

López-Miñarro, P.A.; Alacid Cárceles, F. y Muyor Rodríguez, J.M. (2009). Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 9 (36) pp. 379-392
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista36/artraquis115.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista36/artraquis115.htm)

COMPARACIÓN DEL MORFOTIPO RAQUÍDEO Y EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL ENTRE PIRAGÜISTAS Y CORREDORES

COMPARISON OF SPINAL CURVATURES AND HAMSTRING EXTENSIBILITY BETWEEN PADDLERS AND RUNNERS

López-Miñarro, P.A.¹; Alacid Cárceles, F.² y Muyor Rodríguez, J.M.³

¹ Profesor titular de escuela universitaria interino. Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. palopez@um.es

² Profesor asociado. Departamento de Actividad Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. fernando.alacid@um.es

³ Profesor asociado. Departamento de Expresión Corporal. Facultad de Humanidades. Universidad de Almería. josemuyor@ual.es

Agradecimientos: 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).

Código UNESCO: 2411 FISIOLÓGÍA HUMANA

Recibido 22 de diciembre de 2008

Aceptado 22 de octubre de 2009

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar la disposición sagital del raquis y la extensibilidad isquiosural entre dos grupos de deportistas. A un total de 60 deportistas (30 piragüistas y 30 corredores) entre 13 y 14 años de edad se les valoró, con un inclinómetro Unilevel, la disposición sagital de las curvas lumbar y dorsal en bipedestación relajada y en flexión máxima del tronco, así como la extensibilidad isquiosural mediante el test de elevación de pierna recta. Los valores angulares medios de la cifosis torácica en bipedestación fueron

significativamente mayores en los corredores ($p < 0.05$), mientras que no hubo diferencias significativas en la curva lumbar. En flexión máxima del tronco, los piragüistas alcanzaron valores significativamente mayores que los corredores en ambas curvas. La extensibilidad isquiosural fue significativamente mayor ($p < 0.001$) en los corredores. En conclusión, la posición adoptada por el raquis en la práctica deportiva condiciona la disposición raquídea en flexión máxima del tronco.

PALABRAS CLAVE: postura, torácico, lumbar, deportistas, músculos isquiosurales.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the sagittal spinal curvatures and hamstring extensibility between two groups of athletes. Thoracic and lumbar spinal curvatures were measured while relaxed standing and in maximal trunk flexion with a Unilevel inclinometer in a total of 60 athletes between 13-14 years (30 kayakers and 30 runners). The straight leg raise was performed to evaluate hamstring extensibility in both legs. The mean values of the standing thoracic kyphosis were significantly greater for the runners ($p < 0.05$), although no significant differences were found in the lumbar angle. The kayakers reached greater angles in maximal trunk flexion for both lumbar and thoracic curves. The hamstring extensibility was significantly greater ($p < 0.001$) in runners. In conclusion, the spinal posture during sport training influences the sagittal spinal curvatures in maximal trunk flexion.

KEY WORDS: posture, thoracic, lumbar, athletes, hamstring muscles.

INTRODUCCIÓN

La adopción de posturas específicas a una práctica deportiva concreta, así como la repetición sistemática de determinados gestos técnicos, pueden influir en la disposición sagital del raquis. Estudios previos han valorado el morfotipo raquídeo en nadadores (1,2), gimnastas de rítmica (3-7), futbolistas (8,9), usuarios de salas de musculación (10-12), luchadores (13), bailarinas (14,15), ciclistas (16) y piragüistas (17) encontrando adaptaciones en el morfotipo raquídeo específicas al deporte practicado.

Otros estudios han comparado la disposición sagital del raquis en un grupo heterogéneo que incluye a deportistas de diversas disciplinas (18-20), relacionando la práctica deportiva realizada con modificaciones específicas en la morfología del raquis, asociadas a las posturas específicas que adoptan sistemáticamente los deportistas en sus entrenamientos y competiciones. Algunos cambios en el morfotipo raquídeo suponen una alteración de las curvaturas sagitales del raquis, aumentando el riesgo de repercusiones raquídeas (1,20). Es

preciso analizar la disposición angular en deportistas jóvenes por la vulnerabilidad del raquis durante el crecimiento, especialmente en los períodos de crecimiento rápido (21,22).

