

Original

Disposición sagital del raquis lumbar en el ejercicio de polea al pecho

P.A. López-Miñarro^a, P.L. Rodríguez-García^a, F. Santonja Medina^b y F.J. López Villalba^a

^aDepartamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. Campus Universitario de Espinardo. Murcia. España.

^bDepartamento de Fisioterapia. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia. Campus Universitario de Espinardo. Murcia. España.

RESUMEN

Historia del artículo:

Recibido el 17 de febrero de 2008

Aceptado el 25 de marzo de 2009

Palabras clave:

Curvaturas espinales.

Balance postural.

Entrenamiento de fuerza.

Objetivos. Describir la disposición sagital del raquis lumbar en usuarios de salas de acondicionamiento muscular al realizar el ejercicio de polea al pecho y compararla con la disposición angular en bipedestación habitual.

Método. A un total de 66 usuarios de salas de acondicionamiento muscular (media de edad: $24,7 \pm 4,9$ años) se les valoró la disposición sagital del raquis lumbar mediante un inclinómetro Unilevel (ISOMED Inc., Portland, OR) en bipedestación habitual y al realizar el ejercicio de polea al pecho al final de la fase concéntrica de la sexta repetición, así como al concluir la fase excéntrica de la octava repetición.

Resultados. Los valores medios de la lordosis lumbar al realizar el ejercicio de polea al pecho fueron de $23,35^\circ \pm 16,22^\circ$ al final de la fase concéntrica y de $20,79^\circ \pm 14,82^\circ$ al final de la fase excéntrica ($p < 0,016$). En bipedestación el valor angular fue de $31,62^\circ \pm 7,41^\circ$ ($p < 0,016$ respecto a las fases concéntrica y excéntrica).

Conclusiones. Al realizar el ejercicio de polea al pecho hay una disminución de la lordosis lumbar, que aumenta la frecuencia de posturas rectificadas e invertidas, siendo menos habitual la adopción de una postura hiperlordótica.

© 2008 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Key words:

Spinal curvatures.

Postural balance.

Strength training.

Sagittal lumbar spinal curvature in lat pulldown exercise

Objectives. To describe the sagittal spinal curvature of the lumbar spine in muscular conditioning rooms during lat pulldown exercise and compare it with the angular position in usual standing position.

Method. Lumbar curvature of 66 male recreational weightlifters (mean age: 24.7 ± 4.9 years) was measured with a unilevel inclinometer (ISOMED Inc., Portland, OR) during relaxed standing and during the lat pulldown exercise. Lumbar lordosis was measured at the end of the concentric phase in the sixth repetition and at the end of the eccentric phase in the eighth repetition.

Results. Mean lumbar lordosis values during exercise were $23.35^\circ \pm 16.22^\circ$ at the end of the concentric phase and $20.79^\circ \pm 14.82^\circ$ at the end of the eccentric phase ($p < 0.016$). Lumbar lordosis in standing was $31.62^\circ \pm 7.41^\circ$ ($p < 0.016$) with respect to eccentric and concentric phases).

Conclusions. The lat pulldown exercise showed a lower lumbar lordosis than standing, and therefore there was a greater frequency of lumbar kyphotic and hypolordotic postures. However, we found a low frequency of hyperlordotic posture.

© 2008 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

P.A. López-Miñarro.

Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica.

Área de Didáctica de la Expresión Corporal. Facultad de Educación.

Universidad de Murcia.

Campus Universitario de Espinardo.

30100 Murcia. España.

Correo electrónico:

palopez@um.es

Introducción

Numerosas personas de diversas edades realizan ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. El trabajo de la fuerza y resistencia muscular en una sala de musculación implica el manejo de cargas, lo que magnifica el estrés raquídeo, de modo que una adecuada realización de los ejercicios es esencial para mantener la integridad estructural y funcional de los tejidos musculoesqueléticos, así como para prevenir alteraciones en los mismos¹. La repetición o mantenimiento de posturas inadecuadas al realizar ejercicios de acondicionamiento muscular, ya sean para el desarrollo de la fuerza o la extensibilidad muscular, pueden generar repercusiones en las estructuras raquídeas^{1,2}.

Entre el amplio repertorio de ejercicios para los diferentes grupos musculares que más comúnmente se trabajan en una sala de acondicionamiento muscular, aquellos para el desarrollo de la musculatura posterior del tórax, como el dorsal ancho, porción posterior del deltoides (extensores gleno-humerales), romboides y fibras intermedias del trapecio (aductores escapulares), son frecuentemente realizados. Entre los diversos ejercicios para el trabajo de estos músculos, uno de los más frecuentes es el denominado "polea al pecho", que se realiza en sedestación, traccionando de barra en una máquina de poleas. El acondicionamiento del dorsal ancho es muy importante, puesto que éste interviene en la estabilización del raquis al estar unido a la fascia toracolumbar^{2,3}.

