

Validez de criterio del ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural en adultos jóvenes

Criterion-related validity of the lumbo-horizontal angle in flexion as a measure of hamstring muscle extensibility in young adults

Pedro Ángel López-Miñarro

Facultad de Educación. Universidad de Murcia

CORRESPONDENCIA:

Pedro A. López-Miñarro

Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica

Área de Didáctica de la Expresión Corporal.

Facultad de Educación. Universidad de Murcia

Campus Universitario de Espinardo

30100 Murcia

palopez@um.es

Recepción: noviembre 2009 • Aceptación: diciembre 2009

Resumen

Un total de 108 varones (media de edad: $21,98 \pm 4,01$ años) y 98 mujeres (media de edad: $22,12 \pm 3,86$ años) realizaron de forma aleatoria el test de elevación de pierna recta en ambas piernas, así como los test lineales *back-saver sit-and-reach* (pierna derecha e izquierda), *sit-and-reach* unilateral (pierna derecha e izquierda), *sit-and-reach*, *toe-touch* y *V sit-and-reach*. Al alcanzar la máxima flexión del tronco con rodillas extendidas se midió el ángulo lumbo-horizontal con un goniómetro. El análisis de varianza evidenció diferencias significativas en el ángulo lumbo-horizontal entre los test ($p < 0,001$). La validez de criterio concurrente del ángulo lumbo-horizontal en flexión respecto al test de elevación de pierna recta fue moderada-baja en hombres ($r = 0,44 - 0,58$) y moderada en mujeres ($r = 0,56 - 0,70$). El protocolo de ejecución de los test lineales genera diferencias en la disposición del ángulo lumbo-horizontal en flexión. Entre los diversos test lineales analizados, el *sit-and-reach* y el *toe-touch*, en hombres, y el *sit-and-reach* unilateral, en mujeres, son los que alcanzan mayor validez de criterio concurrente como medida de la extensibilidad isquiosural.

Palabras clave: test de elevación de pierna recta, pruebas de valoración, *sit-and-reach*, flexibilidad.

Abstract

One hundred and eight males (mean age: 21.98 ± 4.01 years) and 98 females (mean age: 22.12 ± 3.86 years) were asked to perform the straight leg raise (left and right legs), back-saver sit-and-reach (left and right legs), unilateral sit-and-reach (left and right legs), sit-and-reach, toe-touch, and V sit-and-reach tests in a randomized order. The lumbo-horizontal angle was measured when the participants reached maximal trunk flexion with knees extended. The ANOVA analysis showed significant differences for the lumbo-sacral angle among tests ($p < 0.001$). The concurrent validity of the lumbo-horizontal angle with regard to the straight leg raise was low to moderate for males ($r = 0.44 - 0.58$) and moderate for females ($r = 0.56 - 0.70$). In conclusion, administration procedures of sit-and-reach tests influence the lumbo-sacral angle in flexion. The sit-and-reach and toe-touch tests, and the unilateral sit-and-reach are the tests that reach the highest concurrent criterion-related validity for males and females, respectively, for measuring hamstring muscle extensibility.

Key words: straight leg raise, fitness testing, sit-and-reach, flexibility.

Introducción

La valoración de la extensibilidad isquiosural es importante puesto que una disminución de la misma se ha relacionado con un mayor riesgo de repercusiones raquídeas (Santonja, Ferrer, & Martínez, 1995), tales como algias lumbares (Biering-Sorensen, 1984; Mierau, Cassidy, & Yong-Hing, 1989) y alteraciones del ritmo lumbopélvico (Esola, McClure, Fitzgerald, & Siegler, 1996; Gajdosik, Albert, & Mitman, 1994; López-Miñarro & Alacid, 2009).