El piragüismo, y concretamente la modalidad de kayak, se caracteriza por un movimiento simétrico del tronco y miembros superiores en una posición de sedentación con las rodillas ligeramente flexionadas. Esto supone una importante implicación del raquis, por lo que su práctica intensa y repetitiva podría aumentar el riesgo de generar alteraciones raquídeas (23). En este sentido, Fernández *et al.* (24) relacionan la práctica intensiva del piragüismo con una mayor frecuencia de hipercifosis dorsal e hiperlordosis lumbar en bipedestación, si bien López-Miñarro *et al.* (17) encontraron una clara tendencia a la normalidad al evaluar la disposición sagital del raquis en bipedestación en un grupo de piragüistas de categoría infantil. Por el contrario, los corredores de media y larga distancia realizan una actividad cíclica centrada en los miembros inferiores y con el tronco en una posición erguida, con una menor implicación del raquis. Estas diferencias en los gestos técnicos y posiciones corporales podrían generar cambios posturales específicos, ya desde edades tempranas, tal y como han encontrado estudios previos (3,4,13).

La extensibilidad isquiosural condiciona la disposición sagital del raquis en posiciones de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, incidiendo en el ritmo lumbo-pélvico (25-27). Una reducida extensibilidad isquiosural ha sido relacionada con un mayor riesgo de lesiones musculares (28). Diversos estudios han valorado la extensibilidad isquiosural en deportistas, tales como nadadores (1,29,30), corredores de larga distancia (31), y piragüistas (32,33), encontrando una alta frecuencia de casos con una extensibilidad isquiosural reducida. Por el contrario, en sendos estudios realizados en bailarinas (34) y gimnastas de rítmica (6), se encontró una extensibilidad isquiosural desarrollada, asociada a entrenamientos específicos y sistemáticos de esta capacidad. Otros estudios han comparado la extensibilidad isquiosural entre deportistas de diferentes disciplinas (35) y entre diversos puestos en un mismo deporte (36), encontrando diferencias que achacan a las adaptaciones generadas por las exigencias del deporte en cuestión (35). En este sentido, mientras la carrera a pie no supone en sí misma un estímulo de tracción en la musculatura isquiosural, la posición del kayakista en la piragua genera una ligera tensión en dicha musculatura, que podría servir de estímulo para aumentar la extensibilidad.

Puesto que las características de la posición del deporte practicado, así como los gestos técnicos específicos del mismo podrían generar adaptaciones concretas del morfotipo raquídeo, el objetivo del presente estudio fue valorar y comparar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural, entre piragüistas y atletas jóvenes.

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestra

Un total de 60 deportistas varones entre 13 y 14 años, participaron voluntariamente en el estudio, distribuidos en dos grupos en función del deporte practicado (piragüismo o atletismo). Los datos descriptivos de la muestra se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de la muestra.

Modalidad	n	Edad (años)	Talla (cm)	Masa (kg)
Piragüistas	30	13.27 ± 0.49	166.12 ± 7.07	61.06 ± 8.89
Corredores	30	13.32 ± 0.53	164.65 ± 7.89	62.33 ± 8.71

2.2. Procedimiento

El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad de Murcia. Los padres y los deportistas fueron informados de los objetivos y métodos del estudio y se obtuvo un consentimiento informado.

Todos los deportistas fueron valorados vistiendo ropa interior y descalzos. Las mediciones fueron realizadas por dos evaluadores experimentados. Todas las medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C). Los sujetos no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma.

Previamente a las mediciones, las apófisis espinosas de la primera vértebra torácica (T1), duodécima vértebra torácica (T12) y quinta vértebra lumbar (L5) fueron localizadas y marcadas. Para realizar la marcación, primero se localizó la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical (C7), y mediante palpación se descendía un nivel hasta T1. En aquellos deportistas en los que no se localizaba fácilmente la apófisis espinosa de C7, se les solicitó que realizaran una flexión cervical. A continuación se localizó mediante palpación la duodécima costilla y se siguió su trayectoria en sentido medial hasta la columna vertebral (T12). Desde

esta apófisis espinosa se realizó un conteo en sentido descendente hasta localizar L5. A continuación, se midió de forma aleatoria y en dos ocasiones las curvas torácica y lumbar en bipedestación relajada y flexión máxima del tronco con rodillas extendidas (test de distancia dedos-planta), así como la extensibilidad isquiosural mediante el test de elevación de la pierna recta. Entre cada medición el deportista permanecía en bipedestación y relajado durante 4 minutos.

