

Validez de los test dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil

PEDRO ÁNGEL LÓPEZ MIÑARRO^a, CARMEN FERRAGUT FIOI^b, FERNANDO ALACID CÁRCELES^b, JUAN LUIS YUSTE LUCAS^a Y ASCENSIÓN GARCÍA IBARRA^c

^aUniversidad de Murcia. Departamento de Educación Física. Murcia. España.

^bUniversidad Católica San Antonio. Departamento de Ciencias de la Salud, de la Actividad Física y del Deporte. Guadalupe. Murcia. España.

^cIES Alquípir. Departamento de Educación Física. Cehegín. Murcia. España.

RESUMEN

Introducción y objetivos: La reducción de la extensibilidad de la musculatura isquiosural es frecuente en la población deportista. Para su detección es importante utilizar test válidos y específicos. El objetivo de este estudio es determinar la validez de los test de distancia dedos-planta y dedos-suelo para valorar la extensibilidad isquiosural en piragüistas jóvenes.

Método: A un total de 64 piragüistas de categoría infantil (media de edad, $13,35 \pm 0,59$ años) se les valoró, en un orden aleatorio, la extensibilidad isquiosural mediante el ángulo de flexión coxofemoral en el test de elevación de pierna recta (en ambas piernas) y mediante la distancia alcanzada en los test de distancia dedos-planta y dedos-suelo.

Resultados: Los valores de correlación entre los test lineales y el test de elevación de pierna recta fueron moderados en chicos ($r = 0,66-0,77$) y en chicas ($r = 0,74-0,85$). En base a las referencias de normalidad, hubo un mayor porcentaje de casos de cortedad isquiosural al utilizar el test de elevación de pierna recta (63,6%) respecto a la distancia alcanzada en los test lineales (25,0-34,0%), pero sólo en los chicos.

Conclusiones: La validez de la distancia alcanzada en los test lineales como medio de valoración de la extensibilidad isquiosural es moderada, y es mayor en las chicas. No obstante, cuando se utiliza alguno de los test lineales analizados como prueba de valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil, se produce un considerable número de falsos negativos en los chicos.

PALABRAS CLAVE: Extensibilidad isquiosural. Test de valoración. Validez. Piragüismo.

ABSTRACT

Introduction and objectives: Decreased hamstring muscle length is frequent in athletes. To measure hamstring muscle length, valid and specific tests are required. The aim of this study was to determine the validity of the sit-and-reach and toe-touch tests as measures of hamstring muscle length in young paddlers.

Methods: Sixty-four young paddlers (mean age: 13.35 ± 0.59 years) performed the straight leg raise test (in both legs), the sit-and-reach and the toe-touch tests in a random order. For the straight leg raise, the angle of the straight leg to the horizontal was measured. For the sit-and-reach and toe-touch tests, the maximal distance reached was measured.

Results: Correlation values between sit-and-reach and toe-touch scores with respect to the straight leg raise were moderate in both boys ($r = 0.66-0.77$) and girls ($r = 0.74-0.85$). In comparison with the normal reference range, boys showed a greater frequency of decreased hamstring muscle length in the straight leg raise (63.6%) than in the sit-and-reach and toe-touch tests (25.0%-34.0%). No differences were found in girls.

Conclusions: The validity of sit-and-reach and toe-touch scores for measuring hamstring muscle length is moderate, although girls showed higher values than boys. However, when sit-and-reach or toe-touch scores were used to measure hamstring muscle length in young canoeists, we found a greater number of false negative results in boys.

KEY WORDS: Hamstring muscle length. Fitness testing. Validity. Canoeing and kayaking.

Trabajo realizado en el marco de ayudas a la investigación del Consejo Superior de Deportes, con el proyecto "Influencia de factores antropométricos, somatotipo corporal, morfotipo raquídeo y capacidad física en el rendimiento de canoístas y kayakistas de categoría infantil" (Código: 04/UPR10/06).

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. Correo electrónico: palopez@um.es

INTRODUCCIÓN

La valoración de la extensibilidad isquiosural es importante en la población deportista, ya que su disminución produce una reducción del rango de movimiento de flexión coxofemoral con rodilla extendida que puede desencadenar repercusiones sobre la pelvis y el raquis cuando es acusada¹⁻³. Varios estudios han relacionado la reducción de la extensibilidad isquiosural con diversas repercusiones sobre el raquis, tales como algias lumbares⁴⁻⁶ y alteraciones en el ritmo lumbopélvico⁷, aunque en niños y adolescentes esta relación es débil.

