

Mayorga-Vega, D.; Merino-Marban, R. y García-Romero, J.C. (2015). Validez del test sit-and-reach con flexión plantar en niños de 10-12 años / Validity of Sit-And-Reach with Plantar Flexion Test in Children Aged 10-12 Years. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 15 (59) pp. 577-591. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista59/artvalidez602.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista59/artvalidez602.htm)

ORIGINAL

VALIDEZ DEL TEST SIT-AND-REACH CON FLEXIÓN PLANTAR EN NIÑOS DE 10-12 AÑOS

VALIDITY OF SIT-AND-REACH WITH PLANTAR FLEXION TEST IN CHILDREN AGED 10-12 YEARS

Mayorga-Vega, D.¹; Merino-Marban, R.² y García-Romero, J.C.³

¹ Becario de investigación, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada, España. dmayorgavega@gmail.com

² Profesor Titular, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, España. rmerino@uma.es

³ Profesor Titular, Facultad de Medicina, Universidad de Málaga, España. jeronimo@uma.es

AGRADECIMIENTOS

El primer autor recibe una ayuda del programa de Formación del Profesorado Universitario (FPU) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (AP2010-5905).

Código UNESCO / UNESCO code: 2411 Fisiología Humana / Human physiology

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification: 11. Medicina del Deporte / Sport Medicine

Recibido 23 de mayo de 2012 **Received** May 23, 2012

Aceptado 21 de marzo de 2013 **Accepted** March 21, 2013

RESUMEN

El principal objetivo del presente estudio fue examinar la validez de criterio de los tests sit-and-reach clásico (SRC) y sit-and-reach con flexión plantar (SRF) para estimar la extensibilidad de la musculatura isquiosural en niños. Un total de 72 escolares (40 niños y 32 niñas) de 10-12 años de edad realizaron los tests lineales SRC y SRF, y el test criterio de medida elevación pasiva de la pierna recta. Los resultados de la correlación de Pearson (r) mostraron moderados valores de asociación de los tests SRC y SRF con la extensibilidad isquiosural ($r = 0,71$ y $r = 0,74$, $ps < 0,01$, respectivamente). Los valores de validez de criterio encontrados para el SRF fueron mayores que para el SRC, excepto para las niñas en el que fueron similares. Los hallazgos

del presente estudio sugieren que la evaluación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante el test sit-and-reach debería realizarse permitiendo la flexión plantar.

PALABRAS CLAVE: Validez de criterio, Flexibilidad, Extensibilidad isquiosural, Elevación pasiva de la pierna recta, Sit-and-reach clásico, Test de campo, Educación Primaria.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to examine the criterion-related validity of classic sit-and-reach (CSR) and sit-and-reach with plantar flexion (SRF) tests for estimating hamstring extensibility in children. A total of 72 students (40 boys and 32 girls) aged 10-12 years performed the lineal tests CSR and SRF, and the criteria measure passive straight-leg raise test. Pearson's correlation (r) results showed moderate values of association between CSR and SRF with hamstring extensibility ($r = 0.71$ and $r = 0.74$, $ps < 0.01$, respectively). Criterion-related validity values found for SRF were greater than for the CSR, except for the girls where the values were similar. The findings of this study suggest that the assessment of hamstring flexibility by sit-and-reach test should be performed allowing plantar flexion.

KEY WORDS: Criterion-related validity, Flexibility, Hamstring extensibility, Passive straight-leg raise test, Classic sit-and-reach test, Field test, Primary Education.

INTRODUCCIÓN

La flexibilidad es un componente de la condición física que ha sido ampliamente relacionada con la salud (Bouchard y Sheppard, 1994). La falta de extensibilidad en los músculos isquiosurales condiciona una disminución de la movilidad de la pelvis que lleva invariablemente al cambio biomecánica en la distribución de presiones en la columna vertebral (Da Silva Días y Gómez-Conesa, 2008). Por ello, la falta de extensibilidad en la musculatura isquiosural ha sido asociada con desviaciones posturales, limitaciones de la marcha, aumento del riesgo de caídas y susceptibilidad a lesiones musculoesqueléticas (Erkula, Demirkan, Kilic, y Kiter, 2002; Funk, Swank, Adams, y Tredo, 2001; Jones, Rikli, Max, y Noffal, 1998). Además, entre los jóvenes una buena flexibilidad en las caderas parece contribuir a una disminución del riesgo de dolor lumbar (Feldman, Shrier, Rossignol, y Abenhaim, 2001; Jones, Stratton, Reilly, y Unnithan, 2005; Kujala, Salminen, Taimela, Oksanen, y Jaakkola, 1992; Sjölie, 2004) y tensión del cuello (Mikkelsen et al., 2006).

