

VALIDEZ DEL TEST *SIT-AND-REACH* UNILATERAL COMO CRITERIO DE EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL. COMPARACIÓN CON OTROS PROTOCOLOS*

Validity of the unilateral sit-and-reach test as measure of hamstring muscle extensibility. Comparison with other protocols

Pedro Ángel López Miñarro¹, Pilar Sainz de Baranda Andújar²,
Juan Luis Yuste Lucas¹ y Pedro Luis Rodríguez García¹

¹ Facultad de Educación. Universidad de Murcia

² Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Universidad Católica San Antonio de Murcia

DIRECCIÓN PARA 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), España
palopez@um.es

Fecha de recepción: 22/10/2007 • Fecha de aceptación: 24/01/2008

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la validez del test *sit-and-reach* unilateral como medida de extensibilidad isquiosural. Un total de 120 varones (media de edad: 22,79 ± 3,12 años) y 100 mujeres (23,12 ± 4,56 años) realizaron de forma aleatoria el test de elevación de pierna recta con ambas piernas y los tests lineales *sit-and-reach* unilateral derecho e izquierdo, *sit-and-reach*, y *back-saver sit-and-reach* derecho e izquierdo. La distancia alcanzada fue registrada mediante un cajón de medición al alcanzar la máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. La distancia alcanzada en el *sit-and-reach* unilateral fue mayor que la obtenida en el *sit-and-reach* ($p < 0,001$) y en el *back-saver sit-and-reach* ($p < 0,001$) tanto en hombres como en mujeres. Los valores de correlación del *sit-and-reach* unilateral con respecto al test de elevación de pierna recta fueron moderados-bajos en varones ($r = 0,54$ y $0,58$, respectivamente en la extremidad izquierda y derecha) y moderados en mujeres ($r = 0,73$ y $0,75$, respectivamente en la extremidad izquierda y derecha). En conclusión, el test *sit-and-reach* unilateral presenta una moderada validez como criterio de extensibilidad isquiosural, sobre todo en las mujeres. El test *sit-and-reach* unilateral es preferible al test *back-saver sit-and-reach* porque alcanza valores de correlación más elevados con el test de elevación de pierna recta.

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

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the hamstring criterion-related validity of the unilateral sit-and-reach test. A hundred and twenty males (mean age: 22.79 ± 3.12 years) and 100 females (mean age: 23.12 ± 4.56 years) were asked to perform two trials of unilateral sit-and-reach (left and right leg), back-saver sit-and-reach (left and right leg), 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. The score in the unilateral sit-and-reach test was higher than the sit-and-reach ($p < 0.001$) and back-saver sit-and-reach ($p < 0.001$) tests. Correlation values between the unilateral sit-and-reach test and straight leg raise were low to moderate in males (0.54 and 0.58 for the left and right leg, respectively) and moderate in females (0.73 and 0.75 for the left and right leg, respectively). In conclusion, the unilateral sit-and-reach test shows a moderate validity as measure of hamstring muscle extensibility. The unilateral sit-and-reach test is a better test than the back-saver sit-and-reach test because his correlation values with respect to straight leg raise are higher.

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

* Trabajo realizado dentro del Marco de Ayudas a la Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia, titulado "Valoración de la musculatura isquiosural y prescripción de estiramientos".

Introducción

La extensibilidad isquiosural es un componente importante de la condición física y un factor implicado en la salud del raquis. Su valoración es necesaria debido a que la disminución de la extensibilidad isquiosural se ha relacionado con diversas repercusiones raquídeas (Biering-Sorensen, 1984; Harvey & Tanner, 1991; Standaert & Herring, 2000) y alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (Esola, McClure, Fitzgerald, & Siegler, 1996). No obstante, a pesar de la importancia de su valoración, algunos estudios han centrado su atención en la disposición sagital del raquis (López-Miñarro, Yuste, Rodríguez, Santonja, Sainz de Baranda, & García, 2007) y en variables antropométricas de deportistas (Torres, Alacid, Ferragut, & Villaverde, 2006), sin considerar la relación de la musculatura isquiosural con algunas de las variables analizadas.

