

Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiosural

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

PEDRO ÁNGEL LÓPEZ-MIÑARRO

Facultad de Educación
Universidad de Murcia

ASCENSIÓN GARCÍA IBARRA

Facultad de Educación
Universidad de Murcia

PEDRO LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA

Facultad del Deporte
Universidad de Murcia

Correspondencia con autor

Pedro Ángel López-Miñarro
palopez@um.es

Resumen

Los objetivos del estudio fueron comparar la distancia alcanzada entre varios test lineales y su validez de criterio como medida de extensibilidad isquiosural. Métodos. Ciento treinta varones (media de edad: $22,9 \pm 3,2$ años) y 110 mujeres ($23,2 \pm 4,5$ años) realizaron de forma aleatoria el test de elevación de pierna recta con ambas piernas, así como los test lineales *back-saver sit-and-reach* izquierdo y derecho, *sit-and-reach* modificado (MSR), *sit-and-reach* (SR), *toe-touch* (TT) y *V sit-and-reach*. La distancia alcanzada fue registrada mediante un cajón de medición al alcanzar la máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. Resultados. La distancia alcanzada en los test lineales presenta diferencias significativas ($p < 0,001$) entre la mayoría de los test en los varones, mientras que en las mujeres los valores son más homogéneos. Los valores de correlación entre la distancia alcanzada y el test de elevación de pierna recta fueron moderados-bajos en varones ($r = 0,41-0,62$) y moderados en mujeres ($r = 0,62-0,75$). El TT presentó los valores de correlación más elevados, mientras que el MSR mostró los valores más reducidos. Conclusiones. El protocolo de ejecución de los test lineales influye en la distancia alcanzada, sobre todo en varones. El TT y el SR son los test lineales más recomendables pues obtienen mayor validez como criterio para la valoración de la extensibilidad isquiosural.

Palabras clave

Extensibilidad isquiosural; Pruebas de valoración; *Sit-and-reach*; Validez.

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.

Introducción

La extensibilidad isquiosural es un importante componente de la condición física saludable y es un factor implicado en la salud del raquis. La disminución de la extensibilidad isquiosural se ha relacionado con lesiones musculares (Cabry y Shiple, 2000), alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (Esola, McClure, Fitzgerald y Siegler, 1996) y diversas repercusiones raquídeas, tales como algias lumbares (Biering-Sorensen, 1984), hernias discales (Harvey y Tanner, 1991), espondilólisis y espondilolistesis (Standaert y Herring, 2000).

Existen diferentes test para la valoración de la extensibilidad isquiosural. Por un lado los test angulares, tales como el test de elevación pierna recta, el test del ángulo poplíteo y los test que valoran la posición de la pelvis y la porción caudal del raquis lumbar en posición de máxima flexión del tronco. Por otro lado, los test lineales, basados en la distancia alcanzada con las falanges distales del carpo respecto a la tangente de las plantas de los pies al realizar un movimiento de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas. Estos últimos suponen una medida indirecta de la extensibilidad isquiosural, ya que la distancia alcanzada es el resultado de diversos factores, tales como la amplitud de movimiento de flexión anterior de la pelvis, la disposición angular del raquis torácico y lumbar, así como la relación de parámetros antropométricos y la antepulsión escápulo-humeral (Grenier, Russell y McGill, 2003).

Entre los test lineales, el *sit-and-reach* y el *toe-touch*, que se ejecutan bilateralmente en sedentación y bipedestación, respectivamente, son los más frecuentemente utilizados para evaluar la extensibilidad isquiosural (Hui y Yuen, 2000). No obstante, existen otros test que han sido analizados e incluidos en diferentes baterías y pruebas de valoración de la condición física, tales como el test *back-saver sit-and-reach*, el test *sit-and-reach* modificado y el test *V sit-and-reach*. El test *back-saver sit-and-reach* se ejecuta en sedentación con una pierna flexionada y otra extendida, con los objetivos de valorar unilateralmente cada miembro inferior (Liemohn, Sharpe y Wasserman, 1994a) y disponer el raquis lumbar y pelvis en una posición más segura. El *V sit-and-reach* se ejecuta en sedentación, con una separación entre ambos pies de 30 cm en el plano frontal y sin cajón de medición, porque la regla se coloca en el suelo entre ambas piernas. Finalmente, el test *sit-and-reach* mo-

dificado, diseñado para controlar las disimetrías de parámetros antropométricos, se ejecuta en sedentación, si bien es preciso realizar dos mediciones para obtener el resultado final.

