



Original/Deporte y ejercicio

Validez del test *sit-and-reach* para valorar la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores

Pedro Ángel López-Miñarro¹, Raquel Vaquero-Cristóbal², José María Muyor³ y Luis Espejo-Antúnez⁴

¹Facultad de Educación. Universidad de Murcia. ²Cátedra de Traumatología del Deporte. Universidad Católica de Murcia, Murcia. ³Laboratorio de Kinesiología, Biomecánica y Ergonomía (KIBIOMER Lab.). Universidad de Almería, Almería. ⁴Departamento de Terapéutica Médico-Quirúrgica. Universidad de Extremadura, España.

Resumen

Introducción: la disposición del raquis lumbo-sacro y la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* han sido propuestas para valorar la extensibilidad isquiosural, siendo su validez diferente en función de la población analizada.

Objetivo: determinar la validez del ángulo lumbo-horizonta en flexión y la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* como criterio de extensibilidad isquiosural en mujeres mayores.

Metodología: un total de 120 mujeres mayores realizaron aleatoriamente los test de elevación de pierna recta (EPR) con ambas piernas y el test *sit-and-reach* (SR). En este último se valoró la distancia alcanzada y la disposición del raquis lumbo-sacro (L-Hfx) al alcanzar la posición de máxima flexión del tronco.

Resultados y discusión: los valores medios en el EPR fueron $81,70 \pm 13,83^\circ$ y $82,10 \pm 14,36^\circ$ en las piernas izquierda y derecha, respectivamente. La media del EPR de ambas piernas fue de $81,90 \pm 12,70^\circ$. La distancia media en el SR fue de $-1,54 \pm 8,09$ cm. En el L-Hfx, el valor medio fue de $91,08^\circ \pm 9,32^\circ$. La correlación entre el test EPR medio de ambas piernas respecto a la distancia alcanzada en el test DDP y el ángulo L-Hfx fueron moderados (L-Hfx: $r = -0,72$, $p < 0,01$; SR: $r = 0,70$, $p < 0,01$). Ambas variables, de forma independiente, explicaron alrededor del 50% de la varianza (L-Hfx: $R^2 = 0,52$; $p < 0,001$; SR: $R^2 = 0,49$; $p < 0,001$).

Conclusiones: la validez de la disposición del raquis lumbo-sacro en mujeres mayores es moderada, siendo similar a la obtenida por la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*.

(Nutr Hosp. 2015;32:312-317)

DOI:10.3305/nh.2015.32.1.8999

Palabras clave: Condición física. Flexibilidad. Musculatura isquiosural. Personas mayores. Validez.

CRITERION-RELATED VALIDITY OF SIT-AND-REACH TEST AS A MEASURE OF HAMSTRING EXTENSIBILITY IN OLDER WOMEN

Abstract

Introduction: lumbo-sacral posture and the sit-and-reach score have been proposed as measures of hamstring extensibility. However, the validity is influenced by sample characteristics.

Objective: to determine the validity of lumbo-horizontal angle and score in the sit-and-reach test as measures of hamstring extensibility in older women.

Method: a hundred and twenty older women performed the straight leg raise test with both leg, and the sit-and-reach test (SR) in a random order. For the sit-and-reach test, the score and the lumbo-sacral posture in bending (lumbo-horizontal angle, L-Hfx) were measured.

Results and discussion: the mean values of straight leg raise in left and right leg were $81.70 \pm 13.83^\circ$ and $82.10 \pm 14.36^\circ$, respectively. The mean value of EPR of both legs was $81.90 \pm 12.70^\circ$. The mean values of SR score and L-Hfx were -1.54 ± 8.09 cm and $91.08^\circ \pm 9.32^\circ$, respectively. The correlation values between the mean straight leg raise test with respect to lumbo-sacral posture and SR score were moderate (L-Hfx: $r = -0.72$, $p < 0.01$; SR: $r = 0.70$, $p < 0.01$). Both variables independently explained about 50% of the variance (L-Hfx: $R^2 = 0.52$, $p < 0.001$; SR: $R^2 = 0.49$, $p < 0.001$).

