

VALIDEZ DEL TEST SIT-AND-REACH PARA LA VALORACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL EN TRIATLETAS DE CATEGORÍA JUVENIL

VALIDITY OF SIT-AND-REACH TEST FOR THE ASSESSMENT OF HAMSTRING MUSCLE EXTENSIBILITY IN JUNIOR LEVEL TRIATHLETES

Autor:

Merino Marban, R. ⁽¹⁾; Mayorga Vega, D. ⁽²⁾; Fernández Rodríguez, E. ⁽¹⁾

Institución:

(1) Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Málaga rmerino@uma.es

(2) Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Málaga.

Resumen:

Se valoró la validez del test Sit-and-Reach (SR) como criterio de extensibilidad isquiosural y se estableció la extensibilidad isquiosural de un grupo de triatletas de categoría juvenil. Se realizó un estudio transversal en el que participaron 28 triatletas de categoría juvenil (21 varones y siete mujeres; edad $16,20 \pm 1,20$ años; masa $60,57 \pm 7,79$ kg; talla $171,64 \pm 7,72$ cm; IMC $20,53 \pm 1,94$ kg/m²). Todos los sujetos realizaron en un orden aleatorio dos repeticiones de los test de flexibilidad Elevación Pasiva de la Pierna Recta (EPPR) y Sit-and-Reach. Todas las medidas fueron realizadas durante la misma sesión de valoración, con cinco minutos de descanso entre cada una, en una sala cubierta a temperatura constante (26° C). Los sujetos fueron examinados en ropa de deporte y descalzos. No realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición ni durante la misma. Los valores de correlación de Spearman encontrados entre los test SR y EPPR fue de $r = 0,63-0,52$. Además, un 47,6-52,4% de los varones y un 42,9-57,1% de las mujeres presentaron un

valor de extensibilidad isquiosural que correspondía con algún grado de cortedad isquiosural. Sin embargo, al valorar la extensibilidad isquiosural mediante el test SR se produjo un elevado número de falsos negativos. En conclusión, el test SR presenta una baja validez como criterio de extensibilidad isquiosural en triatletas de categoría juvenil.

Palabras Clave:

Flexibilidad, Rango de movimiento, Test de Elevación Pasiva de la Pierna Recta, Pruebas de valoración, Deportistas.

Abstract:

We evaluated the validity of the Sit-and-Reach (SR) test as criterion for hamstring muscle extensibility and we established hamstring muscle extensibility in junior level triathletes. We conducted a cross-sectional study involving 28 junior level triathletes (21 men and seven women; age 16.20 ± 1.20 years; mass 60.57 ± 7.79 kg; height 171.64 ± 7.72 cm; BMI 20.53 ± 1.94 kg/m²). All subjects performed in random order two repetitions of the flexibility Passive Straight-leg Raise (EPPR) and Sit-and-Reach Tests. All measurements were made during the same assessment session with five minutes rest between each one, in a room at constant temperature (26 ° C). The subjects were examined in sportswear and barefoot. No exercises or stretching were done before or during the measurement. The *Spearman* correlation values found between SR and EPPR tests was $r = 0.63-0.52$. In addition, a 47.6-52.4% of males and 42.9-57.1% of women had a hamstring extensibility value that corresponded with some degree of hamstring shortness. However, when assessing hamstring extensibility through the SR test, there were a high number of false negatives. In conclusion, the SR has low validity as a criterion for hamstring muscle extensibility in junior level triathletes.

Key Words:

Flexibility, Range of Motion, Passive Straight-leg Raise Test, Fitness Testing, Athletes.

1. INTRODUCCIÓN

El triatlón es un deporte en el que la realización correcta de determinados gestos técnicos requiere altos valores de flexibilidad en determinadas zonas articulares (Cejuela et al., 2007), siendo la cadera la más importante de todas ellas (Cejuela, 2006). La valoración de la extensibilidad isquiosural es un aspecto fundamental entre los deportistas (López et al., 2008a), ya que ha sido considerada un componente importante de la condición física y un factor implicado en la salud del raquis (American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, 1984; López et al., 2008c; Sainz de Baranda et al., 2005).