Varios estudios en nadadores, futbolistas y piragüistas han encontrado una frecuente disminución de extensibilidad en la musculatura isquiosural⁷⁻¹⁰. No obstante, otros estudios realizados en gimnastas de rítmica entre 7 y 15 años¹¹ y jugadores adultos de fútbol sala¹² refieren un alto porcentaje de normalidad en el test de elevación de pierna recta.

La exploración de la extensibilidad isquiosural es origen de controversia por la diversidad de pruebas para su valoración y por el establecimiento del límite de normalidad. Existen diferentes test para su valoración: *a)* test angulares, que miden específicamente la flexión de cadera con rodilla extendida (test de elevación pierna recta), el rango de extensión de rodilla con la cadera en flexión de 90 grados (test del ángulo poplíteo), o la disposición angular de la pelvis en el plano sagital, y *b)* test lineales, basados en la distancia alcanzada respecto a la tangente de las plantas de los pies, ejecutados en sedestación (distancia dedos-planta) o en bipedestación (distancia dedos-suelo). Estos últimos son más frecuentemente utilizados en el ámbito escolar y deportivo¹³, ya que son más sencillos de realizar.

Varios estudios realizados en población no deportista han encontrado una correlación moderada entre la distancia alcanzada en los test dedos-planta¹⁴⁻¹⁶ y dedos-suelo¹⁷ con el valor angular del test de elevación de pierna recta. Otros estudios han valorado la extensibilidad isquiosural en población deportista utilizando diversos test. Pastor⁸ encontró que los test lineales no son válidos en nadadores prepuberales y adolescentes, pues se produce un gran número de falsos negativos (diagnóstico de normalidad cuando existe una reducida extensibilidad isquiosural). Ferrer¹⁸, tras analizar una amplia muestra de niños y adolescentes que practicaban actividades deportivas, propone el test de elevación de pierna recta como el más adecuado para valorar la extensibilidad isquiosural. Martínez¹¹ valoró la extensibilidad isquiosural de gimnastas de rítmica mediante test angulares y lineales, pero no refiere datos sobre la correlación

entre ellos. La especificidad de cada deporte en cuanto a sus gestos técnicos, posiciones corporales, métodos de entrenamiento y capacidades físicas relacionadas con el rendimiento deportivo, puede generar adaptaciones musculoesqueléticas que requieren un análisis específico de cada disciplina deportiva.

No conocemos estudios que hayan valorado la extensibilidad isquiosural y la validez de los test lineales en una población de piragüistas jóvenes de alto nivel. Los objetivos del presente estudio fueron: *a)* determinar la validez de los test lineales de valoración de la extensibilidad isquiosural, y *b)* establecer la extensibilidad isquiosural de un grupo de piragüistas de categoría infantil.

MÉTODOS

Participantes

Un total de 66 piragüistas de categoría infantil (media $\pm$ desviación típica: edad, 13,31 $\pm$ 0,58 años; talla, 166,24 $\pm$ 7,63 cm; masa, 56,60 $\pm$ 9,39 kg), 44 chicos y 22 chicas, seleccionados por la Real Federación Española de Piragüismo para la concentración nacional del año 2006 participaron en el estudio. Previamente a éste, los deportistas y sus tutores fueron informados sobre el procedimiento del estudio y cumplieron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Procedimientos

Los deportistas realizaron de forma aleatoria los test dedos-planta, dedos-suelo y elevación de pierna recta (en ambas piernas). Todos los test se realizaron en 2 ocasiones y se utilizó el valor medio para el análisis estadístico. Los deportistas no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante ella, y fueron examinados en ropa deportiva y descalzos. Todas las medidas fueron tomadas en una misma sesión de valoración.

Para establecer la distancia alcanzada en los test dedos-planta y dedos-suelo se utilizó un cajón Acuflex (36 cm de altura) con una regla milimetrada adosada que permite establecer la distancia alcanzada. El valor 0 cm correspondía a la tangente de las plantas de los pies del deportista, y los valores fueron positivos cuando las falanges distales del carpo superaban la tangente, y negativos cuando no la alcanzaban.

