

Validez de criterio del test *sit-and-reach* como medida de la extensibilidad isquiosural en piragüistas

Criterion-related validity of the sit-and-reach test as a measure of hamstring extensibility in paddlers

P.A. López-Miñarro¹, R. Vaquero-Cristóbal², J.M. Muyor³, F. Alacid², M. Isorna⁴

1 Facultad de Educación. Universidad de Murcia

2 Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia

3 Facultad de Educación. Universidad de Almería

4 Facultad de Educación. Universidad de Vigo

CORRESPONDENCIA:

Raquel Vaquero-Cristóbal

Departamento de Actividad Física y Deporte

Facultad de Ciencias del Deporte

Campus Universitario de San Javier

30720 Santiago de la Ribera-San Javier (Murcia, Spain)

raquel.vaquero@um.es

Recepción: febrero 2012 • Aceptación: junio 2012

Resumen

Los objetivos del estudio fueron determinar la validez de criterio concurrente del test *sit-and-reach* como medida de la extensibilidad isquiosural en piragüistas, en función de la disciplina practicada (kayak o canoa), así como la validez de la inclinación pélvica evaluada mediante un *Spinal Mouse*. Un total de 51 canoístas y 60 kayakistas varones (media de edad: 17,53 ± 6,28 años) realizaron de forma aleatoria los test de elevación de la pierna recta (EPR) y *sit-and-reach* (SR). En este último se valoró la distancia alcanzada y la disposición del raquis torácico y lumbar, así como la inclinación pélvica mediante un *Spinal Mouse*. Se encontró una correlación moderada ($r = 0,66-0,67$) y moderada-baja ($r = 0,59$) entre el test SR y el test EPR en los canoístas y kayakistas, respectivamente. Las correlaciones de la inclinación pélvica con el test EPR fueron moderadas, siendo mayores en los canoístas ($r = 0,68-0,71$) que en los kayakistas ($r = 0,57-0,63$). La inclinación pélvica mostró valores más elevados de correlación respecto a la distancia alcanzada en el test SR en ambos grupos ($r = 0,78$ en kayakistas y $r = 0,91$ en canoístas). En conclusión, el test *sit-and-reach* no es una medida adecuada para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas, especialmente en kayakistas. La inclinación pélvica valorada mediante un *Spinal Mouse* tampoco se puede considerar como una medida adecuada para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas.

Palabras clave: elasticidad, postura, deportistas.

Abstract

The aims of this study were to determine the validity of the sit-and-reach as a measure of hamstring extensibility in paddlers with regard to discipline (kayak or canoe) and the validity of pelvic inclination measured with a Spinal Mouse. Fifty-one male canoeists and sixty male kayakers (mean age: 17.53 ± 6.28 years) were recruited. Straight leg raise (SLR) and sit-and-reach (SR) tests were performed in a random order. Thoracic and lumbar curvatures and pelvic inclination were evaluated with a Spinal Mouse system when maximal trunk flexion with knees extended was reached. Canoeists showed a moderate association ($r = 0.66-0.67$) between SLR and SR. Kayakers reached a moderate-low association ($r = 0.59$) between the two tests. Correlation values between pelvic inclination and the SLR were higher in canoeists ($r = 0.68-0.71$) than kayakers ($r = 0.57-0.63$). Associations between pelvic inclination and the SR test were higher in both groups ($r = 0.78$ for kayakers and $r = 0.91$ for canoeists). In conclusion, the sit-and-reach test is not a valid measure of hamstring extensibility for paddlers, especially for kayakers. Pelvic inclination measured with a Spinal Mouse is not a valid measure to determine hamstring extensibility in paddlers.

Key words: elasticity, posture, athletes.

Introducción

La extensibilidad isquiosural ha sido una variable muy analizada en los últimos años porque una reducción en la misma se relaciona con una mayor cifosis torácica en los movimientos de máxima flexión del tronco (Gajdosik, Albert & Mitman, 1994), alteraciones del ritmo lumbo-pélvico, repercusiones sobre el raquis tóraco-lumbar (López-Miñarro, Muyor & Alacid, 2011b) y lesiones musculares (Cabry & Shiple, 2000).