Así, pobres valores de extensibilidad isquiosural han sido asociados con repercusiones raquídeas (Biering-Sorensen, 1984; Harvery y Tanner, 1991; Standaert y Herring, 2000) y de las extremidades inferiores (Croisier et al., 2002; Sexton y Chambers, 2006). Numerosos estudios con deportistas han encontrado una alta prevalencia de cortedad isquiosural (Esola et al., 1996; García et al., 2007; López et al., 2008a; López-Miñarro et al., 2010; Pastor, 2000; Sainz de Baranda et al., 2001). No obstante, en otros estudios realizados con gimnastas (Martínez, 2004) y jugadores de fútbol sala (López-Miñarro et al., 2007) refieren un alto porcentaje de normalidad.

La valoración de la extensibilidad isquiosural habitualmente se ha realizado con tests angulares debido a su mayor especificidad (López et al., 2008c), siendo el test de elevación pasiva de la pierna recta (EPPR) la maniobra de exploración clínica más adecuada (Ferrer, 1998; Hyytiäinen et al., 1991; Santonja et al., 1995). Los goniómetros utilizados en su aplicación son instrumentos válidos y altamente precisos para medir la extensibilidad isquiotibial, por lo que han sido considerados como criterio de medida (Baltaci et al., 2003; Lemmink et al., 2003; Patterson et al., 1996).

No obstante, la aplicación de los tests angulares requieren de una cualificación técnica determinada (Castro-Piñero et al., 2009) para controlar todas aquellas variables que pudieran contaminar el resultado (López et al., 2008c), por lo que

su uso no es factible por todos los entrenadores. En cambio, los tests lineales caracterizados por requerir un material más asequible y un protocolo de mayor sencillez, permiten la valoración de una gran cantidad de personas en un corto espacio de tiempo (López et al., 2008c). Entre ellos, el test sit-and-reach (SR) ha sido ampliamente utilizado en diversas disciplinas físico-deportivas y en el campo de la investigación para valorar la extensibilidad isquiosural (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Barlow et al., 2004; Rodríguez et al., 2008; Trehearn y Buresh, 2009).

Sin embargo, la validez del SR para valorar la extensibilidad isquiotibial ha sido cuestionada (Baltaci et al., 2003; Hui y Yuen, 2000; Lemmink et al., 2003). Diversos estudios con deportistas han hallado desde muy bajos a altos niveles de validez (Borràs et al., 2007; Ferrer, 1998; López et al., 2008a, López et al., 2008b; López-Miñarro et al., 2010; Rodríguez-García et al., 2008). El test SR valora la distancia alcanzada en flexión máxima del tronco con las rodillas extendidas respecto a la tangente de las plantas de los pies, siendo una medición indirecta de la extensibilidad isquiosural en la que las características antropométricas, las posturas adoptadas por los sujetos y los procedimientos de administración de la prueba condicionan ampliamente los resultados obtenidos (Grenier et al., 2003; Hoeger et al., 1990; Hoeger y Hopkins, 1992; Hemmatinezhad et al., 2009; Kawano et al., 2010; Laurence et al., 1999; López et al., 2007; Mookerjee et al., 2003; Rubinfeld et al., 2002).

La especificidad de cada deporte en cuanto a sus gestos técnicos, métodos de entrenamiento y capacidades físicas relacionadas con el rendimiento deportivo, puede generar adaptaciones musculoesqueléticas que requieren un análisis específico de cada disciplina deportiva (López-Miñarro et al., 2008a). Por lo que previamente a la utilización de un test lineal es preciso establecer su validez para una determinada población. En consecuencia, el objetivo de la presente investigación será determinar la validez del test sit-and-reach como criterio de extensibilidad isquiosural y establecer la extensibilidad isquiosural de un grupo de triatletas de categoría juvenil.

2. MÉTODO

Participantes

Veintiocho triatletas de categoría juvenil, seleccionados por la Federación Andaluza de Triatlón para la concentración anual de 2010 en Marbella (Málaga), participaron en el presente estudio (Tabla 1). Además, se establecieron los siguientes criterios de inclusión (Ayala y Sainz de Baranda, 2008; López et al., 2008c): a) No padecer patología alguna que pudiera verse agravada por la realización de este estudio; b) No presentar limitaciones músculo esqueléticas; c) No presentar dolor raquídeo o coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los test; d) No sufrir dolores musculares en el momento de las valoraciones. La Federación Andaluza de Triatlón y los participantes fueron informados del protocolo y del procedimiento antes de su participación, obteniéndose el consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga.