Conclusions: the validity of lumbo-sacral posture in bending as measure of hamstring muscle extensibility on older women is moderate, with similar values than SR score.

(Nutr Hosp. 2015;32:312-317)

DOI:10.3305/nh.2015.32.1.8999

Keywords: Flexibility. Hamstring muscle. Physical fitness. Senior. Validity.

Correspondencia: Pedro A. López-Miñarro.
Departamento de Educación Física. Facultad de Educación.
Campus Universitario de Espinardo. 30100 Murcia (España).
E-mail: palopez@um.es

Recibido: 23-III-2015.
Aceptado: 8-IV-2015.

Introducción

La flexibilidad es un componente importante de la condición física saludable en las personas mayores¹. Entre los diferentes grupos musculares del cuerpo humano, la musculatura isquiosural presenta una alta frecuencia de casos con una extensibilidad reducida². Una inadecuada extensibilidad en la musculatura isquiosural está relacionada con algias lumbares³, desalineaciones raquídeas⁴, lesiones musculares⁵, cambios en el ritmo lumbo-pélvico^{6,7}, limitaciones en la cinemática de la marcha, y un mayor riesgo de caídas⁸.

Para valorar la extensibilidad isquiosural se han propuesto diferentes test: 1) test angulares, que miden el rango de movimiento de una articulación (test de elevación de la pierna recta y test de extensión de rodilla); y 2) test lineales, basados en la distancia alcanzada respecto a la tangente de las plantas de los pies, al realizar un movimiento de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas. Estos últimos implican a diferentes palancas articulares y están condicionados por la características antropométricas de cada persona⁹. Además, la distancia alcanzada está influida por la movilidad intervertebral^{6,9}. Por estos motivos, se consideran medidas indirectas de la extensibilidad isquiosural¹⁰.

La musculatura isquiosural está formada por el bíceps femoral (cabezas larga y corta), semimembranoso y semitendinoso. Su origen está en la tuberosidad isquiática de la pelvis. Por su anatomía, su extensibilidad debería tener una influencia directa al realizar movimientos de flexión del tronco¹¹. Por esta razón, y ante las dificultades para controlar las variables que pueden contaminar la medición en un test angular, y la implicación de otras palancas articulares en los test lineales, se ha propuesto valorar la posición de la pelvis y porción caudal del raquis lumbar al alcanzar la posición de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas en sedentación¹². A esta medida se le denomina ángulo lumbo-horizontal en flexión¹².

La medición de la posición de la pelvis es de gran interés, pues evidencia las dificultades de la misma para mantener su verticalidad en posiciones de máxima flexión del tronco cuando hay una extensibilidad isquiosural reducida, cuantificándose así su retroversión y, del mismo modo, el efecto de la musculatura isquiosural sobre la pelvis¹³. Esta relación entre la extensibilidad isquiosural y la disposición de la pelvis ha sido analizada previamente en deportistas de diferentes disciplinas^{6,7}. En adultos jóvenes, López-Miñarro¹⁴ comparó la disposición del ángulo lumbo-horizontal en flexión entre diferentes test lineales, encontrando que el protocolo de ejecución de los mismos genera diferencias en la disposición del ángulo lumbo-horizontal en flexión, al igual que ocurre con la postura del raquis lumbar y torácico¹⁵.

Numerosos estudios han determinado la validez de la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*, encon-

trándose una correlación directa y significativa, entre baja y moderada, con el test de elevación de la pierna recta o el test de extensión de rodilla en poblaciones sedentarias de niños y adolescentes^{16,17}, adultos jóvenes^{14,18,19} y personas mayores^{18,20-22}. No obstante, la validez de estos test está condicionada por factores como la edad, el género y el nivel de extensibilidad isquiosural^{20,23,24}. En este sentido, la distancia alcanzada en los test lineales presenta mayor validez en personas con una mayor extensibilidad isquiosural^{23,24}. Otros estudios han mostrado una gran variabilidad en la validez de los test lineales en muestras de deportistas^{10,25-28}, en función de la disciplina practicada.

