

VALIDEZ DE LA POSICIÓN DEL RAQUIS LUMBO-SACRO EN FLEXIÓN COMO CRITERIO DE EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL EN DEPORTISTAS JÓVENES*

VALIDITY OF THE LUMBO-SACRAL POSITION IN BENDING AS MEASURE OF HAMSTRING MUSCLE EXTENSIBILITY ON YOUNG ATHLETES

RESUMEN

La valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural debe realizarse mediante test válidos, específicos y fiables. El objetivo de este estudio fue determinar la validez de la disposición del raquis lumbo-sacro en flexión para valorar la extensibilidad isquiosural en deportistas jóvenes.

Métodos: Un total de 66 piragüistas de categoría infantil (media de edad: 13.35 ± 0.59 años) realizaron de forma aleatoria el test de elevación de pierna recta (en ambas piernas) y los test dedos-planta y dedos-suelo, en los que se valoró simultáneamente la distancia alcanzada y la disposición del raquis lumbo-sacro en la posición de máxima flexión del tronco (ángulo lumbo-horizontal en flexión, L-Hfx, y ángulo lumbo-vertical en flexión, L-V).

Resultados: Los valores medios del test de elevación de pierna recta derecho e izquierdo fueron de $77.55^\circ \pm 11.74^\circ$ y $77.15^\circ \pm 11.16^\circ$, respectivamente. Los valores medios de los test L-Hfx y L-V fueron de $101.48^\circ \pm 11.92^\circ$ y $104.92^\circ \pm 13.89^\circ$, respectivamente. Los valores de correlación entre el test de elevación de pierna recta y los test que valoran la disposición del raquis lumbo-sacro fueron moderados (L-Hfx: entre -0.70 y -0.74, $p < 0.01$; L-V: entre -0.75 y -0.78, $p < 0.01$).

Conclusiones: La validez de la disposición del raquis lumbo-sacro es moderada, siendo sus valores de correlación ligeramente superiores a los obtenidos por la distancia alcanzada en los test dedos-planta y dedos-suelo. Si se utiliza la disposición del raquis lumbo-sacro para valorar la extensibilidad isquiosural, recomendamos el ángulo lumbo-vertical en flexión por presentar una validez ligeramente mayor con el test de elevación de pierna recta que el ángulo lumbo-horizontal.

Palabras clave: Validez. Test de valoración. Musculatura isquiosural. Deportistas.

SUMMARY

Measurement of hamstring muscle extensibility should be done by valid, specific and reliability tests. The objective of this study was to determine the validity of lumbo-sacral posture in bending as measure of hamstring muscle extensibility on young athletes.

Methods: Sixty-six young paddlers (mean age: 13.35 ± 0.59 years) performed the straight leg raise tests (in both leg), the sit-and-reach and the toe-touch tests in a random order. For both sit-and-reach and toe-touch tests, the maximal distance reached and the lumbo-sacral posture in bending (lumbo-horizontal angle in bending, L-Hfx, and lumbo-vertical angle in bending, L-V) were measured.

Results: The mean values of straight leg raise in right and left leg were $77.55^\circ \pm 11.74^\circ$ and $77.15^\circ \pm 11.16^\circ$, respectively. The mean values of L-Hfx and L-V tests were $101.48^\circ \pm 11.92^\circ$ and $104.92^\circ \pm 13.89^\circ$, respectively. The correlation values between the straight leg raise and lumbo-sacral postures in bending were moderate (L-Hfx: between -0.70 and -0.74, $p < 0.01$; L-V: between -0.75 and -0.78, $p < 0.01$).

Conclusions: The validity of lumbo-sacral posture in bending for measuring hamstring muscle extensibility is moderate, with values slightly greater than correlations between score and straight leg raise. If a lumbo-sacral posture in bending is used as hamstring muscle extensibility measure, we recommend the lumbo-vertical angle because his validity is slightly greater.

Key words: Hamstring muscle length. Fitness testing. Validity. Athletes.

Pedro Á.
López
Miñarro

Pedro L.
Rodríguez
García

Juan L.
Yuste

Fernando
Alacid

Carmen
Ferragut

Ascensión
García
Ibarra

Dpto. de
Expresión
Plástica,
Musical
y Dinámica
Área de
Didáctica
de la
Expresión
Corporal
Facultad
de Educación
Universidad
de Murcia

*Fuente de financiación: 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 canoistas 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 Espinardo (Murcia)
E-mail: palopez@um.es

Aceptado: 28.12.2007 / Original nº 537

INTRODUCCIÓN

La valoración de la musculatura isquiosural es importante en la población deportista ya que su disminución produce una reducción del rango de movimiento de flexión coxofemoral con rodilla extendida¹⁻³, que puede desencadenar repercusiones sobre la pelvis y el raquis cuando es acusada²⁻⁵. Varios estudios han relacionado la reducción de la extensibilidad isquiosural con lesiones musculares^{6,7} algias lumbares⁸⁻¹⁰ y alteraciones en el ritmo lumbopélvico¹¹.

