

Muyor, J.M.; López-Miñarro, P.A. y Alacid, F. (2012). Disposición sagital del raquis lumbar en ciclistas de élite y sedentarios / Sagittal lumbar curvature in elite cyclists and non-athletic subjects. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 12 (46) pp. 219-231 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista46/artdisposicion256.htm>

ORIGINAL

DISPOSICIÓN SAGITAL DEL RAQUIS LUMBAR EN CICLISTAS DE ÉLITE Y SEDENTARIOS

SAGITTAL LUMBAR CURVATURE IN ELITE CYCLISTS AND NON-ATHLETIC SUBJECTS

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

1 Profesor ayudante doctor. Área de Expresión Corporal. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Almería, España. josemuyor@ual.es

2 Profesor titular de escuela universitaria interino. Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Facultad de Educación. Universidad de Murcia, España. <http://webs.um.es/palopez>
palopez@um.es

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

AGRADECIMIENTOS

La participación de Pedro Ángel López-Miñarro en este trabajo es resultado de la ayuda (11664/EE2/09) concedida por la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia en el marco del II PCTRM 2007 -2010.

Código UNESCO / UNESCO Code: 2411 Fisiología humana / Human physiology

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 11. Medicina del deporte / Sport medicine

Recibido 20 de abril de 2010 **Received** April 20, 2010

Aceptado 4 de abril de 2012 **Accepted** April 4, 2012

RESUMEN

La repetición sistemática de gestos deportivos específicos y el mantenimiento de posturas durante largos periodos de tiempo se ha asociado a modificaciones en las curvas raquídeas. El objetivo del presente estudio fue comparar el perfil sagital del raquis lumbar y su rango de movimiento entre ciclistas de categoría élite y sujetos no deportistas. A un total de 60 ciclistas de élite y 68 sedentarios (edad: 23,2 ± 4,5 años) se les evaluó aleatoriamente,

mediante un Spinal Mouse[®], la curva lumbar en bipedestación, sedentación relajada y máxima flexión del tronco con rodillas flexionadas y extendidas. Los ciclistas mostraron una significativa mayor flexión lumbar en las posturas de máxima flexión del tronco, mientras que no hubo diferencias significativas en bipedestación y sedentación relajada. En conclusión, la posición del raquis lumbar en la bicicleta parece condicionar la disposición del raquis lumbar en posiciones de flexión máxima del tronco.

PALABRAS CLAVE: ciclismo, columna vertebral, postura, flexión.

ABSTRACT

Exposure to years of intense athletic training and flexion postures has been associated to changes in sagittal spinal curvatures. The aim of this study was to compare the sagittal lumbar curvature between elite cyclists and non-athletic population. A total of 60 elite cyclists and 68 non-athletic subjects (age: 23.2 ± 4.5 years) were recruited. The Spinal Mouse[®] was used to measure the sagittal lumbar spine in usual upright posture, slumped sitting and maximal trunk flexion in sitting (flexed and straight knees). The cyclists reported greater lumbar flexion in all measures, although no statistical differences were found between both groups in upright posture and slumped sitting. In conclusion, the seated posture in the bicycle may influence the sagittal lumbar curvature in maximal trunk flexion.

KEY WORDS: cycling, spine, posture, flexion.

1. INTRODUCCIÓN

La disposición sagital del raquis está condicionada por la repetición sistemática de gestos técnicos deportivos específicos durante un largo periodo de tiempo y el volumen de entrenamiento. Se han descrito adaptaciones específicas en las curvaturas sagitales del raquis entre deportistas de diferentes disciplinas deportivas (1). La reiteración de entrenamientos intensos, a lo largo de los años, puede influir en las curvaturas del raquis, debido a la incidencia de las cargas mecánicas repetidas en el crecimiento vertebral (2).

Diversos estudios han observado adaptaciones raquídeas específicas en diferentes deportistas, como en bailarinas (3), gimnastas de rítmica (4,5), esquiadores (6,7), luchadores de estilo libre y greco-romano (8), futbolistas (9), remeros (10,11), piragüistas (12-16), usuarios de salas de musculación (17-21) y jugadoras de voleibol (22). Otros estudios han evaluado y comparado el morfotipo raquídeo en diferentes disciplinas deportivas (2,23,24), observando una relativa influencia de los movimientos repetitivos, específicos y posturas mantenidas de cada deporte, en las estructuras raquídeas.