Para la valoración de la disposición sagital del raquis se utilizó un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR). Para medir las curvas en bipedestación, el deportista se situaba de pie, con los pies separados a una distancia equivalente a su anchura coxofemoral, los brazos pegados en sus costados y relajados, con la mirada al frente. Una vez colocado, se procedía a la medición de las curvas. El protocolo de medición utilizado fue el descrito previamente por Mellin (37) y utilizado posteriormente en escolares (38) y deportistas jóvenes (1,6). Para medir la cifosis torácica el inclinómetro se colocó al inicio de la curvatura torácica, en el lugar donde se obtenía el mayor valor angular de la misma, generalmente coincidente con T1-T3, situándose en esta posición a 0° y, a continuación, se contorneaba el perfil del raquis hasta la zona donde se obtenía el mayor valor angular (final de la curvatura cifótica), generalmente coincidente con T12-L1 (transición lumbosacra), obteniendo el grado de la cifosis torácica. Para medir la lordosis lumbar, en el punto donde se determinó el ángulo de la cifosis torácica, se niveló el inclinómetro a 0° y se colocó, a continuación, al final de la curvatura lordótica, en el punto donde se obtenía el mayor valor angular de la curva, normalmente coincidente con L5-S1. Los valores negativos indican una curva lumbar de concavidad posterior (lordosis), mientras que valores positivos indican concavidad anterior (inversión).

Las curvaturas torácica y lumbar fueron también valoradas al realizar una flexión máxima del tronco en sedentación con las rodillas extendidas (test de distancia dedos-planta) siguiendo el protocolo de medición y las técnicas descritas por Mellin (37) y utilizado posteriormente por otros estudios (1,6,38,39). Puesto que en esta posición el raquis adopta una postura de cifosis total (cifosis torácica y lumbar), se tomó como criterio de la transición tóraco-lumbar, la duodécima vértebra torácica. Para realizar el test dedos-planta, 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. En esta posición el deportista realizó una flexión máxima del tronco con rodillas y brazos extendidos. Las palmas de las manos, una sobre la otra, se tenían que deslizar sobre el cajón, hasta alcanzar la máxima distancia posible, manteniendo la posición durante 5 segundos. Al alcanzar la máxima distancia, se colocó el inclinómetro al inicio de la curvatura torácica, a nivel de T1, situándolo a 0°. A continuación se colocó el inclinómetro centrado en la marca de T12, obteniendo el valor angular de la curva torácica. En

esta posición se volvió a situar el inclinómetro a 0° y a continuación se colocó al final de la curva lumbar, justo debajo de la marca realizada en L5, por lo que el inclinómetro quedaba situado a nivel de la primera vértebra sacra.

2.2.1. Extensibilidad isquiosural

La extensibilidad isquiosural fue valorada en ambas piernas mediante el test angular de elevación de la pierna recta (EPR). Para la realización del test, el deportista se situaba en decúbito supino sobre una camilla con un Lumbofant o soporte lumbar (40,41) colocado bajo el raquis lumbar. Un investigador se encargó de fijar con las manos, la rodilla y la pelvis en el lado de la pierna no evaluada. Con las rodillas en extensión, otro investigador realizaba una flexión pasiva coxofemoral de forma lenta y progresiva, hasta que el deportista manifestaba dolor en el hueco poplíteo, o se detectaba una retroversión de la pelvis, momento en el que se procedía a la medición en grados. Para detectar la retroversión pélvica se colocó un inclinómetro Unilevel a nivel de la espina ilíaca antero-superior. Para realizar la medición del ángulo de flexión coxofemoral se utilizó un inclinómetro Unilevel colocado en el extremo distal de la tuberosidad tibial, que se colocó a cero grados en la posición inicial y se establecieron los grados de flexión al finalizar la misma. Esta medición se llevó a cabo en ambas piernas por separado y de forma aleatoria. Las consignas que se aportaron a los sujetos a evaluar 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 en la zona posterior del muslo y/o hueco poplíteo, momento en el que debes avisarnos, diciendo ¡Ya!”.