Las diferentes investigaciones que han analizado la validez de la posición de la pelvis o del raquis lumbo-sacro en el test *sit-and-reach* en niños y adolescentes^{16,17}, adultos jóvenes activos^{18,19}, adultos sedentarios¹⁸ y deportistas jóvenes^{10,25-29}, evidencian resultados contradictorios. Esto podría deberse a que factores como el género, la edad y el nivel de extensibilidad isquiosural pueden influir en la validez de la inclinación pélvica y el ángulo lumbo-sacro como medidas de la extensibilidad isquiosural^{17,18,20,23,27}. Youdas et al.¹⁸ analizaron la validez del ángulo sacro en el *sit-and-reach* en una muestra de 212 personas adultas de ambos géneros con una edad entre 20 y 79 años. Sus resultados mostraron que el ángulo sacro no es una medida válida para valorar la flexibilidad isquiosural. No obstante, no analizaron la validez en cada una de las franjas de edad incluidas, ni en función del género.

Conforme aumenta la edad se producen una serie de cambios morfológicos y funcionales en la cadera, pelvis y columna vertebral, que podrían afectar a la validez del *sit-and-reach* como medida de la extensibilidad isquiosural. Puesto que no existen estudios que hayan analizado la validez del ángulo lumbo-sacro en una población de mujeres mayores, los objetivos del presente estudio fueron: 1) determinar la validez del ángulo lumbo-horizontal en flexión como criterio de extensibilidad isquiosural en mujeres mayores; y 2) comparar la validez de criterio del ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural respecto a la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*.

Metodología

Participantes

Un total de 120 mujeres mayores participaron en el estudio. Las medias (\pm DT) de edad, peso y talla fueron de $62,34 \pm 8,75$ años, $66,97 \pm 10,34$ kg. y $152,56 \pm 6,01$ cm., respectivamente. El estudio fue aprobado por la Comisión de Bioética institucional y las participantes fueron informadas previamente acerca de los procedimientos del estudio, firmando un consentimiento informado.

Procedimiento

Las participantes realizaron de forma aleatoria el test de elevación de la pierna recta con ambas extremidades y el test *sit-and-reach*. En este último se valoró la distancia alcanzada y la posición del raquis lumbo-sacro (ángulo lumbo-horizontal en flexión). Los test se realizaron en dos ocasiones y se utilizó el valor medio para el análisis estadístico. Las participantes no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma, para evitar el efecto inmediato del calentamiento en los valores de extensibilidad isquiosural³⁰. Los test se realizaron con ropa deportiva y sin calzado. Todas las medidas fueron tomadas en una misma sesión de valoración.

Para realizar el test de elevación de la pierna recta (EPR), la participante se situó en decúbito supino sobre una camilla. El investigador principal procedió a la elevación de la pierna con rodilla extendida de forma lenta y progresiva hasta que manifestó dolor o malestar en la zona poplíteica y/o se detectó una basculación pélvica posterior. Para la determinación del ángulo de flexión coxofemoral se utilizó un inclinómetro Uni-level (ISOMED, Inc., Portland, OR), colocado en la tuberosidad tibial. Las consignas que se aportaron a las mujeres 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 en la parte posterior del muslo, momento en el que debes avisarnos, diciendo ¡Ya!”. La medición se llevó a cabo en ambas piernas por separado y de forma aleatoria. Se empleó la colocación del LumboSant o soporte lumbar para disminuir la retroversión pélvica cuando los isquiosurales alcanzan una tensión moderada-intensa. 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. Otro investigador se encargó de fijar y controlar la basculación sagital de la pelvis.

