

# Evidencia científica de los métodos de evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural

Erika Quintana Aparicio<sup>a,b</sup>, DO y Francisco Albuquerque Sendín<sup>a,c</sup>, DO-MRO, PhD, FT

<sup>a</sup>Escuela de Osteopatía de Madrid. Madrid. España.

<sup>b</sup>Policlínica FisioTex. Don Benito. Badajoz. España.

<sup>c</sup>Departamento de Física, Ingeniería y Radiología Médica. Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Salamanca. Salamanca. España.

**Objetivo:** Identificar la validez y fiabilidad de las valoraciones de la cortedad isquiosural, así como su aplicabilidad en el ámbito clínico cotidiano.

**Material y métodos:** Se ha realizado una revisión bibliográfica comentada de los artículos más relevantes sobre la evaluación de la elasticidad isquiosural.

**Resultados:** Existen numerosas publicaciones científicas con un objetivo de estudio enfocado hacia la determinación de la elasticidad isquiosural. El rigor de los trabajos científicos, así como la validez científica que arrojan sobre las evaluaciones, es variable, dependiendo no sólo del método empleado, sino también de otros factores, como la población estudiada. A pesar de estas rémoras, existe cierta evidencia científica sobre la validez y fiabilidad de las exploraciones, lo que posibilita e incentiva su empleo.

**Conclusión:** Existe la necesidad de unificar criterios en torno a la evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural, aunque la evidencia científica avala el uso de las actuales pruebas.

**Palabras clave:** Validez de la pruebas. Reciproducibilidad de resultados. Sistema músculoesquelético. Revisión.

## Scientific evidence on methods to assess the elasticity of the ischiotibial muscle

**Objective:** To identify the validity and reliability of assessments of hamstring shortness and their applicability in daily clinical practice.

**Materials and methods:** We reviewed the literature on assessment of hamstring elasticity and discuss the most relevant articles.

**Results:** Many authors have addressed hamstring elasticity. The rigorousness of these studies and their scientific validity vary, depending not only on the method used but also on other factors, such as the population studied. Despite these shortcomings, there is some scientific evidence attesting to the validity and reliability of the assessments, thus supporting their use.

**Conclusion:** There is a need to unify the criteria concerning the evaluation of hamstring elasticity, although the scientific evidence supports the use of current tests.

**Key words:** Validity of tests. Reproducibility of results. Musculoskeletal system. Review.

Correspondencia:  
F. Albuquerque Sendín.  
Departamento de Física,  
Ingeniería y Radiología Médica.  
Escuela Universitaria de  
Enfermería y Fisioterapia.  
Universidad de Salamanca.  
Donantes de sangre, s/n. 37007  
Salamanca. España.  
Correo electrónico:  
pacoalbu@usal.es;  
pacoalbur@hotmail.com

Recibido el 26 de mayo  
de 2008.  
Aceptado el 5 de septiembre  
de 2008.

## INTRODUCCIÓN

En el modelo científico existen diferentes grados de validez que pueden aplicarse al contexto práctico en un esfuerzo por acrecentar nuestra conciencia crítica de que hacemos realmente lo que creemos estar haciendo<sup>1</sup>. La determinación de la validez de las pruebas durante una exploración clínica, que ayudan a tomar decisiones terapéuticas, debe seguir métodos de evaluación adecuados vinculados a la evidencia científica<sup>2</sup>.

En este sentido, y dada la relevancia de la elasticidad miofascial relativa a la movilidad articular angular, es muy habitual la puesta en práctica de toda una batería de pruebas que puedan ofrecer una valoración cuantitativa eficaz de las estructuras con carácter selectivo. No abordaremos en este caso la identificación de las causas o determinantes de la elasticidad miofascial, por estar actualmente en proceso de redefinición<sup>3-5</sup>, sino la determinación de aquella por medios de la práctica osteopática habitual, que reúnen como características comunes ser manuales, simples, rápidos y de bajo coste.

La exploración clínica de la elasticidad de la musculatura isquiosural es origen de controversia por las maniobras utilizadas y por el establecimiento de los límites entre la normalidad y los grados de cortedad<sup>6</sup>. La información obtenida será esencial para la puesta en práctica de programas específicos de entrenamiento o la modulación de éstos<sup>7</sup>, si nos referimos al acondicionamiento físico, o terapéutico, en el caso de la osteopatía u otras terapias, incluso como criterio de evaluación en el ámbito escolar, deportivo, etc.<sup>2,8</sup>.

Es nuestra intención identificar la validez y fiabilidad de las valoraciones de la cortedad isquiosural, así como sus límites, valorando su aplicabilidad en el ámbito clínico cotidiano.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica durante el período noviembre de 2006-julio de 2007. Los términos de búsqueda empleados fueron: músculos isquiosurales, cortedad isquiosural, síndrome de isquiosurales cortos, tanto en castellano como en inglés, en búsqueda libre (no se encontró terminología anexa como descriptor de ciencias de la salud [fuente: Biblioteca Virtual de Salud-España]). Las bases de datos consultados incluyeron: Medline, Cochrane, ENFIS-PO, Lilacs Teseo, así como el metabuscador Google. Se incluyeron aquellos textos que aportaban información sobre la calidad de las diferentes pruebas de evaluación de la elasticidad isquiosural, independientemente del diseño de estudio empleado y de si ésta fue exclusivamente numérica o no. Se excluyeron todos los estudios que no empleaban datos numéricos para sus estimaciones, aquellos que presentaran determinaciones, a través de las diferentes pruebas, de otros síndromes y patologías que pudieran alterar la evaluación de la elasticidad isquiosural (lumbociática, patología articular de cadera, rodilla, etc.) y los que se encontraran en otro idioma que no fuera castellano, inglés y portugués, por la incapacidad de realizar la traducción.

Se han estructurado los resultados de la búsqueda en función de la posición en la que se realiza cada una de las pruebas, incluida la descripción más aceptada de éstos. Asimismo, se han hecho constar las variantes más comentadas, la información que se ha extraído de las pruebas en diferentes fuentes y los datos de validez (asumiendo la

dificultad de determinación de una prueba de criterio) y fiabilidad (intra e interobservador) encontrados.