Diversos estudios han evaluado y comparado estos test, encontrando una correlación moderada entre la medida aportada por el test de elevación de pierna recta y la distancia en centímetros alcanzada en los test lineales (Baltaci, Un, Tunay, Besler y Gerçeker, 2003; Chung y Yuen, 1999; Hui, Morrow y Jackson, 1999; Hoeger y Hopkins, 1992; Hui y Yuen, 2000; Lemmink, Kemper, De Greef, Rispens y Stevens, 2003; Liemohn *et al.*, 1994a; Liemohn, Sharpe y Wasserman, 1994b; Minkler y Patterson, 1994; Patterson, Wiksten, Ray, Flanders y Sanphy, 1996; Perret, Poiraudreau, Fermanian, Colau, Benhamou y Revel, 2001 y Tully y Stillman, 1997). El uso de estos test se basa en su sencillez, el uso de un material sencillo y la fiabilidad de sus medidas, con valores en el coeficiente de correlación intraclase iguales o superiores a 0,93 (Hui y Yuen, 2000). Sin embargo, puesto que existen diferencias en la posición inicial entre los test lineales, y éstas generan posturas torácicas diferentes en la posición de máxima flexión del tronco (López-Miñarro, Sáinz de Baranda, Rodríguez-García, y Yuste, 2008 y Miñarro, Andujar, García y Toro, 2007) es posible que para un mismo sujeto existan diferencias en la distancia alcanzada entre los diferentes test lineales.

Puesto que el protocolo de ejecución de los diferentes test lineales podría modificar la distancia alcanzada en los test lineales, y esto influiría en la correlación con el test de elevación de pierna recta, los objetivos de este estudio fueron comparar la distancia alcanzada entre los test *sit-and-reach*, *V sit-and-reach*, *back-saver sit-and-reach*, *toe-touch* y *sit-and-reach* modificado, así como determinar la validez de criterio de la distancia alcanzada en cada test como criterio de extensibilidad isquiosural.

Material y métodos

Participantes

Un total de 240 estudiantes universitarios voluntarios (130 varones y 110 mujeres) participaron en el estudio. En la *tabla 1* se presentan las características de la muestra. Los criterios de inclusión fueron: no presentar limi-

	Edad (años)	Masa (kg.)	Altura (cm.)
Varones	22,9 ± 3,2	75,3 ± 9,4	176,7 ± 6,2
Mujeres	23,2 ± 4,5	59,9 ± 8,3	164,3 ± 5,8

Tabla 1

Características de los sujetos (media ± desviación típica)

taciones músculo-esqueléticas, dolor raquídeo o coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los test, que hubieran pasado más de tres horas desde cualquier descanso en una posición de decúbito, no haber realizado actividad física alguna en las últimas 24 horas y no padecer dolor muscular de aparición tardía en el momento de la valoración.

Procedimiento

Los sujetos fueron informados sobre el procedimiento del estudio previamente a la valoración y cumplieron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Los sujetos fueron examinados en ropa interior y descalzos. Todas las medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C). Los sujetos no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma. Los test fueron administrados por dos evaluadores entrenados en la medición de la columna vertebral.