Para realizar el test *sit-and-reach*, las mujeres se colocaron en sedentación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas, con tobillos en 90° de flexión. 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. En esta posición se les solicitó que realizaran una flexión máxima del tronco manteniendo las rodillas y los brazos extendidos. Las palmas de las manos, una encima de la otra, se deslizaron sobre el cajón, hasta alcanzar la máxima distancia posible, momento en el que se registró la distancia alcanzada, así como el ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-Hfx). Para establecer la distancia alcanzada en el test, se utilizó un cajón ACUFLEX (altura de 36 cm) con una regla milimetrada adosada que permitía determinar la distancia alcanzada. El valor 0 cm correspondió a la tangente de las plantas de los pies, siendo positivos los valores cuando las falanges distales del carpo supera-

ban la tangente, y negativos cuando no la alcanzaban. Para la medición del L-Hfx se aplicó una rama de un goniómetro directamente sobre las apófisis espinosas lumbosacras, mientras la otra rama del goniómetro (con burbuja de nivel incorporada) se dispuso horizontalmente. Un valor de 90° correspondió a una posición vertical de la pelvis. Valores más altos correspondían a posturas de retroversión de la pelvis y valores más reducidos a posturas de anteversión pélvica.

Análisis estadístico

La distribución de los datos fue inicialmente valorada mediante el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se calculó la media y desviación típica para cada variable. Para comparar los valores angulares del test de elevación de pierna recta entre ambas piernas se utilizó una prueba *t* de student para muestras dependientes. Para determinar los valores de correlación entre las diferentes pruebas de valoración isquiosural respecto al criterio de extensibilidad isquiosural (test EPR) se utilizó el test de Pearson. Con aquellas variables que mostraron una correlación significativa se realizó un análisis de regresión lineal simple. Los datos fueron analizados usando el SPSS 19,0 y el nivel de significación se estableció en un valor de $p \leq 0,05$.

Resultados

Los valores medios (\pm DT) en el test EPR fueron de $81,70 \pm 13,83^\circ$ y $82,10 \pm 14,36^\circ$ en las piernas izquierda y derecha, respectivamente ($t=1,778$, $p > 0,05$). La media del EPR de ambas piernas fue $81,90 \pm 12,70^\circ$. La distancia media (\pm DT) en el test *sit-and-reach* fue de $-1,54 \pm 8,09$ cm. En el test lumbo-horizontal en flexión, el valor medio (\pm DT) fue de $91,08^\circ \pm 9,32^\circ$.

Los valores de correlación entre los diferentes test realizados se presentan en la tabla I. Se encontraron correlaciones significativas entre todas las variables analizadas ($p < 0,01$).

Respecto al análisis de regresión lineal, se encontró que tanto la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*

Tabla I
Coeficientes de correlación de Pearson (*r*)
entre los test analizados

	EPR izq	EPR drch	DDP	L-Hfx
EPR medio	0,98*	0,98*	0,70*	-0,72*
EPR izq	-	0,93*	0,71*	-0,73*
EPR drch	-	-	0,67*	-0,69*
Distancia SR	-	-	-	-0,72*

EPR: test de elevación de la pierna recta; L-Hfx: ángulo lumbo-horizontal en flexión; SR: test *sit-and-reach*; * $p < 0,01$.

como el ángulo L-Hfx, de forma independiente, explicaron alrededor del 50% de la varianza ($p < 0,001$) (Tabla II).

Tabla II
Análisis de regresión lineal para determinar la relación entre las variables dependientes (distancia en el test sit-and-reach y ángulo L-Hfx) y las diferentes variables independientes (EPR pierna derecha o izquierda y EPR medio de ambas piernas)

	R	R ²	F	p
EPR pierna izquierda				
Distancia SR	0,71	0,50	116,28	$p < 0,001$
L-Hfx	0,74	0,53	134,22	$p < 0,001$
EPR pierna derecha				
Distancia SR	0,67	0,45	96,23	$p < 0,001$
L-Hfx	0,69	0,47	104,28	$p < 0,001$
EPR medio de ambas piernas				
Distancia SR	0,70	0,49	113,64	$p < 0,001$
L-Hfx	0,72	0,52	127,53	$p < 0,001$

EPR: test de elevación de la pierna recta; L-Hfx: ángulo lumbo-horizontal en flexión; SR: test sit-and-reach.