La valoración de la extensibilidad isquiosural puede ser medida de forma válida a través de test angulares. Entre ellos, el test elevación pasiva de la pierna recta (EPPR) ha sido considerado como uno de los criterios de medida

más adecuado para los niños (Castro-Piñero et al., 2009b). Sin embargo, el EPPR es una prueba sensible que requiere de una adecuada cualificación técnica, un tiempo dilatado, un instrumental relativamente costoso y de al menos dos exploradores para realizar la medición de forma objetiva (López Miñarro et al., 2008b). Por lo tanto, parece que su uso no es factible especialmente en el ámbito escolar y en los estudios poblacionales. En cambio, a diferencia de las pruebas angulares, los tests lineales presentan una serie de ventajas: precisan de un procedimiento simple, son fáciles de administrar, requieren de habilidades mínimas para su aplicación (Castro-Piñero et al., 2009b), y el material necesario para realizarlos es muy asequible, por lo que permite la valoración de una gran cantidad de personas en un corto espacio de tiempo (López Miñarro, Sainz de Baranda Andújar, Yuste Lucas, y Rodríguez, 2008c).

Tradicionalmente, el test lineal sit-and-reach (SR), originariamente diseñado por Wells y Dillon (1952), se ha incluido en la mayoría de baterías de tests de aptitud física para niños con el objeto de valorar la flexibilidad (Castro-Piñero et al., 2009a). La interpretación más común de sus resultados es que los individuos con mejores marcas poseen una mayor extensibilidad de los músculos extensores de las caderas y espalda baja que los que obtienen peores marcas (Arregui Eraña y Martínez de Haro, 2001; Bandy, Irion, y Briggler, 1998; Hoeger, Hopkins, Button, y Palmer, 1990). Sin embargo, la validez del test sit-and-reach clásico (SRC), así como de sus diferentes modificaciones, para estimar la extensibilidad isquiosural entre los jóvenes ha sido ampliamente cuestionada (Castro-Piñero et al., 2009b; García, 1995; Hartman y Looney, 2003; Kanbur, Düzgün, Derman, y Baltaci, 2005; López-Miñarro et al., 2008a).

Se ha sugerido que la evaluación de la flexibilidad mediante el SR podría estar influida por la posición de los tobillos (Holt, Pelma, y Burke, 1999; Liemohn, Martin, y Pariser, 1997; Rubinfeld, Wygand, y Otto, 2002; Strickland, Price, y Gross-Sampson, 2003). Para solventar este “problema” metodológico, recientes estudios con adultos han propuesto incorporar una puerta en la parte frontal del cajón que permita realizar una flexión plantar (Cardoso, Azevedo, Cassano, Kawano, y Âmbar, 2007; Kawano et al., 2010), eliminando de esta forma el sesgo producido por la influencia de la posición de los tobillos como ocurría en el SRC. En este sentido, Kawano et al. (2010) encontraron mayores valores cuando el SR se realizaba con una flexión plantar (puerta abierta) que cuando se ejecutaba con los tobillos a 90° como en su versión clásica. Desafortunadamente, este estudio no abordó la importante cuestión de la validez, así como que no se han encontrado estudios sobre la validez de criterio del SR con flexión plantar en niños. Consecuentemente, el objetivo del presente estudio fue examinar la validez de criterio del test sit-and-reach con flexión plantar (SRF) y clásico para estimar la extensibilidad isquiosural en niños de 10-12 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Un total de 72 escolares de 10-12 años de edad participaron en el presente estudio. Los participantes eran niños ($n = 40$) y niñas ($n = 32$) de 5º y 6º curso de Educación Primaria de un centro escolar de la provincia de Málaga (España). Los criterios de inclusión seguidos fueron: a) no presentar limitaciones músculo-esqueléticas; b) no presentar dolor raquídeo, c) y/o no presentar dolor coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los tests (López-Miñarro et al., 2008c). Los niños y sus padres o tutores legales fueron plenamente informados sobre la naturaleza y propósito del estudio. Se obtuvo el consentimiento informado por parte de sus padres o tutores legales. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga.