Género (n)	Edad (años)	Masa (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/m ²)
Hombre (n=21)	16,25 ± 1,18	62,67 ± 7,52	174,52 ± 5,35	20,51 ± 1,64
Mujer (n=7)	16,06 ± 1,36	54,27 ± 4,75	163,00 ± 7,53	20,56 ± 2,83
Total (n=28)	16,20 ± 1,20	60,57 ± 7,79	171,64 ± 7,72	20,53 ± 1,94

Tabla 1. Características generales de los participantes (media±DE)

Procedimiento

Los sujetos fueron examinados en ropa de deporte (bañador o pantalón de atletismo) y descalzos. No realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición ni durante la misma. Los sujetos realizaron en un orden aleatorio los test de flexibilidad EPPR y SR. Cada test se realizó en dos ocasiones, utilizando la media para el posterior análisis estadístico. Entre cada medición hubo un tiempo de cinco min de descanso. Todas las medidas fueron

realizadas durante la misma sesión de valoración en una sala cubierta a temperatura constante (26° C).

Elevación Pasiva de la Pierna Recta. La medida de criterio de la flexibilidad de los isquiotibiales se determinó mediante la ejecución máxima del test EPPR con cada extremidad (American Academia Ortopadica Surgesions, 1996). Esta prueba fue seleccionada debido a su amplia aceptación como criterio de medida de la flexibilidad de los isquiotibiales y a su alta fiabilidad (0,95-0,99) (Minkler y Patterson, 1994; Patterson et al., 1996). Mientras que el participante permanecía colocado decúbito supino sobre una camilla, el eje del goniómetro era alineado con el eje de la articulación de la cadera. El brazo fijo era colocado en línea con la zona lumbar y el brazo móvil en línea con el fémur. Con la rodilla extendida, la pierna del participante era movida hacia flexión coxofemoral de forma lenta y pasiva, hasta que tanto el sujeto como el explorador sentían una fuerte rigidez.

La puntuación registrada fue el máximo ángulo (en grados) obtenido en el punto de máxima flexión de la cadera. Las mediciones se hicieron en cada pierna por separado, empezando por la pierna derecha. Un goniómetro manual (Lafayette®, U.S.A.) con un grado de precisión fue usado para medir el ángulo de la cadera. El test fue administrado por tres exploradores experimentados, uno encargado de fijar la pelvis y el muslo contrario contra la camilla, otro encargado de levantar la pierna a evaluar, mientras que un tercero realizaba la medición con el goniómetro. Para categorizar a los sujetos se situó la normalidad en un valor angular ≥ 75 grados, la cortedad grado I entre $75 < 60$ grados, y la cortedad grado II en ≤ 60 grados (Ferrer, 1998).

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 (Ministerio de Educación y Ciencia, 1992). Un cajón sit-and-reach (Eveque®; 34 cm de ancho y de alto, y 36 cm de largo) de un centímetro de precisión fue empleado para medir la flexibilidad de la musculatura isquiotibial. En el cajón empleado el valor cero

coincidía con la tangente de los pies, considerándose valores positivos cuando se sobrepasaba dicha línea y negativos cuando no se llegaba. Las medidas fueron tomadas por un explorador experimentado, con la ayuda de otro explorador encargado de fijar las rodillas. Para categorizar a los deportistas según la distancia alcanzada se consideró valores normales ≥ -2 cm, la cortedad grado I entre $-2 < -10$ cm y la cortedad grado II en ≤ -10 cm (Ferrer, 1998).

Análisis estadístico

Métodos estadísticos descriptivos fueron usados para calcular la media y las desviaciones estándar. Dado que los datos no satisfacían los supuestos para las pruebas paramétricas, una prueba no paramétrica de *Mann-Whitney* para muestras independientes fue usada para establecer las diferencias entre género en los valores alcanzados en los test EPPR y SR. Para comparar los valores angulares del test EPPR entre ambas piernas se utilizó una prueba de *Wilcoxon* para muestras dependientes. Para establecer las correlaciones entre los valores de la distancia alcanzada y el ángulo de flexión coxofemoral en el test de EPPR se utilizó el test de *Spearman*. La frecuencia y porcentaje de casos de cada categoría de extensibilidad isquiosural fueron calculados mediante métodos descriptivos de frecuencias. La media de dos intentos de cada sujeto en cada uno de los test fue usado para el análisis estadístico. Los valores de 0,5 a 0,7 se califican como bajos, de 0,7 a 0,8 son moderados y de 0,9 en adelante son buenos predictores (Vicent, 2005). El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$. El análisis estadístico fue realizado mediante el software SPSS versión 15.0 (SPSS® Inc., Chicago, IL).