Por último, se ha realizado un compendio de los límites aceptados de normalidad/cortedad moderada de tipo I/cortedad marcada de tipo II en función de la prueba empleada.

## RESULTADOS

### Prueba en decúbito supino

En la medición de la elasticidad de los músculos isquiosurales, las pruebas en decúbito supino son las más empleadas. La medición goniométrica se utiliza en esta modalidad de prueba presentando una fiabilidad y validez altas.

#### *Prueba de elevación de la pierna recta o Straight Leg Raising*

Han sido muchos los que, para determinar de una forma específica el grado de tensión del componente elástico de la musculatura isquiosural, utilizan la prueba de flexión del miembro extendido, la prueba de elevación de la pierna recta (EPR) o Straight Leg Raising (SLR), según diferentes autores<sup>4,7,9-49</sup>. No obstante, la literatura científica sugiere que hay otras estructuras que afectan a esta medición<sup>41</sup>.

La prueba EPR se describe con el paciente en decúbito supino sobre una camilla, manteniendo las rodillas extendidas y las caderas en posición neutra, se realiza igualmente una flexión lenta y pasiva de la cadera del miembro inferior valorado con la rodilla en extensión. El objetivo en este caso es la puesta en tensión de la musculatura isquiosural, por lo que se va aumentando progresivamente la flexión de cadera hasta que el individuo manifieste "tiran-tez" o molestia en la región del muslo, flexione la rodilla o bien comience a bascular la pelvis en retroversión<sup>10,15,50</sup>.

Seguidamente, con un goniómetro de brazos largos, se mide el grado de flexión coxofemoral, situando el eje de giro en el punto de proyección de la cabeza femoral, un brazo del goniómetro en dirección paralela a la horizontal de la camilla y el otro siguiendo la dirección del eje de la pierna hacia el maléolo peroneo<sup>12,13,21-23,38,49</sup>. La rodilla debe mantenerse recta y el pie, relajado, para evitar la actuación de los músculos gemelos sobre la articulación de la rodilla<sup>10</sup>.

Algunos autores seleccionan la prueba EPR como el mejor método de exploración del grado de acortamiento de la musculatura isquiosural, por su fácil realización y mayor correlación entre sí y con las demás pruebas, siempre que se siga una cuidadosa y metódica de exploración, así como una correcta identificación de las anormalidades, diferenciando conceptos como tensión, presión, dolor neurológico, irradiado, referido...<sup>14,16,42</sup>. La habilidad del explorador y el material disponible condicionan la calidad del resultado de la prueba.

A su vez, se ha utilizado también esta prueba (variante de la prueba de Laségue) para valorar los puntos gatillo (PG) miofasciales de los músculos glúteos, en pacientes con dolor referido en la parte posterior del muslo a partir de esos PG. Los PG de los músculos isquiosurales limitan el recorrido en la prueba de elevación de la pierna recta<sup>51,52</sup>.

Atendiendo a la fiabilidad de la prueba, según Ferrer et al<sup>14</sup> la prueba presenta una altísima correlación entre la prueba de flexión de cadera derecha con su homónimo lateral ( $r = 0,964$ ). Esta prueba tiene menor correlación, aunque también es buena, con la medición del ángulo poplíteo, siendo  $r = -0,731$  ( $p < 0,001$ ) del lado derecho y  $R = -0,742$  ( $p < 0,001$ ) del lado izquierdo. El coeficiente de variación (CV) fue bajo:  $CV = 0,184$  (tabla 1).

Para Hui y Yuen<sup>22</sup> la fiabilidad intraclase es 0,94 (miembro izquierdo) y 0,96 (miembro derecho) en varones, con un coeficiente de intervalos (CI) al 95% entre 0,90-0,96 y 0,93-0,98, respectivamente. En mujeres sólo varía la fiabilidad intraclase para el miembro derecho 0,94 (igual para el izquierdo) y el CV es igual en ambas extremidades (0,91-0,96).

Déville et al<sup>52</sup> recuperaron los resultados de 15 estudios que investigaron la precisión de la prueba EPR y obtuvieron una sensibilidad de 0,91 (intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,82-0,94), una especificidad de 0,26 (IC del 95%, 0,16-0,38), una razón de probabilidad positiva de 1,2 y una razón de probabilidad negativa de 3,5. Esta prueba

presenta una fiabilidad del coeficiente de correlación intraclase (CCI) intraexaminador 0,94 (IC del 95%, 0,89-0,97)<sup>33,53</sup>, y una variabilidad intraobservador de 3,5 ( $p > 0,25$ )<sup>54</sup>.

#### Prueba de extensión de rodilla o prueba del ángulo poplíteo

Otro método de exploración del grado de elasticidad de la musculatura isquiosural es la prueba de extensión de rodilla, también llamada prueba del ángulo poplíteo<sup>9,16,21-23,33,55-83</sup>. Analizando la bibliografía, se han encontrado a su vez variantes de la prueba de extensión de rodilla en función de si la extensión de la rodilla la realiza el sujeto (AKE [*active knee extension*]) o el operador (PKE [*passive knee extension*]) o cuando algunos autores<sup>21</sup> realizan 3 repeticiones del AKE.

Para todas las variantes, la posición del paciente es la misma, en decúbito supino con la cadera en flexión en 90° y el objetivo es medir el grado de extensión de la rodilla. Previamente, se hace una marca en los trocánteres mayores y los tubérculos del cóndilo externo de ambos miembros inferiores<sup>21,23,69,84</sup>.

Desde esta situación de la rodilla y haciendo coincidir el centro del goniómetro con el eje de movimiento de la rodilla, se realiza una extensión de rodilla, sin que se modifique la flexión de la cadera y evitando la basculación de la pelvis,

**Tabla 1.** Fiabilidad de la prueba de elevación de la pierna recta

Autores	Fiabilidad (IC del 95%)		Coeficiente variación-coeficiente intervalos	Correlación	Sensibilidad	Especificidad
	Intraobservador	Interobservador				
Ferrer et al, 1994			0,184 (coeficiente de variación)	Derecha: -0,731 Izquierda: -0,742		
Bierma-Zeinstra et al, 1998			Variabilidad intraobservador 3,5° ( $p > 0,25$ )			
Hui y Yuen, 2000	Intraclase R Varones: izquierda: 0,94; derecha: 0,96 Mujeres: izquierda y derecha: 0,94		95% coeficiente de intervalos Varones: CI der. = 0,93-0,98; CI izq. = 0,90-0,96 Mujeres: CI = 0,91-0,96			
Déville et al, 2000					0,91 (0,82-0,94)	0,26 (0,16- 0,38)
Cliborne et al, 2004; Hellsing, 1988	0,89	0,97				

IC: intervalo de confianza.