Para su valoración existen diferentes test como los de recorrido angular (test de elevación de la pierna recta y ángulo poplíteo), que son los más específicos y válidos para medir la extensibilidad isquiosural, pero más complejos de realizar de una forma objetiva. Por otro lado se encuentran los test lineales, basados en la distancia alcanzada en un movimiento de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, frecuentemente utilizados por su facilidad para llevarlos a cabo y por su correlación moderada con los test angulares (Baltaci, Un, Tunay, Besler, & Gerçeker, 2003; Hui, Morrow, & Jackson, 1999; Hui & Yuen, 2000; Liemohn, Sharpe, & Wasserman, 1994a; López-Miñarro, Sainz de Baranda, Rodríguez-García, & Yuste, 2008c; López-Miñarro, Sainz de Baranda, Yuste, & Rodríguez, 2008d; Tully & Stillman, 1997). No obstante, los test lineales están influidos por diversos factores, tales como la relación entre los parámetros antropométricos de las extremidades superiores e inferiores (Hoeger & Hopkins, 1992), el rango de movimiento de antepulsión escapulo-humeral y la movilidad de las articulaciones intervertebrales (Miñarro, Andujar, García, & Toro, 2007).

Para valorar la extensibilidad isquiosural sin la implicación de otras palancas articulares y sin las dificultades para controlar las variables que pueden contaminar el resultado en un test angular, se propuso valorar la disposición de la pelvis y la porción caudal del raquis lumbar en la posición de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas (Santonja, Andujar, & Martínez, 1994), al cual se denominó ángulo lumbo-horizontal en flexión. Puesto que la musculatura isquiosural tiene su origen en la tuberosidad isquiática de la pelvis, su extensibilidad debería tener una influencia directa sobre la pelvis en los movimientos de flexión máxima del tronco (Congdon, Bohannon, & Tiberio, 2005). Santonja, Ferrer y Martínez (1995) consideran de gran interés medir el ángulo lumbo-horizontal en flexión porque evidencia las dificultades de la pelvis para mantener su verticalidad en posiciones de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas, cuantificándose así su retroversión y, del mismo modo, la influencia de la musculatura isquiosural sobre la pelvis.

Diversos estudios han establecido la validez de criterio concurrente del ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural en deportistas (Ferrer, 1998; López-Miñarro, Alacid, Ferragut, Yuste, & García, 2008a; López-Miñarro, Rodríguez, Yuste, Alacid, Ferragut, & García, 2008b; Martínez, 2004; Pastor, 2000; Rodríguez-García, López-Miñarro, Yuste, & Sainz de Baranda, 2008), encontrando una validez entre moderada y alta. No obstante, López-Miñarro, Sainz de Baranda, y Rodríguez-García (2009) refieren que la posición de la pelvis en máxima flexión del tronco con rodillas extendidas no aporta mayor grado de validez de criterio respecto al test de elevación de pierna recta que la distancia alcanzada en los test lineales. En este sentido, López-Miñarro y cols. (2008a) indican que el ángulo lumbo-horizontal en flexión no es recomendable para valorar la extensibilidad isquiosural en piragüistas jóvenes. Otros estudios han valorado la posición de la pelvis exclusivamente, sin implicar al raquis lumbar, encontrando correlaciones de bajas a moderadas respecto al test de elevación de la pierna recta (Cornbleet & Woolsey, 1996; Davis, Quinn, Whiteman, Williams, & Young, 2008; Youdas, Krause, & Hollman, 2008).

La mayoría de los estudios que analizan la posición del ángulo lumbo-horizontal en flexión se han realizado en población deportista, especialmente en adolescentes, limitándose al análisis de los test *sit-and-reach* y *toe-touch*, sin considerar otros test lineales. Además, son muy pocos los estudios que analizan la validez de criterio de la posición del raquis lumbo-sacro como medida de la extensibilidad isquiosural en población no deportista. Por todo ello, los objetivos de este estudio fueron: 1) describir y comparar la disposición del ángulo lumbo-horizontal en flexión entre diferentes test lineales; y 2) determinar la validez de criterio concurrente del ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural.