Existen diferentes test para la valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Por un lado, los denominados test de recorrido angular, que se clasifican en aquellos que miden específicamente la extensibilidad de la musculatura isquiosural (test de elevación pierna recta y test del ángulo poplíteo), así como los test angulares que valoran la posición de la pelvis y la porción caudal del raquis lumbar en posición de máxima flexión del tronco. Por otro lado, los test basados en medidas longitudinales, como por ejemplo los test de distancia dedos-suelo y distancia dedos-planta que, aún siendo menos discriminatorios para determinar el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural, son muy sensibles para ofrecer un análisis del comportamiento de la columna vertebral durante la flexión máxima del tronco¹².

Diversos autores consideran que el test de elevación de la pierna recta es el más aconsejable para la determinación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural^{2,3,8,13,14}. No obstante, su realización requiere del control de diversas variables que pueden influir en el resultado, tales como la posición del tobillo de la pierna evaluada¹⁵, la fijación de la pelvis¹⁶, y la decisión del momento en el que se realiza la medición del ángulo de flexión coxofemoral. Por estos motivos se trata de un test que requiere de un adecuado entrenamiento y de al menos dos exploradores para realizar la medición de la forma más objetiva posible.

Ante tales circunstancias ha sido muy frecuente el uso de la distancia alcanzada en los test de dis-

tancia dedos-planta y dedos-suelo para valorar la extensibilidad isquiosural, aunque se trata de mediciones indirectas que involucran a diversas palancas articulares (antepulsión escapular, flexión intervertebral y relación entre parámetros antropométricos). Diversos estudios han determinado su validez, encontrando la mayoría una correlación moderada entre la distancia alcanzada y el test de elevación de pierna recta, con valores que oscilan entre 0.46 y 0.89¹⁷⁻²².

En un intento de realizar una valoración más sencilla de la extensibilidad isquiosural, sin las limitaciones de los test lineales, se propuso valorar la disposición de la pelvis en la posición de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas¹, donde se cuantifica la posición de la pelvis y la porción caudal del raquis lumbar en posición de flexión máxima del tronco, y se le denominó ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-Hfx) cuando se obtiene al realizar un dedos-planta y ángulo lumbo-vertical en flexión (L-V) cuando se obtiene al realizar un dedos-suelo^{1,23}.

Puesto que la musculatura isquiosural tiene su origen en la tuberosidad isquiática de la pelvis, es lógico que su extensibilidad tenga una influencia directa en la pelvis durante los movimientos de flexión del tronco¹⁶. Santonja, *et al.*² consideran de gran interés la medición de la posición de la pelvis, ya que traduce las dificultades de la misma para mantener su verticalidad en posiciones de máxima flexión del tronco, cuantificándose así su retroversión y, del mismo modo, el efecto de la musculatura isquiosural sobre la pelvis. Se trata de un método sencillo, de muy rápida obtención, que sólo precisa de un goniómetro y que complementa la información obtenida con otros test de valoración¹. Diversos estudios han utilizado el L-Hfx y el L-V para valorar la extensibilidad isquiosural tanto en deportistas^{3,24,25}, población escolar^{26,27} y universitarios¹, aunque algunos de ellos no establecen la validez del ángulo lumbo-vertical en flexión. Cornbleet y Woolsey²⁸ midieron la posición de la pelvis en la máxima flexión del tronco en escolares colocando un inclinómetro en el sacro, e indican que se trata

de una medida sencilla y válida. Santonja, *et al.*¹ consideran que el ángulo lumbo-horizantal en flexión es útil para valorar el síndrome de isquiosurales cortos y las repercusiones del mismo sobre la pelvis e indirectamente sobre el raquis lumbar.