**Tabla 2.** Fiabilidad de la prueba de ángulo poplíteo

Variante	Autores	Fiabilidad		Validez de correlación	Coeficiente de variación	Coeficiente
		Intra-observador	Inter-observador			
Extensión activa de rodilla: AKE	Gajdosik 1983	0,99				
	Worrell y Perrin, 1992	0,93	0,94			
	Rakos et al, 2001		0,79			
	Kane y Bernosconi, 1992		0,99	0,98-0,99		
Extensión pasiva de rodilla: PKE	Bandy et al, 1994	0,98				
	Fredriksen et al, 1997				0,99	1%
	Ferrer et al, 1994				0,931	Der.: 0,462 izq.: 0,473
	Feland et al, 2001		0,96			

hasta conseguir la máxima extensión posible. El ángulo que resta para la extensión completa, que se considera como 0°, determina el grado de acortamiento isquiosural<sup>23,84,85</sup>.

La prueba EPR considera un cantidad de rotación pélvica y la prueba PKE se ha asociado a menos a ese movimiento<sup>68,81</sup>. Además, estructuras solicitadas en el EPR, como la fascia profunda de la pierna, los tejidos blandos de la pelvis y las estructuras neurales, que pueden limitar la extensibilidad de los músculos, no influyen de manera determinante en el PKE.

Los datos de fiabilidad de la prueba de ángulo poplíteo se recogen en la tabla 2.

### Prueba Sit and Reach o prueba de sentarse y alcanzar

Existen diferentes variables que se deben tener en cuenta en la realización de la prueba Sit and Reach (SR) o la prueba de sentarse y alcanzar<sup>22,86,87</sup>:

- Validez de las pruebas SR y sus variables<sup>22</sup>. Las pruebas presentan una moderada validez para la medición de la flexibilidad de los músculos isquiosurales en varones (0,44 " r " 0,67) y en mujeres (0,39 " r " 0,54) (tabla 3).

- La fiabilidad intraclase para todas las pruebas es alta:  $r = 0,89-0,98^{86}$  (tabla 3).

### Sit and Reach clásica<sup>23,42,86-90</sup>

Esta prueba requiere un cajón especial. El sujeto evaluado se sienta en el suelo con las rodillas extendidas y las plan-

tas de los pies apoyadas en la superficie vertical de la caja de madera, que tiene una tapa superior a 23 cm de la base donde se realiza la medición. Para la realización de la prueba se le pide al sujeto que se flexione hacia delante con sus extremidades superiores en extensión hasta lograr el mayor alcance que se medirá sobre la cubierta superior de la caja donde hay una cinta métrica. Es necesario que mantenga la posición durante 2 s antes de tomar la medida<sup>22,24,26,27,86,88</sup>. Serán valores positivos todos aquellos que sobrepasen la línea de la planta de los pies y negativos todos los que no alcancen<sup>91,92</sup>. García y López<sup>88</sup> sugieren realizar 3 repeticiones y considerar la mejor puntuación de los 3 intentos.

Diferentes estudios demuestran un criterio de validez moderado para la flexibilidad de la musculatura isquiosural<sup>22,93,94,95</sup>.

La fiabilidad<sup>22</sup> de la prueba CR clásico (CSR) en varones es  $r = 0,98$  (CI = 0,97-0,99) y en mujeres 0,97 (CI = 0,94-0,97). La percepción de comodidad por parte del evaluado se registra en una escala; el valor 1 es lo menos confortable y 10 es lo más confortable. En el CSR la percepción de comodidad presenta valores altos (4,05 en varones y 4,50 en mujeres); además presenta la ventaja de que el procedimiento es simple y requiere poco entrenamiento de las habilidades del examinador<sup>22</sup>.

Se ha demostrado que esta prueba es fiable para medir la flexibilidad isquiosural, aunque los factores antropométricos pueden influir en los resultados<sup>93,95</sup>. Presenta una fiabilidad intraensayo de 0,98 e interensayo de 0,79<sup>87</sup> (tabla 3).

Pese a su elevada fiabilidad y validez, algunos autores afirman que esta prueba CSR no es buena para la medición de la flexibilidad de los músculos isquiosurales en una po-

**Tabla 3.** Fiabilidad-validez de la prueba Sit and Reach

Variante	Autores	Fiabilidad	Validez	Percepción comodidad
Todas las variantes Sit and Reach	Sai-Chuen Hui, 2000		Moderada, varones (< 0,44 y < 0,67), mujeres (< 0,39 y < 0,54)	
	Díaz, 2003	Fiabilidad intraclase alta: r = 0,89-0,98		
CRS	Hui, 1999; Jackson, 1989; Minkler, 1994; Patterson, 1996		Moderada	
	Fernández, 1989	Elevada	Elevada	
	Sai-Chuen Hui, 2000	Varones: 0,98 (CI = 0,97-0,99) Mujeres: 0,97 (CI = 0,94-0,97)		Varones: 4,05 Mujeres: 4,50
	George, 2006	0,98 intraclase 0,79 inter.		
	Díaz, 2003	Mujeres intraclase: 0,89		
VSR	Hui, 1999; Jackson, 1989; Minkler, 1994; Patterson, 1996		Moderada	
	San Chuen, 2000	Varones: izquierdo: 0,96 (CI = 0,93-0,98); derecho: 0,97 (CI = 0,95-0,99) Mujeres: 0,97 (CI = 0,95-0,99)		Varón: 5,72 Mujer: 6,08
	Díaz, 2003; Baltaci G, 2003	Varones: derecho: r = 0,98 (CI = 0,97-0,99); izquierdo: 0,93 (CI = 0,89-0,96), mujeres: r = 0,97 (CI = 0,96-0,98)		
BS	San Chuen, 2000	Mujeres: 0,97 Varones: 0,93 izquierdo; 0,98 derecho		
	Hui, 1999; Jackson, 1989; Minkler, 1994; Patterson, 1996		Moderada r = 0,61-0,67	
MBS	San Chuen, 2000	Mujeres: 0,97 Varones: 0,96 izquierdo, 0,97 derecho		
	Jones, 1998	Fiabilidad intraclase: varones: 0,92; mujeres: 0,96		

blación normal, a menos que se considere la medida total de las extremidades inferiores y superiores<sup>96,97</sup>.