Material y Métodos

Participantes

Un total de 108 varones (media \pm desviación típica, edad: 21,98 \pm 4,01 años; masa: 73,13 \pm 8,96 kg; talla: 176,06 \pm 6,45 cm) y 98 mujeres (media \pm desviación típica, edad: 22,12 \pm 3,86 años; masa: 61,32 \pm 8,07 kg; talla: 165,34 \pm 6,01 cm) participaron voluntariamente en el estudio. Los criterios de exclusión fueron: presentar limitaciones músculo-esqueléticas; tener dolor raquídeo o coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los test; que hubieran pasado menos de

tres horas desde cualquier descanso en una posición de decúbito; y haber realizado algún tipo de actividad físico-deportiva en las últimas 24 horas. Previamente a las mediciones, los participantes fueron informados sobre los procedimientos del estudio y cumplieron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad de Murcia.

Procedimiento

Los participantes no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma, y fueron examinados en ropa deportiva y descalzos. Todas las medidas de cada participante fueron tomadas en una misma sesión de valoración, entre las 10:00 y las 13:00 horas. Las mediciones fueron realizadas por un investigador con 10 años de experiencia en la valoración de la extensibilidad isquiosural.

Los participantes del estudio realizaron, en un orden aleatorio, el test de elevación de la pierna recta (derecha e izquierda), así como los test lineales *back-saver sit-and-reach* (BS) derecho e izquierdo, *sit-and-reach* (SR), *sit-and-reach* unilateral (USR) derecho e izquierdo, *toe-touch* (TT) y *V sit-and-reach* (VSR). En estos test se midió el ángulo lumbo-horizontal en la posición de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. 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.

Para determinar el ángulo lumbo-horizontal en flexión, cuando los participantes alcanzaban la máxima flexión del tronco con rodillas extendidas, se colocaba el extremo anterior de un goniómetro en la primera vértebra sacra, apoyando una rama del mismo directamente sobre las apófisis espinosas lumbo-sacras, mientras la otra rama del goniómetro (con burbuja de nivel incorporada) se situaba horizontalmente, obteniendo el valor angular. Un valor de 90° reflejaba una posición vertical de la pelvis y el raquis lumbar. Valores superiores correspondieron a posturas de menor flexión lumbo-sacra, mientras que valores inferiores correspondían a posturas de mayor flexión.

Test lineales

A todos los participantes 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, deslizando las manos por el cajón de medición hasta alcanzar la máxima distan-

cia posible, y mantén la posición durante 3 segundos". Un investigador auxiliar se encargó de fijar las rodillas en extensión durante la ejecución de los test lineales.

Test *sit-and-reach*

El participante 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.

Test *toe-touch*

En bipedestación, sobre el cajón de medición, con las rodillas extendidas, los pies separados a la anchura de las caderas y la falange distal del dedo *hallux* de cada pie en contacto con el cajón, sin rotación coxofemoral.

Test *back-saver sit-and-reach*

El participante se situó en sedentación, con una rodilla extendida, mientras que la otra pierna se colocaba con una flexión de cadera y rodilla de 45° y 90°, respectivamente. 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 participante podía realizar una ligera abducción coxofemoral de la pierna no evaluada. La medición se realizó en ambas piernas por separado de forma aleatoria.

Test *sit-and-reach* unilateral

El test se realizó siguiendo el protocolo descrito por Miñarro y cols. (2007). Los participantes se sentaron sobre una camilla de 60 centímetros de altura, en el borde de la misma, con una pierna extendida en la camilla y la planta del pie apoyada en el cajón de medición. La pierna contralateral se colocó fuera de la camilla, con la planta del pie apoyada en el suelo, manteniendo las articulaciones de la rodilla y cadera en flexión de 70° y 65°, respectivamente (Fig. 1). La medición se realizó en ambas piernas por separado de forma aleatoria.

Test *V sit-and-reach*

El participante se situó en sedentación, con las rodillas extendidas y los pies separados entre sí 30 cm en el plano frontal. Los tobillos se colocaron en flexión de 90° (plantas perpendiculares al suelo), y las caderas en una postura anatómica en el plano transversal. En este test, las palmas de las manos debían deslizarse por el suelo (Fig. 2).



Figura 1. Posición de máximo alcance en el test *sit-and-reach* unilateral.