Los sujetos realizaron en un orden aleatorio el test de elevación de pierna recta en ambas piernas, así como los test lineales *back-saver sit-and-reach* (BS) derecho e izquierdo, *sit-and-reach* modificado (MSR), *sit-and-reach* (SR), *toe-touch* (TT) y *V sit-and-reach* (VSR). Cada test se realizó en dos ocasiones, utilizando la media para el análisis estadístico. Entre cada medición hubo un período de 5 minutos de descanso.

Medidas

Test de Elevación de la Pierna Recta (EPR)

Con el individuo en decúbito supino en la camilla, con un LumboSant (soporte lumbar rígido que dificulta la retroversión de la pelvis y fija la lordosis lumbar en una posición anatómica) colocado bajo el raquis lumbar y pelvis, se procedió a la elevación de la pierna con rodilla extendida de forma lenta y progresiva hasta que

el sujeto manifestó dolor o malestar y/o se detectó una retroversión de la pelvis. Para determinar el ángulo de flexión coxofemoral se colocó un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR) en la tuberosidad tibial, colocándolo a cero grados en la posición inicial y estableciendo los grados de flexión coxofemoral al finalizar la misma. Las consignas que se aportaron a los sujetos fueron: “Vamos a elevar la pierna poco a poco. Tienes que dejarla totalmente relajada y has de soportar el estiramiento todo lo que puedas hasta que la tensión te provoque dolor, momento en el que debes avisarnos, diciendo ¡Ya!”. La medición se realizó en ambas piernas por separado y de forma aleatoria. Un evaluador ayudante mantuvo la pierna contralateral extendida y en contacto con la camilla, evitando la rotación externa, así como la rotación de la pelvis en su eje longitudinal. Otro evaluador se encargó de fijar y controlar la basculación de la pelvis.

Test lineales

Para establecer la distancia alcanzada en los test lineales se utilizó un cajón de medición (ACUFLEX I Flexibility tester) de 32 cm de altura, con una regla milimetrada adosada que permitía establecer la distancia alcanzada por los sujetos. En el VSR sólo se utilizó la regla milimetrada. En todos los test lineales la distancia se midió en centímetros. El valor 0 cm correspondió a la tangente de las plantas de los pies del sujeto, siendo positivos los valores cuando las falanges distales del carpo superaban la tangente, y negativos cuando no la alcanzaban.

A todos los sujetos se les dieron las siguientes instrucciones verbales: “Con una mano sobre la otra, las palmas de las manos hacia abajo, con los dedos y los codos estirados, y manteniendo la/s rodilla/s estirada/s en todo momento, flexiona lentamente el tronco tanto como puedas, empujando la regla con las puntas de los dedos de las manos hasta alcanzar la máxima distancia posible, y mantén la posición durante 3 segundos”. La disposición del tobillo en todos los test lineales realizados con el cajón de medición (BS, MSR, SR y TT) y sin él (VSR) fue estandarizada en 90° de flexión.

Test *sit-and-reach*

El sujeto se situó en sedentación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas. Las plantas de los pies se colocaron perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y las puntas de los pies dirigidas hacia arriba (*fig. 1*).

Test toe-touch

En bipedestación sobre el cajón de medición con rodillas extendidas, pies separados a la anchura de las caderas y falanges distales de los pies en contacto con el cajón, sin rotación coxofemoral (*fig. 2*).

Test back-saver sit-and-reach

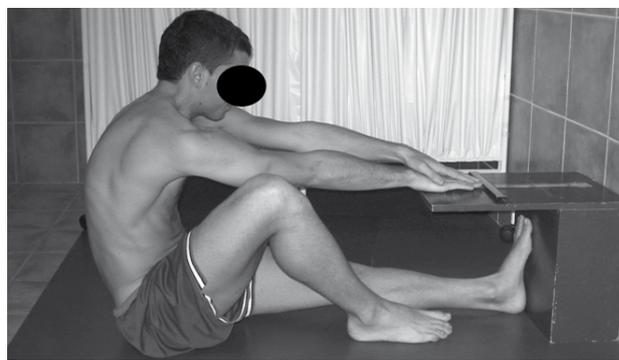
El test se llevó a cabo como describe el manual Prudential FITNESSGRAM (Cooper Institute for Aerobics Research, 1994). El sujeto se situó en sedentación, con una rodilla extendida y la otra con una flexión de cadera y rodilla de 45° y 90°, respectivamente (*fig. 3*). La planta del pie de la pierna evaluada se colocó perpendicular al suelo y en contacto con el cajón de medición. Durante el movimiento de flexión del tronco el sujeto podía adoptar una ligera abducción coxofemoral de la pierna no evaluada si ésta le molestaba. La medición se realizó en ambas piernas por separado de forma aleatoria.