Discusión

El objetivo principal del presente estudio fue determinar la validez del ángulo lumbo-horizontal en flexión en una población de mujeres mayores. Los valores de correlación encontrados en el presente estudio para el L-Hfx, respecto al test EPR (medida utilizada como criterio de la extensibilidad isquiosural) fueron moderados ($r = 0,69 - 0,73$) y similares a los alcanzados por la distancia alcanzada en el test sit-and-reach ($r = 0,67 - 0,71$), explicándose en ambos casos alrededor del 50% de la varianza (L-Hfx: $R^2 = 0,47 - 0,53$, $p < 0,001$; SR: $R^2 = 0,45 - 0,50$, $p < 0,001$). Por lo tanto, ambos test obtienen una validez limitada para utilizarlos como medidas de la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores.

En estudios previos se ha afirmado que con el ángulo L-Hfx se eliminan errores de medición al incluir únicamente el giro de la pelvis sobre las articulaciones coxo-femorales, valorando su grado de basculación respecto a la horizontal^{12,25}. Por esta razón, esta prueba debería arrojar mayor validez que la distancia alcanzada en el test sit-and-reach^{12,25}. Sin embargo, en el presente estudio se han encontrado valores similares entre ambas medidas. 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 arroja valores de correlación muy bajos, y no significativos, con la extensibilidad isquiosural^{10,20,22}.

En un estudio previo en el que se analizó el ángulo sacro en una muestra de adultos y personas mayores, se encontró que esta medida no era válida para determinar la extensibilidad isquiosural, mostrando valores de validez inferiores a los aportados por la distancia alcanzada en el test sit-and-reach¹⁸. No obstante, estos resultados no se pueden comparar con los encontrados en el presente estudio, pues en la investigación de Youdas *et al.*¹⁸ las personas mayores de 60 años representaron alrededor del 30% de la muestra y no se diferenciaron los resultados en función de la edad ni del género, a pesar de que ambas variables condicionan la validez de estos test^{20,23}.

Otras investigaciones han utilizado el test L-Hfx para valorar la extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes^{25,26,28,29}, encontrando valores de correlación similares ($r=0,63$ a $0,74$)^{28,29} o superiores ($r=0,85-0,86$)^{25,26} respecto al test EPR, que los del presente estudio. En una investigación realizada con estudiantes universitarios, se encontraron valores de correlación ligeramente inferiores entre el test L-Hfx y el test EPR ($r = 0,52 - 0,59$ para los hombres y $r = 0,69 - 0,64$ para las mujeres) y ligeramente superiores entre la distancia en el test sit-and-reach y el test EPR ($r = 0,56 - 0,59$ para los hombres y $0,75 - 0,76$ para las mujeres)¹⁹, en comparación con los del presente estudio. Las diferencias en los hallazgos podrían deberse a las diferencias de edad, género y nivel de flexibilidad isquiosural entre las muestras de los diferentes estudios, factores que condicionan la validez de estos test^{17,18,20,23,27}.

Cornbleet y Woolsey¹⁶, así como Muoy et al.¹⁷ afirman 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 sit-and-reach en escolares. No obstante, estos autores valoran la posición del sacro en una posición máxima flexión del tronco, con un inclinómetro^{16,17}, no implicando a la porción caudal del raquis lumbar, como ocurre en el caso del test L-Hfx. Esta diferencia en el procedimiento de medición podría explicar las discrepancias respecto a los hallazgos del presente estudio. Otros estudios que han valorado la inclinación pélvica, sin incluir la zona lumbar, en deportistas adolescentes de élite también han encontrado que esta medida no presenta mayor validez que la distancia alcanzada en los test lineales^{10,27}, lo que podría deberse a las adaptaciones que se producen en el raquis al realizar una determinada práctica deportiva de forma sistemática³¹⁻³³. Puesto que el raquis está directamente implicado en la distancia alcanzada en los test lineales, cualquier adaptación asociada a la repetición y mantenimiento de posturas estáticas o cíclicas de flexión intervertebral, afectaría a la distancia alcanzada en estos test.