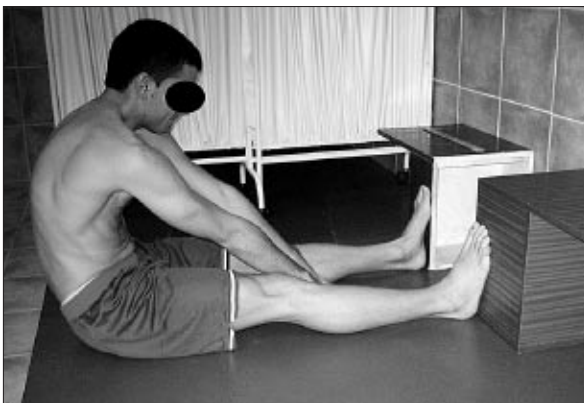


Figura 2. Posición de máximo alcance en el test *V sit-and-reach*.

Criterio de extensibilidad isquiósural

Como medida criterio de la extensibilidad isquiósural se utilizó el test de elevación de la pierna recta (EPR). Con el participante en decúbito supino en una camilla, con un LumboSant 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 manifestó dolor en el hueco poplíteo 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

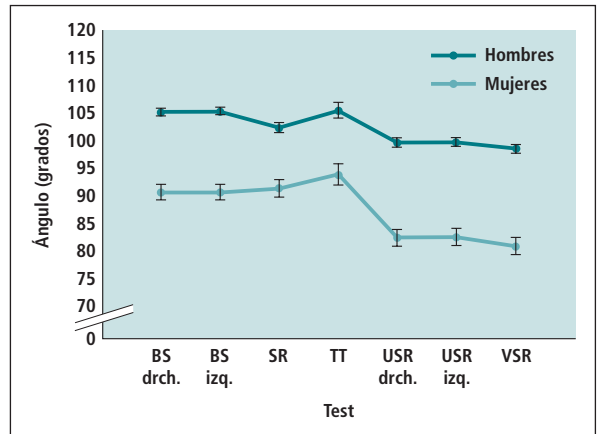


Figura 3. Media (\pm error típico de la media) del ángulo lumbo-horizontal en flexión en los test lineales evaluados.

BS: test *back-saver sit-and-reach*; SR: test *sit-and-reach*; TT: test *toe-touch*; USR: test *sit-and-reach* unilateral; VSR: test *V sit-and-reach*; drch.: pierna derecha; izq.: pierna izquierda.

coxofemoral al finalizar la misma. Las consignas que se aportaron a los participantes 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 investigador 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.

Análisis estadístico

Los datos angulares se presentan como medias \pm error típico de la media. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (género y test) con medidas repetidas en el segundo factor para establecer las diferencias en el ángulo lumbo-horizontal en flexión entre 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 Roy, 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 el ángulo lumbo-horizontal en flexión para el efecto principal del ANOVA ($p < 0,05$), se realizó una comparación por pares usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples, ajustando el criterio de significación a un valor de 0,007 (0,05 dividido por 7). Para establecer las correlaciones entre los valores del ángulo lumbo-horizontal en flexión y el ángulo de flexión coxofemoral en el EPR, se utilizó

el test de Pearson. Un valor de $p < 0,05$ fue establecido para determinar la significación estadística. El análisis de los datos fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS (versión 15,0; SPSS Inc., IL).

Resultados

Los valores medios del ángulo lumbo-horizontal en flexión para cada test se presentan en la figura 3. Los hombres alcanzaron menor flexión del raquis lumbo-sacro. Se observaron diferencias significativas entre los test ($p < 0,001$) y en la interacción test \times género ($p < 0,001$). Los valores de significación en la comparación por pares con ajuste de Bonferroni se presentan en la tabla 1.

Los valores medios (\pm error típico de la media) del test EPR derecho e izquierdo fueron de $72,29 \pm 0,68$ y $72,46 \pm 0,72^\circ$, respectivamente, en los hombres y $88,03 \pm 1,69$ y $88,35 \pm 1,70^\circ$, respectivamente, en las mujeres ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas entre los valores angulares del test EPR

izquierdo y derecho. La correlación entre el ángulo lumbo-horizontal en flexión y el test EPR derecho e izquierdo fue moderada en mujeres y baja-moderada en hombres (Tabla 2).