Test V sit-and-reach

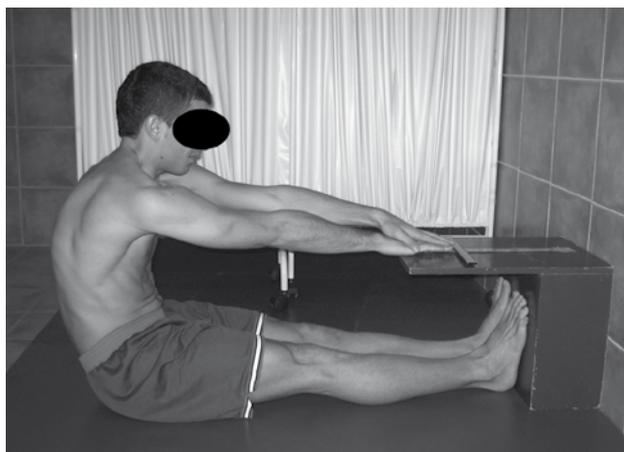
El sujeto se situó en sedentación, con las rodillas extendidas y los pies separados entre sí 30 cm en el plano frontal. Los tobillos se colocaron, de forma pasiva, en flexión de 90° (plantas perpendiculares al suelo) y las falanges distales de los pies dirigidas hacia arriba evitando una rotación externa coxofemoral. La regla de medición se situó en el suelo, entre las piernas del sujeto (*fig. 4*). Las palmas de las manos debían deslizarse por el suelo, empujando la regla de medición situada en él, hasta alcanzar la máxima distancia posible.

**Figura 2**

Ejecución del test toe-touch

**Figura 3**

Ejecución del test back-saver sit-and-reach izquierdo

**Figura 1**

Ejecución del test sit-and-reach

**Figura 4**

Ejecución del test V sit-and-reach



Figura 5
Posición inicial del test sit-and-reach modificado

Test sit-and-reach modificado

El sujeto se situó en sedentación sobre el suelo, apoyando en la medida de lo posible su espalda y sus glúteos a una pared, manteniendo las rodillas extendidas, los pies separados a la anchura de sus caderas y los tobillos en contacto con el cajón de medición. En esta posición, sin despegar los omóplatos y glúteos de la pared, el sujeto estiraba sus brazos colocando las manos sobre el cajón de medición y realizaba una antepulsión escapulo-humeral, estableciendo la distancia inicial que podía alcanzar manteniendo el contacto con la pared (*fig. 5*). A continuación, el sujeto realizaba una flexión máxima del tronco intentando alcanzar la mayor distancia posible, manteniendo rodillas y brazos extendidos, obteniendo la distancia alcanzada en máxima flexión. El valor de alcance del test fue la diferencia entre la distancia final menos la distancia inicial.