2.3. Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables. Las variables continuas se presentan como medias \pm desviación típica. Tras comprobar que las variables seguían una distribución normal mediante la realización del test de normalidad de Shapiro-Wilk, se aplicó una prueba *t* de Student para muestras independientes con objeto de comparar las variables analizadas entre piragüistas y corredores. Todos los datos fueron analizados usando el SPSS 15.0 y el nivel de significación se estableció a un nivel de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los valores angulares medios de la cifosis torácica en bipedestación fueron de $45.61 \pm 6.59^\circ$ para los corredores y de $40.54 \pm 9.17^\circ$ para los piragüistas ($p < 0.05$). En cuanto a la lordosis lumbar los valores fueron de $-31.28 \pm 6.14^\circ$ y $-28.65 \pm 6.26^\circ$ ($p > 0.05$), respectivamente. Los valores angulares medios y desviación típica de las curvas torácica y lumbar en el test dedos-planta, así como del ángulo de flexión coxofemoral alcanzado en el test EPR derecho e izquierdo se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Media \pm desviación típica de las curvas torácica y lumbar en el test dedos-planta y de la extensibilidad isquiosural en ambas piernas.

Variable	Grupo	
	Piragüistas	Corredores
Curva torácica DDP	$72,22^\circ \pm 12,55^\circ$	$63,54^\circ \pm 8,66^\circ$ *
Curva lumbar DDP	$35,81^\circ \pm 8,75^\circ$	$27,44^\circ \pm 7,36^\circ$ *
EPR drch	$75,27^\circ \pm 8,79^\circ$	$83,83^\circ \pm 9,86^\circ$ †
EPR izq	$76,00^\circ \pm 8,78^\circ$	$85,02^\circ \pm 10,02^\circ$ †

DDP: test de distancia dedos-planta; EPR: test de elevación de pierna recta; * $p < 0.01$ y † $p < 0.001$ respecto a los piragüistas.

DISCUSIÓN

El presente estudio ha comparado la disposición sagital del raquis en bipedestación y flexión máxima del tronco entre corredores y piragüistas jóvenes. El principal hallazgo fue que existen diferencias significativas en la disposición angular de las curvas lumbar y torácica en flexión máxima del tronco, alcanzando los piragüistas mayores ángulos de flexión intervertebral que los atletas. Estas diferencias están probablemente asociadas a la posición de entrenamiento, ya que los piragüistas entrenan en posición de sedentación con las rodillas casi extendidas, adoptando posturas de retroversión pélvica e inversión lumbar(17). Esta posición está muy mediatizada por la reducida extensibilidad isquiosural que caracteriza al grupo de piragüistas evaluados (32,33), que produce una disminución del rango de movimiento de flexión de la pelvis y una mayor implicación de la flexión intervertebral lumbar y dorsal en flexión del tronco (42). Una mayor flexión intervertebral aumenta los niveles de presión intradiscal y estrés de cizalla antero-posterior en las articulaciones intervertebrales (43-45). Además, mantener estas posiciones durante un tiempo prolongado genera una deformación viscoelástica de los ligamentos posteriores del raquis que aumenta la

inestabilidad raquídea (46). Howell (47) en remeras de elite encontraron un alto porcentaje de casos con hiperflexión lumbar (76%) al realizar el test dedos-planta, mientras que la disposición angular torácica estaba más normalizada.

La adopción de posturas cifóticas y de inversión lumbar mantenidas o repetitivas en un raquis aún en proceso de maduración puede producir alteraciones en los núcleos de crecimiento de las vértebras (23). Pastor (1) encontró mayor presencia de acuñamientos vertebrales en la transición tóraco-lumbar en los nadadores que presentaban mayor flexión intervertebral torácica en el test dedos-planta. La edad de los deportistas evaluados en este estudio supone que sus núcleos de crecimiento vertebral aún siguen activos y, por tanto, una postura inadecuada del raquis podría generar alteraciones que afectarían a su calidad de vida así como a su trayectoria deportiva. En este sentido, Alricsson y Werner (48) encontraron un incremento significativo de la cifosis torácica en esquiadores tras un período de 5 años de entrenamiento. Por ello, es preciso incorporar a la planificación del entrenamiento de los deportistas, y especialmente en los piragüistas, un programa de actitud postural para mejorar la disposición sagital de su columna vertebral. Además, puesto que la postura del raquis lumbar está íntimamente relacionada con la posición de la pelvis (49), un adecuado trabajo de concienciación pélvica debería ser incluido en los programas de entrenamiento.