#### *Sit and Reach sin cajón o Sit and Reach modificada*

Según algunos autores, el CSR no controla la longitud de los miembros inferiores<sup>22,97,98</sup>. Por ello surge una modifi-

cación de la prueba SR, que ofrece una diferencia entre la posición final desde la posición inicial cuando el paciente se sienta en el suelo<sup>22,98</sup>.

Con el paciente sentado en el suelo con los pies separados 30 cm, formando una V con las extremidades inferiores, se coloca una regla de 23 cm entre las piernas, en el medio de la línea que forman los talones. La medición es

igual que la prueba CSR pero sin cajón, tomando la referencia directamente en la cinta métrica<sup>22,98</sup>.

Diferentes estudios demuestran un criterio de validez moderado en esta prueba para la flexibilidad de la musculatura isquiosural<sup>22,50,93,94</sup>.

– Fiabilidad: en varones: 0,96 (CI = 0,93-0,98) en pierna izquierda, pierna derecha 0,97 (CI = 0,95-0,99). Este resultado que coincide para la fiabilidad de ambas extremidades de mujeres<sup>22</sup>. La fiabilidad de esta prueba en mujeres es normal-baja con  $r = 0,89^{22}$  (tabla 3).

La percepción de comodidad con esta prueba aumenta; es 5,72 en varones y 6,08 en mujeres<sup>22</sup>.

### *Back Saver Sit and Reach*

Calliet<sup>99</sup> sugirió que el estiramiento simultáneo de ambos isquiosurales en la prueba CSR podría ocasionar una excesiva compresión discal principalmente a nivel lumbar, por lo que la Prudential Fitness Test<sup>100</sup>, en 1992, propone que el sujeto evaluado se siente en el suelo y que coloque un solo pie sobre la caja y la otra extremidad la mantenga en flexión de cadera y rodilla con la planta del pie en el suelo a 5-7 cm de separación entre ambas. A partir de esta posición, el protocolo se realiza igual que la prueba CSR<sup>22,65,86,87</sup>.

La fiabilidad de la prueba BS, al igual que el CSR en varones en la pierna derecha, es  $r = 0,98$  (CI = 0,97-0,99) en la pierna izquierda 0,93 (CI = 0,89-0,96). En mujeres para ambas extremidades es 0,97 (CI = 0,96-0,98), y ambas prueba son las que presentan mayor fiabilidad de las variantes del SR<sup>86,87</sup> (tabla 3).

La prueba Back Saver (BS) Sit and Reach estuvo asociada significativamente para ambos miembros a la elasticidad isquiosural<sup>87</sup>.

### *Back Saver modificada*<sup>22,93,94,95</sup>

Esta prueba surge debido a las constantes sensaciones de incomodidad referida por los sujetos evaluados al realizar el BS. Para realizar esta prueba el sujeto se sienta en un banco de madera, con la pierna a medir extendida sobre el banco y la contralateral con la planta apoyada en el suelo con la rodilla a 90° de flexión. Para el registro de la medición se utiliza el sistema del VSR (regla sobre el banco). Las ventajas de esta prueba son: no se necesita cajón y la sensación de incomodidad de la extremidad inferior es minimizada<sup>22</sup>.

Diferentes estudios demuestran un criterio de validez moderado para la flexibilidad de la musculatura isquiosural<sup>22,93,94,95</sup>. Comparando la validez, esta variante presenta la mayor validez de todas las pruebas SR<sup>93-95</sup>:  $r = 0,61-0,67$  (tabla 3).

En el estudio de Hui et al<sup>22</sup> se realizan 4 repeticiones de cada modalidad de las pruebas SR.

Esta prueba tiene una buena fiabilidad intraclass ( $r = 0,92$  en varones y  $r = 0,96$  en mujeres) y una moderada-buena relación con otros criterios de medición (prueba

EPR):  $r = 0,76$  varones;  $r = 0,81$  mujeres). La validez es comparable para varones y mujeres con la prueba CSR ( $r = 0,74$  y  $r = 0,71$ , respectivamente) y con el BS Sit and Reach ( $r = 0,70$ ;  $r = 0,71$ )<sup>22</sup> (tabla 3).

Estos resultados indican que la prueba MBS es una prueba razonablemente precisa y un método estable de medición de la flexibilidad isquiosural. Además, es más seguro y aceptado que la alternativa tradicional de la prueba CSR para personas adultas<sup>32</sup>.

### **Prueba distancia dedos-suelo y prueba distancia dedos-planta**

Las pruebas distancia dedos-suelo (DDS) y dedos-planta (DDP) son menos discriminatorias para determinar el grado de elasticidad de la musculatura isquiosural, pero son muy sensibles para ofrecer un análisis del comportamiento de la columna vertebral durante la flexión forzada del tronco<sup>101</sup>.

### *Prueba distancia dedos-suelo*

Es una prueba de recorrido lineal en la que el sujeto se coloca sobre un cajón con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de los hombros. A continuación, realiza una flexión máxima del tronco sin flexionar las rodillas, con los brazos y las palmas de las manos extendidas caudalmente sobre la regla milimetrada existente sobre el cajón, intentando alcanzar la mayor distancia posible. Serán valores positivos todos los que sobrepasen la línea de la planta de los pies, y negativos todos los que no alcancen<sup>50,89,90,102-106</sup>. Esta prueba posee una gran facilidad de realización, precisa escasa utilización de material y su reproducibilidad es muy alta<sup>107-110</sup>.