Análisis estadístico

La fiabilidad de las dos mediciones realizadas de cada test lineal fue determinada mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC). Un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (género y test) con medidas repetidas en el segundo factor fue realizado para establecer las diferencias en la distancia alcanzada en los test. La significación del análisis multivariado de medidas repetidas fue confirmada mediante los test Traza de Pillai, Lambda de Wilk, traza de Hotelling y raíz mayor de Ro, los cuales arrojaron resultados similares. La esfericidad fue analizada mediante la prueba de Mauchly. La corrección de Greenhouse-Geisser fue aplicada si la

esfericidad no era asumida. Si se encontraban diferencias significativas en la distancia alcanzada entre los test lineales se realizó una comparación por pares usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples, ajustando el criterio de significación a un valor de 0,008 (0,05 dividido por 6). Para establecer las correlaciones entre los valores de la distancia alcanzada y el ángulo de flexión coxofemoral en el test de elevación de pierna recta se utilizó el test de Pearson. Un valor de $p < 0,05$ fue establecido para determinar la significación estadística. El análisis estadístico fue realizado mediante el *software* SPSS (versión 12.0; SPSS Inc., IL).

Resultados

Los valores del ICC fueron altos en todos los test evaluados, con valores entre 0,95 y 0,98. El análisis de varianza de medidas repetidas reveló diferencias significativas en la distancia alcanzada entre los test lineales ($p < 0,001$). La interacción entre los test realizados y el género también mostró diferencias significativas ($p < 0,001$). La distancia alcanzada en cada uno de los test por los varones y las mujeres se presenta en la *figura 6*. Las mujeres alcanzaron mayor distancia que los hombres en todos los test.

En la *tabla 2* se presenta la comparación por pares para la distancia alcanzada entre los diferentes test en función del género. En los varones hay un mayor número de comparaciones por pares que muestran diferencias significativas.

Los valores angulares del test de elevación de pierna recta para la pierna izquierda fueron de $72,2^\circ \pm 9,3^\circ$ para los hombres y $88,3^\circ \pm 14,2^\circ$ para las mujeres ($p < 0,001$). En la pierna derecha estos valores fueron $72,1^\circ \pm 8,8^\circ$ en los hombres y $88,0^\circ \pm 14,2^\circ$ en las mujeres ($p < 0,001$). No existieron diferencias significativas entre el EPR izquierdo y derecho en ambos géneros.

En la *tabla 3* se presentan los valores de correlación entre los diferentes test lineales analizados, así como con respecto al test de elevación de pierna recta en ambas extremidades. La mayoría de los test lineales presentan valores de correlación moderados con el test de elevación de pierna recta, siendo las mujeres las que obtienen valores de correlación más elevados. El TT muestra los valores de correlación más elevados respecto al EPR en ambos géneros ($r = 0,57-0,72$), mientras que el MSR muestra los valores más reducidos ($r = 0,41-0,63$).