En ciclismo, la principal posición adoptada es la sedentación en la bicicleta, con tres puntos de apoyo del ciclista sobre la misma: sillín, manillar y pedales (25). La sedentación prologada junto a cargas intensas de entrenamiento genera adaptaciones raquídeas (26,27), aumentando el estrés vertebral (28) y la presión intradiscal (29-31).

Algunos estudios han evaluado el morfotipo raquídeo del ciclista. Kolehmainen y *cols.* (32) analizaron la influencia de la altura del manillar sobre el raquis cervical y torácico. Ashe y *cols.* (33) compararon variables cardiovasculares y ventilatorias, a intensidades máximas y submáximas, al colocar el tronco erguido o flexionado sobre la bicicleta, en ciclistas desentrenados. Rajabi y *cols.* (34) encontraron una mayor cifosis torácica en bipedestación en ciclistas respecto a un grupo de no deportistas. Muyor y *cols.* (35), observaron un mayor porcentaje de hipercifosis torácica, en bipedestación, en ciclistas de élite en comparación con sujetos sedentarios. Sin embargo, cuando se situaban en su posición habitual sobre la bicicleta, los valores angulares torácicos disminuían significativamente. Recientemente, se han encontrado resultados similares en ciclistas de categoría máster 30 (36) y máster 40 (37), existiendo una tendencia hacia una mayor cifosis torácica cuanto más edad tiene el ciclista (38).

Usabiaga y *cols.* (39) evaluaron, mediante radiografías, el raquis lumbar de tres ciclistas profesionales sobre la bicicleta, encontrando una postura de inversión lumbar. Resultados similares se han encontrado al evaluar, diferentes categorías deportivas en ciclismo, mediante el sistema Spinal Mouse[®] (36-38,40).

Por otro lado, Salai y *cols.* (41) observaron que más del 50% de los hombres y mujeres ciclistas presentaban algias lumbares, posiblemente asociadas a la posición que adopta el ciclista sobre la bicicleta (41,42).

No conocemos estudios que evalúen la disposición sagital del raquis lumbar en diferentes posiciones habituales en un grupo de ciclistas de elite. El raquis lumbar y su rango de movimiento, en comparación con un grupo de sujetos no deportistas de la misma edad, no ha sido tratado en la literatura científica. Puesto que la posición del ciclista, en inversión lumbar sobre la bicicleta, podría generar adaptaciones en la disposición sagital del raquis lumbar en situaciones estáticas y dinámicas, el objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar la disposición angular del raquis lumbar y su rango de flexión en el plano sagital, entre un grupo de ciclistas de élite y un grupo de sujetos que no practican actividades físico-deportivas.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Muestra

Un total de 60 ciclistas de élite y un grupo control de 68 sujetos no deportistas, todos ellos varones, con edades comprendidas entre los 18-27 años (media de edad: $23,2 \pm 4,5$ años), participaron voluntariamente en este estudio. Los datos descriptivos de la muestra se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra.

	Grupo ciclistas élite (n=60)	Grupo control (n=68)
Talla (m)	$1,77 \pm 6,00$	$1,78 \pm 6,30$
Masa (kg)	$71,6 \pm 9,6$	$74,0 \pm 10,1$
IMC (kg/m^2)	$22,6 \pm 2,5$	$23,2 \pm 2,5$

IMC: índice de masa corporal

Los criterios de inclusión de los ciclistas para participar en el estudio fueron: un volumen de entrenamiento de 2 a 3 horas al día, con una frecuencia de 4 a 6 días por semana, así como tener un historial de entrenamiento en ciclismo de más de 4 años de práctica ininterrumpida. Los criterios de exclusión fueron: 1) haber manifestado dolor lumbar en los tres meses anteriores a la realización del estudio; y 2) estar diagnosticado de alguna patología raquídea. Los sujetos del grupo control eran sedentarios, y no habían participado en actividades físico-deportivas de forma regular.

2.1. Procedimiento

El estudio fue aprobado por el Comité ético y de Investigación de la Universidad de Almería. Previamente a las mediciones, todos los sujetos fueron informados sobre el procedimiento y firmaron, voluntariamente, un consentimiento informado.