Test dedos-planta

El deportista se situó en sedestación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas, con tobillos en 90 grados de flexión. Las plantas de los pies se colocaron perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y las puntas de los pies mirando hacia arriba. En esta posición se le solicitó que realizara una flexión máxima del tronco manteniendo las rodillas y los brazos extendidos. Las palmas de las manos, una encima de la otra, se deslizaron sobre el cajón hasta alcanzar la máxima distancia posible. Para categorizar a los deportistas según la distancia alcanzada se utilizaron las referencias de Ferrer¹⁸, que considera normales valores ≥ -2 cm, la cortedad grado I entre -3 y -9 cm y la cortedad grado II en ≤ -10 cm.

Test dedos-suelo

El deportista se situó en bipedestación sobre el cajón de medición, con las rodillas extendidas, los pies separados a la anchura de sus caderas, sin rotación coxofemoral, y las falanges distales de aquéllos en contacto con el cajón. En esta posición se le pidió que realizara una flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, con las palmas de las manos una sobre la otra, extendidas sobre la regla situada en el frontal del cajón, intentando alcanzar la máxima distancia posible. Para categorizar a los deportistas según la distancia alcanzada se utilizaron las referencias de Ferrer¹⁸, que considera normales los valores ≥ -4 cm, la cortedad grado I entre -5 y -11 cm, y la cortedad grado II en ≥ -12 cm.

Test de elevación de la pierna recta (EPR)

Con el deportista en decúbito supino sobre una camilla, se procedió a la elevación de la pierna con rodilla extendida de forma lenta y progresiva hasta que manifestó dolor o malestar en la zona poplíteica y/o se detectó una basculación pélvica posterior. Para la medición se utilizó un inclinómetro Unilevel (Isomed, Inc., Portland, Oregón), colocado en la tuberosidad tibial. Las consignas que se aportaron a los deportistas 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 llevó a cabo en ambas piernas por separado y de forma aleatoria. Se empleó la colocación del Lumbo-sant o soporte lumbar para disminuir la retroversión pélvica

Tabla I

Valores medios ($\pm$ desviación típica) en los diferentes test de valoración de la extensibilidad isquiosural

Test	Chicos (n = 44)	Chicas (n = 22)
Dedos-planta (cm)	0,94 $\pm$ 8,42	3,55 $\pm$ 6,76
Dedos-suelo (cm)	-1,40 $\pm$ 7,83	2,54 $\pm$ 8,41
EPR derecho (grados)	73,11 $\pm$ 8,15	86,86 $\pm$ 12,81*
EPR izquierdo (grados)	73,25 $\pm$ 8,34	85,33 $\pm$ 12,06*

EPR: test de elevación de pierna recta; * $p < 0,001$ entre chicas y chicos.

Tabla II

Valores de correlación entre los diferentes test de valoración de la extensibilidad isquiosural en chicos (fina) y en chicas (**negrita**).

	DDP	DDS	EPR izquierda	EPR derecha
DDP	—	0,94*	0,77*	0,73*
DDS	0,93*	—	0,73*	0,66*
EPR izquierda	0,74*	0,78*	—	0,89*
EPR derecha	0,81*	0,85*	0,97*	—

DDP: test de distancia dedos-planta; DDS: test de distancia dedos-suelo; EPR: test de elevación de pierna recta. * $p < 0,01$.

cuando los isquiosurales alcanzan una tensión moderada-intensa. 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 sagital de la pelvis. Para categorizar a los sujetos se utilizaron las referencias aportadas por Ferrer¹⁸, que sitúa la normalidad en un valor angular ≥ 75 grados, la cortedad grado I entre 74 y 61 grados, y la cortedad grado II en ≤ 60 grados.