Protocolo de evaluación

Sit-and-reach clásico y sit-and-reach con flexión plantar. Los tests fueron administrados usando un cajón de madera de 30,5 cm x 30,5 cm x 30,5 cm con una regla fijada en la parte superior (el valor 23 cm correspondía a la tangente de los pies; precisión 0,1 cm). El cajón presentaba una puerta de 27 cm x 27 cm en la parte frontal donde el participante colocaba la planta de los pies, permitiendo una flexión plantar de los pies cuando esta se encontraba abierta. Para comenzar con la prueba cada niño se situaba sentado frente al cajón, con las caderas flexionadas, las rodillas extendidas y las manos sobre la regla superior. Los pies se situaban a la anchura de las caderas, con los tobillos a 90º (cuando la puerta estaba cerrada) para el test SRC y con una flexión plantar (cuando la puerta estaba abierta) para el test SRF (Cardoso et al., 2007; Kawano et al., 2010).

Las manos se colocaban paralelas a la anchura de los hombros con los dedos extendidos, para evitar la influencia de la flexibilidad escapular (Hopkins y Hoeger, 1992). Para evitar una mayor influencia de la flexibilidad del tronco, la cabeza se situaba en una posición neutra (Smith y Miller, 1985; Tardie, 1993). Las rodillas se fijaron en extensión con la ayuda del evaluador. Desde esta posición el niño debía flexionar el tronco hacia adelante lenta y progresivamente (sin rebotes) con la intención de alcanzar la mayor distancia posible. En la posición de máxima flexión, el participante debía mantenerse inmóvil durante al menos dos segundos. La media de dos intentos fue registrada para el posterior análisis estadístico (Figura 1) (Consejo de Europa, Comité para el Desarrollo del Deporte, 1992).

Elevación pasiva de la pierna recta (EPPR). El criterio de medida de la extensibilidad isquiosural se determinó mediante la ejecución del EPPR. Se seleccionó este test debido a la gran aceptación como criterio de medida de la extensibilidad isquiosural (Castro-Piñero et al., 2009b; Hartman y Looney,

2003; Kanbur et al., 2005). Con el participante en decúbito supino, se procedió a la elevación pasiva de la pierna con la rodilla extendida de forma lenta y progresiva. Para realizar la medición el explorador colocó un inclinómetro (AcuAngle®, Japan) en el tercio distal de la cara anterior de la tibia, colocándolo a cero grados en la posición inicial. Este mismo explorador situó la mano libre sobre la rodilla para mantenerla recta. Además, un explorador auxiliar mantuvo extendida la pierna contralateral en contacto con la superficie de la alfombrilla, evitando la rotación externa, así como la rotación de la pelvis (Figura 2) (Ayala y Sainz de Baranda, 2008; Sainz de Baranda y Ayala, 2010).



Figura 1. a) Sit-and-reach clásico (puerta cerrada), b) Sit-and-reach con flexión plantar (puerta abierta)

El punto final de elevación de la pierna se determinó por la percepción del examinador de una resistencia elevada, y/o palpación por el colaborador del inicio de la rotación de la pelvis. La puntuación criterio del rango de movimiento de flexión de la cadera fue el máximo ángulo de lectura del medidor del inclinómetro en el punto de máxima flexión de la cadera. Esta medición se llevó a cabo en dos ocasiones en ambas piernas por separado y alternativamente.

La puntuación de extensibilidad isquiosural se determinó como el promedio de las dos mediciones de cada pierna (Ayala y Sainz de Baranda, 2008; Sainz de Baranda y Ayala, 2010).



Figura 2. Elevación pasiva de la pierna recta

Procedimiento

Previamente se realizó un estudio piloto con diez estudiantes de Educación Primaria para estimar la fiabilidad de las pruebas de flexibilidad administradas. La evaluación de los estudiantes se realizó durante las clases de Educación Física. Todos los tests se realizaron durante la misma sesión para cada estudiante. Además, para evitar un sesgo debido a las variaciones diurnas de la flexibilidad (Manire, Kipp, Spencer, y Swank, 2010), todos los participantes fueron evaluados durante el mismo periodo del día, así como bajo las mismas condiciones medioambientales.