3. RESULTADOS

Los valores medios y la desviación estándar de los test SR y EPPR se presentan en la Tabla 2. No existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre género en los valores alcanzados en los test EPPR y SR. Tampoco fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas

($p > 0,05$) en el test EPPR izquierdo y derecho en ambos géneros. Los valores de correlación entre el test SR y el test EPPR derecho, izquierdo y medio son bajos para los varones y el total (Vincent, 2005). Los valores de las mujeres muestran resultados no significativos (Tabla 3).

Género (n)	SR (cm)	EPPR izquierda (grados)	EPPR derecha (grados)	EPPR media (grados)
Varón (n=21)	5,86 ± 9,63	75,26 ± 13,01	75,12 ± 12,75	75,19 ± 12,53
Mujer (n=7)	6,43 ± 6,08	78,64 ± 13,81	79,04 ± 16,28	78,84 ± 14,97
Total (n=28)	6,00 ± 8,77	76,11 ± 13,04	76,10 ± 13,50	76,10 ± 12,99

Tabla 2. Valores medios (\pm DE) de los test sit-and-reach y test elevación pasiva de la pierna recta. SR: test sit-and-reach; EPPR: test de elevación pasiva de la pierna recta

	Varón (n=21)		Mujer (n=7)		Total (n=28)	
	SR	p	SR	p	SR	p
EPPR izquierda	0,685	0,001	0,180	0,699	0,625	0,000
EPPR derecha	0,587	0,005	0,234	0,613	0,515	0,005
EPPR media	0,676	0,001	0,234	0,613	0,605	0,001

Tabla 3. Valores de correlación entre el test sit-and-reach y el test de elevación pasiva de la pierna recta. SR: test sit-and-reach; EPPR: test de elevación pasiva de la pierna recta; p : la correlación es significativa al nivel 0,01

En la Tabla 4 se presenta la distribución de los deportistas basándose en las referencias de normalidad. Un 47,6-52,4% de los varones presentaron en el test EPPR (pierna izquierda y derecha, respectivamente) un valor angular inferior a 75 grados (cortedad isquiosural). Sin embargo, al valorar la extensibilidad isquiosural mediante el test SR tan solo un 23,8% de los sujetos presentan algún grado de cortedad isquiosural. Asimismo, un 42,9-57,1% de las mujeres tenían un valor en el test EPPR (pierna izquierda y derecha, respectivamente) que correspondiese con algún grado de cortedad isquiosural,

mientras que tan solo un 14,3% lo presentaban cuando se las evaluaba mediante el test SR.

Referencias de normalidad	Varón (n=21)			Mujer (n=7)		
	SR	EPPRi	EPPRd	SR	EPPRi	EPPRd
Normal	16 76,2%	11 52,4%	10 47,6%	6 85,7%	4 57,1%	3 42,9%
Cortedad grado I	4 19,0%	6 28,6	8 38,1%	1 14,3%	3 42,9%	3 42,9%
Cortedad grado II	1 4,8%	4 19,0%	3 14,3%	0 0,0%	0 0,0%	1 14,3%

Tabla 4. Distribución de los deportistas a partir de las referencias de normalidad en el test sit-and-reach y el test de elevación pasiva de la pierna recta (Frecuencia/ Porcentaje). SR: test sit-and-reach; EPPRi: test de elevación pasiva de la pierna recta (pierna izquierda); EPPRd: test de elevación pasiva de la pierna recta (pierna derecha).

4. DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente estudio fue determinar la validez del test SR para la valoración isquiosural en triatletas de categoría juvenil. Los valores de correlación encontrados revelan que el test SR como criterio de extensibilidad isquiosural presenta una baja validez en los varones ($r = 0,69-0,59$) y muy bajo en las mujeres ($r = 0,18-0,23$). Si bien los valores de correlación encontrados con el test EPPR son bajos en ambos géneros, en los varones los valores son más altos.