La disposición angular de la curva lumbar fue valorada, en un orden aleatorio, mediante un Spinal Mouse® en bipedestación, sedentación relajada, y en máxima flexión del tronco con rodillas flexionadas y extendidas. Entre cada medición hubo 5 minutos de descanso. Cada sujeto fue evaluado en ropa interior, descalzo y por el mismo examinador en una misma sesión. La temperatura fue estandarizada a 24°C .

Previamente a las mediciones, el investigador principal identificó mediante palpación y marcó, con un lápiz dérmico, la apófisis espinosa de la primera vértebra torácica (T1), así como el inicio del pliegue interglúteo, coincidiendo con la primera vértebra sacra (S1).

Para medir la curva lumbar, una vez que el sujeto se colocaba en la posición a medir, el Spinal Mouse® se guiaba a lo largo de las apófisis espinosas del raquis, desde T1 hasta S1 (figura 1). El sistema digitaliza el

contorno de la piel sobre el raquis en el plano sagital, aportando información sobre la angulación global de las curvas raquídeas. El Spinal Mouse® ha mostrado una elevada validez y una consistente fiabilidad en comparación con técnicas radiográficas (43).



Figura 1. Valoración del raquis lumbar en bipedestación mediante el Spinal Mouse®.

2.2. Posturas evaluadas

Bipedestación: Los sujetos se situaban de pie, con los hombros relajados, mirada al frente, los brazos a lo largo del tronco y con una apertura de los pies igual a la anchura de sus caderas.

Sedentación relajada: Los sujetos se dispusieron en sedentación relajada sobre una camilla, sin apoyo torácico ni lumbar, con las manos apoyadas sobre los muslos, las rodillas flexionadas a 90° y sin contacto de los pies en el suelo.

Máxima flexión del tronco en sedentación con rodillas flexionadas: Los sujetos, en sedentación sobre un banco con los pies apoyados en el suelo y las rodillas flexionadas a 90°, realizaron una flexión máxima del tronco.

Máxima flexión del tronco en sedentación con rodillas extendidas: para su valoración se realizaron los test *sit-and-reach* y *toe-touch*.

Test sit-and-reach: Los sujetos se colocaron en sedentación con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas, con las plantas de los pies en contacto con un cajón de medición (ACUFLEX I, altura de 36 cm) y las puntas de los pies dirigidas hacia arriba. Desde esta posición, los sujetos realizaron una flexión máxima del tronco.

Test toe-touch: 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 los dedos en contacto con el cajón. Desde esta posición, los sujetos realizaron una flexión máxima del tronco.

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 el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, se aplicó una prueba *t* de Student para muestras independientes con objeto de comparar las variables analizadas entre el grupo de ciclistas y el grupo control. Todos los datos fueron analizados usando el SPSS 15,0 y el nivel de significación se estableció en un valor de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los valores angulares medios del raquis lumbar (\pm desviación típica) en el grupo de ciclistas de élite y el grupo control. Se encontraron diferencias significativas, entre ambos grupos, en las posiciones donde el raquis lumbar se disponía en máxima flexión, mostrando el grupo de ciclistas los valores más elevados.

Tabla 2. Media \pm desviación típica de la curva lumbar en las posiciones evaluadas.

POSICIONES EVALUADAS	Grupo ciclistas élite (n=60)	Grupo control (n=68)
Bipedestación ^a	-27,32° \pm 7,23°	-27,50° \pm 7,15°
Sedentación relajada	19,97° \pm 9,74°	17,24° \pm 9,50°
Máxima flexión del tronco en sedentación con rodillas flexionadas	38,33° \pm 9,94°	31,75° \pm 8,21°‡
Test <i>sit-and-reach</i>	33,83° \pm 9,56°	30,32° \pm 7,65°*
Test <i>toe-touch</i>	34,82° \pm 8,99°	30,25° \pm 7,43°†

* $p < 0,05$; † $p < 0,01$ y ‡ $p < 0,001$ respecto al grupo de ciclistas de élite; ^a Valores negativos corresponden a una curva de concavidad posterior.

4. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue comparar la disposición angular del raquis lumbar y su rango de flexión intervertebral entre un grupo de ciclistas de élite y un grupo de sujetos que no realizaban actividades físico-deportivas. La práctica del ciclismo, debido a la sedentación prolongada durante años de entrenamiento, podría generar algún tipo de adaptación en el morfotipo estático y dinámico del raquis lumbar.

Estudios previos han mostrado que los gestos repetitivos y posturas específicas, mantenidas durante los entrenamientos, pueden influir en la disposición sagital del raquis en deportistas, con adaptaciones específicas en función de la especificidad técnica de cada deporte (1-2,4-5,7-9,13,27,34).

Los resultados del presente estudio mostraron que los valores del raquis lumbar en bipedestación fueron similares en ambos grupos. Puesto que los ciclistas mantienen el raquis lumbar en flexión sobre sus bicicletas (36-40) durante un tiempo prolongado, en virtud de las teorías de “remodelado vertebral” apoyadas en la *Ley de Wolff* con respecto al crecimiento de la masa ósea y la *Ley de Volkmann* con respecto al crecimiento específico de las vértebras, podría generarse una adaptación en el raquis lumbar que conllevaría una rectificación lumbar. La *Ley de Volkmann* indica que la presión sobre las epífisis retrasa la velocidad de crecimiento en la zona afectada (en el caso de los ciclistas, en la parte anterior de la vértebra por la posición de flexión), mientras que la zona posterior continúa su ritmo normal de crecimiento. Esta situación podría generar una menor lordosis lumbar en bipedestación. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la lordosis lumbar en bipedestación entre los ciclistas y el grupo de sedentarios. En otros estudios realizados en ciclistas de diferentes categorías, tampoco se han encontrado diferencias significativas en los valores angulares del raquis lumbar en bipedestación entre ellos (36,38). Esta situación podría deberse a que la presión ejercida en los cuerpos vertebrales, en la postura de sedentación en la bicicleta, es insuficiente para inhibir el crecimiento anterior de las vertebrales lumbares, debido al apoyo de las manos en el manillar que reduciría el nivel de presión en aquéllas, o también porque en las actividades de la vida diaria de los sujetos sedentarios predominan las posturas de sedentación, que usualmente suelen disponer el raquis lumbar en una postura de inversión.

Otros estudios han encontrado una lordosis lumbar significativamente menor en gimnastas de rítmica y bailarinas, en comparación con un grupo de sujetos no deportistas de la misma edad (3-4,9). El continuo trabajo del esquema corporal frente al espejo, colocando el raquis en una postura de rectificación dorso-lumbar, posiblemente generan una adaptación que favorece la disminución de la lordosis. Por el contrario, en futbolistas se ha observado un incremento de la lordosis lumbar en comparación con sujetos no deportistas (9).

Otros estudios que han evaluado el raquis lumbar en deportistas que se caracterizan por una posición mantenida en flexión, han encontrado una reducción de la lordosis lumbar (2,12,22). En piragüistas, López-Miñarro y cols. (12) al analizar el raquis lumbar, observaron unos valores angulares medios de $27,91^\circ \pm 6,21^\circ$ y $25,70^\circ \pm 6,15^\circ$ en kayakistas y canoístas, respectivamente. El 8,7% de los kayakistas y el 10,0% de los canoístas evaluados presentaban rectificación lumbar, sin encontrar caso alguno de hiperlordosis lumbar. La ausencia de casos con ésta última se relacionó con la posición en sedentación prolongada, en el caso de los kayakistas, y a la flexo-extensión cíclica del raquis en el caso de los canoístas. En un estudio posterior, López-Miñarro y

cols. (16), al evaluar el raquis lumbar de canoístas con el sistema Spinal Mouse, encontraron que 79,5% de estos deportistas presentaban un raquis lumbar en los valores de normalidad tanto en bipedestación como sobre la canoa en posición de base, predominando una postura de hiperlordosis lumbar en la fase de ataque al agua.

Grabara y Hadzik (22) observaron una disminución de la lordosis lumbar en jugadoras de voleibol, en comparación con un grupo mujeres de la misma edad que no practicaban deporte, posiblemente condicionada por la posición de moderada flexión del tronco en las posiciones de defensa.