Para la valoración de la extensibilidad isquiosural se han propuesto diferentes métodos. Por un lado, test angulares, que valoran el rango de movimiento de flexión de cadera o extensión de rodilla, si bien es preciso controlar diversas variables para obtener un resultado válido y fiable (López-Miñarro, Alacid, Ferragut, Yuste & García, 2008b; López-Miñarro, Alacid & Muyor, 2009a). Otra opción utilizada ha sido determinar, en la posición de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas, la disposición de la pelvis y la porción caudal del raquis lumbar (ángulo lumbo-horizontal en flexión) utilizando un goniómetro (Ayala, Sainz, De Ste & Santonja, 2011c), o bien la posición de la pelvis, sin implicación alguna del raquis lumbar, utilizando un inclinómetro (Ayala, Sainz, De Ste & Santonja, 2011a; Cornbleet & Woolsey, 1996; Liemohn, Martin & Pariser, 1997; Youdas, Krause & Hollman, 2008). En los últimos años ha surgido otro sistema de medida de la disposición de la pelvis, el *Spinal Mouse* (López-Miñarro, Muyor & Alacid, 2010d, 2011b; Muyor, Alacid & López-Miñarro, 2011), si bien no se ha establecido su validez como medida de la extensibilidad isquiosural.

Los test lineales son otros métodos empleados para determinar la extensibilidad isquiosural. Estos valoran la distancia alcanzada respecto a la tangente de las plantas de los pies al realizar una flexión máxima del tronco con rodillas extendidas. Se trata de una medida indirecta de la extensibilidad isquiosural debido a que la distancia alcanzada es el resultado de la interacción de diversos factores, al implicar a múltiples palancas articulares y estar influidos por la relación entre parámetros antropométricos de miembros superiores e inferiores y la longitud del tronco (Benavent, Tella, González-Millan & Colado, 2008; Liemohn et al., 1997; Shimon, Martínez, Darden & Clouse-Snell, 2010; Simoneau, 1998), la posición del tobillo (Liemohn et al., 1997; Simoneau, 1998) y la flexibilidad de la espalda (Simoneau, 1998). Entre la gran variedad de test lineales descritos en la literatura, el *sit-and-reach* ha sido el más utilizado.

Numerosos estudios han determinado la validez del *sit-and-reach*, encontrando una correlación de baja a moderada con el test de elevación de la pierna rec-

ta (Baltaci, Un, Tunay, Besler & Gerçeker, 2003; Hui, Morrow & Jackson, 1999; Hui & Yuen, 2000; Merino, Mayorga & Fernández, 2011; Simoneau, 1998). No obstante, gran parte de estos estudios han evaluado población sedentaria, siendo más limitados los trabajos realizados en deportistas (Ayala, Sainz de Baranda, De Ste & Santonja, 2011a,b; López-Miñarro, Rodríguez, Yuste, Alacid, Ferragut & García, 2008c; López-Miñarro, Sainz, Yuste & Rodríguez, 2008d).

Las posiciones y gestos técnicos característicos de cada deporte generan adaptaciones específicas en la disposición sagital del raquis (Wojtys, Ashton-Miller, Huston & Moga, 2000). En el piragüismo existen dos disciplinas muy diferenciadas en cuanto a posición en la embarcación y movimiento de paleo. El kayakista realiza un paleo por ambos lados en una posición sentada con el raquis lumbar flexionado (López-Miñarro, Alacid & Rodríguez, 2010b), mientras que el canoísta palea por un solo lado, realizando un movimiento cíclico de flexión, rotación e inclinación lateral. Estas diferencias en la técnica de paleo se han asociado a determinadas adaptaciones específicas en el morfotipo raquídeo y disposición de la pelvis (López-Miñarro & Alacid, 2010a; López-Miñarro et al., 2010b; López-Miñarro et al., 2010d, 2011b; Muyor et al., 2011). Puesto que la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* está influida por la disposición sagital del raquis, es preciso evaluar la validez de este test en función de la disciplina de piragüismo practicada.