Los participantes fueron examinados en ropa deportiva y sin zapatos. Una semana previa se llevó a cabo una sesión de familiarización donde se les explicó a los niños como debían realizar los tests, y después realizaron dos intentos de cada prueba. Antes de la evaluación, todos los participantes realizaron un calentamiento estandarizado de cinco minutos de carrera a baja intensidad. Inmediatamente después los niños realizaron los tests SRC, SRF, y EPPR de manera aleatoria. Los estudiantes tuvieron un tiempo de descanso pasivo de 15 minutos entre tests, por considerarse tiempo suficiente para evitar la influencia de las medidas repetidas (Depino, Webright, y Arnold, 2000). Cada prueba fue administrada por el mismo investigador a todos los alumnos.

Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva (medias y desviaciones estándar) de la edad, talla, masa corporal, índice de masa corporal, y los diferentes resultados de las pruebas de flexibilidad. Previamente a la realización de los análisis se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra. Debido a que todas las variables seguían una distribución normal, se emplearon pruebas paramétricas para el análisis estadístico. Para comparar los valores medios obtenidos entre los niños y las niñas se realizó una prueba t de Student para muestras independientes. La validez de criterio se calculó mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los tests lineales SRC y SRF, y el test EPPR tanto para cada pierna por separado como para la media de las dos piernas (Thomas y Nelson, 2007).

Además, el coeficiente de regresión múltiple no estandarizado (β), el intervalo de confianza al 95% (IC), el error estándar (ES), y el coeficiente de determinación (R^2) también fueron usados para examinar la asociación del SRC y SRF con la extensibilidad isquiosural (Mahar y Rowe, 2008). Para estimar la fiabilidad de las medidas durante la prueba piloto se utilizó el coeficiente de correlación intraclase del ANOVA de dos factores ($CCI_{3,k}$) (Shrout y Fleiss, 1979), el cual fue acompañado del intervalo de confianza al 95% (IC) (Baumgartner y Chung, 2001). El análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows (SPSS® Inc., Chicago, IL). El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Las características de la muestra (media \pm desviación estándar) se encuentran en la Tabla 1. Los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes mostraron que las niñas presentaron mayores valores estadísticamente significativos que los niños en todas las medidas de flexibilidad ($ps \leq 0,023$), excepto para el SRF en el que solo se encontró una tendencia a la significación ($p = 0,060$). Además, las niñas mostraron mayores valores medios en la talla que los niños ($p = 0,008$).

Tabla 1. Características de la muestra del estudio (media \pm desviación estándar)

Medidas	Total (n = 72)	Niños (n = 40)	Niñas (n = 32)
Edad (años)	10,86 \pm 0,70	10,85 \pm 0,74	10,88 \pm 0,66
Talla (cm)	148,61 \pm 8,90	146,15 \pm 7,42	151,69 \pm 9,73**
Masa corporal (kg)	47,31 \pm 12,30	45,45 \pm 11,81	49,63 \pm 12,69
IMC (kg/m ²)	21,17 \pm 4,01	21,03 \pm 4,05	21,35 \pm 4,02
SRC (cm)	23,91 \pm 6,45	22,38 \pm 5,85	25,82 \pm 6,74*
SRF (cm)	28,81 \pm 6,00	27,63 \pm 5,52	30,30 \pm 6,34
EPPR izquierda (°)	79,08 \pm 8,62	76,95 \pm 7,25	81,75 \pm 9,54*
EPPR derecha (°)	81,92 \pm 10,47	79,15 \pm 9,23	85,38 \pm 11,04*
EPPR media (°)	80,50 \pm 9,27	78,05 \pm 7,99	83,56 \pm 9,95*

Nota. IMC, Índice de masa corporal; SRC, sit-and-reach clásico; SRF, sit-and-reach con flexión

plantar; EPPR, Elevación pasiva de la pierna recta.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ para diferencias entre género.

Los análisis de correlación bivariada de Pearson (r) entre los tests lineales y el test EPPR para la muestra total, así como para los niños y las niñas separadamente, se encuentran en la Tabla 2. Los resultados mostraron valores de validez moderados tanto para el SRC como para el SRF ($p < 0,01$). Sin embargo, para la muestra total y los niños separadamente los valores fueron mayores para el test SRF que para el test SRC.

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los valores de los tests sit-and-reach clásico y con flexión plantar con la extensibilidad isquiosural

Medidas	Total (n = 72)		Niños (n = 40)		Niñas (n = 32)	
	SRC	SRF	SRC	SRF	SRC	SRF
EPPR izquierda	0,71*	0,73*	0,64*	0,71*	0,72*	0,73*
EPPR derecha	0,68*	0,70*	0,62*	0,68*	0,68*	0,67*
EPPR media	0,71*	0,74*	0,65*	0,72*	0,72*	0,72*

Nota. SRC, sit-and-reach clásico; SRF, sit-and-reach con flexión plantar; EPPR, Elevación pasiva de la pierna recta.