Análisis de datos

Se calculó estadísticamente la media y la desviación típica para cada variable. Para comparar los valores angulares del test de elevación de pierna recta entre ambas piernas se utilizó una prueba t de Student para muestras dependientes. Para comparar los valores medios de los diferentes test entre chicos y chicas se realizó una prueba t de Student para muestras independientes. Para determinar los valores de correlación entre las

Tabla III

Distribución de los deportistas a partir de las referencias de normalidad en los test lineales y en el test de elevación de pierna recta

Referencias de normalidad	Chicos				Chicas			
	DDP	DDS	EPRd	EPRI	DDP	DDS	EPRd	EPRI
Normal	33	29	16	16	17	16	17	16
Cortedad grado I	5	9	26	26	5	6	5	6
Cortedad grado II	6	6	2	2	0	0	0	0

DDP: test de distancia dedos-planta; DDS: test de distancia dedos-suelo; EPRd: test de elevación de pierna recta (pierna derecha); EPRI: test de elevación de pierna recta (pierna izquierda).

diferentes pruebas de valoración isquiosural se utilizó el test de Pearson. Para determinar si existen diferencias en la frecuencia de casos en cada categoría de extensibilidad isquiosural se utilizó el test de χ^2 . Los datos se analizaron con el SPSS 14.0, y el nivel de significación fue de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Los valores medios de cada test se presentan en la tabla I. Las chicas tienen valores de extensibilidad superiores a los chicos, especialmente en el valor angular del test de elevación de pierna recta (EPR), sin que se encontraran diferencias significativas entre los valores angulares del test EPR izquierdo y derecho en ambos sexos.

Los valores de correlación entre los test lineales y el test EPR derecho e izquierdo son moderados en ambos sexos, si bien los valores en las chicas son ligeramente mayores. La correlación entre los valores del EPR izquierdo y derecho fue alta, especialmente en las chicas (tabla II).

En la tabla III se presenta la distribución de los deportistas basándose en las referencias de normalidad. En los chicos existen diferencias en la distribución de cada categoría de extensibilidad isquiosural entre el test de elevación de pierna recta y los test lineales ($\chi^2 = 18,59$; $p < 0,001$). Un total de 27 chicos presentaron en el test EPR un valor angular inferior a 75 grados (cortedad isquiosural). Entre éstos, al valorar la extensibilidad isquiosural mediante la distancia alcanzada en los test lineales, 16 y 12 de ellos alcanzaban valores de normalidad en los test dedos-planta y dedos-suelo, respectivamente. En las chicas no existen diferencias en la distribución de casos basándose en las referencias de normalidad ($\chi^2 = 3,85$; $p > 0,05$). Además, sólo un caso de las 5 que tenían un valor en el test EPR que correspondiese con algún grado de cortedad presentaba un valor normal en alguno de los test lineales.

DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente estudio fue determinar la validez de los test lineales de valoración isquiosural en una población de piragüistas jóvenes. Los valores de correlación encontrados son moderados para chicos y chicas, si bien en estas últimas los valores son más altos. En población no deportista los valores oscilan entre $r = 0,53$ y $0,78$ en el test dedos-planta¹⁴⁻¹⁶ y $r = 0,85$ en el test dedos-suelo¹⁷. Ferrer¹⁸, en una muestra de deportistas de ambos sexos encontró valores de correlación muy altos entre los test lineales y el test EPR ($r = 0,88-0,91$). No obstante, Pastor⁸, en una muestra de nadadores de categoría promesa encontró una correlación de $r = 0,66$ entre los test EPR y de distancia dedos-planta, aunque este valor aglutina a ambos sexos, sin diferenciar entre ellos.

Si se toma la decisión de usar un test lineal, la elección de uno u otro debe basarse en su funcionalidad y su validez. En los chicos encontramos que el test dedos-suelo presenta un valor de correlación mayor que el test dedos-planta, mientras que en las chicas ocurre al contrario. Si utilizamos la distancia alcanzada en los test lineales como criterio de extensibilidad isquiosural hay un mayor porcentaje de normalidad respecto a los valores obtenidos en el test EPR, pero sólo en los chicos. Es destacable que al usar los test lineales como criterio de extensibilidad isquiosural hay un mayor porcentaje de casos con cortedad de grado II. El mayor porcentaje de normalidad encontrado en los test lineales se explica 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 isquiosural¹⁰. No obstante, en las chicas piragüistas se observa una distribución homogénea a partir de las referencias de normalidad, tanto si se consideran los resultados de los test lineales como los del test EPR. Este hecho, junto a la mayor correlación entre los test lineales y el test EPR, denota una mayor validez y funcionalidad de los test

lineales en las chicas, puesto que habrá muy pocos casos de falsos negativos. De hecho, sólo detectamos un caso. Al contrario, en los chicos son muy frecuentes los falsos negativos si se utiliza como criterio de extensibilidad isquiosural la distancia alcanzada en cualquiera de los 2 test lineales valorados (entre 12 y 16 casos, según el test utilizado).