Por todo ello, los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar la validez de criterio concurrente del test *sit-and-reach* en piragüistas; 2) comparar la validez del test *sit-and-reach* en función de la disciplina practicada (kayak vs canoa); y 3) determinar la validez de criterio de la inclinación pélvica evaluada mediante el *Spinal Mouse* como medida de la extensibilidad isquiosural.

Método

Participantes

Un total de 111 deportistas varones (media de edad: $17,53 \pm 6,28$ años; talla: $173,05 \pm 7,48$ cm; masa: $70,36 \pm 10,84$ kg), 51 canoístas y 60 kayakistas, participaron voluntariamente en este estudio. El criterio de inclusión fue tener una experiencia en la práctica de su disciplina de, al menos, 4 años y realizar un volumen de entrenamiento de seis o más horas semanales, repartidas en, al menos, tres días a la semana. Los criterios de exclusión fueron: una diferencia entre los valores angulares del test de elevación de la pierna recta de las piernas derecha e izquierda mayores de 10° , haber sido

intervenido quirúrgicamente de la columna vertebral o musculatura isquiosural, tener alguna alteración raquídea (escoliosis, hipercifosis dorsal o hiperlordosis lumbar) estructurada con diagnóstico médico o algún tipo de lesión en el momento de las valoraciones.

Procedimiento

El estudio fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Universidad de Murcia. Previamente a las mediciones, todos los deportistas, entrenadores, así como los tutores de los deportistas menores de edad, fueron informados sobre los procedimientos y firmaron, voluntariamente, un consentimiento informado.

Se utilizó un diseño descriptivo-correlacional para conocer la extensibilidad isquiosural en el test de elevación de la pierna recta (EPR) y *sit-and-reach* (SR) así como la disposición sagital del raquis e inclinación pélvica en este último test, empleando para ello un *Spinal Mouse*. Se realizaron aleatoriamente dos protocolos de medición distintos en los cuales se alteró el orden de los test con el fin de evitar que los resultados se vieran condicionados por seguir siempre un mismo orden. Además, se dejaron 5 minutos entre cada medición para evitar la deformación viscoelástica de los tejidos. Los deportistas no habían realizado actividad física alguna en las 24 horas anteriores a las mediciones. Tampoco realizaron calentamiento alguno ni estiramientos previos a la realización de los test. Todas las mediciones se realizaron por la mañana, teniendo que haber transcurrido al menos dos horas desde cualquier descanso prolongado en decúbito. La temperatura del laboratorio donde se realizaron las mediciones fue estandarizada a 24° C. Todos los deportistas habían sido familiarizados con el test en los días previos a la realización de las mediciones.

Test de elevación de la pierna recta (EPR)

Para realizar el test EPR el deportista se colocaba en decúbito supino sobre una camilla, con un LumboSant colocado bajo el raquis lumbar y la pelvis. A continuación, el investigador principal, el cual era licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y tenía una dilatada experiencia en la utilización de diferentes métodos para medir la extensibilidad isquiosural y la disposición sagital del raquis, procedía a realizar una flexión pasiva coxofemoral de forma lenta y progresiva hasta que el explorador detectaba una retroversión de la pelvis o el piragüista manifestaba dolor en el hueso poplíteo, momento en el que se procedía a la medición en grados (figura 1). Un ayudante mantuvo la pierna contralateral extendida y en contacto con la camilla, evitando la rotación externa, así como la rotación de la pelvis en su eje longitudinal. Para determinar el ángulo



Figura 1. Valoración de la extensibilidad isquiosural mediante el test de elevación de la pierna recta.

de flexión coxofemoral se colocó un inclinómetro Uni-level (ISOMED, Inc., Portland, OR) en la tuberosidad tibial, colocándolo a cero grados en la posición inicial y estableciendo los grados de flexión coxofemoral al finalizar la misma. La rodilla se mantuvo extendida durante el movimiento. La posición del tobillo fue estandarizada en máxima flexión plantar, para evitar la tensión neural adversa (Gajdosik, Leveau & Bohannon, 1985). Se midieron ambas piernas en un orden aleatorio.