La valoración de la extensibilidad isquiosural se realiza habitualmente con tests angulares debido a su mayor especificidad. No obstante, requieren de mayor cantidad de material y experiencia para controlar aquellas variables que pueden contaminar el resultado. Los tests lineales, por su parte, valoran la distancia alcanzada en flexión máxima del tronco con rodillas extendidas respecto a la tangente de las plantas de los pies, siendo una medición indirecta de la extensibilidad isquiosural debido a que implica a múltiples palancas articulares y a la relación entre parámetros antropométricos (Grenier, Russell, & McGill, 2003; Hoeger & Hopkins, 1992; Miñarro, Andújar, García, & Toro, 2007). Las ventajas de los tests lineales se detallan en que el material necesario para realizarlos es muy asequible y permiten la valoración de una gran cantidad de personas en un corto espacio de tiempo. Además, la mayoría de los estudios que han analizado la validez de la distancia alcanzada como criterio de extensibilidad isquiosural han encontrado una correlación moderada con el test de elevación de pierna recta (Hui, Morrow, Jackson, 1999; Liemohn, Sharpe, & Wasserman, 1994a; López-Miñarro, Rodríguez, Yuste, Alacid, Ferragut, & García, 2008a; Patterson, Wiksten, Ray, Flanders,

& Sanphy, 1996; Minkler & Patterson, 1994).

Entre la gran variedad de tests lineales descritos en la literatura, el *sit-and-reach* ha sido el más utilizado. No obstante, el test *back-saver sit-and-reach* ha tenido un gran auge en los últimos años, entre otros motivos por realizar una valoración individual de cada miembro inferior (Liemohn et al., 1994a), que permite detectar una disminución unilateral de la extensibilidad isquiosural, si bien las diferencias entre ambas piernas no son frecuentes (Ferrer, 1998; Pastor, 2000). Diferentes estudios han analizado el test *back-saver sit-and-reach* en diferentes poblaciones (Baltaci, Un, Tunay, Besler, & Gerçeker, 2003; Hartman & Looney, 2003; Hui & Yuen, 2000; Patterson et al., 1996) indicando que se trata de un test válido para medir la extensibilidad isquiosural. Baltaci et al. (2003) recomiendan el *back-saver sit-and-reach* porque su validez es similar al *sit-and-reach*, pero resulta más confortable para los ejecutantes. El confort al realizar éste y otros tests ha sido analizado también por otros estudios (Hui & Yuen, 2000; Liemohn, Sharpe, & Wasserman, 1994b), si bien no han encontrado diferencias significativas entre los tests evaluados.

Respecto a los tests lineales unilaterales, Hui y Yuen (2000) diseñaron y evaluaron un test al que denominaron *back-saver sit-and-reach* modificado, que se ejecuta unilateralmente sobre un banco sueco en el que se coloca la regla de medición. Sus resultados indican que se trata de un test más válido que el *back-saver sit-and-reach*, con valores de correlación entre el *back-saver sit-and-reach* modificado y el test angular de elevación de pierna recta moderados-bajos ($r=0,50-0,67$), aunque ligeramente superiores a los obtenidos por el *back-saver sit-and-reach*. Miñarro et al. (2007) describen un nuevo test lineal, denominado *sit-and-reach* unilateral, pero solamente valoran la disposición sagital del raquis lumbar y torácico respecto a otros tests, sin determinar su validez como medida de extensibilidad isquiosural.

Previamente a la utilización de un test lineal es preciso establecer su validez y compararla a otros tests para determinar su funcionalidad. El objetivo de este es-

tudio fue determinar la validez de la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* unilateral como criterio de extensibilidad isquiosural, comparándolo con otros tests más tradicionales.