La mayoría de los estudios se han centrado en determinar la validez de los test dedos-planta y dedos-suelo respecto al test de elevación de pierna recta. Son muy pocos los estudios que han analizado la validez de los test que valoran la posición de la pelvis como criterio de extensibilidad isquiosural en deportistas. El objetivo del presente estudio fue determinar la validez de los test que valoran la disposición del raquis lumbo-sacro como criterio de extensibilidad isquiosural en piragüistas jóvenes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Un total de 66 piragüistas de categoría infantil (media \pm desviación típica, edad: 13.31 ± 0.58 años; talla: 166.24 ± 7.63 cm; masa: 56.60 ± 9.39 Kg) participaron en el estudio. Previamente al mismo, 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 de elevación de pierna recta (en ambas piernas), distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. En estos dos últimos se valoró simultáneamente la distancia alcanzada y la posición del raquis lumbo-sacro. Todos los test se realizaron en dos 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 la misma, y fueron examinados en ropa deportiva y descalzos. Todas las medidas

fueron tomadas en una misma sesión de valoración.

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 el deportista manifestó dolor o malestar en la zona poplíteica y/o se detectó una basculación pélvica posterior. Para la determinación del ángulo de flexión coxofemoral se utilizó un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR), 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 LumboSant o soporte lumbar para disminuir la retroversión pélvica 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 Ferrer³, que sitúa la normalidad en un valor angular $\geq 75^\circ$, la cortedad grado I entre 74° y 61° y la cortedad grado II en $\leq 60^\circ$.

Test lineales

Para establecer la distancia alcanzada en los test de distancia dedos-planta y dedos-suelo se utilizó un cajón ACUFLEX (altura de 36 cm) 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, siendo positivos los valores cuando las falanges distales del carpo superaban la tangente, y negativos cuando no la alcanzaban.

Test de distancia dedos-planta

El deportista se situó en sedentación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas, con tobillos en 90° 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 Ferrer³, que considera normales valores ≥ -2 centímetros, la cortedad grado I entre -3 y -9 centímetros y la cortedad grado II en ≤ -10 centímetros.

Cuando el deportista alcanzó la máxima flexión del tronco en el test de distancia dedos-planta se procedió a determinar el ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-Hfx). Para la medición se aplicó una rama de un goniómetro directamente sobre las apófisis espinosas lumbosacras, mientras la otra rama del goniómetro (con burbuja de nivel incorporada) se dispuso horizontalmente, obteniendo el ángulo L-Hfx. Para categorizar a los deportistas, se utilizaron las referencias de Ferrer³ que considera normales valores hasta 109°, cortedad grado I entre 110° y 117°, y cor-

tedad grado II cuando dicho ángulo es mayor o igual a 118°.

Test de distancia 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 aquellos 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 Ferrer³, que considera normales los valores ≥ -4 centímetros, la cortedad grado I entre -5 y -11 centímetros y la cortedad grado II en ≤ -12 centímetros. Una vez que el sujeto alcanzó la máxima distancia se efectuó la medición del ángulo generado por la vertical y la línea más caudal de la región lumbosacra, denominado ángulo lumbo-vertical en flexión, siendo considerado normal cuando el ángulo es $\geq 65^\circ$, y cortedad con valores $\leq 64^\circ$ ²³.

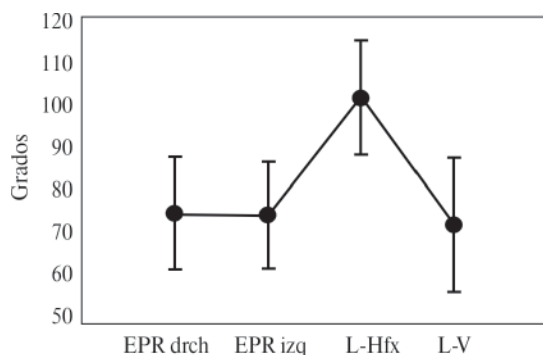
Análisis de datos

A nivel estadístico se calculó la media y 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 determinar los valores de correlación entre las diferentes pruebas de valoración isquiosural se utilizó el test de Pearson. Los datos fueron analizados usando el SPSS 14.0 y el nivel de significación fue de $p \leq 0.05$.

Resultados

Los valores medios del test de elevación de pierna recta (en ambas piernas), de los ángulos lumbo-horizontal y lumbo-vertical en flexión se presentan en la Figura 1. No existieron diferencias significativas entre el EPR derecho e izquierdo. Los valores medios de los test dedos-planta

FIGURA 1.
Media \pm desviación típica en el test de elevación de pierna recta (en ambas piernas) y en los tests que valoran la disposición del ángulo lumbo-sacro en flexión



EPR: test de elevación de pierna recta; drch: pierna derecha; izq: pierna izquierda; L-Hfx: ángulo lumbo-horizontal en flexión; L-V: ángulo lumbo-vertical en flexión

y dedos-suelo fueron de 1.78 ± 7.96 cm. y -0.13 ± 8.17 cm., respectivamente.