Respecto a aquellos estudios que han valorado la validez de la distancia alcanzada en el test sit-and-reach en personas mayores, Lemmink *et al.*²⁰ en una muestra de 49 hombres y 71 mujeres, de alrededor de 66 años de edad, encontraron una correlación de $r = 0,57$, sin

diferenciar entre ambas piernas. Youdas *et al.*¹⁸ en adultos de diversas edades, en las que incluyen personas mayores, encontraron una correlación de $r = 0,59$ entre el test *sit-and-reach* y el EPR. Los valores de ambos estudios son inferiores a los encontrados en el presente estudio. Por su parte, Miyazaki *et al.*²² encontraron una correlación de $r = 0,60$ entre la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* y el EPR en 49 hombres y 119 mujeres mayores de 70 años. Los valores de correlación de este estudio también son inferiores a los de la presente investigación, lo que podría deberse a que se incluyó a hombres y personas de mayor edad, factores relacionados con una menor validez de este test²³.

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 con un test lineal y otro angular^{25,28}. El conjunto de ambos servirá para el estudio de las repercusiones “dinámicas” del raquis dorso-lumbar y la pelvis, al facilitar el estudio del morfotipo raquídeo en máxima flexión del tronco y valorar la limitación del movimiento de basculación de la pelvis. No obstante, la decisión del test utilizado está mediatizada por la disponibilidad de material, entrenamiento del medidor y la cantidad de personas a valorar en un tiempo determinado.

De los diferentes test lineales existentes, en el presente estudio se ha analizado el *sit-and-reach* por ser el más utilizado en diferentes contextos y poblaciones. No obstante, hay que valorar otros test lineales, ya que la postura específica de cada test condiciona la disposición del raquis torácico y lumbar¹⁵ y de la pelvis¹⁴. En adultos jóvenes, López-Miñarro¹⁴ recomienda, en el caso de utilizar el ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural, seleccionar el test *sit-and-reach* y *toe-touch*, en hombres, y el test *sit-and-reach* unilateral, en mujeres, al obtener estos mayor validez de criterio concurrente con el test de elevación de la pierna recta.

En cuanto a las limitaciones del presente estudio, la principal fue no realizar mediciones en una muestra de hombres mayores. Futuros estudios deberían analizar la validez de éste y otros test en esta población. Una segunda limitación fue no haber valorado también la inclinación pélvica, colocando un inclinómetro directamente en el sacro, para determinar si esta medida, que excluye la disposición sagital de la porción caudal del raquis lumbar, presenta una validez diferente al ángulo lumbo-sacro en flexión.

Conclusión

La validez de la disposición del raquis lumbo-sacro como medida de la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores es moderada, siendo sus valores de correlación similares a los obtenidos por la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*. Por ello, se recomienda utilizar un test angular, como el test de elevación de la pierna recta o el test de extensión de rodilla, para

valorar la extensibilidad isquiosural. No obstante, en el caso de valorar la extensibilidad isquiosural con otros test que no sean angulares, es preferible utilizar la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*, antes que el ángulo lumbo-horizontal en flexión, por tener una validez similar y un protocolo de medición más sencillo.

Referencias

1. Muñoz-Arribas A, Vila-Maldonado S, Pedrero-Chamizo R, Espino L, Gusi N, Villa G, Gonzalez-Gross M, Casajús JA, Ara I, Gómez-Cabello A. Evolución de los niveles de condición física en población octogenaria y su relación con un estilo de vida sedentario. *Nutr Hosp* 2014; 29 (4): 894-900.
2. Sáinz de Baranda P, López-Miñarro PA, Martínez-Almagro A, Cejudo A, Rodríguez O. Valoración de la musculatura isquiosural en personas mayores. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2005; 40 (Supl 2): 31-5.
3. Jones MA, Stratton G, Reilly T, Unnithan VB. Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *Br J Sports Med* 2005; 39 (3): 137-40.
4. Handrakis JP, Friel K, Hoeffner F, Akinkunle O, Genova V, Isakov E, Mathew J, Vitulli F. Key characteristics of low back pain and disability in college-aged adults: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93 (7): 1217-24.
5. Cabry J, Shiple BJ. Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clin J Sport Med* 2000; 10 (4): 311-2.
6. Muyor JM, Alacid F, Rodríguez-García PL, López-Miñarro PA. Influencia de la extensibilidad isquiosural en la morfología sagital del raquis e inclinación pélvica en deportistas. *Int J Morphol* 2012; 30 (1): 176-81.
7. López-Miñarro PA, Alacid F. Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. *Sci Sports* 2010; 25 (4): 188-93.
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (7): 1334-59.
9. Simoneau GG. The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. *J Strength Cond Res* 1998; 12 (4): 232-7.
10. López-Miñarro PA, Vaquero-Cristóbal R, Muyor JM, Alacid A, Isorna M. Validez de criterio del test *sit-and-reach* como medida de la extensibilidad isquiosural en piragüistas. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2012; 20 (7): 95-101.
11. Congdon R, Bohannon R, Tiberio D. Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. *Clin Biom (Briston, Avon)* 2005; 20 (9): 947-51.
12. Santonja F, Andujar P, Martínez, I. Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del síndrome de isquiosurales cortos. *APUNTS Med Dep* 1994; 31: 103-11.
13. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección* 1995; 4 (2): 78-88.
14. López-Miñarro PA. Validez de criterio del ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural en adultos jóvenes. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2010; 5 (13): 25-31.
15. Miñarro PAL, Andujar PSD, García PLR, Toro EO. A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sport* 2007; 10 (6): 456-62.
16. Cornbleet SL, Woolsey N. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Phys Ther* 1996; 76: 850-5.
17. Muyor JM, Zemková E, Stefániková G, Kotyra M. Concurrent validity of clinical tests for measuring hamstring flexibility in school age children. *Int J Sports Med* 2014; 35 (8): 664-9.