Material y métodos

Participantes

Un total de 120 varones (media \pm desviación típica, edad: $22,79 \pm 3,12$ años; masa: $75,17 \pm 9,16$ kg; talla: $175,95 \pm 6,17$ cm) y 100 mujeres (media \pm desviación típica, edad: $23,12 \pm 4,56$ años; masa: $60,02 \pm 8,12$ kg; talla: $163,87 \pm 5,76$ cm) voluntarios participaron en el estudio. Los criterios de inclusión fueron: no presentar limitaciones músculo-esqueléticas; dolor raquídeo o coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los tests; que hubieran pasado más de tres horas desde cualquier descanso en una posición de decúbito; y no haber realizado actividad física alguna en las últimas 24 horas.

Procedimiento

Los sujetos fueron informados sobre los procedimientos 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 no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición ni durante la misma, y fueron examinados en ropa interior y descalzos. Las medidas fueron tomadas por un explorador experimentado, con la ayuda de otro explorador encargado de fijar las rodillas en los tests lineales y la pelvis en el test de elevación de pierna recta. Todas las mediciones realizadas en un sujeto se realizaron durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C).

Los sujetos realizaron en un orden aleatorio el test de elevación de pierna recta en ambas piernas, así como los tests lineales *sit-and-reach* unilateral (USR) derecho e izquierdo, *sit-and-reach* (SR) y *back-saver sit-and-reach* (BS) derecho e izquierdo. Cada test se realizó en dos oca-

siones, utilizando la media para el análisis estadístico. Entre cada medición hubo un periodo 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 colocado bajo el raquis lumbar y pelvis, se procedió a la elevación de la pierna con rodilla extendida (flexión coxofemoral) de forma lenta y progresiva hasta que el explorado manifestó dolor o malestar y/o se detectó una retroversión de la pelvis. Para determinar el ángulo de flexión coxofemoral se colocó, en la posición inicial, un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR) a un valor de cero grados en el extremo distal de la tibia. 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 explorador auxiliar entrenado 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 explorador se encargó de fijar y controlar la basculación de la pelvis.



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

Test lineales

Para establecer la distancia alcanzada en los test lineales se utilizó un cajón de medición de 32 cm de altura (ACUFLEX I Flexibility tester), con una regla milimetrada adosada que permitía establecer la distancia alcanzada por los sujetos. 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".

Test *sit-and-reach* unilateral

El test se realizó en base al protocolo descrito por Miñarro y cols. (2007). Los sujetos se sentaron sobre una camilla de 60 centímetros de altura, en el borde de la misma, con una pierna extendida en la camilla, colocando la planta del pie apoyada en el cajón de medición. La pierna contralateral se colocó fuera de la camilla, con el pie apoyado sobre una superficie, manteniendo las articulaciones de la

rodilla y cadera en flexión de 70° y 65°, respectivamente (figura 1). La medición se realizó en ambas piernas por separado de forma aleatoria.

Test *back-saver sit-and-reach*

El test se llevó a cabo como se describe en 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 135° y 90°, respectivamente. La planta del pie de la pierna evaluada se colocó perpendicular al suelo y en contacto con el cajón de medición (figura 2). 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 *sit-and-reach*

El explorado 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.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (género y test) con medidas repetidas en el segundo factor



Figura 2. Posición de máximo alcance en el test *back-saver sit-and-reach* unilateral derecho.

Tabla 1. Comparación por pares de las distancia alcanzada en los test lineales analizados según el género.

Test	Varones (n=120)				Mujeres (n= 100)			
	USR drch.	USR izq.	BS drch.	BS izq.	USR drch.	USR izq.	BS drch.	BS izq.
Distancia SR	+	+	NS	NS	+	+	NS	NS
USR drch.	-	NS	+	+	-	NS	+	+
USR izq.	-	-	+	+	-	-	+	+
BS drch.	-	-	-	NS	-	-	-	NS

BS, test *back-saver sit-and-reach*; SR, test *sit-and-reach*; USR, test *sit-and-reach unilateral*; drch: pierna derecha; izq: pierna izquierda; NS: no significativo; + p < 0,001.