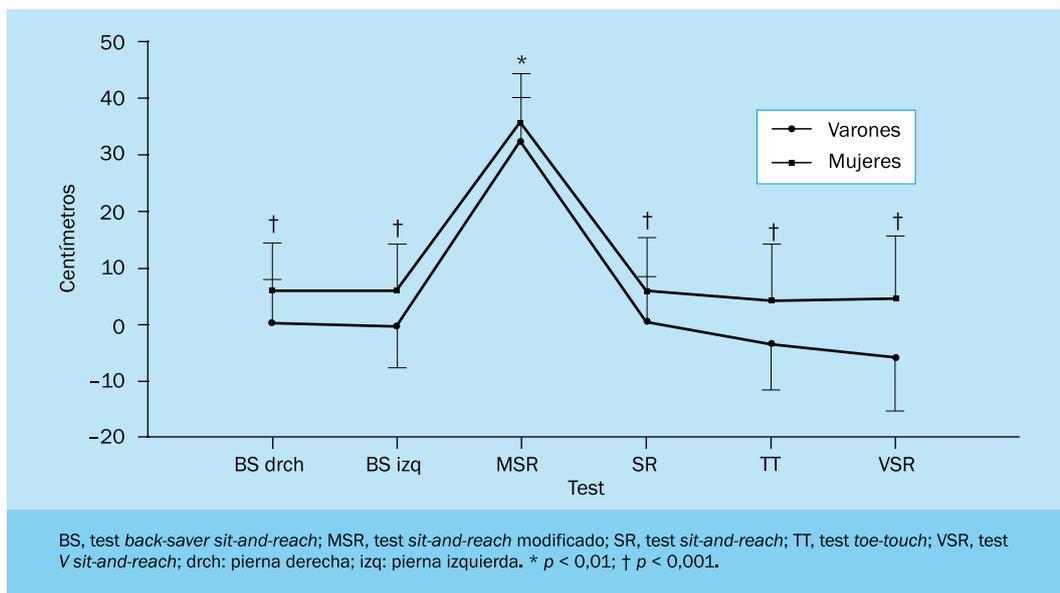


Figura 6
Media y desviación típica (los valores negativos/positivos se asocian a medias negativas/positivas, respectivamente) en la distancia alcanzada en los diferentes test lineales por géneros

Test	Hombres (n=130)					Mujeres (n=110)					
	TT	VSR	BS drch	BS izq	MSR	TT	VSR	BS drch	BS izq	MSR	
Distancia alcanzada	SR	†	†	NS	NS	†	†	NS	NS	NS	†
	TT	-	†	†	†	†	-	NS	NS	NS	†
	VSR		-	†	†	†		-	NS	NS	†
	BS drch			-	NS	†			-	NS	†
	BS izq				-	†				-	†

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

Tabla 2
Significación estadística (p valor) en la comparación por pares entre los diferentes test lineales analizados

Test	SR	TT	VSR	BS drch	BS izq	MSR	EPR drch	EPR izq
SR	-	0,93†	0,86†	0,90†	0,90†	0,82†	0,59†	0,56†
TT	0,96†	-	0,86†	0,88†	0,87†	0,79†	0,62†	0,57†
VSR	0,85†	0,88†	-	0,82†	0,82†	0,67†	0,55†	0,53†
BS drch	0,89†	0,87†	0,79†	-	0,94†	0,79†	0,49†	0,47†
BS izq	0,89†	0,87†	0,80†	0,93†	-	0,78†	0,52†	0,51†
MSR	0,84†	0,80†	0,71†	0,85†	0,81†	-	0,45†	0,41†
EPR drch	0,74†	0,75†	0,65†	0,68†	0,71†	0,63†	-	0,90†
EPR izq	0,72†	0,72†	0,63†	0,63†	0,68†	0,62†	0,94†	-

BS, test back-saver sit-and-reach; EPR: test de elevación de pierna recta; SR, test sit-and-reach; TT, test toe-touch; MSR, test sit-and-reach modificado; VSR, test V sit-and-reach; drch, pierna derecha; izq, pierna izquierda; † $p < 0,001$.

Tabla 3
Valores de correlación entre los diferentes test lineales analizados y el test de elevación de pierna recta en hombres (n=130) y mujeres (n=110) (valores en **negrita**)

Discusión

El objetivo principal del estudio fue determinar las diferencias en la distancia alcanzada de varios test lineales frecuentemente utilizados para valorar la extensibilidad isquiosural. Para determinar la validez de criterio de la distancia alcanzada en los test lineales, hemos utilizado el EPR como criterio de extensibilidad isquiosural porque la mayoría de estudios previos que analizan la validez de la distancia alcanzada en un test lineal han utilizado este test. Además, diversas investigaciones avalan que el EPR es el test más aconsejable para la determinación de la extensibilidad isquiosural (Biering-Sorensen, 1984; Ferrer, 1998 y Hyytiäinen, Salminen, Suvitie, Wickström y Pentty, 1991).

Los resultados de este estudio muestran que existen diferencias significativas entre la mayoría de los test en los varones, mientras que en las mujeres existen diferencias solamente entre el SR y el TT. En ambos géneros, el test TT presenta los valores de correlación más elevados con el EPR, seguido por el test SR, mientras que el MSR obtiene los valores más reducidos de correlación. Si se tomara como referencia una distancia para establecer criterios de normalidad, la posición en que se ejecuta el test determina diferencias significativas, sobre todo en los varones. Por tanto, el uso de uno u otro test genera resultados diferentes que pueden derivar en diversas interpretaciones de la extensibilidad de un mismo sujeto, sobre todo en varones. Por ello, ante la decisión de usar un test lineal para realizar una valoración longitudinal, es preciso que se use siempre el mismo test. Esta variabilidad coincide con Miñarro *et al.* (2007), que encontraron mayor heterogeneidad en la posición del raquis torácico entre diversos test lineales, mientras las mujeres mostraban valores más homogéneos entre los test.