Sit-and-reach

Para realizar el test *sit-and-reach* se utilizó un cajón de medición de 32 cm de altura, con una regla milimetrada adosada que permitía establecer la distancia alcanzada por los deportistas. La distancia se midió en centímetros. El valor 0 cm correspondió a la tangente de las plantas de los pies, siendo positivos los valores cuando las falanges distales del carpo superaban la tangente, y negativos cuando no la alcanzaban. El deportista 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. A todos los deportistas se les dieron las siguientes instrucciones: “Con una mano sobre la otra, las palmas de las manos hacia abajo, con los dedos y los codos estirados, y manteniendo las rodillas estiradas en todo momento, flexiona lentamente el tronco tanto como puedas, empujando la regla con las puntas de los dedos de las manos hasta alcanzar la máxima distancia posible y mantén la posición durante 5 segundos”.

Valoración de la disposición del raquis en el test sit-and-reach

Antes de iniciar las mediciones del raquis, el investigador identificó, mediante palpación, y marcó las apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical (C7), así



Figura 2. Valoración de la disposición del raquis y la inclinación pélvica en la posición final del test *sit-and-reach*.

como la tercera vértebra sacra (S3). A continuación, la disposición sagital de las curvas torácica y lumbar, así como la inclinación pélvica fueron valoradas mediante un *Spinal Mouse* (Idiag, Suiza) al alcanzar la posición de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas.

Para medir la disposición raquídea, al alcanzar la máxima distancia se situaba el *Spinal Mouse* en la marca de C7 y se desplazaba en sentido cráneo-caudal a lo largo de las apófisis espinosas del raquis, hasta la marca de S3 (figura 2). A continuación, el software del sistema digitalizaba el contorno del raquis en el plano sagital, aportando información sobre la angulación global de las curvas raquídeas. En la curva lumbar, valores negativos correspondieron a una curva de concavidad posterior (lordosis) y los valores positivos a una curva de concavidad anterior (cifosis lumbar). Respecto a la inclinación pélvica, un valor de 0° correspondía a una posición vertical. Un ángulo mayor reflejaba una anteversión pélvica y los valores negativos correspondían a una posición de retroversión pélvica.

Análisis estadístico

La distribución de los datos fue inicialmente valorada mediante el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Puesto que las variables seguían una distribución normal, se realizó un análisis estadístico en base a pruebas paramétricas. Para la obtención de los resultados se realizó una estadística descriptiva con la cual se hallaron los valores medios y desviación típica. Para establecer las diferencias entre canoístas y kayakistas se realizó una prueba *t* de Student para muestras independientes. Para analizar las diferencias entre la pierna derecha e izquierda en el test EPR, se realizó una prueba *t* de Student para muestras dependientes. Para determinar los valores de correlación entre las

Tabla 1. Valores medios \pm desviación típica de los distintos test en función de la modalidad deportiva practicada.

Test	Kayakistas	Canoístas
EPR derecha	81,56 \pm 10,13°	74,75 \pm 12,56°*
EPR izquierda	82,17 \pm 9,20°	75,80 \pm 11,46°*
Distancia <i>sit-and-reach</i>	5,97 \pm 5,85 cm	-0,85 \pm 8,52 cm†
Curva torácica en el test <i>sit-and-reach</i>	58,63 \pm 13,47°	65,49 \pm 10,25°*
Curva lumbar en el test <i>sit-and-reach</i>	32,56 \pm 6,57°	29,44 \pm 7,27°*
Inclinación pélvica en el test <i>sit-and-reach</i>	-7,94 \pm 8,62°	-15,21 \pm 8,88°†

EPR: Test de elevación de la pierna recta.