Como inconvenientes principales atribuidos a esta prueba, se señala la inclusión en su desarrollo de toda la flexibilidad posterior del tronco y la implicación de múltiples palancas articulares, circunstancia que condiciona los resultados obtenidos en esa prueba<sup>24,111-113</sup>.

### *Prueba distancia dedos-planta*

Es una prueba lineal que supone la realización de una flexión de tronco máxima, con el paciente tumbado en el suelo con las rodillas extendidas, y la subsiguiente medición de la distancia existente entre la punta de los dedos de las manos y la tangente a la planta de los pies. La medición se realiza en centímetros<sup>50,114,115</sup>.

Esta prueba es fácil de realizar, precisa escasa utilización de material y su reproducibilidad es muy alta, circunstancia por la cual es ampliamente utilizada en diversas disciplinas físico-deportivas y en el campo de la investigación<sup>10,50,107-110,114</sup>.

Sin embargo, encontramos una serie de factores que influyen negativamente en esas pruebas y pueden arrojar datos que induzcan a error, como son: características antropométricas (brazos largos con piernas cortas y viceversa) y,



sobre todo, la inclusión de varios núcleos articulares (cadena posterior) en los resultados alcanzados, lo que supone una interferencia de diversas articulaciones<sup>116</sup>.

Al respecto, otros autores señalan que la participación del movimiento vertebral en la flexión completa de cadera y tronco arroja resultados no significativos en relación con la prueba DDS, por lo que a máxima flexión de tronco, la distancia lineal alcanzada supone principalmente una medición de la capacidad de extensibilidad de la musculatura isquiosural<sup>106</sup>.

La presencia de hiper cifosis dorsal, hipermovilidad lumbar<sup>113</sup> o actitud cifótica dinámica<sup>24,111</sup> puede dar como resultado medidas incrementadas en esta prueba. Sin embargo, dentro de las pruebas en flexión de tronco destaca por su alta correlación con el resto de las pruebas clínicas en mayor medida que la prueba efectuada en bipedestación de DDS<sup>101</sup>.

### Límites de cortedad isquiosural

Para definir los límites de cortedad isquiosural y sus subdivisiones, diferentes autores utilizan varias pruebas de medición de la elasticidad isquiosural (tabla 4).

#### Prueba EPR

Se determinan los valores de normalidad en 80° utilizando la prueba de elevación de la pierna recta<sup>10,14,24,30,33,36,51,117-120</sup>, aunque algunos autores disminuyan el ángulo de flexión de cadera a 75°<sup>50,120</sup> o incluso a 70°<sup>83</sup>. Algunos de estos autores, subdividen la cortedad isquiosural en moderada o de grado I, con un intervalo de 65-75°, y la cortedad marcada o de grado II, con un ángulo menor o igual a 60°<sup>14,24,41,117,120</sup> (tabla 4).

#### Prueba del ángulo poplíteo

Se considera como intervalo de normalidad el establecido entre 0-15°<sup>14,24,120</sup>. Como cortedad isquiosural moderada,

se consideran los valores comprendidos entre 16° y 34°, y como cortedad isquiosural marcada, un valor  $\geq 35^{\circ 14,24,41}$ .

Otros estudios nos indican la cortedad isquiosural como 30° hasta la extensión de rodilla con la cadera a 90° de flexión<sup>83</sup>, e incluso otros reducen el ángulo hasta 20° hasta la extensión de la rodilla<sup>43,71,82,90,120</sup> (tabla 4).

#### Prueba distancia dedos-suelo

Se consideran valores normales aquellos  $\geq -5$  cm, cortedad moderada entre  $-6$  y  $-15$  cm y cortedad marcada los inferiores a  $-15$  cm<sup>30,89,111,117,120</sup> (tabla 4).

#### Prueba distancia dedos-planta

La normalidad para los adultos se encuentra en torno a valores  $\geq -5$  cm; cortedad moderada o de grado I, los situados entre  $-6$  y  $-15$  cm, y marcada cortedad isquiosural o de grado II, los valores  $\geq -16$  cm<sup>15,50,89,103,117</sup>. Ferrer et al<sup>14</sup> bajan el límite del grado II a  $-10$  cm durante el crecimiento (tabla 4).

#### Prueba Sit and Reach

Como referencia de normalidad, se considera el valor  $\geq -5$  cm<sup>42,121</sup> (tabla 4). Por debajo de esa medida se considera cortedad isquiosural, y no se diferencia entre los límites de cortedad moderada y severa.

## CONCLUSIONES

Existe la necesidad de unificar criterios en torno a la evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural. Sin embargo, en la actualidad, contamos con herramientas válidas y fiables para realizar una evaluación consistente, rápida y de bajo coste.

El rigor metodológico y su secuencia son fundamentales para la validez y fiabilidad de las pruebas utilizadas para la

**Tabla 4.** Límites de cortedad isquiosural en las diferentes pruebas.

Pruebas	Normalidad	Cortedad isquiosural moderada o de grado I	Cortedad isquiosural marcada o de grado II
Elevación pierna recta	80° <sup>10,14,24,30,33,36,51,117-120</sup> 75° <sup>50,120</sup> 70° <sup>83</sup>	65-75° <sup>14,24,41,117,120</sup>	$\leq 60^{\circ 14,24,41,117,120}$
Ángulo poplíteo	0-15° <sup>14,24,120</sup> 30° <sup>83</sup> 20° <sup>43,71,82,90,120</sup>	16-34° <sup>14,24,41</sup>	$\geq 35^{\circ 14,24,41}$
DDS	$\geq -5$ cm <sup>30,89,111,117,120</sup>	$-6$ a $-15$ cm <sup>30,89,111,117,120</sup>	$< -15$ cm <sup>30,89,111,117,120</sup>
DDP	$\geq -5$ cm <sup>15,50,89,103,117</sup>	$-6$ a $-15$ cm <sup>15,50,89,103,117</sup>	$< -15$ cm <sup>15,50,89,103,117</sup>
Sit and Reach	$-5$ cm <sup>42,121</sup>	$\geq -5$ cm <sup>42,121</sup>	