En numerosos estudios la validez del SR para valorar la extensibilidad isquiotibial ha sido cuestionada (Baltaci et al., 2003; Hui y Yuen, 2000; Lemmink et al., 2003). En diversos estudios con sujetos no deportistas de edades similares (13-18 años) fueron encontrados valores bajos y muy bajos de validez tanto en varones como mujeres ($r = 0,38-0,67$) (Castro-Piñero et al., 2009; García, 1995; Jackson y Baker, 1986). En cuanto a los pocos estudios encontrados con deportistas en los que, como en nuestro caso, se comparaban

los valores alcanzados en el test SR con el test EPPR, han hallado valores de validez que oscilan de bajos a moderados para los varones y moderados para las mujeres (López et al., 2008a; Rodríguez-García et al., 2008).

Rodríguez-García et al. (2008) en un trabajo con 243 jóvenes deportistas de diversas modalidades deportivas (125 varones, edad: $22,89 \pm 3,22$ años; 118 mujeres, edad: $23,21 \pm 4,54$ años) encontraron una correlación baja para los hombres ($r = 0,56-0,59$). Sin embargo, en este mismo estudio en las mujeres se hallaron niveles de validez moderados ($r = 0,72-0,74$). Asimismo, López et al. (2008a) en un estudio con 64 piragüistas de categoría infantil de élite (edad: $13,35 \pm 0,59$ años) hallaron una correlación moderada para los varones ($r = 0,73-0,77$) y las mujeres ($r = 0,74-0,81$).

Si bien en la mayoría de los estudios las mujeres presentan una mayor correlación que los varones (Docherty y Bell, 1985; García, 1995; López et al., 2008a; Rodríguez-García et al., 2008), nuestros datos coinciden con algunos trabajos en los que con una muestra de niños (Hartman y Looney, 2003) y adultos (Jackson y Langford, 1989; Liemohn et al., 1994) encontraron un mayor valor de correlación entre el SR y EPPR para los hombres que para las mujeres.

Las diferencias de correlación entre estos estudios podrían estar relacionadas con características de la muestra (Rodríguez-García et al., 2008) y la medición con la prueba SR. En el test SR las características antropométricas, las posturas adoptadas por los sujetos y los procedimientos de administración de la prueba condicionan ampliamente los resultados obtenidos (Grenier et al., 2003; Hoeger et al., 1990; Hoeger y Hopkins, 1992; Hemmatinezhad et al., 2009; Kawano et al., 2010; Laurence et al., 1999; López et al., 2007; Mookerjee et al., 2003; Rubinfeld et al., 2002). Además, atendiendo a las clasificaciones de la flexibilidad propuestas por Merino y Fernández (2009), los test EPPR y SR pueden ser catalogados como estáticos y genéricos. Pero, por otro lado, mientras que el SR es un test general y activo, el EPPR es analítico y pasivo. Por ello, esta disparidad en los tipos de

flexibilidad que miden ambos test también podría ser la causante de la baja correlación encontrada.

Si bien en nuestro estudio no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre género en los valores alcanzados en los test EPPR y SR, como en otros estudios (Cornbleet y Woolsey, 1996; Ferrer, 1998; Kuo et al., 1997; López et al., 2008a; Mierau et al., 1989; Pastor, 2000), las mujeres alcanzaron valores medios ligeramente mayores que los hombres. Además, en los valores de correlación las mujeres presenta valores menores y estadísticamente no significativos ($p > 0,01$). Posiblemente todos estos resultados en el presente estudio sean debidos a la baja muestra estudiada ($n = 28$, de los cuales tan solo siete eran mujeres), reflejo de cómo en la actualidad en el deporte existe un menor número de practicantes en las categorías femeninas (García, 2002).

Un 47,6-52,4% de los varones y un 42,9-57,1% de las mujeres presentaron un valor en el test EPPR (pierna izquierda y derecha, respectivamente) que correspondía con algún grado de cortedad isquiosural. Este elevado número de sujetos con cortedad isquiosural coincide con estudios con jóvenes deportistas (Esola et al., 1996; García et al., 2007; López et al., 2008a; Pastor, 2000; Sáinz de Baranda et al., 2001). Asimismo, en un estudio realizado con deportistas con una marcada reducción de la extensibilidad isquiosural (grado II), Santonja et al. (1995) encontraron una alta frecuencia de acúñamientos vertebrales anteriores e inversiones de los espacios discales. Por estas razones, unido a las diversas alteraciones raquídeas observadas entre los deportistas (Sainz de Baranda et al., 2009), parece necesario que los triatletas realicen un entrenamiento sistemático de la flexibilidad mediante estiramientos (Gosling et al., 2008) de la musculatura isquiosural.