* $p < 0,01$

En la Tabla 3 se muestra el análisis de regresión múltiple que examina la asociación entre los tests SRC y SRF con el test EPPR para la muestra total, así como para los niños y las niñas separadamente. El SRC y SRF estaban significativamente asociados con la extensibilidad isquiosural tanto en la muestra total, como en los niños y las niñas separadamente ($p < 0,001$). En cambio, se encontró una asociación mayor para el SRF que para SRC cuando los datos se analizaron para la muestra total ($R^2 = 0,540$ vs. $R^2 = 0,505$; $p < 0,001$) y los niños ($R^2 = 0,512$ vs. $R^2 = 0,418$; $p < 0,001$). En las niñas se encontró una asociación similar en ambos tests (SRC, $R^2 = 0,521$, $p < 0,001$; SRF, $R^2 = 0,520$; $p < 0,001$).

Tabla 3. Coeficiente de regresión múltiple no estandarizado (β), intervalo de confianza al 95% (95% IC), error estándar (ES), y coeficiente de determinación (R^2) para examinar la asociación del sit-and-reach clásico y con flexión plantar con la extensibilidad isquiosural

Medidas	β	95% IC	ES	R^2	p
Total (n = 72)					
SRC	1,021	0,780-1,262	0,121	0,505	< 0,001
SRF	1,134	0,885-1,384	0,125	0,540	< 0,001
Niños (n = 40)					
SRC	0,884	0,541-1,226	0,169	0,418	< 0,001
SRF	1,037	0,705-1,369	0,164	0,512	< 0,001
Niñas (n = 32)					
SRC	1,064	0,683-1,445	0,187	0,521	< 0,001
SRF	1,133	0,727-1,538	0,199	0,520	< 0,001

Nota. SRC, sit-and-reach clásico; SRF, sit-and-reach con flexión plantar

Diez estudiantes de Educación Primaria (edad $11,00 \pm 0,47$ años; talla $154,40 \pm 4,39$ cm; masa corporal $43,00 \pm 9,38$ kg; índice de masa corporal $17,92 \pm 3,01$ kg/m²) participaron en un estudio piloto para estimar la fiabilidad de las medidas de flexibilidad administradas. Los resultados del CCI_{3,k} (IC 95%) mostraron altos valores de fiabilidad para cada una de las pruebas administradas en el presente estudio [SRC, 0,97 (0,95-0,98); SRF, 0,98 (0,97-0,99); EPPR izquierda, 0,99 (0,97-1,00); EPPR derecha, 0,99 (0,95-1,00)].

DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente estudio fue examinar la validez de criterio de los tests lineales SRC y SRF para estimar la extensibilidad isquiosural en niños de 10-12 años. Los resultados de la correlación indicaron que los tests SRC y SRF estaban moderadamente asociados con la extensibilidad isquiosural. En este sentido, en estudios previos realizados con jóvenes en los que se examinaba la validez de criterio del SRC se encontraron desde muy bajos a moderados valores de validez para estimar la extensibilidad isquiosural ($r = 0,38-0,81$) (Castro-Piñero et al., 2009b; García, 1995; Hartman y Looney, 2003; Kanbur et al., 2005; López-Miñarro et al., 2008a). Asimismo, cuando en los jóvenes se evaluaba la validez de diferentes modificaciones del SRC se encontraron valores similares ($r = 0,28-0,69$) (Castro-Piñero et al., 2009b; Hartman y Looney, 2003; Patterson, Wiksten, Ray, Flanders, y Sanphy, 1996). Además, en estudios con adultos se encontraron valores desde bajos a moderados para el SRC y sus diferentes modificaciones (Baltaci, Tunay, Besler, y Gerçeker, 2003; Chung y Yuen, 1999; Hui, Yuen, Morrow, y Jackson, 1999; Hui y Yuen, 2000; Jones et al., 1998; Lemmink, Kemper, De Greef, Rispen, y Stevens, 2003; López-Miñarro et al., 2008c; López-Miñarro, Sainz de Baranda Andújar, y Rodríguez-García, 2009; López-Miñarro, Alacid, Muyor, y López, 2010a; López-Miñarro, García Ibarra, y Rodríguez García, 2010b; López-Miñarro, Muyor, y Alacid, 2011). Desafortunadamente, no se han encontrado estudios previos que aborden la validez de criterio del SRF con los que poder comparar los resultados del presente estudio.