Discusión

El objetivo principal del estudio fue comparar la disposición del ángulo lumbo-horizontal en flexión entre varios test lineales y determinar su validez de criterio concurrente respecto al test de elevación de pierna recta. Los resultados del estudio muestran que existen diferencias significativas en la posición del raquis lumbo-horizontal en flexión entre la mayoría de los test analizados en ambos géneros. En un mismo participante, evaluado con diversos test lineales, las diferencias encontradas se explican por la posición de ejecución de cada test (unilateral o bilateral, en sedentación o bipedestación, con más o menos flexión de la cadera no evaluada, con abducción coxofemoral o no, así como por el uso o no de un cajón de medición).

Tabla 1. Significación estadística (p valor) en la comparación por pares entre los diferentes test lineales analizados en función del género

Test	Hombres (n=108)						Mujeres (n=98)						
	TT	VSR	BS drch.	BS izq.	USR drch.	USR izq.	TT	VSR	BS drch.	BS izq.	USR drch.	USR izq.	
Ángulo lumbo-horizontal en flexión	SR	*	*	NS	NS	*	*	NS	*	NS	NS	*	*
	TT	-	*	NS	NS	*	*	-	*	NS	NS	*	*
	VSR		-	*	*	NS	NS		-	*	*	NS	NS
	BS drch.			-	NS	*	*			-	NS	*	*
	BS izq.				-	*	*				-	*	*
	USR drch.					-	NS					-	NS

BS, test *back-saver sit-and-reach*; SR, test *sit-and-reach*; TT, test *toe-touch*; USR, test *sit-and-reach* unilateral; VSR, test *V sit-and-reach*; NS: no significativo; * $p < 0,007$; drch.: pierna derecha; izq.: pierna izquierda.

Tabla 2. Valores de correlación entre el ángulo lumbo-horizontal en flexión en los diferentes test lineales analizados y el test de elevación de pierna recta en hombres (n= 108) y mujeres (n= 98) (valores en negrita)

Test	SR	TT	VSR	BS drch.	BS izq.	USR drch.	USR izq.	EPR drch.	EPR izq.	
Ángulo lumbo-horizontal en flexión	SR	-	0,81	0,91	0,89	0,87	0,87	0,88	0,58	0,54
	TT	0,86	-	0,72	0,70	0,68	0,72	0,74	0,56	0,54
	VSR	0,88	0,79	-	0,87	0,87	0,87	0,88	0,48	0,46
	BS drch.	0,87	0,82	0,87	-	0,94	0,85	0,86	0,47	0,44
	BS izq.	0,87	0,84	0,87	0,96	-	0,84	0,86	0,48	0,46
	USR drch.	0,86	0,82	0,89	0,88	0,88	-	0,95	0,52	0,48
	USR izq.	0,88	0,81	0,89	0,90	0,91	0,95	-	0,53	0,49
	EPR drch.	0,63	0,63	0,60	0,57	0,59	0,68	0,70	-	0,90
	EPR izq.	0,66	0,61	0,60	0,56	0,58	0,66	0,70	0,94	-

BS: test *back-saver sit-and-reach*; EPR: test de elevación de la pierna recta; SR: test *sit-and-reach*; TT: test *toe-touch*; USR: test *sit-and-reach* unilateral; VSR: test *V sit-and-reach*; drch.: pierna derecha; izq.: pierna izquierda.

Estos datos coinciden con Miñarro y cols. (2007), que encontraron diferencias significativas en la disposición angular del raquis torácico y lumbar entre estos test lineales.

Las diferencias en la disposición del raquis lumbo-horizontal en flexión entre los test lineales producen diferentes valores de correlación respecto al criterio de extensibilidad isquiosural utilizado en este estudio (test de elevación de la pierna recta), alcanzado valores moderados-bajos en los hombres y moderados en las mujeres.