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 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 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 0,01 (0,05 dividido por 5). 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. Se estableció un valor de p < 0,05 para determinar la significación estadística. El análisis estadístico fue realizado mediante el software SPSS (v. 12.0; SPSS Inc., IL).

Resultados

El análisis de varianza de medidas repetidas mostró diferencias significativas en la distancia alcanzada entre los test lineales (p < 0,001). La interacción entre los tests y el género también evidenció 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 3.

Las mujeres alcanzaron mayor distancia que los hombres en todos los test analizados. En la tabla 1 se presenta la comparación por pares para la distancia alcanzada entre los diferentes test en función del género.

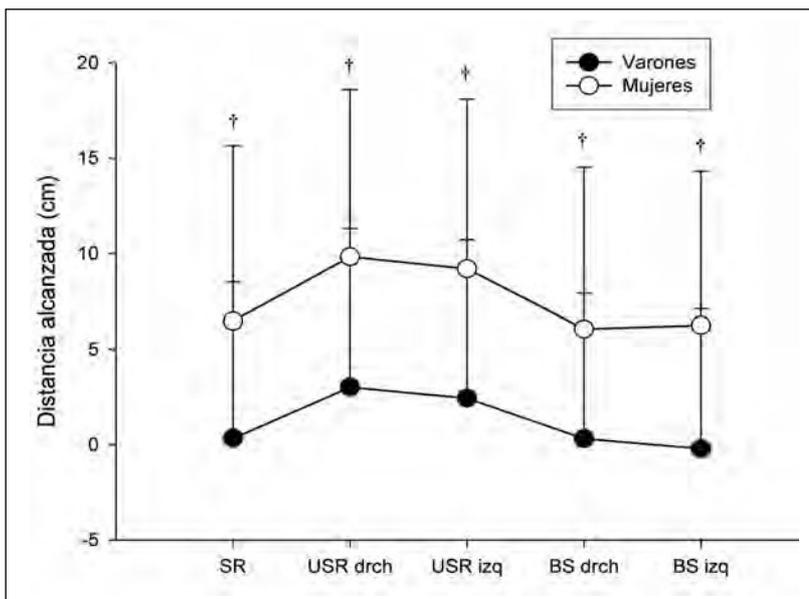


Figura 3. Media ± desviación típica de la distancia alcanzada de los test lineales analizados por varones y mujeres. BS, test *back-saver sit-and-reach*; SR, test *sit-and-reach*; USR, test *sit-and-reach unilateral*; drch: pierna derecha; izq: pierna izquierda; † p < 0,001 entre varones y mujeres.

Tabla 2. Valores de correlación entre los test lineales analizados y el test de elevación de pierna recta en ambas extremidades según el género.

	Varones		Mujeres	
<i>Sit-and-reach</i>	0,59†	0,56†	0,74†	0,72†
USR derecho	0,58†	-	0,75†	-
USR izquierdo	-	0,54†	-	0,73†
BS derecho	0,50†	-	0,68†	-
BS izquierdo	-	0,51†	-	0,68†

EPR: test de elevación de pierna recta; USR: test *sit-and-reach unilateral*; BS: test *back-saver sit-and-reach*; drch: pierna derecha; izq: pierna izquierda; † p < 0,01.

Los valores angulares del test de elevación de pierna recta en la pierna izquierda fueron de 72,25° ± 9,36° para los hombres y 88,35° ± 14,27° para las mujeres (p < 0,001). En la pierna derecha estos valores fueron 72,25° ± 8,80° en los hombres y 88,03° ± 14,24° en las mujeres (p < 0,001). No existieron diferencias significativas entre el EPR izquierdo y derecho en ambos géneros. En la tabla 2 se presentan los valores de correlación entre

los diferentes test lineales analizados con respecto al test de elevación de pierna recta en ambas extremidades.