En nuestro estudio, las mujeres obtuvieron valores de correlación más elevados que los varones en todos los test analizados. La mayor correlación entre los test lineales y el EPR, así como la menor variabilidad de la distancia alcanzada entre los diferentes test en las mujeres, puede justificarse por la mayor extensibilidad isquiosural de éstas, que permite una mayor flexión de la pelvis y menor flexión intervertebral torácica (Gajdosik, Albert, y Mitman, 1994; López-Miñarro *et al.*, 2008; Miñarro *et al.*, 2007 y Tully y Stillman, 1997). No obstante, otros estudios han encontrado valores de correlación similares entre géneros (Hui y Yuen, 2000 y Liemohn *et al.*, 1994a). En coincidencia con estudios previos realizados en adultos jóvenes las mujeres al-

canzaron mayor distancia en todos los test lineales, así como mayor ángulo de flexión coxofemoral en el test EPR (Hui *et al.*, 1999; Hui y Yuen, 2000; Liemohn *et al.*, 1994^a y Minkler y Patterson, 1994).

La medición del BS es conceptualmente similar al tradicional SR (Hui y Yuen, 2000 y Patterson *et al.*, 1996), pero el primero es un intento de hacer más seguro el test, reduciendo la flexión raquídea (Hui y Yuen, 2000 y Liemohn *et al.*, 1994a). Esta limitación en la flexión del tronco reduciría la distancia alcanzada en el test BS respecto al test SR. No obstante, no hemos encontramos diferencias significativas, ni en varones ni en mujeres, en coincidencia con Liemohn *et al.* (1994b).

El President's Challenge Physical Fitness test incorporó el VSR para medir la extensibilidad isquiosural. Existen diferencias en el protocolo de administración, postura y equipamiento necesario entre el VSR y los demás test. Hui *et al.* (1999) sugieren que el VSR es un test más adecuado al resto porque para su realización solo es necesaria una regla, no requiriendo un cajón de medición, y además su validez es moderada. En nuestro estudio, los sujetos alcanzaron menor distancia en el VSR que en el SR o en el BS, y de forma más marcada en varones, ya que al acercar las manos hacia el suelo se reduce el ángulo que forman la línea de los brazos respecto al eje del tronco y aumenta la flexión intervertebral torácica (Miñarro *et al.*, 2007). Estas circunstancias, a igualdad de extensibilidad isquiosural generan un menor alcance, tal y como se evidenció en estudios previos (Hui *et al.*, 1999 y Hui y Yuen, 2000). En el VSR se colocaron los tobillos en la misma posición que en el resto de test, ya que la distancia varía en función de la posición de los tobillos, de modo que en una posición de flexión plantar se alcanza mayor distancia que si se colocan en flexión dorsal (Liemohn, Martin, Sharpe y Thompson, 1996 y Liemohn, Martin y Pariser, 1997).

Respecto al TT, Liemohn *et al.* (1994a) indican que en este test hay una menor limitación del movimiento de la pelvis al no estar apoyada en el suelo como en los test que se ejecutan en sedentación y, además, la influencia de la fuerza de la gravedad en bipedestación es más acusada. En nuestro estudio encontramos que en el TT se alcanza una distancia significativamente menor que en el SR (3,73 cm en los varones y 2,06 cm en las mujeres) en coincidencia con los datos aportados por Rodríguez-García *et al.* (2008) en deportistas. Estos datos también coinciden con Ferrer (1998), que al esta-

blecer los límites de normalidad y cortedad isquiosural en los test TT y SR, sitúa el límite inferior de normalidad en un valor de -4 cm en el TT, mientras que en el SR el valor es de -2 cm.