* $p < 0,05$ respecto a los kayakistas; † $p < 0,001$ respecto a los kayakistas.

diferentes medidas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Se estableció un valor de $p < 0,05$ para determinar la significación estadística. El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS (v. 20.0; SPSS Inc., IL).

Resultados

En la tabla 1 se presentan los valores obtenidos por los piragüistas en los test EPR y SR. Los kayakistas mostraron valores significativamente mayores en el test EPR, en ambas piernas, así como en la distancia alcanzada en el *sit-and-reach*. No se encontraron diferencias significativas entre los valores angulares del test EPR derecho e izquierdo. La disposición sagital del raquis e inclinación pélvica también mostraron diferencias significativas entre kayakistas y canoístas, alcanzando los primeros una menor flexión torácica, mayor flexión lumbar, así como una disposición de la pelvis en menor retroversión (Tabla 1).

Los valores de correlación entre los test EPR y SR fueron de $r = 0,66$ y $0,67$ para las piernas derecha e izquierda, respectivamente, en canoístas, mientras que en kayakistas fue de $r = 0,59$ en ambas piernas.

En las tablas 2 y 3 se presentan las correlaciones de los test EPR y *sit-and-reach* con los valores de la disposición del raquis y pelvis en canoístas y kayakistas, respectivamente. En canoístas, las correlaciones fueron moderadas-bajas entre los valores de inclinación pélvica y el EPR; y moderadas-altas entre la inclinación pélvica y el test SR. En kayakistas, las correlaciones fueron moderadas-bajas entre la inclinación pélvica respecto a los test EPR y SR. La disposición sagital del raquis torácico y lumbar en la posición de máximo alcance del SR presentó, en ambos grupos, correlaciones muy bajas con los valores angulares obtenidos en el

Tabla 2. Correlaciones de los test de elevación de la pierna recta y *sit-and-reach* respecto a la disposición sagital del raquis en canoístas.

	Valor torácico	Valor lumbar	Inclinación pélvica
EPR pierna derecha	-0,13	0,17	0,68†
EPR pierna izquierda	-0,09	0,17	0,71†
Test <i>sit-and-reach</i>	0,47*	0,05	0,91†

EPR: Test de elevación de la pierna recta.

* p < 0,05; † p < 0,001.

test EPR. Asimismo, las correlaciones entre la disposición sagital del raquis en el test SR con respecto a la distancia alcanzada en el mismo test fueron bajas, salvo entre la distancia alcanzada y el valor torácico en los canoístas, que mostró correlaciones moderadas-bajas.

Discusión

El objetivo principal del estudio fue determinar la validez de criterio del test *sit-and-reach* en piragüistas, en función de su disciplina (kayak o canoa), utilizando el test de elevación de la pierna recta como medida criterio de la extensibilidad isquiosural. Los valores de correlación encontrados en este estudio fueron de moderados-bajos a moderados. Estos datos concuerdan con los descritos en estudios previos realizados en muestras de diversas franjas de edad y diferentes niveles de actividad físico-deportiva (Baltaci et al., 2003; Hui et al., 1999; Hui & Yuen, 2000; López-Miñarro et al., 2008b,c; Merino et al., 2011; Simoneau, 1998).

Puesto que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la disposición sagital del raquis en función de la disciplina del piragüismo (kayak y canoa) (López-Miñarro et al., 2010b), se analizó la validez del SR en función de ésta. Los datos del presente estudio evidencian una correlación moderada entre los test EPR y SR en los canoístas, alcanzado valores superiores a los hallados en otros estudios realizados en estudiantes universitarios (López-Miñarro, García & Rodríguez, 2010c) y sujetos sedentarios (Davis et al., 2008). La correlación en los kayakistas fue moderada-baja. No obstante, los valores medios del test EPR fueron significativamente mayores en los kayakistas, por lo que al contrario que en estudios previos en población no deportista (López-Miñarro, Muyor & Alacid, 2011a; López-Miñarro & Rodríguez, 2010e) no se encontró una asociación entre una mayor extensibilidad isquiosural y una mayor validez de los test lineales. Esto puede deberse a que se han descrito adaptaciones específicas en la disposición sagital del raquis en función de practicar o no un deporte de for-

Tabla 3. Correlaciones de los test de elevación de la pierna recta y *sit-and-reach* respecto a la disposición sagital del raquis en kayakistas.