medición de la elasticidad y la posible cortedad de la musculatura isquiosural.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Downing AM, Hunter DG. La integración de la teoría de la validez en el razonamiento clínico: ¿un proceso beneficioso? En: Boyling JD, Jull GA, Grieve T, editores. *Terapia manual contemporánea. Columna vertebral*. 3.ª ed. Barcelona: Ed. Masson-Elsevier; 2006. p. 405-16.
- Stratford PW. Applying the results from diagnostic accuracy studies to enhance clinical decision-making. *Physiother Theory Pract*. 2001; 7:153-60.
- Schleip R, Naylor IL, Ursu D, et al. Passive muscle stiffness may be influenced by active contractility of intramuscular connective tissue. *Med Hypotheses*. 2006;66:66-71.
- Bompa TQ. *Periodization: Theory and methodology of training*. 4.ª ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 1999.
- Yucesoy CA, Koopman BH, Huijings PA, Grootenboer HJ. Three-dimensional finite element modeling of skeletal muscle using a two-domain approach: linked fiber-matrix mesh model. *J Biomech*. 2002;35:1253-62.
- Van der Linden BJ, Koopman HF, Grootenboer HJ, Huijings PA. Modeling functional effects of muscle geometry. *J Electromyogr Kinesiol*. 1998;8:101-9.
- Rodríguez PL, Santonja F. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos suelo. *Apunts*. 2001;65:64-9.
- Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:756-9.
- Kapandji AI. *Fisiología articular*. Vol 3. Tronco y raquis. 6.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007.
- Kendall's. *Músculos. Pruebas, funciones y dolor postural*. 4.ª ed. Madrid: Marban; 2000.
- Sihvonen T. Flexion relaxation of the hamstring muscles during lumbar-pelvic rhythm. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:486-90.
- Pollard H, Ward G. A study of two stretching techniques for improving hip flexion range of motion. *J Manipulative Physiol Ther*. 1997;20: 443-7.
- Pollard H, Ward G. The effect of upper cervical or sacroiliac manipulation on hip flexion range of motion. *J Manipulative Physiol Ther*. 1998;21:611-6.
- Ferrer V, Santonja F, Carrión M, Martínez L. Comparación de dos tests (EPR y popliteo) para el diagnóstico del síndrome de isquiosurales cortos. *Arch Med Deporte*. 1994;11:247-54.
- Santonja F, Ferrer V, Martínez L. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*. 1995;4:81-91.
- Fisk JW, Baigent ML. Hamstrings tightness and Scheuermann's disease a pilot study. *Am J Phys Med*. 1981;60:122-5.
- Katz K, Rosenthal A, Yosipovitch Z. Normal ranges of popliteal angle in children. *J Pediatr Orthop*. 1992;12:229-31.
- Wang SS, Whitney SL, Burdett RG, Janosky JE. Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;17:102-7.
- Díaz C, Droguett H, Henríquez J, Troncoso F, Escobar M. Métodos de medición de la flexibilidad de isquiotibiales. *Análisis crítico*. *Revista Oficial del Colegio de Kinesiólogos de Chile*. 2003;71:38-45.
- Gill T, Wilkinson A, Edwards E, Grimmer K. The effect of either a pre or post exercise stretch on straight leg raise range of motion (SLR-ROM) in females. *J Sci Med Sport*. 2002;5:281-98.
- James M, Kolt G, McConville J, Bate P. The effects of a Feldenkrais program and relaxation procedures on hamstring length. *Australian Physiotherapy*. 1998;44:49-54.
- Hui SS, 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.
- López N. Evaluación y análisis del morfotipo del futbolista juvenil y amateur. Un estudio comparativo. Trabajo de Grado. Universidad de Salamanca, 2004.
- Santonja F, Martínez I. Valoración médico-deportiva del escolar. Universidad de Murcia. Secretariado de Publicaciones, 1992.
- Kapandji AI. *Fisiología articular*. 5.ª ed. Vol 2. Miembro inferior. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1997.
- Buckup K. *Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. Exploraciones-signos-síntomas*. 3.ª ed. Barcelona: Masson; 2007.
- Hoppenfield S. Exploración de la columna vertebral y las extremidades. México: Editorial El Manual Moderno; 2002.
- Netter CJ. Exploración clínica en ortopedia. Un enfoque para fisioterapeutas basado en la evidencia. Barcelona: Masson; 2006.
- Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE. The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. *J Sports Med Phys Fitness*. 2004;44:258-61.
- Kuo L, Chung W, Bates E, Stephen J. The hamstring index. *J Pediatr Orthop*. 1997;17:78-88.
- Hopper D, Conneely M, Chromiak F, Canini E, Berggren J, Briffa K. Evaluation of the effect of two massage techniques on hamstring muscle length in competitive female hockey players. *Physical Therapy in Sports*. 2005;6:137-45.
- Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit and reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1998;69:338-43.
- 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.
- Fox M. Effect on hamstring flexibility of hamstring stretching compared to hamstring stretching and sacroiliac joint manipulation. *Clinical Chiropractic*. 2006;9:21-32.
- Hooper D, Deacon S, Das S, et al. Dynamic soft tissue mobilization increases hamstring flexibility in healthy male subjects. *Br J Sports Med*. 2005;39:594-8.
- Goeken LNH, Hof AL. Instrumental straight-leg raising: a new approach to Lasague's test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72:959-66.
- Cipriano D, Abel B, Pirwitz D. A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. *J Strength Cond Res*. 2003;17:274-8.
- Borms J, Van Roy P, Santens JP, Haentjens A. Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *J Sports Sci*. 1987;5:39-47.
- Harvey LA, Byak AJ, Ostrovskaya M, Glinesky J, Katte L, Herbert RD. Randomised trial of the effects of four weeks of daily stretch on extensibility of hamstring muscles in people with spinal cord injuries. *Aust J Physiother*. 2003;49:176-81.
- Li Y, McClure PW, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and hip motions during forward bending. *Phys Ther*. 1996;76:836-45.
- Clark S, Christiansen A, Hellman DE, Hugunin JW, Hurst KM. Effects of ipsilateral anterior thigh soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg raise. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29:4-9.
- López N, Albuquerque F, Santos M, Quintana E, Rebelatto JR. Influência da prática regular de futebol sobre a elasticidade da cadeia muscular cinética reta posterior de jovens (CRP). *Fisioterapia Brasil*. 2005;6:444-9.
- Arriagada FA, Mendoza FJ. Comparación de la efectividad temporal en la técnica de estiramiento estático pasivo aplicada en la musculatura isquiotibial acortada de futbolistas Sub-16 y Sub-17. Tesis. Facultad de Medicina. Universidad de Chile, 2004.
- Martín-Gil M. Valoración isocinética de la fuerza de la musculatura isquiosural. Implicaciones de su cortedad. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 2000.
- Bohannon WR. Cinematographic analysis of the passive straight leg raising for hamstring muscle length. *Phys Ther*. 1982;62:1269-74.