El principal hallazgo encontrado en este estudio fue que el SRF es un método de medida de la extensibilidad isquiosural más válido que el SRC. Si bien no se han encontrados estudios previos que aborden la validez del test SRF, se han encontrado algunos estudios en los que se comparaban la validez del SRC con otras modificaciones que, presumiblemente, deberían ser más válidas que la versión clásica. En estudios realizados con jóvenes, Castro-Piñero et al. (2009b) analizaron los valores de validez del SR modificado y el SRC. Estos autores partiendo de la premisa postulada anteriormente por Hoeger et al. (1990), que la incorporación de la distancia dedos-cajón eliminaría el sesgo de las diferencias de proporción entre brazos y piernas, suponía que se encontrarían mejores valores de validez. Sin embargo, Castro-Piñero et al. (2009b) encontraron que el SR modificado presentaba valores de validez más bajos que el SRC tanto entre los niños (SR modificado, $r = 0,34$; SRC, $r = 0,38$) como entre los adolescentes (SR modificado, $r = 0,26$;

SRC, $r = 0,38$). En esta línea, en los estudios encontrados con adultos el SRC presentaba mayores valores de validez que el SR modificado (Chung y Yuen, 1999; Lemmink et al., 2003; López-Miñarro et al., 2010a, 2010b).

Por su parte, Hartman y Looney (2003) estimaron la validez del test Back-saver SR y el SRC en niños de 6 a 12 años. El Back-saver SR es un test que fue creado con el objetivo de proteger la espalda de la tensión que se produce cuando se realiza una flexión profunda del tronco como ocurre en el SRC (Cooper Institute for Aerobics Research, 2004). Los resultados del estudio de Hartman y Looney (2003) revelaron valores superiores para el Back-saver SR entre los niños, mientras que para las niñas fueron inferiores. En estudios realizados con adultos se encontraron mejores valores de validez de la extensibilidad isquiosural en el SRC que el Back-saver SR tanto en hombres como en mujeres (Baltaci et al., 2009; Hui et al., 1999; Hui y Yuen, 2000; Jones et al., 1998; López-Miñarro et al., 2008c, 2009, 2010a). Además, en otros estudios realizados con adultos se encontraron resultados dispares tanto para el Chair SR (Baltaci et al., 2009; Jones et al., 1998) como para el V SR (Hui et al., 1999; Hui y Yuen, 2000; López-Miñarro et al., 2010a). Por tanto, el presente estudio es uno de los primeros en encontrar mejores valores de validez en una modificación del SRC en jóvenes.

Cuando los valores de fueron analizados separados por género, también fue encontrada una mayor asociación para el test SRF entre los niños. Sin embargo, en las niñas no se encontraron diferencias en los valores de validez de criterio entre los tests SRF y SRC. Por otro lado, los valores de asociación en el SRC entre las niñas fueron superiores al de los niños, mientras que no se encontraron diferencias entre género para el SRF. La mayoría de los estudios con jóvenes no diferencian sus resultados por género. Solo se han encontrado cuatro estudios que hagan diferencias por género (García, 1995; Hartman y Looney, 2003; López-Miñarro et al., 2008a; Patterson et al., 1996). En los hallazgos de estos estudios podemos comprobar cómo la validez entre los niños y las niñas son similares, encontrándose ligeras variaciones. Asimismo, algunos de los estudios que aglutinan a ambos géneros realizaron un análisis previo en el que no encontraron interacción por el género (Castro-Piñero et al., 2009b), motivo por el cual fueron unidos para el posterior análisis estadístico. Entre los adultos igualmente se encuentran valores similares entre los hombres y las mujeres, con ligeras variaciones en ambos sentidos (Hui et al., 1999; Hui y Yuen, 2000; Jones et al., 1998; Lemmink et al., 2003; López-Miñarro et al., 2008c, 2009, 2010a, 2010b).

Por último, los resultados del análisis de regresión indicaron que tanto el SRC como el SRF estaban significativamente asociados con la extensibilidad isquiosural. Sin embargo, la varianza explicada fue relativamente moderada. Estos resultados sugieren que, además de la posición de los tobillos, otras variables deben también influir en los valores de los tests lineales. En este sentido, recientemente Chillón et al. (2010) en un estudio con adolescentes llegaron a la conclusión que la principal varianza explicada en el Back-saver SR se encontraba en la flexibilidad de las caderas ($R^2 = 0,42$). Sin embargo, estos

misimos autores también encontraron que la flexibilidad de la columna explicaba un 34% más de la varianza. En conclusión, los hallazgos del presente estudio sugieren que la evaluación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante el test SR debería realizarse permitiendo la flexión plantar. Además, futuras investigaciones deberían profundizar en el estudio de pruebas de campo que permitieran una evaluación más válida de la extensibilidad de la musculatura isquiosural.