18. Youdas JW, Krause DA, Hollman JH. Validity of hamstring muscle length assessment during the sit-and-reach test using an inclinometer to measure hip joint angle. *J Strength Cond Res* 2008; 22 (1): 303-9.
19. López-Miñarro PA, Sainz de Baranda P, Rodríguez-García PL. A comparison of the sit-and-reach test and the back-saber sit-and-reach test in university students. *J Sports Sci Med* 2009; 8: 116-22.
20. Lemmink KA, Kemper HC, De Greef MH, Rispen 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 (3): 331-6.
21. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Validez de los test lineales de extensibilidad isquiosural en mujeres mayores. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte* 2011; 11 (43): 564-72.
22. Miyazaki J, Murata S, Horie J, Suzuki S. Relationship between the sit-and-reach distance and spinal mobility and straight leg raising range. *Rigakuryoho Kagaku* 2010; 25 (5): 683-6.
23. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-related validity of sit-and-reach test for estimating hamstring and lumbar extensibility: a meta-analysis. *J Sports Sci Med* 2014; 13: 1-14.
24. López-Miñarro PA, Rodríguez-García PL. Hamstring muscle extensibility influences the criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests. *J Strength Cond Res* 2010; 24 (4): 1013-8.
25. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 1998.
26. Martínez P. Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Rítmica Deportiva. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2004.
27. Muyor JM, Vaquero-Cristóbal R, Alacid F, López-Miñarro PA. Criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests as a measure of hamstring extensibility in athletes. *J Strength Cond Res* 2014; 28 (2): 546-55.
28. Pastor A. Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de elite Españoles. [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2000.
29. López-Miñarro PA, Rodríguez-García PL, Yuste JL, Alacid F, Ferragut C, García-Ibarra A. Validez de la posición del raquis lumbosacro en flexión como criterio de extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes. *Archivos de Medicina del Deporte* 2008; 25 (124): 11-8.
30. Díaz-Soler MA, Vaquero-Cristóbal R, Espejo-Antúnez L, López-Miñarro PA. Efecto de un protocolo de calentamiento en la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* en alumnos adolescentes. *Nutr Hosp* 2015; 31 (6): 2618-23.
31. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Sagittal spinal and pelvic postures of high-trained young canoeists. *J Hum Kinet* 2011; 29: 41-8.
32. Muyor JM, Sánchez-Sánchez E, Sanz-Rivas D, López-Miñarro PA. Sagittal spinal morphology in highly trained adolescent tennis players. *J Sports Sci Med* 2013; 12: 588-93.
33. Muyor JM, López-Miñarro PA, Alacid F. Comparación de la disposición sagital del raquis lumbar entre ciclistas de elite y sedentarios. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2011; 6 (16): 37-43.