46. Bohannon R, Gajdosik R, Leveau FB. Contribution of pelvic and lower limb motion to increases in the angle of passive straight leg raising. *Phys Ther.* 1986;65:474-6.
47. Van Roy R, Borms J, Haentjens A. Goniometric study of the maintenance of hip flexibility resulting from hamstring stretches. *Physiotherapy Practice.* 1987;3:52-9.
48. Frisch H. Método de exploración del aparato locomotor y de la postura. Barcelona: Paidotribo; 2005.
49. Clarkson M. Proceso evaluativo musculoesquelético. Barcelona: Paidotribo; 2003.
50. Hunquenin L, Bruckner PD, McCrory P, Smith P, Wajswelner H, Bennell K. Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: a randomised placebo controlled, double blind trial. *Br J Sports Med.* 2005;39:84-90.
51. Travell y Simons. Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo. Volumen 2. Extremidades inferiores. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004.
52. Deville W, Van der Windt D, Dzaferagic A, Bezemer P, Bouter L. The test of Lasègue. Systematic review of the accuracy in diagnosing herniated discs. *Spine.* 2000;25:1140-7.
53. Cliborne AV, Wainner RS, Rhon DI, et al. Clinical hip test and a functional squat test in patients with knee osteoarthritis: reliability, prevalence of positive test findings, and short-term response to hip mobilization. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34:676-85.
54. Bierma-Zeinstr SMA, Bohnen AM, Ramlal R, Ridderikhoff J. Comparison between two devices for measuring hip joint motions. *Clinical Rehabilitation.* 1998;12:497-505.
55. Reade E, Hom L, Hallum A, Lopopolo R. Changes in popliteal angle measurement in infants up to one year of age. *Dev Med Child Neurol.* 1984;26:774-80.
56. Cooney KM, Sanders JO, Concha MC, Buczek FL. Novel biomechanics demonstrate gait dysfunction due to hamstring tightness. *Clinical Biomechanics.* 2006;21:59-66.
57. Bado JL, Barros PC, Ruggiero A, Navillat M. Análisis estadístico de la frecuencia del síndrome de retracción de los isquiotibiales, estudiado en colectividades infantiles sanas y su relación con el dorso curvo. *Anales de la Facultad de Medicina de Montevideo.* 1964;49:328-37.
58. Espiga J. Brevedad constitucional de la musculatura isquiosural. Estudio de prevalencia. Tesis doctoral: Universidad Autónoma de Barcelona, 1993.
59. Jozwiak M, Pietrzak S, Tobjasz F. The epidemiology and clinical manifestations of hamstring muscle and plantar foot flexor shortening. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39:481-3.
60. Gajdosik RL. Passive compliance and length of clinically short hamstring muscles of healthy men. *Clin Biomech.* 1991;4:239-44.
61. McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstring and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. *Spine.* 2000;25: 211-3.
62. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvis position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:1383-9.
63. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 Athletes follow-up. *Med Sci Sport.* 2004;36:756-9.
64. Chopin D, David T. Cyphoses pathologiques. *Encyclo Med Chir Appareil Locomoteur.* 1989;15872 A:10.
65. Miller Doug K, Kieffer S, Hansen-Kieffer K, Heck K. Changes in hamstring flexibility following supervised and unsupervised stretching programs. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:53-6.
66. Hagel B. Hamstring injuries in Australian football. *Clin J Sport Med.* 2005;15:400.
67. Rebain R, Baxter GD, McDonough S. A systematic review of the passive straight leg raising test as a diagnostic aid for low back pain. *Spine.* 2002;27:388-95.
68. Fredriksen H, Dagfinrud H, Jacobsen V, Maehlum S. Passive knee extension test to measure hamstring muscle tightness. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7:279-82.
69. Norris CM, Matthews M. Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: an initial evaluation. *J Body Mov Ther.* 2006;10:122-6.
70. Norris CM, Matthews M. Inter-tester reliability of a self-monitored active knee extension test. *J Body Mov Ther.* 2005;9:256-9.
71. Spornoga SC, Uhl TL, Arnol BL, Gonsneder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train.* 2001;36:44-8.
72. Depino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train.* 2000;35:56-9.
73. Willy RW, Kyle BA, Moore SA, Chleboun GS. Effect of cessation resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:138-44.
74. Decoster LC, Scanlon RL, Horn KD, Cleland J. Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *J Athl Train.* 2004;39:330-4.
75. Starring DT, Gossman MR, Nicholson GG Jr, Lemons J. Comparison of cyclic and sustained passive stretching using a mechanical device to increase resting length of hamstring muscles. *Phys Ther.* 1998;68:314-20.
76. Reid DA, McNair PJ. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36: 1944-8.
77. Taylor BE, Waring CA, Broshear TA. The effects therapeutic application of the heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;21:283-6.
78. Weijer VC, Gorniak GC, Shamus E. The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33:722-33.
79. Gajdosik L. Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee extension test. *Phys Ther.* 1983;63:1085-90.
80. Worrell TW, Perrin DH. Hamstrings muscle injury: the influence of strength flexibility, warm-up and fatigue. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;6:12-8.
81. Malacchly P, McHugh S, Magnusson P, Gleim GW, Nicholar JA. Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:1375-82.
82. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years older. *Phys Ther.* 2001;81:1110-7.
83. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1994;74:845-50.
84. Lampe FL. La combinación de la técnica global de la pelvis bilateral, más la técnica de energía muscular de los isquiotibiales, mejora la extensibilidad de estos músculos y la prolonga durante más tiempo que si los isquiotibiales fueran tratados con la técnica de energía muscular solamente. Trabajo para la obtención del Diploma de Osteopatía, 2005.
85. Erkula G, Demirkan F, Kilic BA, Kiter E. Hamstring shortening in healthy adults. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2002;16:77-81.
86. Yamamoto T. Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993;33:194-9.
87. Baltaci G, Tunay N, Un V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med.* 2003;37:59-61.
88. García A, López PA. Espondilólisis y espondilolistesis en la práctica deportiva. [Accedido 10 Dic 2006]. *Revista Digital-Buenos Aires.* 2003;8:56. Disponible en: <http://www.efdeportes.com>
89. James G, Andrew C, Tunstall DC, Rodger E, Tepe PD, Skaggs Clayton D. The effects of active release technique on hamstring flexibility: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29:224-7.
90. Draper DO, Castro JL, Schulthies S, Eggett D. Shortwave diathermy and prolonged stretching increase hamstring flexibility more than prolonged stretching alone. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34:13-20.
91. Rodríguez PL. La postura corporal: intervención en educación física escolar. [Accedido 11 Dic 2006]. Disponible en: [www.um.es/univefd/postura.pdf](http://www.um.es/univefd/postura.pdf)
92. Sainz de Baranda P, López Miñarro PA, Cejudo A, Moreno VJ. Prescripción de estiramientos para la musculatura isquiosural. *Revista Digital Buenos Aires.* 2004;19:77. Disponible en: [http://www.efdeportes.com/revista\\_digital](http://www.efdeportes.com/revista_digital).
93. Jackson AW, 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.