Algunos estudios previos han comparado la disposición sagital del raquis en función de diferentes prácticas deportivas. Boldori *et al.* (19), en deportistas jóvenes de diversas disciplinas deportivas (natación, tenis, fútbol, gimnasia artística, danza clásica, baloncesto y voleibol), encontraron diferentes morfotipos raquídeos en función de la práctica deportiva realizada, con un menor número de casos de hiperlordosis lumbares en varones futbolistas y nadadores, mayor número de casos de hipercifosis en nadadores y menor en jugadores de baloncesto. Uetake y Ohtsuki (18) en una muestra de 380 varones encontraron una cifosis torácica menor que la media en jugadores de fútbol, mientras que la lordosis lumbar era normal.

Otros estudios comparan a deportistas respecto a un grupo control, encontrando adaptaciones específicas según las posturas más frecuentemente adoptadas en los entrenamientos. Así, las gimnastas de rítmica presentan una rectificación lumbar y torácica, asociada a las posturas de extensión y corrección raquídea que caracteriza este deporte (2,3,6,7). En bailarinas (14,15), se ha encontrado una cifosis torácica que tiende a la normalidad, con una relativa frecuencia de rectificaciones, probablemente debido al continuo trabajo del esquema corporal que realizan diariamente con el espejo. Wodecki *et al.* (8) en una muestra de jugadores de fútbol que entrenaban al menos 4 horas semanales,

encontraron una menor cifosis dorsal, y una mayor lordosis lumbar que un grupo de sedentarios. En luchadores, Rajabi *et al.* (13) encontraron que los de estilo libre, cuya técnica se caracteriza por una flexión raquídea mantenida, presentaban una mayor cifosis torácica que los luchadores de Greco-Romana, caracterizados por posturas más erguidas del tronco. Las diferencias encontradas por estos estudios denotan adaptaciones posturales según el deporte practicado, si bien existen diferencias metodológicas entre los mismos en el protocolo y sistema de medición sagital del raquis, así como en las referencias de normalidad y patología utilizadas, que limitan la comparación de los valores angulares del raquis.

La extensibilidad isquiosural influye en la posición de la pelvis y el raquis (26,27,42). Varios estudios (20,28-36) han evaluado la extensibilidad isquiosural en deportistas de una o varias disciplinas, ya que la disminución de la misma se ha relacionado con un mayor riesgo de lesiones musculares (28) y alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (25).

Diversos estudios han valorado la extensibilidad isquiosural, encontrando con frecuencia una disminución de la misma en corredores de larga distancia (31), nadadores (1,29) y piragüistas (32,33). Sanz (30), tras evaluar los resultados en el test dedos-planta en nadadores, concluye que la práctica habitual de la natación con un planteamiento competitivo conlleva una disminución significativa de la distancia alcanzada. Rätty *et al.* (50), en corredores, refieren valores en el test EPR similares a los encontrados en este estudio (media: 82°). No obstante, en nadadores de élite (29) y ciclistas varones (16) se ha encontrado un porcentaje similar de casos con una reducida extensibilidad isquiosural respecto a una población no deportista de la misma edad.

Otros estudios han comparado la extensibilidad isquiosural entre deportistas de diferentes disciplinas. Chandler *et al.* (35) encontraron una menor extensibilidad isquiosural en tenistas, respecto a otros deportes, valorada en base al test dedos-planta. Ostojic y Stojanovic (51) encontraron una menor extensibilidad en futbolistas de elite respecto a jugadores amateur.

La menor extensibilidad isquiosural de los piragüistas respecto a los corredores está probablemente condicionada por un reducido volumen de estiramientos específicos. Arregui y Martínez de Haro (52) en un trabajo de revisión bibliográfica establecen que los entrenamientos específicos realizados habitualmente mejoran la extensibilidad, si bien los entrenamientos genéricos y la competición no logran mejoras en esta capacidad. No obstante, en ocasiones la falta de extensibilidad es un problema actitudinal porque los técnicos deportivos y los propios deportistas no consideran la extensibilidad isquiosural como una capacidad importante en la consecución de un alto rendimiento deportivo (53).