Pastor⁸ encontró que en nadadores de élite no son válidos los test lineales por la marcada hipercifosis torácica que presentan en máxima flexión del tronco. Este hecho incrementa el número de falsos negativos, por lo que recomienda realizar la valoración de la extensibilidad isquiosural por medio de test angulares. Entre éstos, el test de elevación de pierna recta parece ser la maniobra de exploración clínica más adecuada^{3,18,19}. Para clasificar a los deportistas en base a este test hemos utilizado las referencias de Ferrer¹⁸ porque han sido utilizadas en estudios realizados en población deportista de una edad similar a nuestra muestra de piragüistas^{3,8,18}.

En coincidencia con numerosos estudios, las chicas presentan valores más altos en el test EPR y en la distancia alcanzada en los test lineales^{6,8,18,20,21}. La extensibilidad isquiosural influye sobre la disposición angular del raquis lumbar y torácico en la posición de máxima flexión del tronco. Gajdosik et al²² encontraron que las personas con una extensibilidad isquiosural más reducida presentaban una mayor cifosis torácica y menor flexión lumbar que aquellas con mayor extensibilidad. Miñarro et al²³ encontraron diferencias en la disposición del raquis torácico según el sexo, de modo que los varones presentaban una cifosis torácica significativamente mayor en los test de distancia dedos-planta y de distancia dedos-suelo, respecto a las mujeres. Estas diferencias se justifican por la mayor extensibilidad isquiosural de estas últimas.

Es llamativo que al valorar la extensibilidad isquiosural mediante el test EPR encontremos un importantísimo porcentaje de chicos piragüistas con cortedad (63,3% en ambas piernas), tomando en consideración que se trata de los mejores piragüistas de su categoría a escala nacional. En las chicas, hay un menor porcentaje de casos con cortedad isquiosural basándose en el mismo test (22,7% para la pierna derecha y 27,2% para la pierna izquierda). Los respectivos estudios en jugadores de fútbol 11⁹ y de fútbol sala¹² encontraron una baja frecuencia de disminución de la extensibilidad isquiosural evaluada mediante el test EPR. Hellsing²⁴, en una población de 600 chicos jóvenes, encontró un 43% de cortedad para la pierna derecha y un 35% para la izquierda, tomando como límite

de cortedad en el test EPR un valor angular de 80 grados. Kutsuma y Watanabe²⁵, en una población de 822 adultos varones encontraron que el 10,3% obtenía en el test EPR un valor < 70 grados. Ferrer¹⁸, tras evaluar una amplia población de deportistas adolescentes, detectó en torno al 25% de casos con cortedad isquiosural y encontró una clara relación entre la disminución de extensibilidad isquiosural y determinadas repercusiones raquídeas. De hecho, en un estudio realizado en una muestra de 27 deportistas con marcada reducción de la extensibilidad isquiosural (grado II), Santonja et al² encontraron una alta frecuencia de acúñamientos vertebrales anteriores e inversiones de los espacios discales T12-L1, L1-L2 y L2-L3. Por estas razones, es preciso que los piragüistas realicen un entrenamiento específico y sistemático de extensibilidad isquiosural mediante ejercicios realizados con una disposición correcta del raquis.

Puesto que el test EPR es una prueba angular que se realiza de forma unilateral, la valoración puede arrojar datos diferentes para cada pierna. Sin embargo, en nuestro estudio no encontramos diferencias significativas entre los valores de ambas piernas. Además, los altos valores de correlación entre el EPR derecho e izquierdo indican que la disminución de extensibilidad unilateral es poco frecuente, coincidiendo con Ferrer¹⁸, Pastor⁸ y García et al¹⁰.