CONCLUSIONES

La validez de criterio del test sit-and-reach con flexión plantar para estimar la extensibilidad isquiosural es superior que la del test sit-and-reach clásico en niños de 10-12 años. Los valores de validez encontrados entre los niños de 10-12 años para los test sit-and-reach con flexión plantar y clásico son moderados. Los hallazgos del presente estudio sugieren que la evaluación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural mediante el test sit-and-reach debería realizarse permitiendo la flexión plantar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arregui Eraña, J. A., y Martínez de Haro, V. (2001). Estado actual de las investigaciones sobre la flexibilidad en la adolescencia. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1, 127-135.
- Ayala, F., y Sainz de Baranda, P. (2008). Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la flexión de cadera. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 3, 93-99.
- Baltaci, G., Tunay, V., Besler, A., y Gerçeker, 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, 59-61. doi: 10.1136/bjsm.37.1.59
- Bandy, W. D., Irion, J. M., y Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27, 295-300.
- Baumgartner, T. A., y Chung, H. (2001). Confidence limits for intraclass reliability coefficients. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 5, 179-188.
- Bouchard, C., y Sheppard, R. J. (1994). Physical activity, fitness, and health: The model and key concepts. En C. Bouchard, R. J. Sheppard, y T. Stephens (Eds.), *Physical Activity, Fitness, and Health* (pp. 77-88). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cardoso, J. R., Azevedo, N. C. T., Cassano, C. S., Kawano, M. M., y Âmbar, G. (2007). Intra and interobserver reliability of angular kinematic analysis of the hip during the sit-and-reach test for measuring the length of hamstring muscles in university students. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11, 119-123.

- Castro-Piñero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2009a). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 934-943. doi: 10.1136/bjsm.2009.058321
- Castro-Piñero, J., Chillón, P., Ortega, F. B., Montesinos, J. L., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2009b). 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, 658-662. doi: 10.1055/s-0029-1224175
- Chillón, P., Castro-Piñero, J., Ruiz, J. R., Soto, V. M., Carbonell-Baeza, A., Dafos, J.,... Ortega, F. B. (2010). Hip flexibility is the main determinant of the back-saver sit-and-reach test in adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 28, 641-648. doi: 10.1080/02640411003606234
- Chung, P. K., y Yuen, C. K. (1999). Criterion-related validity of sit-and-reach test in university men in Hong Kong. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 304-316.
- Consejo de Europa, Comité para el Desarrollo del Deporte (1992). *EUROFIT: Test Europeo de Aptitud Física*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Cooper Institute for Aerobics Research (2004). *The Prudential Fitnessgram: Test administration manual* (3rd ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Da Silva Díaz, R., y Gómez-Conesa, A. (2008). Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*, 30, 186-193. doi:10.1016/j.ft.2008.07.004
- Depino, G. M., Webright, W. G., y Arnold, B. L. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, 35, 56-59.
- Erkula, G., Demirkan, F., Kilic, B. A., y Kiter, E. (2002). Hamstring shortening in healthy adults. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 16, 77-81.
- Feldman, D. E., Shrier, I., Rossignol, M., y Abenhaim, L. (2001). Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *American Journal of Epidemiology*, 154, 30-36.
- Funk, D., Swank, A. M., Adams, K. J., y Tredo, D. (2001). Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 123-126.
- García, S. C. (1995). *Validity of the sit-and-reach test for male and female adolescents* (Unpublished doctoral dissertation). University of Eugene, United States.
- Hartman, J. G., y Looney, M. (2003). Norm-referenced and criterion-referenced reliability and validity of the Back-saver sit-and-reach. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7, 71-87. doi: 10.1207/S15327841MPEE0702_2
- 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, 156-162.
- Holt, L. E., Pelma, T. W., y Burke, D. G. (1999). Modifications to the standard sit-and-reach flexibility protocol. *Journal of Athletic Training*, 34, 43-47.