Además, en estas edades, en torno al estirón puberal, se produce una disminución de la extensibilidad isquiosural (54), que será más acentuada si no se realiza un entrenamiento sistematizado de esta capacidad. De un modo u otro, es muy destacable que los piragüistas no obtengan valores más altos en el test EPR, tratándose de deportistas de alto nivel de su categoría, y más cuando por la posición de sedentación y el ángulo adoptado por las rodillas, la extensibilidad isquiosural es una variable que determina su postura y comodidad al palear. Además, puesto que tanto Ferrer (20) como Pastor (1) encontraron una asociación entre una reducida extensibilidad isquiosural y el porcentaje de repercusiones en el raquis lumbar y la charnela tóraco-lumbar de deportistas jóvenes, se debería incrementar el correcto trabajo de extensibilidad de la musculatura isquiosural en los entrenamientos.

CONCLUSIONES

La práctica deportiva realizada condiciona la disposición sagital del raquis en flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, posiblemente como compensación a las exigencias específicas del entrenamiento sistematizado. El entrenamiento en sedentación prolongada con rodillas casi extendidas de los kayakistas, aumenta el rango de flexión intervertebral torácico y lumbar en los movimientos de flexión máxima del tronco. Es necesario incorporar al entrenamiento de los mismos un programa sistemático de estiramiento isquiosural y concienciación raquídea.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Pastor A. *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite Españoles*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, 2000.
- (2) Pastor A, Santonja F, Ferrer V, Domínguez F, Canteras M. Determinación del morfotipo sagital de la columna de jóvenes nadadores de elite españoles. *Selección* 2002; 11: 268-9.
- (3) Kums T, Erelina J, Gapeyeva H, Pääsuke M, Vain A. Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2007; 20: 87-95.
- (4) Nilsson C, Wykman A, Leanderson J. Spinal Sagittal mobility and joint laxity in young ballet dancers. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthroscopy* 1993;1: 206-8.
- (5) Ohlén G, Wredmark T, Spandfort E. Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine* 1989;14: 847-50.

- (6) Martínez P. *Disposición del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Rítmica Deportiva*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 2004.
- (7) Martínez F, Pastor A, Rodríguez PL, Santonja F. Disposición estática y dinámica en el plano sagital del raquis en gimnasia rítmica deportiva. *Selección* 2002; 11: 270.
- (8) Wodecki P, Guigui P, Hanotel MC, Cardinne L, Deburge A. Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002; 88: 328-36.
- (9) López N, Alburquerque F, Quintana E, Domínguez R, Rubens J, Calvo JI, Evaluación y análisis del morfotipo raquídeo del futbolista juvenil y amateur. *Fisioterapia* 2005; 27: 192-200.
- (10) López-Miñarro PA, Yuste JL, Rodríguez PL, Santonja F, Sáinz de Baranda P, García, A. Sagittal spinal curvatures of thoracic and lumbar spine during the standing bilateral curl bar exercise. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2007; 7: 19-24.
- (11) López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM, Yuste JL. Posture of thoracic spine during triceps-pushdown exercise. *Science & Sports* 2008; 23: 183-5.
- (12) López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja F, Yuste JL, García, A. Sagittal spinal curvatures in recreational weight lifters. *Archivos de Medicina del Deporte* 2007; 122: 435-41.
- (13) Rajabi R, Doherty P, Goodarzi M, Hemayattalab R. Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and free style wrestlers and a group of non-athletic subjects. *Br J Sports Med* 2008; 42: 229-32.
- (14) Gómez S, Santonja F, Canteras M, Sáinz P, Pastor A. Morfotipo del raquis en bailarinas. Estudio en bipedestación y flexión del tronco. *Selección* 2002; 11: 274.
- (15) Gómez S. *Estudio sagital del raquis en bailarinas de danza clásica y danza española*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 2007.
- (16) Pastor A, Replinger R, Santonja F, Ferrer V. Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la musculatura isquiosural en jóvenes ciclistas. *Selección* 2002; 11: 275-6.
- (17) López-Miñarro PA, Alacid F, Ferragut C, García A. Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2008; 9: 171-6.
- (18) Uetake T, Ohsuki F, Tanaka H, Shindo M. The vertebral curvature of sportsmen. *J Sports Sci* 1998; 16: 621-8.
- (19) Boldori L, Da Soldá M, Marelli, A. Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in young athletes. *Minerva Pediatrica* 1999; 51: 259-64.
- (20) Ferrer V. *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 1998.
- (21) Wojtys E, Ashton-Miller J, Huston L, Moga P. The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *Am J Sports Med* 2000; 17: 490-8.