En la Figura 2 se presenta la distribución de los deportistas en base a las referencias de normalidad para cada test. Al utilizar el ángulo lumbo-vertical en flexión los valores de normalidad se sitúan en el 24.6%, mientras que el restante 75.4% estarían encuadrados en el grupo de cordedad isquiosural.

Los valores de correlación entre el test de elevación de pierna recta respecto a la distancia alcanzada y la posición de la pelvis en los test dedos-planta y dedos-suelo se presentan en la Tabla 1. Los valores de correlación entre los test lineales y el test EPR derecho e izquierdo son similares a los de la posición de la pelvis.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar la validez de los test que valoran la disposición del raquis lumbo-sacro como criterio de extensibilidad isquiosural en una población de deportistas jóvenes. Los valores de correlación encontrados en nuestro estudio para el L-Hfx y el L-V son moderados (0.70 – 0.78) y ligeramente superiores a los obtenidos por los test lineales (0.68 – 0.73), por lo que estos test alcanzan la suficiente validez para utilizarlos como medidas de la extensibilidad isquiosural. Ferrer³ indica que con el ángulo L-Hfx se eliminan errores de medición al incluir únicamente el giro de la pelvis sobre las articulaciones coxo-femorales, valorando su grado de basculación respecto a la horizontal. Por esta razón, esta prueba debería arrojar mayor validez que la distancia alcanzada en los test dedos-planta y dedos-suelo, pero los valores que encontramos sólo son ligeramente superiores. El hecho de que las pruebas que valoran la disposición del raquis lumbo-sacro obtengan unos valores de correlación sólo ligeramente superiores que los test lineales, está probablemente condicionado por tratarse de una medida que involucra al raquis lumbar y la disposición angular del mismo arroja valores de correlación muy bajos con la extensibilidad isquiosural¹⁸⁻²⁰.

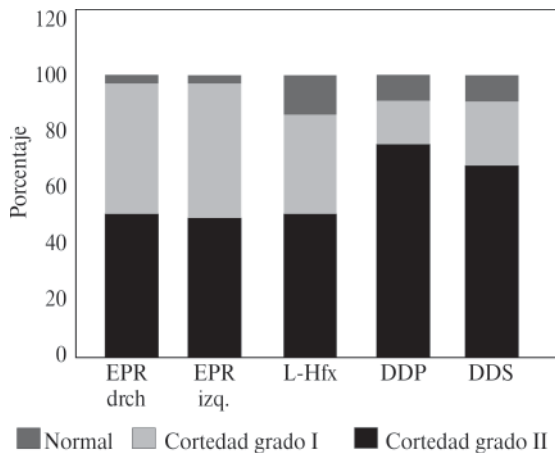


FIGURA 2. Distribución de los deportistas en base a las referencias de normalidad para los tests que valoran la extensibilidad isquiosural

EPR: test de elevación de pierna recta; izq: pierna izquierda; drch: pierna derecha; L-Hfx: ángulo lumbo-horizontal en flexión; L-V: ángulo lumbo-vertical en flexión

	EPR izq	EPR drch
L-Hfx	-0.74*	-0.70*
L-V	-0.78*	-0.75*
DDP	0.70*	0.68*
DDS	0.73*	0.73*

TABLA 1. Valores de correlación entre los diferentes tests de valoración de la extensibilidad isquiosural

L-Hfx: ángulo lumbo-horizontal en flexión; L-V: ángulo lumbo-vertical en flexión; DDP: test de distancia dedos-planta; DDS: test de distancia dedos-suelo; EPR: test de elevación de pierna recta; izq: pierna izquierda; drch: pierna derecha; * $p < 0.01$