94. Minkler SA, Patterson P. The validity of the modified sit and reach in college-age students. *Res Q Exerc Sport*. 1994;65:189-92.
95. Patterson PDL, Wiksten L, Ray L, Flanders C, Sanphy D. The validity and reliability of the back saver sit-and-reach test in middle school girls and boys. *Res Q Exerc Sport*. 1996;67:448-51.
96. Chung PK, Yuen CK. Criterion-related validity of sit-and-reach tests in university men in Hong Kong. *Percept Mot Skills*. 1999;88:304-16.
97. Fernández E, Stubbs B. Mathematical modelling and testing of the sit and reach test. *Int J Industrial Ergonomics*. 1989;3:201-5.
98. Hoeger WWK, Hopkins KD, Button S, Palmer TA. Comparing the sit and reach with the modified sit and reach in measuring flexibility in adolescents. *Pediatr Exerc Sci*. 1990;2:156-62.
99. Calliet R. Low Back Pain Syndrome. 4.ª ed. Philadelphia: F.A. Davis; 1988. p. 176-9.
100. Cooper Institute for Aerobics Research. The prudential Fitnessgram Test Administration manual. Dallas: 2004; p. 87-91.
101. Ferrer V, Santonja F, Canteras M, Andujar P, Carrión M. Mejor test clínico en la valoración de la cortedad isquiosural. En: Abstracts del VII Congreso Europeo de Medicina del Deporte, 1995. p. 174.
102. Busquet L. Las cadenas musculares. Tomo 3. La pubalgia. 5.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2007.
103. Herrera A. Repercusión del anclaje miofascial en el triángulo lumbar sobre la flexión de tronco. Tesis para la obtención del Diploma de Osteopatía, 2005.
104. Fieldman H. Effects of selected extensibility exercises on the flexibility of the hip joint. *Res Q Exerc Sport*. 1966;37:323-6.
105. Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine*. 1984;9:106-19.
106. Kippers V, Parker AW. Toe-touch test. A measure of its validity. *Phys Ther*. 1987;67:1680-4.
107. Gabbard C, Tandy R. Body composition and flexibility among prepubescent males and females. *J Hum Movement Studies*. 1988;14:153-9.
108. Lehnahard HR, Lehnard RA, Butterfield SA, Beckwith D M. Health-related physical fitness levels of elementary school children ages 5-9. *Percept Mot Skills*. 1992;75:819-26.
109. Dreyer LI, Strydom GL. Some physical, physiological and perceived benefits of an executive fitness programme. *J Res Sport, Phys Educ Recreation*. 1992;15:23-32.
110. Faigenbaum AD, Zaichkowsky LD, Westcott WL, Fehlandt AF. The effects of a twice-a-week strength program on children. *Pediatr Exerc Sci*. 1993;5:339-46.
111. Santonja F, Frutos DE. Síndrome de isquiosurales cortos. Proyección radiográfica. *Rol de Enfermería*. 1994;190:59-63.
112. Rodríguez PL, Santonja F, Delgado M, Canteras M, Fernández J, Balsalobre J. Diferencias entre la percepción de la extensibilidad muscular y el conocimiento de las desalineaciones del raquis en el plano sagital. [Accedido 4 Dic 2006]. Disponible en: <http://feadef.iespana.es/almeria/comunicaciones/AT6/C6-04.doc>
113. Somhegyi A, Ratko I. Hamstring Tightness and Scheuermann's disease. *Am J Phys Med*. 1993;72:44.
114. Rodríguez PL, Santonja F. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-plantas y distancia dedos-suelo. *Apunts*. 2001;65:64-9.
115. Martín-Gil M. Valoración isocinética de la fuerza de la musculatura isquiosural. Implicaciones de su cortedad. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 2000.
116. Sinclair A, Tester G. The sit and reach test-what does it actually measure? *Achper Nat J*. 1992;24:146-59.
117. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar. Tesis doctoral: Universidad de Murcia, 1998.
118. Cibulka MT, Rose SJ, Delitto A, Sinacore DR. Hamstring muscle strain treated by mobilizing the sacroiliac joint. *Phys Ther*. 1986;66:120-3.
119. Göeken LNH. Straight-leg raising in short hamstring. Groningen. University of Groningen, 1988.
120. Sánchez S, Jimeno FJ, Salinas V. Valoración fisioterápica en una escuela infantil de natación. [Accedido 12 Dic 2006]. Buenos Aires. 2000: 20. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/revistadigital/>
121. López N, Alburquerque F, Quintana E, Domínguez R, Rebelatto JR, Calvo JI. Evaluación y análisis del morfotipo raquídeo del futbolista juvenil y amateur. *Fisioterapia*. 2005;27:192-200.