Los test lineales suponen un movimiento corporal global y los resultados pueden estar influenciados por factores antropométricos (Hoeger y Hopkins, 1992 y Wilmore y Costill, 1988), por la amplitud de movimiento de otros núcleos articulares y por la disposición de la columna vertebral (Grenier *et al.*, 2003; Miñarro *et al.*, 2007 y Rodríguez-García *et al.*, 2008). El *sit-and-reach* modificado se diseñó para controlar la implicación de la movilidad intervertebral y, especialmente, de los parámetros antropométricos sobre la distancia alcanzada (Hoeger y Hopkins, 1992 y Hoeger, Hopkins, Button y Palmer, 1990). Algunos estudios han analizado la validez del *sit-and-reach* modificado en adultos jóvenes (Minkler y Patterson, 1994) y personas mayores (Lemmink *et al.*, 2003), encontrando una correlación moderada con el EPR. En nuestro estudio el MSR muestra los valores más reducidos de correlación con el test de elevación de la pierna recta tanto en hombres ($r = 0,41-0,45$) como en mujeres ($r = 0,62-0,63$) entre todos los test analizados, por lo que no recomendamos su elección como test para valorar la extensibilidad isquiosural. En este sentido, Chung y Yuen (1999) encontraron en una población de adultos jóvenes que el EPR obtenía una correlación ligeramente menor con el test MSR ($r = 0,71$) respecto al SR ($r = 0,77$).

Varios estudios han analizado la validez de diferentes test lineales para la valoración de la extensibilidad isquiosural en adultos con resultados dispares ($r = 0,39-0,78$), si bien la mayoría de estos estudios encuentran valores moderados de correlación. Hui y Yuen (1998) encontraron una correlación baja-moderada del BS ($r = 0,38-0,49$) y el SR ($r = 0,52-0,57$) respecto al test EPR. Baltaci *et al.* (2003) en mujeres jóvenes (20-24 años) encontraron valores de correlación de $r = 0,53-0,63$ en el SR y de $r = 0,25-0,50$ en el BS. Liemohn *et al.* (1994a) encontraron valores de correlación similares entre el SR y el BS en ambos géneros ($r = 0,72 - 0,76$). La disparidad en los valores de correlación entre la distancia alcanza en los test lineales y el test EPR podrían ser debidos a diferencias metodológicas en la administración de los test. En nuestro estudio hemos utilizado el EPR como criterio de extensibilidad isquiosural porque en la mayoría de estudios sobre test lineales utilizan este test.

Conclusiones

El protocolo de ejecución de los test lineales genera diferencias significativas en la distancia alcanzada por los varones, mientras que en las mujeres los valores son más homogéneos. Los test *toe-touch* y *sit-and-reach* son los más recomendables por su mayor validez como criterio para la valoración de la extensibilidad isquiosural, especialmente en las mujeres, que obtienen valores de correlación más elevados.

Referencias bibliográficas

- Baltaci, G.; Un, N.; Tunay, V.; Besler, A. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y Tanner, S. (1991). Low back pain in young athletes: a practical approach. *Sport Medicine* (12), 394-406.
- Hyytiäinen, K.; Salminen, J. J.; Suvitie, T.; Wickström, G. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y Wasserman, J. F. (1994a). Criterion related validity of the sit-and-reach test. *Journal of Strength and Conditioning Research* (8), 91-94.
- Liemohn, W.; Sharpe, G. L. y Wasserman, J. F. (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. y 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. y 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. y 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. y 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.; Poiraudou, S.; Fermanian, J.; Colau, M. M.; Benhamou, M. A. y 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. y 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. y Herring, S. A. (2000). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine* (34), 415-422.
- Tully, E. A. y 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. y Costill, D. L. (1988). Athletic training for sport and activity. Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Yuen, P. Y. y 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.