Otros estudios han utilizado los test L-Hfx y L-V como medio de valoración de la extensibilidad isquiosural. Ferrer³ en una muestra de deportistas jóvenes encontró valores de correlación muy superiores a los de nuestro estudio entre el L-Hfx y el EPR ($r=0.86$). En gimnastas de rítmica jóvenes, Martínez²⁵ encontró correlaciones de 0.85 entre el L-Hfx y el EPR y de 0.90 - 0.91 entre los test lineales y el EPR. Pastor²⁴ en un grupo de nadadores de la misma edad a los deportistas evaluados en nuestro estudio, encontró una correlación de $r=0.67$ entre el EPR y el L-V, de $r=-0.63$ entre el EPR y el L-Hfx, y de $r=0.66$ entre el dedos-planta y el EPR. Santonja, *et al.*¹ en universitarios y Rodríguez²⁶ refieren una correlación significativa ($r=0.73$) entre el L-Hfx y el test dedos-planta. Cornbleet y Woolsey²⁸ basándose en una correlación de $r=0.76$ ($p<0.05$) entre el EPR y la posición de la pelvis en flexión máxima del tronco en una muestra de niños afirman que la inclinación del sacro respecto a la horizontal proporciona un mejor reflejo de la longitud de la musculatura isquiosural que la distancia alcan-

zada en el test dedos-planta, si bien ellos colocan un inclinómetro en el sacro en la posición de máxima flexión del tronco. Nuestros resultados coinciden en lo expresado por estos autores, pero las diferencias son muy livianas.

Al comparar los resultados obtenidos entre los diferentes test de exploración de la extensibilidad isquiosural, encontramos diferencias en la interpretación clínica del estado de la musculatura. Puede suceder que un mismo deportista sea catalogado con cortedad grado II con el test EPR, grado I con el test L-Hfx, e incluso normal con un test lineal. En coincidencia con Pastor²⁴ pensamos que los valores de referencia de algunos test podrían no ser adecuados para la población objeto de estudio, por lo que deberían ser analizados y modificados, especialmente el ángulo lumbo-vertical en flexión. Al utilizar esta medida aumentan considerablemente los casos de cortedad. Además, las referencias publicadas en la literatura para este test no considera diferencia alguna entre cortedad grado I y cortedad grado II. Las referencias utilizadas en este test han variado en los últimos años, ya que anteriormente se consideraba normal un ángulo mayor o igual a 60°, mientras que ángulo iguales o inferiores a 59° se consideraban cortedad². Sin embargo, siendo una medida menos analizada en estudios de investigación, y por tanto, menos utilizada, obtiene mejor correlación con el test de elevación de pierna recta que el ángulo lumbo-horizontal en flexión.

La decisión de usar un test u otro debe estar basada en su funcionalidad y validez. Si utilizamos el L-Hfx como criterio de extensibilidad isquiosural observamos un mayor porcentaje de casos con cortedad isquiosural de grado II, respecto a los valores obtenidos en el test EPR. Sin embargo, al usar los test lineales como criterio de extensibilidad isquiosural hay un mayor porcentaje de casos de normalidad, lo que se explica por la marcada flexión lumbar y torácica que presentan los deportistas evaluados en los movimientos de flexión máxima del tronco, especialmente en el dedos-planta²⁹, lo que les permite alcanzar mayor distancia ante un mismo grado de extensibilidad isquiosural. Al valorar la disposición del raquis lumbo-sacro se elimina este factor. Sin

embargo, este hecho no aumenta la correlación con el EPR de forma considerable cuando se compara con los test lineales. Pastor²⁴ encontró que en nadadores de elite no son válidos los test lineales por la marcada hipercifosis torácica que presentan en máxima flexión del tronco, pues se incrementaba el número de falsos negativos. Por esta razón, recomienda realizar la valoración de la extensibilidad isquiosural por medio de test angulares. Entre estos, el test de elevación de pierna recta parece ser la maniobra de exploración clínica más adecuada^{2,3,8,13,14}, siempre y cuando se tenga un adecuado entrenamiento y una buena fiabilidad intraexplorador.

La investigación en el ámbito del rendimiento deportivo se ha centrado, en los últimos años, en el análisis y descripción de los métodos de medición de la composición corporal y somatotipo de los deportistas³⁰⁻³², así como en la valoración isocinética de la musculatura flexo-extensora de rodilla³³, quedando algo olvidada la valoración de la extensibilidad de aquellos grupos musculares que inciden en el rendimiento deportivo y, muy especialmente, en la disposición sagital del raquis. La musculatura isquiosural, por las relaciones existentes entre su cortedad y diversas repercusiones raquídeas⁶⁻¹¹ debe ser valorada en diferentes momentos del proceso de entrenamiento deportivo, especialmente en aquellos deportes donde la extensibilidad de esta musculatura condiciona los gestos técnicos y la postura corporal de los deportistas, para lo cual son necesarios test válidos, fiables y funcionales que aporten dicha información.