Discusión

La utilización de un test lineal como criterio de extensibilidad isquiosural se debe basar en el estudio previo de su validez, analizando la correlación entre la distancia alcanzada respecto a una prueba angular

específica como el test de elevación de pierna recta. Los valores de correlación del USR son semejantes a los obtenidos por el SR, pero ligeramente mayores que los del BS en ambos géneros. Los valores de correlación encontrados en nuestro estudio son moderados en las mujeres y moderados-bajos en los hombres, en coincidencia con otros estudios realizados en personas adultas jóvenes (Baltaci et al., 2003; Hui & Yuen, 2000; Hui et al., 1999; Liemohn et al., 1994a,b; Minkler & Patterson, 1994; Simoneau, 1998) y en deportistas jóvenes (López-Miñarro et al., 2008a; López-Miñarro, Ferragut, Alacid, Yuste & García, 2008b).

La validez de los test lineales analizados en nuestro estudio es mayor en las mujeres, en coincidencia con un estudio previo en deportistas (Rodríguez-García, López-Miñarro, Yuste, & Sainz de Baranda, 2008). Este hecho está condicionado por la mayor extensibilidad isquiosural de éstas, evidenciado en una mayor distancia alcanzada en los test lineales y un mayor ángulo de flexión coxofemoral en el test de elevación de pierna recta (Hui et al., 1999; Hui & Yuen, 2000; Liemohn et al., 1994a; Minkler & Patterson, 1994; Rodríguez-García et al., 2008). Esta mayor extensibilidad permite una mayor flexión de la pelvis (Gajdosik, Albert, & Mitman, 1994; Tully & Stillman, 1997) y una menor flexión intervertebral torácica (Miñarro et al., 2007), lo que desencadena una mayor validez de los test lineales como criterio de extensibilidad isquiosural. No obstante, otros estudios han encontrado que los varones obtienen valores de correlación más elevados que las mujeres (Hui & Yuen, 2000), aunque también hay estudios que encuentran valores similares entre ambos géneros (Liemohn et al., 1994a).

La única diferencia de ejecución entre el USR y el BS es la posición de la pierna no evaluada. La ejecución del USR en una camilla es una circunstancia contextual, ya que su uso es un recurso para que el sujeto adopte una posición de sedentación que permita mantener la cadera de la pierna no evaluada en una ligera flexión. Así, en el BS, la flexión coxofemoral de la pierna no evaluada es de 135°, mientras que en el USR es de 65°. Puesto que el resto de variables permanecen inalterables, las diferencias observadas entre ambos tests se explican por la posición de la cadera. En opinión de Liemohn et al. (1994a), aunque basándose en especulaciones no determinadas empíricamente, al realizar el BS, la flexión coxofemoral de la pierna no evaluada provoca una retroversión de la pelvis que reduce el momento de inercia en el movimiento de flexión del tronco. Hui y Yuen (2000) opinan que la implicación de los abductores y glúteo mayor de la pierna flexionada en el test BS podría limitar el movimiento de flexión del tronco. Estas limitaciones en la flexión del tronco reducirían la distancia alcanzada en este test. Los datos de nuestro estudio evidencian que la posición de la pierna no evaluada condiciona la distancia alcanzada, ya que en el USR ambos géneros alcanzan una distancia significativamente mayor que en el BS. Además, Miñarro et al. (2007) demostraron que la flexión lumbar y torácica en el USR era significativamente menor que en el SR y en el BS tanto en hombres como en mujeres. Así pues, una mayor distancia alcanzada en el USR, en conjunción con una menor flexión torácica y lumbar, evidencia un mayor rango de flexión anterior de la pelvis en este test. Todo ello determina que la distancia alcanzada esté

menos influenciada por la flexión intervertebral y más relacionada con el rango de flexión de la pelvis, circunstancias que explicarían la mayor correlación del USR con el EPR (0,54-0,75), respecto a la correlación obtenida por el BS (0,50-0,68).