La valoración de la posición de la pelvis se ha propuesto como una buena opción para medir la extensibilidad isquiosural (Congdon y cols., 2005), ya que esta musculatura tiene su origen anatómico en la tuberosidad isquiática de la pelvis. Para Ferrer (1998), con el ángulo lumbo-horizontal en flexión se eliminan errores de medición, al involucrar el giro de la pelvis sobre las articulaciones coxofemorales, valorando su grado de basculación. Sin embargo, este test no alcanza altos valores de correlación con el test de elevación de la pierna recta. Este hecho está probablemente condicionado porque el ángulo lumbo-horizontal en flexión es una medida que involucra al raquis lumbar, y la disposición angular del mismo ha mostrado valores de correlación muy bajos con la extensibilidad isquiosural (Hui & Yuen, 2000; Jackson & Langford, 1989; Liemohn y cols., 1994a).

El ángulo lumbo-horizontal en flexión ha sido analizado y utilizado, especialmente, en deportistas (Ferrer, 1998; López-Miñarro y cols., 2008a,b; Martínez, 2004; Pastor, 2000). Estos estudios han encontrado una correlación entre moderada y alta del ángulo lumbo-horizontal en flexión medido al realizar el test SR respecto al test EPR ($r = 0,63-0,86$) (Ferrer, 1998; Martínez, 2004; Pastor, 2000). Santonja y cols. (1994), en universitarios, encontraron una correlación significativa ($r = 0,73$) entre el ángulo lumbo-horizontal al realizar un SR y el test EPR. López-Miñarro y cols. (2008a) han recomendado, recientemente, medir este ángulo en el test TT, por presentar una validez ligeramente mayor con el test de elevación de pierna recta que el test SR. Cornbleet y Woolsey (1996) basándose en una correlación de $r = 0,76$ entre el EPR y la posición de la pelvis en flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, afirmaron que la inclinación del sacro respecto a la horizontal proporciona un mejor reflejo de la longitud de la musculatura isquiosural que la distancia alcanzada en el test SR. No obstante, estos autores midieron la posición de la pelvis colocando un inclinómetro en el sacro, sin implicar en la medición a la porción caudal del raquis lumbar, como ocurre al utilizar el ángulo lumbo-horizontal en flexión.

En base a los valores medios del ángulo lumbo-horizontal en flexión de todos los test, éstos se pueden clasificar en dos grupos. Por un lado, un grupo que aglutina al SR, TT y BS derecho e izquierdo, entre los cuales no existen diferencias significativas en la comparación por pares (excepto entre el TT y el SR en hombres). Y, por otro lado, un grupo que aglutina el VSR y el USR derecho e izquierdo, que muestran los valores más reducidos del ángulo lumbo-horizontal en flexión (menor retroversión pélvica) de entre todos los test, y entre los cuales tampoco existen diferencias significativas.

La propuesta de nuevos protocolos de medición de la extensibilidad isquiosural mediante alguna variante del SR ha sido frecuente en los últimos años. El BS se propuso con el objetivo de hacer más seguro el test, respecto al SR. Liemohn y cols. (1994a) afirmaron, sin comprobación empírica, que al realizar el BS, la flexión de la cadera y rodilla de la pierna no evaluada provoca una mayor retroversión de la pelvis. Sin embargo, en coincidencia con estudios previos (Liemohn, Sharpe, & Wasserman, 1994b; López-Miñarro y cols., 2009), no se han encontrado diferencias significativas entre el SR y el BS.

Por otro lado, el test VSR fue sugerido como alternativa porque no requiere de un cajón de medición (Hui y cols., 1999). En este test, el ángulo lumbo-horizontal en flexión fue mayor que en el resto de test lineales (excepto con respecto al USR), probablemente por la posición de ligera abducción coxofemoral, que permite un mayor rango de movimiento de flexión pélvica. Sin embargo, la validez de criterio concurrente de este test es muy limitada pues obtiene valores de correlación bajos con el EPR ($r = 0,46-0,60$). El uso de uno u otro test genera resultados diferentes que pueden derivar en diversas interpretaciones de la extensibilidad de una misma persona. Si se decide utilizar el ángulo lumbo-horizontal en flexión, se recomienda elegir el SR o TT en hombres y el USR en mujeres, ya que estos test alcanzan mayor validez de criterio concurrente respecto a la medida criterio de la extensibilidad isquiosural. No obstante, puesto que su validez es moderada-baja sería más conveniente utilizar, en la medida de lo posible, test angulares como el poplíteo o el test de elevación de la pierna recta.