CONCLUSIONES

La validez de la disposición del raquis lumbo-sacro es moderada, siendo sus valores de correlación ligeramente superiores a los obtenidos por la distancia alcanzada en los test dedos-planta y dedos-suelo. Si se utiliza la disposición del raquis lumbo-sacro para valorar la extensibilidad isquiosural, recomendamos el ángulo lumbo-vertical en flexión por presentar una validez ligeramente mayor con el test de elevación de pierna recta que el ángulo lumbo-horizontal en flexión.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Santonja F, Andujar P, Martínez, I.** Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del síndrome de isquiosurales cortos. *APUNTS Med Dep* 1994;31:103-11.
2. **Santonja F, Ferrer V, Martínez, I.** Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección* 1995;4:81-91.
3. **Ferrer V.** *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar. Tesis Doctoral*, Universidad de Murcia, 1998.
4. **Santonja F, Martínez I.** Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En: Santonja F, Martínez I. *Valoración médico-deportiva del escolar*. Murcia: Universidad de Murcia, 1992;245-58.
5. **Santonja F, Ferrer V, Martínez I.** Exploración radiográfica ante la cortedad isquiosural. *Selección* 1995;4:137-45.
6. **Hartig D, Henderson J.** Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Med* 1999;27:173-6.
7. **Kujala U, Orava S, Jarvinen M.** Hamstring injuries: Current trends in treatment and prevention. *Sports Med* 1997;23:397-404.
8. **Biering-Sorensen, F.** Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine* 1984;9:106-19.
9. **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.
10. **Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K.** Low-back pain and straight leg raise in children and adolescents. *Spine* 1989;14:526-8.
11. **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.
12. **Ferrer V, Santonja F, Canteras M, Andújar P, Carrión M.** Mejor test clínico en la valoración de la cortedad isquiosural. En: *Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte*. Granada, 23-27 de octubre, 1995;174.
13. **Göeken LN, Hof AL.** Instrumental straight-leg-raising: a new approach to Lasègue's test. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:959-66.
14. **Hyytiäinen 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.
15. **Boland RA, Adams RD.** Effects of ankle dorsiflexion on range and reliability of straight leg raising. *Aust J Physiother* 2000;46:191-200.
16. **Congdon R, Bohannon R, Tiberio D.** Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. *Clin Biom* 2005;20:947-51.
17. **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.
18. **Liemohn W, Sharpe GL, Wasserman JF.** Criterion related validity of the sit-and-reach test. *J Strength Cond Res* 1994;8:91-4.
19. **Hui SC, Yuen PY.** Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1655-9.
20. **Jackson A, Langford NJ.** The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extension of previous findings. *Res Q Exerc Sport* 1989;60:384-7.
21. **Simoneau GG.** The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. *J Strength Cond Res* 1998;12:232-7.
22. **Tully EA, Stillman BC.** Computer-aided video analysis of vertebrofemoral motion during toe touching in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:759-66.
23. **Santonja F, Ferrer V, Andujar P.** Síndrome de isquiosurales cortos. En: Arribas JM, Rodríguez N, Santonja F. *Cirugía menor y procedimientos en medicina de familia. I*. Madrid: Jarpyo, 2006;1063-72.
24. **Pastor A.** Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de elite Españoles. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 2000.

25. **Martínez P.** Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Rítmica Deportiva. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 2004.
26. **Rodríguez PL.** Educación Física y salud del escolar: Programa para la mejora de la extensibilidad isquiosural y del raquis en el plano sagital. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 1998.
27. **Sáinz de Baranda P.** Educación Física, salud y actividad extraescolar: programa para la mejora del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en enseñanza primaria. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 2002.
28. **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.
29. **García A, López-Miñarro PA, Alacid F, Ferragut C, Yuste JL.** Comparación de la extensibilidad isquiosural y la flexión del raquis lumbar entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Actas del III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte*, Pontevedra, 2007.
30. **Alvero JR.** Métodos de evaluación de la composición corporal: tendencias actuales (II). *Archivos de Medicina del Deporte* 2005;105:45-9.
31. **Alvero JR, Diego MA, Fernández V, García J.** Métodos de evaluación de la composición corporal: evidencias actuales (I). *Archivos de Medicina del Deporte* 2004;104:535-8.
32. **Fernández S, Alvero JR.** La producción científica en cineantropometría: datos de referencia de composición corporal y somatotipo. *Archivos de Medicina del Deporte* 2006;111:17-25.
33. **Del Valle ME, Méndez B.** Valoración de la musculatura flexoextensora de la rodilla a lo largo de una temporada deportiva. *Archivos de Medicina del Deporte* 2003;93:10-21.