Sin embargo, al valorar la extensibilidad isquiosural mediante el test SR un mayor porcentaje de sujetos alcanzaron valores normales. Por ello, si utilizamos la distancia alcanzada en el test SR como criterio de extensibilidad isquiosural hay un alto porcentaje de falsos negativos (diagnóstico de normalidad cuando existe una extensibilidad isquiosural reducida). Como

encontraran García et al. (2007) en un estudio con canoístas y kayakistas de categoría infantil, el mayor porcentaje de normalidad hallado en el test SR podría quedar explicado por la marcada flexión lumbar que presentan en movimientos de flexión máxima del tronco, que les permite alcanzar mayor distancia ante un mismo grado de extensibilidad isquiosural. Además, Pastor (2000) encontró que en nadadores de élite los test lineales no son válidos por la marcada hipercifosis torácica que presentan en máxima flexión del tronco. Este hecho incrementa el número de falsos negativos, por lo que este autor recomienda realizar la valoración de la extensibilidad isquiosural por medio de test angulares.

En nuestro estudio no fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre el test EPPR izquierdo y derecho en ambos géneros. Además, los altos valores de correlación del EPPR entre ambas piernas (0,86 y 0,96 en los varones y mujeres, respectivamente) indican que la disminución de extensibilidad unilateral es poco frecuente entre los triatletas de categoría juvenil, coincidiendo con otros estudios con deportistas (Ferrer, 1998; García et al., 2007; López et al., 2008a; Pastor, 2000). Cuando valoramos la extensibilidad de las extremidades inferiores, esto es un importante aspecto a tener en consideración, puesto que se ha sugerido que las descompensaciones podrían producir alteraciones raquídeas (Knapik et al., 1992; Sward et al., 1990). Sin embargo, con tests como el SR en los que se realiza una valoración conjunta de las dos extremidades no es posible localizar posibles descompensaciones. Nuevos procedimientos de valoración de la extensibilidad isquiosural son necesarios entre los triatletas.

5. CONCLUSIÓN

En triatletas de categoría juvenil el test SR presenta una baja validez como criterio de extensibilidad isquiosural. No existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en los valores alcanzados en los test EPPR y SR entre varones y mujeres, así como entre el EPPR izquierdo y

derecho en ambos géneros. Un alto porcentaje de sujetos presentaron un valor en el test EPPR que correspondía con algún grado de cortedad isquiosural. Sin embargo, cuando se utilizó el test SR se produjo un número importante de falsos negativos (diagnóstico de normalidad cuando existe una extensibilidad isquiosural reducida).

Una de las limitaciones de este estudio fue el escaso tamaño de la muestra, especialmente entre las mujeres, de ahí que debamos ser cautos a la hora de extrapolar los resultados. Por ello, son necesarias investigaciones con mayores muestras que evalúen la validez del test SR como criterio de extensibilidad de la musculatura isquiosural en triatletas, así como el empleo de nuevos procedimientos que logren alcanzar elevados valores de validez.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Academy of Orthopaedic Surgeons (1996). *Joint motion: method of measuring and recording*. Edinburgh: Livingstone.

Ayala Rodríguez, F., y Sainz de Baranda Andújar, P. (2008). Effect of duration and technique of hamstring stretching on hip flexion range of motion. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8 (3), 93-99.

Ayala Rodríguez, F., y Sainz de Baranda Andújar, P. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 18 (6), 1-12.

Baltaci, G.; Un, N.; Tunay, V.; Besler, A., y Gerceker, S. (2003). Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *British Journal of Sports Medicine*, 37 (1), 59-61.

Barlow, A.; Clarke, R.; Johnson, N.; Seabourne, B.; Thomas, D., y Gal, J. (2004). Effect of massage of the hamstring muscle group on performance of the sit and reach test. *British Journal of Sports Medicine*, 38 (3), 349-351.

- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine*, 9 (2), 106-109.
- Borràs, X.; Comella, A.; Marín, F.; Comella, R. R., y Cirera, E. (2007) Comparación entre la videografía y el método Sit and Reach para la valoración de la flexibilidad isquiotibial en deportistas escolares. *Biomecánica*, 15 (1), 38-41.
- Castro-Piñero, J.; Chillón, P.; Ortega, F. B.; Montesinos, J. L.; Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2009). Criterion-related validity of sit-and-reach and modified sit-and-reach test for estimating hamstring flexibility in children and adolescents aged 6-17 years. *International Journal of Sports Medicine*, 30 (9), 658-662.
- Cejuela Anta, R. (2006). Análisis del triatlón: la T2. *Sport Training Magazine*, 6, 10-13.
- Cejuela Anta, R.; Pérez Turpin, J. A.; Villa Vicente, J. G.; Cortell Tormo, J. M., y Rodríguez Marroyo, J. A. (2007). Analysis of performance factors in sprint distance triathlon. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2 (2), 1-25.
- Cornbleet, S. L., y Woolsey, N. B. (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 (8), 850-855.
- Croisier, J. L.; Forthomme, B.; Namurois, M. H.; Vanderthommen, M., y Crielaard, J. M. (2002). Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30 (2), 199-203.
- Docherty, D., y Bell, R. D. (1985). The relationship between flexibility and linearity measures in boys and girls 6-15 years of age. *Journal of Human Movement Studies*, 11 (5), 279-288.

- 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 (1), 71-8.
- Ferrer, V. (1998). *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- García Ferrando, M.; Puig, N., y Lagardera, F. (2002). *Sociología del Deporte*. Madrid: Alianza Editorial.
- García, S. C. (1995). *Validity of the sit-and-reach test for male and female adolescents*. United States: Microform Publications.
- García, A.; López-Miñarro, P. A.; Alacid, F.; Ferragut, C., y Yuste, J. L. (2007). Comparación de la extensibilidad isquiosural y la flexión del raquis lumbar entre canoístas y kayakistas de categoría infantil. En *Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte*, Pontevedra.
- Gosling, C.; Gabbe, B., y Forbes, A. (2008). Triathlon related musculoskeletal injuries: The status of injury prevention knowledge. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11 (4), 396-406.
- 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 (2), 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 (2), 71-87.
- Harvey, J., y Tanner, S. (1991). Low back pain in young athletes: a practical approach. *Sport Medicine*, 12 (6), 394-406.
- Hemmatinezhad, M. A.; Afsharnezhad, T.; Nateghi, N., y Damirchi, A. (2009). The relationship between limb length with classical and modified back saver sit-and-reach tests in student boys. *International Journal of Fitness*, 5 (1), 69-78.

- 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 Science*, 2 (2), 156-162.
- Hoeger, W. W., y Hopkins, D. R. (1992). A comparison of the sit and reach and modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 63 (2), 191-195.
- Hui, S. S., y Yuen, P. Y. (2000). Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (9), 1655-1659.
- Hyytiäinen, K.; Salminen, J. J.; Suvitie, T.; Wickström, G., y Pentty, J. (1991). Reproducibility of nine test to measure spinal mobility and trunk muscle strength. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 23 (1), 3-10.
- Jackson, A. W., y Baker, A. A. (1986). The Relationship of the Sit and Reach Test to Criterion Measures of Hamstring and Back Flexibility in Young Females. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57 (3), 183-186.
- Jackson, A. W., y Langford, N. J. (1989). The criterion-related validity of the sit and reach test: Replication and extension of the previous findings. *Research Quarterly for Exercise and Science*, 60, 384-385.
- Kawano, M. M.; Ambar, G.; Oliveira, B. I. R.; Boer, M. C.; Cardoso, A. P. R. G., y Cardoso, J. R. (2010). Influence of the gastrocnemius muscle on the sit-and-reach test assessed by angular kinematic analysis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14 (1), 10-15.
- Knapik, J. J.; Jones, B. H.; Bauman, C. L., y Harris, J. M. (1992). Strength, flexibility and athletic injuries. *Sports Medicine*, 14 (5), 277-288.
- Kuo, L.; Chung, W.; Bates, E., y Stephen, J. (1997). The hamstring index. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 17 (1), 78-88.
- Laurence, E. H.; Pelma, T. W., y Burke, D. G. (1999). Modifications to the Standard sit-and-reach flexibility protocol. *Journal of Athletic Training*, 34 (1), 43-47.

Lemmink, K. A.; Kemper, H. C.; De Greef, M. H.; Rispens, 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 & Sport*, 74 (3), 331-336.

Liemohn, W.; Sharpe, G. L., y Wasserman, J. F. (1994). Criterion Related Validity of the Sit-and-Reach Test. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 8 (2), 91-94.