- (22) Hellström M, Jacobsson B, Swärd L, Peterson L. Radiologic abnormalities of the thoracolumbar spine in athletes. *Acta Radiol* 1990; 31: 127-32.
- (23) Ashton-Miller, JA. Thoracic hyperkyphosis in the young athlete: a review of the biomechanical issues. *Current Sports Medicine Report* 2004; 3: 47-52.
- (24) Fernández B, Terrados N, Pérez-Landaluce J, Rodríguez M. Patología del piragüismo. *Archivos de Medicina del Deporte* 1992; 35: 315-8.
- (25) 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.
- (26) López-Miñarro PA, Sáinz de Baranda P, Rodríguez-García PL, Yuste JL. Comparison between sit-and-reach test and V sit-and-reach test in young adults. *Gazz Med Ital* 2008; 167: 135-42.
- (27) Rodríguez-García PL, López-Miñarro PA, Yuste JL, Sáinz de Baranda P. Comparison of hamstring criterion-related validity, sagittal spinal curvatures, pelvic tilt, and score between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Med Sport* 2008; 61: 11-20.
- (28) Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med* 2003; 31: 41-6.
- (29) Pastor A, Santonja F, Canteras M, Ferrer V, Domínguez. Valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles. *Selección* 2002; 11: 269.
- (30) Sanz I. Natación y flexibilidad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2002; 6: 128-42. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista6/natacion.htm>
- (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.
- (32) López-Miñarro PA, Alacid F, Ferragut C, García A. Valoración y comparación de la extensibilidad isquiosural entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. *Motricidad. European Journal of Human Movement* 2008; 20: 97-111.
- (33) López-Miñarro PA, Ferragut C, Alacid F, Yuste JL, García A. Validez de los test dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil. *APUNTS Med Dep* 2008; 157: 24-9.
- (34) Santonja F, Gómez S, Canteras M, Sáinz P, Ferrer V. Amplitud de la flexo-extensión del tronco en bailarinas y estudio de la extensibilidad isquiosural. *Selección* 2002; 11: 271.
- (35) Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, Wooten B, Kiser A, Stone E. Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *Am J Sports Med* 1990; 18: 134-6.
- (36) Duncan MJ, Woodfield L, al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med* 2006; 40: 649-51.

- (37) Mellin G. Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer. *Spine* 1986; 11: 759-762.
- (38) 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.
- (39) Miñarro PA, Andujar PS, Garcia PL, Toro EO. A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sport* 2007; 10: 456-62.
- (40) Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección* 1995; 4: 81-91.
- (41) Santonja Medina FM, Sainz de Baranda Andújar P, Rodríguez García PL, López Miñarro PA, Canteras Jornada M. Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *J Sports Med Phys Fitness* 2007; 47: 304-8.
- (42) Gajdosik RL, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;20: 213-9.
- (43) Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine* 1999;24: 755-62.
- (44) Sato k, Kikuchi S, Yonezawa T. In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. *Spine* 1999;24: 2468-74.
- (45) McGill SM. Low back disorders. *Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2002.
- (46) Solomonow M. Ligaments: a source of work-related musculoskeletal disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2004;14: 49-60.
- (47) Howell DW. Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. *Am J Sports Med* 1984;12: 278-81.
- (48) Alricsson M, Werner S. Young elite cross-country skiers and low back pain-A 5-year study. *Phys Ther Sport* 2006; 7:181-4.
- (49) Levine D, Whittle MW. The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;24: 130-5.
- (50) Rätty HP, Battié MC, Videman T, Sarna S. Lumbar mobility in former elite male weight-lifters, soccer players, long-distance runners and shooters. *Clin Biom* 1997; 5: 325-30.
- (51) Ostojic SM, Stojanovic MD. Range of motion in the lower extremity: elite vs non-elite soccer players. *Serbian Journal of Sports Sciences* 2007; 1: 74-8.
- (52) Arregui JA, Martínez de Haro V. Estado actual de las investigaciones sobre la flexibilidad en la adolescencia. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2001; 2: 127-35. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista2/artflexi.htm>
- (53) Nyland J, Kocabey Y, Caborn DN. Sex differences in perceived importance of hamstring stretching among high school athletes. *Percept Mot Skills* 2004;99: 3-11.

- (54) 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.

[Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte](#)- vol. 9 - número 36 - diciembre 2009 - ISSN: 1577-0354