Wojtys y *cols.* (2), en deportistas entre 8 y 18 años, encontraron un incremento significativo de las curvaturas del raquis en aquellos que entrenaban más horas, observando mayores lordosis lumbares cuando se excedían las 400 horas anuales. En cambio, en el presente estudio, siendo el volumen medio anual de entrenamiento de 780 horas, no se observaron diferencias significativas en el raquis lumbar en bipedestación entre el grupo de ciclistas y el grupo control. Las diferencias entre ambos estudios, podrían ser debidas a la multitud de deportes analizados por Wojtys y *cols.* (2) así como por las diferencias de edad de los sujetos participantes en ambos estudios.

En sedentación relajada, los valores de flexión lumbar fueron mayores en los ciclistas, aunque sin diferencias significativas con el grupo control. La tendencia hacia una mayor flexión lumbar en el grupo de ciclistas podría estar relacionada con las posiciones mantenidas de inversión lumbar sobre la bicicleta (36-40). No obstante, los dos grupos analizados mostraron un raquis lumbar invertido en sedentación. Estos resultados están en consonancia con López-Miñarro y *cols.* (14), ya que encontraron en kayakistas de élite que disponían su raquis lumbar en inversión cuando adoptaban posturas en sedentación. Estos autores justificaron sus hallazgos debido a la adaptación del raquis en flexión cuando se sitúan sobre el kayak. Esta del raquis lumbar en inversión ha sido relacionada con el aumento de algias raquídeas (28) y de presiones intradiscuales (29-31).

Santonja y *cols.* (44) proponen que se realice, además del análisis de la postura de bipedestación, una valoración dinámica del raquis, basada en el análisis de la posición de flexión máxima del tronco, ya que en ocasiones, el raquis presenta unas curvaturas normales en bipedestación, mientras que en flexión del tronco se observan posturas que suponen una desalineación raquídea.

Al valorar la postura del raquis lumbar en las posiciones de flexión máxima del tronco, el grupo de ciclistas mostró ángulos significativamente mayores que el grupo control. Estudios recientes han analizado si el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural influye en las posturas de flexión del tronco. Aunque sí se han encontrado modificaciones en el raquis torácico e inclinación pélvica, parece que no tiene influencia sobre el grado de flexión

lumbar en posturas de flexión máxima del tronco con rodillas flexionadas y extendidas (40,45). Por ello, la mayor flexión lumbar encontrada en los ciclistas élite en posturas de flexión del tronco, posiblemente está relacionado por la postura de los ciclistas en la bicicleta, que podría generar una deformación visco-elástica en los ligamentos del arco posterior de las vértebras. Diversos estudios han mostrado que al adoptar posturas mantenidas de flexión lumbar, se produce un aumento del rango de movimiento (13,46). López-Miñarro y cols. (13) al comparar las disposición sagital del raquis lumbar en máxima flexión del tronco con rodillas extendidas entre piragüistas y corredores, observaron que los primeros alcanzaron valores significativamente mayores que los corredores. Esta diferencia se justifica por la adaptación del raquis a la sedentación mantenida de los piragüistas sobre sus embarcaciones.

Los resultados del presente estudio coinciden con un estudio previo en remeros, cuya posición específica en la embarcación es también en sedentación. Howell (46) evaluó la flexión lumbar, mediante el test *sit-and-reach*, en 17 remeros, encontrando que el 76% mostraba una hiperflexión lumbar debido a los movimientos de flexo-extensión que caracterizan a este deporte en las fases de la remada. De hecho, la mayor flexión lumbar podría beneficiar a estas deportistas, al aumentar el rango de recorrido y generar mayor potencia, si bien estuvo altamente correlacionada con la aparición de algias lumbares.

En el presente estudio, no se ha podido establecer si la mayor flexión lumbar mostrada por los ciclistas en las posiciones de máxima flexión del tronco podría propiciar la aparición de molestias o dolor lumbar, puesto que todos los sujetos participantes en el estudio fueron asintomáticos. No obstante, algunos estudios han establecido una clara relación entre la sedentación prolongada y las algias lumbares (10,11,28). Dado que una sedentación con el raquis lumbar invertido genera una mayor presión intradiscal y cargas compresivas y de cizalla más acentuadas, que aumentan el riesgo de repercusiones discales (29-31), es aconsejable que estos deportistas realicen un programa específico de fortalecimiento y estiramiento lumbo-abdominal, ejercicios específicos de extensibilidad isquiosural, así como actividades para la mejora del esquema corporal, ya que estudios previos han mostrado que este tipo de programas son efectivos para la mejora de la higiene postural y salud raquídea (47).