López-Miñarro, P. A.; Sáinz de Baranda Andújar, P.; Rodríguez García, P. L., y Ortega Toro, E. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10 (6), 456-462.

López-Miñarro, P. A.; Sánchez, J.; Yuste, J. L., y Sáinz, P. (2007). Valoración de la extensibilidad isquiosural y morfotipo raquídeo en jugadores de fútbol sala. En *Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte*, Pontevedra.

López Miñarro, P. A.; Ferragut Fiol, C.; Alacid Cárceles, F.; Yuste Lucas, J. L., y García Ibarra, A. (2008a). Validez de los test de dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil. *APUNTS. Medicina de L'Esport*, 43 (157), 24-29.

López Miñarro, P. A.; Rodríguez García, P. L.; Yuste J. L.; Alacid, F.; Ferragut, C., y García Ibarra, A. (2008b). Validity of the lumbo-sacral position in bending as measure of hamstring muscle extensibility on young athletes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25 (124), 103-110.

López Miñarro, P. A.; Sáinz de Baranda Andújar, P.; Yuste Lucas, J. L., y Rodríguez García, P. L. (2008c). Validity of the unilateral sit-and-reach test as measure of hamstring muscle extensibility. Comparison with other protocols. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8 (3), 87-92.

López Miñarro, P. A.; Alacid, F., y Rodríguez-García, P. L. (2010). Comparison of sagittal spinal curvatures and hamstring muscle extensibility among

- young elite paddlers and non-athletes. *International SportMed Journal*, 11 (2), 301-312.
- Martínez, P. (2004). *Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- Merino Marbán, R., y Fernández Rodríguez, E. (2009). Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 16 (5), 52-70.
- Mierau, D.; Cassidy, J. D., y Yong-Hing, K. (1989). Low-back pain and straight leg raise in children and adolescents. *Spine*, 14 (5), 526-528.
- Ministerio de Educación y Ciencia (1992). *EUROFIT: Test Europeo de Aptitud Física*. Madrid: Consejo de Europa.
- Minkler, S., y Patterson, P. (1994). The validity of the modified sit-and-reach test in college-age students. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 65 (2), 189-192.
- Mookerjee, S.; Mills, S.; Millard, R.; Nishimura, H.; Armillei, R., y Marotta, G. (2003). EMG analysis of muscle activity during flexibility tests. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (5), 126.
- 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, Murcia.
- Patterson, P.; Wiksten, D. L.; Ray, L.; Flanders, C., y Sanphy, D. (1996). The validity and reliability of the back saver sit-and-reach test in middle school girls and boys. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 67 (4), 448-451.
- Rodríguez, P. L.; Santonja, F. M.; López-Miñarro, P. A.; Sáinz de Baranda, P., y Yuste, J. L. (2008). Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren. *Science & Sports*, 23 (3-4), 170-175.

- 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 (1), 11-20.
- Rubinfeld, M. J.; Wygand, J., y Otto, R. M. (2002). Hamstring flexibility as assessed by multiple angle sit & reach box apparatus. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (5), S151.
- Sainz de Baranda, P.; Ferrer, V.; Santonja, F.; Rodríguez, P. L., y Andújar, P. (2001). Morfotipo del futbolista profesional. En *Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad*, Murcia.
- Sainz de Baranda Andújar, P.; López Miñarro, P. A., y Martínez Almagro, A. (2005). Spinal shapes in sagittal plane and hamstring flexibility in active and sedentary post-menopausal women. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 3 (1), 137-144.
- Sainz de Baranda, P.; Santonja, F., y Rodríguez-Iniesta, M. (2009). Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 16 (5), 21-33.
- Santonja Medina, F.; Ferrer López, V., y Martínez González-Moro, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4 (2), 81-91.
- Sexton, P., y Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today*, 11 (3), 13-17.
- Standaert, C. J., y Herring, S. A. (200). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 34 (6), 415-422.
- Sward, L.; Eriksson, G., y Peterson, L. (1990). Anthropometric characteristics, passive hip flexion, and spinal mobility in relation to back pain in athletes. *Spine*, 15 (5), 375-381.

Trehearn, T. L., y Buresh, R. J. (2009). Sit-and-reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (1), 158-162.

Vincent, W. J. (2005). *Statistics in kinesiology* (3rd ed.). United Kingdom: Human Kinetics.