	Valor torácico	Valor lumbar	Inclinación pélvica
EPR pierna derecha	-0,11	0,04	0,63†
EPR pierna izquierda	-0,15	0,10	0,57†
Test <i>sit-and-reach</i>	-0,48*	0,09	0,78†

EPR: Test de elevación de la pierna recta.

* p < 0,05; † p < 0,001.

ma sistematizada (Wojtys et al., 2000). Así, en kayakistas y canoístas se ha encontrado una tendencia a la hipercifosis torácica en bipedestación y actitud cifótica lumbar en máxima flexión del tronco con rodillas extendidas (López-Miñarro et al., 2010d, 2011b; Muyor et al., 2011). Los valores del SR están condicionados por estas adaptaciones, alterando la relación entre niveles de extensibilidad y valores de correlación entre los test EPR y SR. Por otro lado, la flexión lumbar mantenida del kayakista en la piragua (López-Miñarro et al., 2010b) genera una deformación viscoelástica de los tejidos ligamentosos del arco posterior de las vértebras, aumentando el rango de flexión intervertebral lumbar (Solomonow, 2004). Esto provoca que los kayakistas alcancen mayores distancias en el SR a pesar de no tener una gran extensibilidad isquiosural, disminuyendo la relación entre distancia alcanzada en el SR y extensibilidad valorada en el test EPR.

El análisis de la posición de la pelvis en el test SR ha sido una opción planteada para valorar la extensibilidad de forma sencilla, bajo la premisa de que su posición estará más relacionada con la extensibilidad isquiosural que la distancia alcanzada en el mismo test. En este estudio se han encontrado correlaciones moderadas-bajas entre los valores de inclinación pélvica y el EPR en los canoístas, siendo moderadas-altas entre la inclinación pélvica y el test SR. En kayakistas, las correlaciones fueron moderadas-bajas entre los valores de inclinación pélvica y ambos test. Estos datos contrastan con los descritos en estudios previos que, al valorar el ángulo lumbo-horizontal (medida que valora la posición de la pelvis y porción caudal del raquis lumbar), hallaron correlaciones entre moderadas-bajas y altas con el EPR (López-Miñarro, 2009; Martínez, 2004; Pastor, 2000; Rodríguez, López-Miñarro, Yuste & Sainz de Baranda, 2008). Otros estudios han valorado la posición de la pelvis exclusivamente, sin implicar al raquis lumbar, encontrando correlaciones de bajas a moderadas respecto al EPR (Cornbleet & Woolsey, 1996; Davis et al., 2008; Youdas et al., 2008). En coincidencia con López-Miñarro (2009), la posición de la pelvis en el test *sit-and-reach* no aporta mayor grado

de validez de criterio respecto al test de elevación de la pierna recta que la distancia alcanzada en los test lineales. La técnica utilizada para medir la disposición de la pelvis no parece influir la correlación con respecto al test EPR, puesto que tanto estudios previos usando inclinómetros (Cornbleet & Woolsey, 1996), goniómetros (López-Miñarro, 2009) y el *Spinal Mouse* (presente estudio) muestran una validez de criterio similar. Por todo ello, en caso de no poder utilizar un test angular para medir la extensibilidad isquiosural, es preferible utilizar la distancia alcanzada en un test lineal más que la disposición de la pelvis, ya que esta última es una medida algo más compleja para llevarla a cabo y no aporta mayor validez de criterio.