5. CONCLUSIONES

La práctica del ciclismo de forma sistematizada y con un alto volumen de entrenamiento no genera adaptaciones específicas en la disposición sagital del raquis lumbar en bipedestación. Sin embargo, esta práctica deportiva sí parece influir el morfotipo dinámico del raquis lumbar, ya que los ciclistas se caracterizan por un mayor rango de flexión intervertebral en las posiciones de máxima flexión del tronco, tanto con rodillas flexionadas como extendidas. Es necesario incluir un trabajo de compensación basado en actividades de fortalecimiento y concienciación del raquis lumbar en estos deportistas para prevenir lesiones en el raquis lumbar.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Uetake T, Ohsuki F, Tanaka H, Shindo M. The vertebral curvature of sportsmen. *J Sport Sci* 1998; 16: 621-8.
2. Wojtys EM, Ashton-Miller JA, Huston LJ, Moga PJ. The association between athletic training time and the sagittal curve of the immature spine. *Am J Sports Med* 2000; 28: 490-8.
3. Nilsson C, Wykman A, Leanderson J. Spinal sagittal mobility and joint laxity in young ballet dancers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993; 1: 206-8.
4. Kums T, Erelina J, Gapeyeva H, Pääsuke M, Vain A. Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2007; 20: 87-95.
5. Öhlen 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. Rachbauer F, Sterzinger W, Eibl G. Radiographic abnormalities in the thoracolumbar spine of young elite skiers. *Am J Sports Med* 2001; 29: 446-9.
7. Alricsson, M, Werner S. Young elite cross-country skiers and low back pain. A 5-year study. *Phys Ther Sport* 2006; 7: 181-4.
8. 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* 2007; 42: 229-32.
9. 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.
10. Caldwell JS, McNair PJ, Williams M. The effects of repetitive motion on lumbar flexion and erector spinae muscle activity in rowers. *Clin Biomech* 2003; 18: 704-11.
11. Stutchfield, B, Coleman, S. The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers. *Eur J Sports Sci* 2006; 6: 255-60.
12. López-Miñarro PA, Alacid F, Ferragut C, García-Ibarra A. Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2008; 3(9), 171-6.
13. López-Miñarro PA, Alacid F, Muyor JM. Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte* 2009; 9(36): 379-92.
14. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in elite young kayakers. *Med Sport* 2010; 63: 509-519.
15. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in highly trained young kayakers. *Eur J Sport Sci* 2011. DOI:10.1080/17461391.2011.575476

16. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Sagittal spinal and pelvic postures of highly-trained young canoeist. *J Hum Kinectics* 2011; 29: 41-48.
17. López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM, Yuste JL. Posture of thoracic spine during triceps-pushdown exercise. *Sci Sports* 2008; 23: 183-5.
18. López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM, Yuste JL, García A. Disposición sagital del raquis en usuarios de salas de musculación. *Arch Med Deporte* 2007; 122: 235-44.
19. López-Miñarro PA, Yuste JL, Rodríguez PL, Santonja F, Sáinz de Baranda P, García A. Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra en bipedestación. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2007; 7(3): 19-24.
20. López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM. Posture of the thoracic spine during latissimus dorsi pulldown behind the neck position exercise in recreational weight lifters. *Gaz Med Ital* 2009; 168: 347-52.
21. López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM. Postura del raquis lumbar en el ejercicio de extensión de codo con mancuerna. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte* 2010; 10(37): 138-49.
22. Grabara M, Hadzik, A. Postural variables in girls practicing volleyball. *Bio Hum Kinetics* 2009; 1: 67-71.
23. Aggrawal ND, Kaur R, Kumar, S, Matur DN. A study of changes in the spine in weight lifters and other athletes. *Br J Sports Med* 1979; 13: 58-61.
24. Rätty HP, Battié MC, Videman T, Sarna S. Lumbar mobility in former élite male weight-lifters, soccer players, long-distance runners and shooters. *Clin Biomech* 1997; 12: 325-33.
25. Muyor JM. Prevención de lesiones en ciclismo. Una revisión bibliográfica. *Selección* 2005; 4: 238-44.
26. Iwamoto J, Abe H, Tsukimura Y, Wakano K. Relationship between radiographic abnormalities of lumbar spine and incidence of low back pain in high school and college football players: a prospective study. *Am J Sports Med* 2004; 15: 163-8.
27. Öztürk A, Özkan Y, Özdemir RM, Yaçın N, Akgöz S, Saraç, Aykut S. Radiographic changes in the lumbar spine in former professional football players: a comparative and matched controlled study. *Eur Spine J* 2008; 17: 136-41.
28. Beach T, Parkinson R, Stothart P, Callaghan J. Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of the in vivo lumbar spine. *Spine J* 2005; 5: 145-54.
29. Nachemson A. The load on lumbar disks in different positions of the body. *Clin Orthop* 1966; 45: 107-22.
30. 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.
31. Wilke H, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes L. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine* 1999; 24: 755-62.