En un estudio en población asiática, Hui y Yuen (2000) concluyeron que el test back-saver sit-and-reach modificado es mejor que el test back-saver sit-and-reach por su mayor validez. Los valores de correlación que encontraron estos autores oscilaban entre 0,61-0,67 en varones y 0,50-0,54 en mujeres, siendo sensiblemente mayores que la correlación del BS (0,39-0,50), y del sit-and-reach (0,47-53). No obstante, el back-saver sit-and-reach modificado se ejecuta sin cajón de medición y colocando la cadera de la pierna no evaluada en 90° de flexión. Además, los valores medios del test de elevación de pierna recta referidos por Hui y Yuen (2000) son mucho más elevados (en torno a 90° en varones y en torno a 100° en las mujeres) que en nuestro estudio, posiblemente debido a que no fijaron la pelvis al realizar el test. Estas diferencias podrían explicar las diferencias en los valores de correlación y en las diferencias entre géneros.

Conclusiones

El test *sit-and-reach* unilateral presenta una moderada validez como criterio de extensibilidad isquiosural, sobre todo en las mujeres. Si se decide utilizar un test lineal unilateral para valorar la extensibilidad isquiosural, es preferible el test *sit-and-reach* unilateral sobre el *back-saver sit-and-reach* porque el primero obtiene valores de correlación más elevados con el test de elevación de pierna recta.

BIBLIOGRAFÍA

- Baltaci, G., Un, N., Tunay, V., Besler, A. & Gerçeker, 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.
- 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. & 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. & 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.

- cic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20, 213-219.
- Grenier, S.G., Russell, C. & 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. & 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. & Tanner, S. (1991). Low back pain in young athletes: a practical approach. *Sport Medicine*, 12, 394-406.
- Hoeger, W.W. & 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. & 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. & 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.
- Liemohn, W., Sharpe, G.L. & 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. & Wasserman, J.F. (1994b). Lumbo-sacral movement in the sit-and-reach and in Cailliet's protective-hamstring stretch. *Spine*, 19, 2127-2130.
- López-Miñarro, P.A., Yuste, J.L., Rodríguez, P.L., Santonja, F., Sainz de Baranda, P. & García, A. (2007). Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra de bipedestación. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 7 (3), 19-24.
- López-Miñarro, P.A., Rodríguez, P.L., Yuste, J.L., Alacid, F., Ferragut, C. & García, A. (2008a). Validez de la posición del raquis lumbo-sacro en flexión como criterio de extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 124, 11-18.
- López-Miñarro, P.A., Ferragut, C., Alacid, F., Yuste, J.L., & García, A. (2008b). Validez de los test dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil. *APUNTS Medicina de L'esport*, 157, 24-29.
- Miñarro, P.A., Andújar, P.S., García, P.L. & Toro, E.O. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach tests. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 456-462.
- Minkler, S. & 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.
- 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*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Patterson, P., Wiksten, D.L., Ray, L., Flanders, C. & 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.
- Rodríguez-García, P.L., López-Miñarro, P.A., Yuste, J.L. & Sainz de Baranda, P. (2008). Comparison of hamstring criterion-related validity, sagittal spinal curvatures, pelvis tilt and store between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Medicina dello Sport*, 61, 11-20.
- Simoneau, G.G. (1998). The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 232-237.
- Standaert, C. J. & Herring, S. A. (2000). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 415-422.
- Torres, G., Alacid, F., Ferragut, C. & Villaverde, C. (2006). Estudio cineantropométrico del jugador de tenis adolescente. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 4 (2), 27-32.
- Tully, E.A. & 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.