En cuanto a la disposición sagital del raquis torácico y lumbar al alcanzar la máxima distancia en el test *sit-and-reach*, se encontraron diferencias significativas entre grupos, relacionadas en parte con las diferencias de extensibilidad isquiosural. En estudios de corte transversal se ha establecido que las personas con menor extensibilidad adoptan posturas de mayor cifosis torácica y menor flexión lumbar en los test *sit-and-reach* y *toe-touch* (Gajdosik et al., 1994). Sin embargo, los ángulos torácico y lumbar en el SR presentaron correlaciones muy bajas con el EPR en ambos grupos. Estos valores son inferiores, especialmente en cuanto al raquis torácico, a los encontrados en estudios previos en adultos activos y sedentarios (López-Miñarro et al., 2008d; Rodríguez et al., 2008). Las adaptaciones corporales que implica la práctica del piragüismo, junto a la reducida extensibilidad isquiosural que caracteriza a este grupo de deportistas (López-Miñarro et al., 2008b), generan cambios en el ritmo lumbo-pélvico que derivan en una reducción del rango de movimiento de flexión lumbar y una mayor flexión intervertebral torácica (López-Miñarro, Alacid, Ferragut &

García, 2008a). Estas características podrían explicar la reducida correlación de la disposición sagital de las curvas torácica y lumbar en el SR con la extensibilidad isquiosural.

Este estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, la muestra sólo incluyó a piragüistas varones, debido a que la disciplina de canoa en mujeres es relativamente reciente y no hay una cantidad suficiente de palistas con cierto nivel. Es preciso analizar la validez en mujeres, ya que el género influye en la validez de los test lineales (López-Miñarro & Rodríguez, 2010). En segundo lugar, sería conveniente analizar la validez de estos test incluyendo una muestra de sedentarios de la misma edad. Finalmente, puesto que existen grandes diferencias en las posturas y gestos técnicos según el deporte practicado, es importante determinar la validez de los test lineales en función de dicha práctica.

Conclusiones

El test *sit-and-reach* no es una medida adecuada para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas, especialmente en kayakistas. La inclinación pélvica valorada mediante un *Spinal Mouse* tampoco se puede considerar como una medida adecuada para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas.

Este estudio ha sido financiado con una ayuda de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (II PCTRM 2007-2010) con nº 11951/PI/09 (Evolución de las curvaturas sagitales del raquis, extensibilidad isquiosural, dolor lumbar y características antropométricas de piragüistas de élite).