32. Kolehmainen I, Harms-Ringdahl K, Lanshammar H. Cervical spine positions and load moments during bicycling with different handlebar positions. *Clin Biomech* 1989; 4: 105-10.
33. Ashe MC, Scroop GC, Frisken PI, Amery CA, Wilkins MA, Khan KM. Body position affects performance in untrained cyclists. *Br J Sports Med* 2005; 37: 441-4.
34. Rajabi R, Freemont A, Doherty P. The investigation of cycling position on thoracic spine. A novel method of measuring thoracic kyphosis in the standing position. *Arch Physiol Biochem* 2000; 1: 142.
35. Muyor JM, López-Miñarro PA, Alacid F. A comparison of the thoracic spine in the sagittal plane between elite cyclists and non-athlete subjects. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2011; 24: 129-135.
36. Muyor JM, López-Miñarro PA, Alacid F. Sagittal posture of thoracic and lumbar pelvic tilt in highly trained cyclists. *J Sports Sci Med* 2011; 10: 355-361.
37. Muyor JM, Alacid F, López-Miñarro PA. Spinal posture of thoracic and lumbar spine in master 40 cyclists. *Int J Morphol* 2011; 3: 727-732.
38. Muyor JM, Alacid F, López-Miñarro PA, Casimiro AJ. Evolution of spinal morphology and pelvic tilt in cyclists of different ages. A cross sectional study. *Int J Morphol* 2012; 30: 199-204.
39. Usabiaga J, Crespo R, Iza I, Aramendi J, Terrados, N, Poza J. Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing. *Spine* 1997; 22: 1965-9.
40. Muyor JM, Alacid F, López-Miñarro PA. Influence of hamstring muscles extensibility on spinal curvatures and pelvic tilt in highly trained cyclists. *J Hum Kinectics* 2011; 29: 15-23.
41. Salai M, Brosh T, Blankstein A, Oran A, Chechik A. Effect of changing the saddle angle on the incidence of low back pain in recreational bicyclist. *Br J Sports Med* 1999; 33: 398-400.
42. de Vey Mestdagh K. Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. *Appl Ergon* 1998; 29: 325-34.
43. Guermazi M, Ghroubi S, Kassis M, Jaziri O, Keskes H, Kessomtini W, Ben Hammouda I, Elleuch MH. Validity and reliability of Spinal Mouse® to assess lumbar flexion. *Ann Réadapt Méd Phys* 2006; 49: 172-7.
44. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración radiográfica ante la cortedad isquiosural. *Selección* 1995; 4(3): 137-45.
45. López-Miñarro PA, Muyor JM, Belmonte F, Alacid F. Acute effects of hamstring stretching on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt. *J Hum Kinectics* 2012; 31: 69-78.
46. Howell D. Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. *Am J Sports Med* 1984; 12: 278-81.
47. Muyor JM, López-Miñarro PA, Casimiro AJ. Effect of stretching program in an industrial workplace on hamstring flexibility and sagittal spinal posture of adult women workers: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2012. DOI 10.3233/BMR-2012-0323.

Referencias totales / Total references: 47 (100 %)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 2 (4,25%).

[Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte](#)- vol.12 - número 46 - ISSN: 1577-0354