La decisión de usar un test u otro debe estar basada en su funcionalidad y validez. Algunos autores recomiendan realizar la valoración de la musculatura isquiosural con un test lineal y otro angular (Ferrer, 1998; Pastor, 2000). Al realizar un test lineal se posibilita el análisis del morfotipo raquídeo en máxima flexión del tronco, así como el rango de movimiento de la pelvis.

Conclusiones

El protocolo de ejecución de los test lineales genera diferencias en la disposición del ángulo lumbo-horizontal en flexión.

La validez de criterio concurrente del ángulo lumbo-horizontal en flexión es moderada-baja, siendo

menor en los hombres. Si se decide utilizar el ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural, es recomendable utilizar los test *sit-and-reach* y *toe-touch*, en hombres, y el test *sit-and-reach* unilateral, en mujeres, al obtener mayor validez de criterio concurrente con el test de elevación de la pierna recta.

BIBLIOGRAFÍA

- Baltaci, G., Un, N., Tunay, V., Besler, A., y Gerçekler, S. (2003). Comparison of three different sit and reach tests 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.
- Congdon, R., Bohannon, R., y Tiberio, D. (2005). Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. *Clinical Biomechanics*, 20, 947-951.
- Cornbleet, S. L., y Woolsey, N. (1996). Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Physical Therapy*, 76, 850-855.
- Davis, D. S., Quinn, R. O., Whiteman, C. T., Williams, J. D., y Young, C. R. (2008). Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 583-588.
- 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.
- 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.
- Hui, S. C., Morrow, J. R., y Jackson, A. W. (1999). Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach tests with and without limb length adjustment in Asian adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 401-406.
- 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.
- Jackson, A., y Langford, N. J. (1989). The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extension of previous findings. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60, 384-387.
- 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., y Alacid, F. (2009). Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. *Science & Sports*, en prensa. doi:10.1016/j.scispo.2009.10.004.
- López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Ferragut, C., Yuste, J. L., y García, A. (2008a). Valoración y comparación de la extensibilidad isquiosural entre kayakistas y canoístas de categoría infantil. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 20, 97-111.
- López-Miñarro, P. A., Rodríguez-García, P. L., Yuste, J. L., Alacid, F., Ferragut, C., y García, A. (2008b). Validez de la posición del raquis lumbo-horizontal en flexión como criterio de extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 124, 11-18.
- López-Miñarro, P. A., Sáinz de Baranda, P., Rodríguez-García, P. L., y Yuste, J. L. (2008c). Comparison between sit-and-reach test and V sit-and-reach test in young adults. *Gazzetta Medica Italiana*, 167, 135-142.
- López-Miñarro, P. A., Sáinz de Baranda, P., y Rodríguez-García, P. L. (2009). A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 116-122.
- López-Miñarro, P. A., Sáinz de Baranda, P., Yuste, J. L., y Rodríguez-García, P. L. (2008d). Validez del test sit-and-reach unilateral como criterio de extensibilidad isquiosural. Comparación con otros protocolos. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8, 87-92.
- Martínez, P. (2004). *Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Rítmica Deportiva*. Murcia, Tesis Doctoral.
- Mierau, D., Cassidy, J. D., y Yong-Hing, K. (1989). Low-back pain and straight leg raising in children and adolescents. *Spine*, 14, 526-528.
- Miñarro, P. A., Andújar, 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.
- Pastor, A. (2000). *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite Españoles*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- 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, pelvic tilt and score between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Medicina dello Sport*, 61, 11-20.
- Santonja, F., Andujar, P., y Martínez, I. (1994). Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del síndrome de isquiosurales cortos. *APUNTS Medicina Deportiva*, 31, 103-11.
- Santonja, F., Ferrer, V., y Martínez, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4, 81-91.
- 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.
- Youdas, J. W., Krause, D. A., Hollman, J. H. (2008). Validity of hamstring muscle length assessment during the sit-and-reach test using an inclinometer to measure hip joint angle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 303-309.