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, F., Sainz de Baranda, P. S., de Ste, M. & Santonja, F. (2011a). Absolute reliability of five clinical tests for assessing hamstring flexibility in professional futsal players. *Journal of Science Medicine in Sport*, doi:10.1016/j.jsams.2011.10.002.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P. S., de Ste, M. & Santonja, F. (2011b). Criterion-related validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility in professional futsal players. *Physical Therapy in Sport*, 12(4), 175-181.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P. S., de Ste, M. & Santonja, F. (2011c). Reproducibility and concurrent validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility in recreationally active male young adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0b013e31823db1e2.
- Baltaci, G., Un, N., Tunay, V., Besler, A. & Gerçeker, S. (2003). Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in females university students. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 59-61.
- Benavent, J., Tella, V., González-Millán, I. & Colado, J. C. (2008). Comparação de diferentes testes de campo para a avaliação da flexibilidade geral ativa. *Fitness & Performance*, 7(1): 26-29.
- Cabry, J. & Shiple, B. (2000). Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(4), 311-312.
- Cornbleet, S. L. & Woolsey, N. (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.
- Davis, D. S., Quinn, R. O., Whiteman, C. T., Williams, J. D. & Young, C. R. (2008). Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 583-588.
- Fernández, B., Terrados, N., Pérez-Landaluce, J. & Rodríguez, M. (1992). Patología del piragüismo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 9(35), 315-318.
- Gajdosik, R., Albert, C. & Mitman, J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
- Gajdosik, R. L., Leveau, B. F. & Bohannon, R. W. (1985). Effects of ankle dorsiflexion on active and passive unilateral straight leg raising. *Physical Therapy* 65(10), 1478-1482.
- Hui, S. C., Morrow, J. R. & Jackson, A. W. (1999). Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach tests with and without limb length adjustment in Asian adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(4), 401-406.
- Hui, S. C. & Yuen, P. Y. (2000). Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9), 1655-1659.
- Liemohn, W., Martin, S. B. & Pariser, G. L. (1997). The effect of ankle posture on sit-and-reach test performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(4), 239-241.
- López-Miñarro, P. A. (2009). Validez de criterio del ángulo lumbo-horizonta en flexión como medida de la extensibilidad isquiósural en adultos jóvenes. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(13), 25-31.
- López-Miñarro, P. A. & Alacid, F. (2010a). Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. *Science & Sports*, 25(4), 188-193.
- López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Ferragut, C. & García, A. (2008a). Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoístas y kayakistas. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 3(9), 171-176.
- López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Ferragut, C., Yuste, J. L. & García, A. (2008b). Valoración y comparación de la extensibilidad isquiósural entre kayakistas y canoístas de categoría infantil. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 20(1), 97-111.
- López-Miñarro, P. A., Alacid, F. & Mujó, J. M. (2009a). Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiósural entre piragüistas y corredores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(36), 379-392.
- López-Miñarro, P. A., Alacid, F. & Rodríguez, P. L. (2010b). Comparison of sagittal spinal curvatures and hamstring muscle extensibility among young elite paddlers and non-athletes. *International SportMed Journal*, 11(2), 301-312.
- López-Miñarro, P. A., García, A. & Rodríguez, P. L. (2010c). Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiósural. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 99(1), 56-64.
- López-Miñarro, P. A., Mujó, J. M. & Alacid, F. (2011a). Validez de los test lineales de extensibilidad isquiósural en mujeres mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(43), 564-572.
- López-Miñarro, P. A., Mujó, J. M. & Alacid, F. (2010d). Sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in elite young kayakers. *Medicina dello Sport*, 63(4), 509-519.
- López-Miñarro, P. A., Mujó, J. M. & Alacid, F. (2011b). Sagittal spinal and pelvic postures of highly-trained young canoeists. *Journal of Human Kinetics*, 29, 41-48.
- López-Miñarro, P. A. & Rodríguez, P. L. (2010). Hamstring muscle extensibility influences the criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1013-1018.
- López-Miñarro, P. A., Rodríguez, P. L., Yuste, J. L., Alacid, F., Ferragut, C. & García, A. (2008c). Validez de la posición del raquis lumbosacro en flexión como criterio de extensibilidad isquiósural en deportistas jóvenes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(124), 11-18.
- López-Miñarro, P. A., Sainz de Baranda, P., Yuste, J. L. & Rodríguez, P. L. (2008d). Validez del test sit-and-reach unilateral como criterio de extensibilidad isquiósural. Comparación con otros protocolos. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 3(8), 87-92.
- Martínez, P. (2004). *Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiósural en Gimnasia Rítmica Deportiva*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- Merino, R., Mayorga, D. & Fernández, E. (2011). Validez del test sit-and-reach para la valoración de la extensibilidad isquiósural en triatletas de categoría juvenil. *Trances*, 3(3), 415-434.
- Mujó, J. M., Alacid, F. & López-Miñarro, P. A. (2011). Morfología sagital del raquis en palistas jóvenes de alto nivel. *International Journal of Morphology*, 29(3), 1047-1053.
- Pastor, A. (2000). *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiósural de jóvenes nadadores de élite Españoles*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- Rodríguez, P. L., López-Miñarro, P. A., Yuste, J. L. & Sainz 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.
- Shimon, J. M., Martínez, R., Darden, G. F. & Clouse-Snell, J. (2010). Initial reliability and validity of the Lift-and-Raise hamstring test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 517-521.
- Simoneau, G. G. (1998). The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(4), 232-237.
- Solomonow M. (2004). Ligaments: a source of work-related musculoskeletal disorders. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 14(1), 49-60.
- Wojtys, E., Ashton-Miller, J., Huston, L. & Moga, P. J. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(4), 490-498.
- Youdas, J. W., Krause, D. A. & Hollman, J. H. (2008). Validity of hamstring muscle length assessment during the sit-and-reach test using an inclinometer to measure hip joint angle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 303-309.