Sería conveniente realizar estudios en grupos de piragüistas de otras edades, para valorar el efecto del proceso de crecimiento en los valores de extensibilidad isquiosural. Buttel et al²⁶, en un estudio en niños y adolescentes de entre 9 y 14 años de edad, encontraron una clara correlación entre la extensibilidad isquiosural, la edad y el sexo de los sujetos, y los mayores problemas se debieron a la disminución de la extensibilidad en el período puberal, momento en que se encuentran muchos de los piragüistas de nuestra muestra. No obstante, no se ha realizado prueba alguna para determinar su estado de maduración de forma objetiva.

En conclusión, existe una alta frecuencia de casos con una extensibilidad isquiosural reducida en la población de piragüistas de categoría infantil, especialmente en los chicos. Si se utiliza la distancia alcanzada en los test dedos-planta o dedos-suelo, se produce un aumento importante de los falsos negativos en los chicos. Sin embargo, en las chicas no existen diferencias apreciables en la valoración, ya se use el test de elevación de pierna recta o alguno de los test lineales dedos-planta o dedos-suelo.

Bibliografía

1. Santonja F, Martínez I. Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En: Santonja F, Martínez I, editores. Valoración médico-deportiva del escolar. Murcia: Universidad de Murcia; 1992. p. 245-58.
2. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración radiográfica ante la cortedad isquiosural. Selección. 1995;4:137-45.
3. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. Selección. 1995;4:81-91.
4. Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. Spine. 1984;9:106-19.
5. Reis J, Flegel M, Kennedy C. An assessment of lower back pain in young adults: implications for college health education. J Am Coll Health. 1996;44:289-92.
6. Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K. Low-back pain and straight leg raise in children and adolescents. Spine. 1989;14:526-8.
7. Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. Spine. 1996;21:71-8.
8. Pastor A. 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; 2000.
9. Sáinz de Baranda P, Ferrer V, Santonja F, Rodríguez PL, Andújar P. Morfotipo del futbolista profesional. Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad. Murcia: 2001.
10. García A, López-Miñarro PA, Alacid F, Ferragut C, Yuste JL. Comparación de la extensibilidad isquiosural y la flexión del raquis lumbar entre canoístas y kayakistas de categoría infantil. Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte. Pontevedra: 2007.
11. Martínez P. Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2004.
12. López-Miñarro PA, Sánchez J, Yuste JL, Sáinz P. Valoración de la extensibilidad isquiosural y morfotipo raquídeo en jugadores de fútbol sala. Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte. Pontevedra: 2007.
13. Santonja F, Rodríguez PL. Repercusiones posturales con los estimamientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. APUNTS Educación Física y Deportes. 2001;65:64-71.
14. Simoneau GG. The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. J Strength Cond Res. 1998;12:232-7.
15. Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in women university students. Br J Sports Med. 2003;37:59-61.
16. Liemohn W, Sharpe GL, Wasserman JF. Criterion related validity of the sit-and-reach test. J Strength Cond Res. 1994;8:91-4.
17. Kippers V, Parker AW. Toe-touch test – A measure of its validity. Phys Ther. 1987;67:1680-4.
18. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar [tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 1998.
19. Hyttiäinen K, Salminen JJ, Suvitie T, Wickström G, Pentty J. Reproducibility of nine test to measure spinal mobility and trunk muscle strength. Scand J Rehabil Med. 1991;23:3-10.
20. Cornbleet SL, Woolsey N. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. Phys Ther. 1996;76:850-5.
21. Kuo L, Chung W, Bates E, Stephen J. The hamstring index. J Pediatr Orthop. 1997;17:78-88.
22. Gajdosik RL, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;20:213-9.
23. Miñarro PA, Andújar PS, García PL, Toro EO. A comparison of the spine posture across several sit-and-reach test protocols. J Sci Med Sport. 2007;10:456-62.
24. Hellsing AL. Tightness of hamstring and psoas major muscles. A prospective study of back pain in young men during their military service. Ups J Med Sci. 1988;93:267-76.
25. Kutsuna T, Watanabe H. Contractures of the quadriceps and hamstring muscles in healthy male adult. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi. 1981;55:237-42.
26. Buttel J, Klein A, Plas F. Étude de l'extensibilité des muscles ischio-jambiers sur 107 enfants de 9 à 14 ans scolarisés. Ann Kinesither. 1980;7:205-8.