- Hopkins, D. R., y Hoeger, W. W. K. (1992). A comparison of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in the measurement of flexibility for males. *The Journal of Applied Sport Science Research*, 6, 7-10.
- Hui, S. C., Yuen, P. Y., Morrow, J. R., y Jackson, A. W. (1999). Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach tests with and without limb length adjustment in Asian adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 401-406.
- Hui, S. 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, 1655-1659.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., Max, J., y Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adult. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 69, 338-343.
- Jones, M. A., Stratton, G., Reilly, T., y Unnithan, V. B. (2005). Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 137-140. doi: 10.1136/bjsm.2003.009951
- Kanbur, N. O., Düzgün, I., Derman, O., y Baltacı, G. (2005). Do sexual maturation stages affect flexibility in adolescent boys aged 14 years? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 53-57.
- 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, 10-15.
- Kujala, U. M., Salminen, J. J., Taimela, S., Oksanen, A., y Jaakkola, L. (1992). Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 627-632.
- Lemmink, K. A. P. M., Kemper, H. C. G., de Greef, M. H. G., Rispen, P., y Stevens, M. (2003). The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle-aged to older men and women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74, 331-336.
- Liemohn, W., Martin, S. B., y Pariser, G. L. (1997). The effect of ankle posture on sit-and-reach test performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11, 239-241.
- 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*, 43, 24-29.
- López Miñarro, P. A., Rodríguez García, P. L., Yuste, J. L., Alacid, F., Ferragut, C., y García Ibarra, A. (2008b). Validez de la posición del raquis lumbosacro en flexión como criterio de extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25, 103-110.
- López Miñarro, P. A., Sainz de Baranda Andújar, P., Yuste Lucas, J. L., y Rodríguez García, P. L. (2008c). Validez del test sit-and-reach unilateral como criterio de extensibilidad isquiosural. Comparación con otros protocolos. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8, 87-92.

- López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Muyor, J. M., y López, F. J. (2010a). Validez del test sit-and-reach modificado como criterio de extensibilidad isquiosural en adultos jóvenes. *Kronos*, 9, 39-46.
- López-Miñarro, P. A., García Ibarra, A., y Rodríguez García, P. L. (2010b). Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiosural. *Apunts*, 99, 56-64.
- López-Miñarro, P. A., Muyor, J. M., y Alacid, F. (2011). Validez de los test lineales de extensibilidad isquiosural en mujeres mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11, 564-572.
- López-Miñarro, P. A., Sainz de Baranda Andújar, P., y Rodríguez-García, P. L. (2009). A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 116-122.
- Mahar, M. T., y Rowe, D. A. (2008). Practical guidelines for valid and reliable youth fitness testing. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12, 126-145. doi: 10.1080/10913670802216106
- Manire, J. T., Kipp, R., Spencer, J., y Swank, A. M. (2010). Diurnal variation of hamstring and lumbar flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1464-1471.
- Mikkelsen, L. O., Nupponen, H., Kaprio, J., Kautiainen, H., Mikkelsen, M., y Kujala, U. (2006). Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: A 25 year follow up study. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 107-113. doi: 10.1136/bjsm.2004.017350
- 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 and Sport*, 67, 448-451.
- 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, S151.
- Sainz de Baranda, P., y Ayala, F. (2010). Chronic flexibility improvement after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 389-396. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1249082>
- Shrout, P. E., y Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86, 420-428.
- Sjölie, A. N. (2004). Low-back pain in adolescents is associated with poor hip mobility and high body mass index. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14, 168-175. doi: 10.1111/j.1600-0838.2003.00334.x
- Smith, J. F., y Miller, C. V. (1985). The effect of head position on sit-and-reach performance. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 56, 84-5.
- Strickland, J., Price, M., y Goss-Sampson, M. (2003). The sit-and-reach test: Just what are we measuring? *Journal of Sports Sciences*, 21, 307-308. doi: 10.1080/0264041031000109973

- Tardie, G. B. (1993). *The effects of body segment length and head position upon sit and reach flexibility performance*. Oregon: Microform Publications.
- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2007). Medición de las variables en investigación. En J. R. Thomas, y J. K. Nelson (Eds.), *Métodos de investigación en actividad física* (pp. 195-217). Barcelona: Paidotribo.
- Wells, K. F., y Dillon, E. K. (1952). The sit-and-reach. A test of back and leg flexibility. *The Research Quarterly*, 23, 115-118.

Referencias Totales/Total references: 52 (100%)

Referencias propias de la revista/Journal's own references: 2 (4%)