'estudi, així com un nombre major de sessions d'avaluació per augmentar l'evidència científica respecte a la utilitat de les proves MSR i BSSR per valorar la flexibilitat isquiosural.

Per tant, l'estudi actual suggereix que la prova BSSR presenta una fiabilitat absoluta acceptable ( $CV < 10\%$ ), en canvi no ho és la prova MSR ( $CV > 10\%$ ), en jugadors de futbol sala. A més, els resultats també proporcionen una important informació sobre el llinard de fiabilitat per cadascuna de les proves, la qual cosa pot servir de guia per justificar si un canvi observat entre sessions de valoració és real o és simplement producte de l'error típic de la mesura.

## Finançament

Aquest treball ha estat realitzat amb l'ajut concedit per la Fundació Sèneca, en el marc del PCTRM 2007-2010, amb el finançament de l'INFO i del FEDER fins a un 80%.

## Conflicte d'interessos

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

## Bibliografia

- Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19:27-32.
- Sainz de Baranda P, Ferrer P, Santonja F, Rodríguez PL, Andujar, P. En: *Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad. Morfotipo del futbolista profesional.* Murcia: 2001. p 293-5.
- 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.
- Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002;30:199-203.
- Sexton P, Chambers J. The importance of flexibility for functional range of motion. *Athl Ther Today.* 2006;3:13-7.
- Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine.* 1984;9:106-19.
- Cailliet R. *Low back pain syndrome.* Philadelphia: Davis, FA; 1988.
- Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K. Low-back pain and straight in children and adolescents. *Spine.* 1989;14:526-8.
- Somhegyi A, Ratko I. Hamstring tightness and Scheuermann's disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 1993;72:44.
- Wherenberg WB, Costello M. Clinical evaluation of the backmate lower lumbar rehabilitation system. Results of a preliminary study. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1993;17:185-90.
- Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Dannels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2001;29:190-5.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2000;28:480-9.
- Andersen JC. Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. *Athle Ther Today.* 2006;3:9-12.
- Kovacs M. The argument against static stretching before sport and physical activity. *Athle Ther Today.* 2006;2:6-8.
- Shehab R, Mirabelli M, Garenflo D, Fettes MD. Pre-exercise stretching and sports related injuries: Knowledge, attitudes and practices. *Clin J Sport Med.* 2006;16:228-31.
- Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med.* 2003;37:59-61.
- Holt LE, Pelham TW, Burke DG. Modifications to the standard Sit-and-Reach flexibility protocol. *J Athle Train.* 1999;34:43-7.
- López PA, Sainz de Baranda P, Rodríguez PL, Ortega E. A comparison of the spine posture across several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sport.* 2007;10:456-62.
- Hoeger WWK, Hopkins DR, Button SP. Comparing the sit and reach with the modified sit and reach in measuring flexibility in adolescents. *Pediatric Exer Sci.* 1990;2:156-62.
- Hoeger WW, Hopkins DR. A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Res Q Exerc Sport.* 1992;63:191-5.
- Liemohn W, Sharpe GL, Wasserman JF. Criterion related validity of the sit-and-reach test. *J Strength Cond Res.* 1994;8:91-4.
- Hui SC, Yuen PY. Validity of modified back-server sit and reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1655-9.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-74.
- Castro-Piñero J, Chillón P, Ortega FB, Montesinos JL, Sjoström M, Ruiz JR. Criterion-related validity of sit-and-reach and modified sit-and-reach test for estimating hamstring flexibility in children and adolescents aged 6-17 years. *Int J Sports Med.* 2009;30:658-62.
- Hartman JG, Looney M. Norm-reference and criterion-referenced reliability and validity of the back-saver sit-and-reach. *Meas Phys Educ Exer Sci.* 2003;7:71-87.
- Patterson P, Wiksten DL, Ray L, Flanders C, Sanphy D. The validity and reliability of the back saver sit-and-reach test in middle school girls and boys. *Res Q Exerc Sport.* 1996;67:448-51.
- Chung PK, Yuen CK. Criterion-related validity of sit-and-reach tests in university men in Hong Kong. *Percept Mot Skills.* 1999;88:304-16.
- Hui SC, Yuen PY. Comparing the validity and reliability of the modified back saver sit-reach test and four other protocols. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30 Suppl 5:P320.
- López-Miñarro PA, Sainz de Baranda P, Yuste JL, Rodríguez PL. Validez del test sin-and-reach unilateral como criterio de extensibilidad isquiosural. Comparación con otros protocolos. *Cultura, Ciencia y Deporte.* 2008;8:87-92.
- Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1998;69:338-43.
- Lemmink K, Kemper H, de Greef M, Rispens P, Stevens M. The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle-aged to older men and women. *Res Q Exerc Sport.* 2003;74:331-6.
- Hopkins WG. Calculating the reliability intraclass correlation coefficient and its confidence limits (Excel spreadsheet). [newstats.org/xlcc.xls](http://newstats.org/xlcc.xls). 2009.
- Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 2000;30:1-15.
- Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 1998;4:217-38.
- Sainz de Baranda P, Ayala F. Chronic flexibility improvement after 12 week stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. *Int J Sports Med.* 2010;31:1-8.
- Hemmatinezhad MA, Afsharnezhad T, Nateghi N, Damirchi A. The relationship between limb length with classical and modified back saver sit-and-reach tests in student boys. *Int J Fitness.* 2009;5:69-78.
- López-Miñarro PA, Andújar PS, Rodríguez-García PL. A comparison of the sit-and-reach test and back-saber sit-and-reach test in university students. *J Sports Sci Med.* 2009;8:116-22.
- Dixon J, Keating JL. Variability in straight leg raise measurements. *Physiotherapy.* 2000;86:361-70.
- American College of Sports Medicine. Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:992-1008.
- Cornbleet S, Woolsey N. Assessment of hamstring muscle length in school age children using the sit and reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Phys Ther.* 1996;8:850-5.

41. Cooper Institute for Aerobics Research. The Prudential Fitness-gram: Test administration manual. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
42. Schabert EJ, Hopkins WG, Hawley JA. Reproducibility of self-paced treadmill performance of trained endurance runners. *Int J Sports Med.* 1998;19:48-51.
43. Peeler JD, Anderson, JE. Reliability limits of the modified Thomas test for assessing rectus femoris muscle flexibility about the knee joint. *J Athl Training.* 2008;43:470-6.
44. Vincent J. *Statistics in kinesiology.* Champaign (IL): Human Kinetics Books; 1994.
45. Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, Kiser A, Stone E. Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *Am J Sports Med.* 1990;18:134-6.
46. Pastor A. Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles. [PhD dissertation.] Murcia: Universidad de Murcia; 2000.
47. Osternig L, Robertson R, Troxel R, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation stretch techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;22:106-11.