Algunos trabajos han relacionado el manejo de cargas con la prevalencia de algias dorsolumbares debido al aumento del estrés compresivo, de cizalla anterior y de la presión intradiscal en las articulaciones intervertebrales^{4,5}. La magnitud de estas cargas varía en función de la postura del raquis^{6,7}, de modo que las posturas de rectificación e inversión lumbar aumentan la presión intradiscal y el estrés de cizalla anteroposterior⁸⁻¹⁰, mientras que la de hiperextensión lumbar incrementa el estrés en la *pars interarticularis*^{2,11}. Todas estas posturas suelen formar parte del repertorio y técnica de ejecución de las personas que realizan ejercicios de acondicionamiento muscular, si bien, dependiendo del ejercicio de que se trate, es más frecuente la postura de flexión o extensión intervertebral¹².

Varios estudios han analizado la disposición sagital del raquis en adultos que realizan ejercicios de acondicionamiento muscular con cargas. En un trabajo que analizaba el morfotipo raquídeo en bipedestación habitual de adultos que realizaban un programa de entrenamiento de fuerza, López-Miñarro et al¹³ encontraron un alto porcentaje de normalidad en la curva lumbar. En cuanto a la ejecución de algunos ejercicios López-Miñarro et al¹⁴ observaron una mayor frecuencia de hiperlordosis lumbar al efectuar el ejercicio de *curl* de bíceps con barra en bipedestación que en bipedestación relajada. López-Miñarro et al¹⁵ compararon la postura del raquis torácico entre la postura de bipedestación relajada y el ejercicio de extensión bilateral de codos en polea, y encontraron una cifosis torácica significativamente mayor al realizar el ejercicio.

Cualquier ejercicio de acondicionamiento muscular, y más aún si se manejan cargas, se debería realizar manteniendo el raquis con sus curvaturas fisiológicas^{2,4,16}. Cuando las articulaciones intervertebrales se disponen en posición alineada disminuye el estrés intervertebral y se distribuye en mayor medida por las diferentes estructuras raquídeas^{2,7,17}. De hecho, la carga compresiva que genera el fallo de los tejidos vertebrales en flexión o extensión es sólo el 25% de la que produce el fallo en postura alineada¹⁸. No obstante, no conocemos trabajos que hayan analizado la disposición sagital del raquis lumbar al realizar ejercicios de acondicionamiento muscular con cargas destinados al trabajo de

la musculatura posterior del tórax. Por ello, el objetivo de este estudio fue describir la disposición sagital del raquis lumbar en usuarios de salas de musculación al realizar el ejercicio de polea al pecho y compararla con la disposición angular en bipedestación habitual.

Método

Participantes

Un total de 66 varones voluntarios, entre 18 y 30 años (media \pm desviación típica, edad: $24,7 \pm 4,9$ años; talla: $171,7 \pm 7,2$ cm; masa: $75,0 \pm 9,1$ kg), practicantes de ejercicio físico en salas de musculación, con objetivos relacionados con la salud (para mejorar la forma física y/o la imagen corporal, para disfrutar, para perder peso o por prescripción médica) participaron en el estudio. Los criterios de inclusión fueron: realizar la actividad al menos durante los últimos tres meses y con una frecuencia mínima de dos sesiones semanales. Los criterios de exclusión fueron tener algias vertebrales en el momento de la valoración, así como estar federado y participar en actividades deportivas competitivas. La experiencia previa de los sujetos en el trabajo de acondicionamiento muscular con cargas fue de $2,1 \pm 0,8$ años y $3,6 \pm 1,3$ sesiones semanales.

Procedimiento

El estudio fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Murcia y se informó previamente a los participantes acerca de los procedimientos del mismo; todos ellos firmaron un consentimiento informado. Antes de la ejecución del ejercicio de polea al pecho, la disposición angular de la curva lumbar fue valorada en bipedestación habitual. Para ello, el deportista se colocaba en su posición habitual, con los brazos relajados en el costado, los pies separados a la anchura de sus caderas y la mirada al frente. Tras la valoración, los deportistas realizaron su calentamiento habitual y, tras éste, efectuaron el ejercicio de polea al pecho con la carga que estaban utilizando en sus sesiones de entrenamiento. La anchura del agarre de la barra fue la que el deportista utilizaba normalmente para no interferir en su forma habitual de ejecutar el ejercicio. Al realizarlo la lordosis lumbar fue registrada al final de la fase concéntrica de la sexta repetición, así como al concluir la fase excéntrica de la octava repetición. El sujeto mantenía la posición durante tres segundos, período durante el cual se procedía a la medición. Las mediciones se realizaron en la primera y segunda series, utilizando el valor medio para el análisis estadístico. La recuperación entre series fue la que el deportista utilizaba habitualmente.

Para la cuantificación angular de la postura del raquis lumbar se utilizó un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR). La medición de la disposición angular del raquis con el inclinómetro proporciona una considerable reproducibilidad y validez, con una buena correlación con la medición radiográfica¹⁹. Para medir la lordosis lumbar se colocó el inclinómetro al final de la curvatura lumbar (L_5-S_1) (fig. 1), situándolo en esta posición a 0°. A continuación se contorneó caudocranealmente el perfil sagital del raquis hasta el lugar donde se obtenía el mayor valor angular, que generalmente coincidía con $T_{12}-L_1$ (fig. 2), obteniendo el grado de la lordosis lumbar. Los valores negativos de la misma correspondieron a una disposición de la curva lumbar en inversión (convexidad posterior).

Para clasificar los valores angulares obtenidos con el inclinómetro se utilizaron las referencias aportadas por Santonja²⁰: inversión lumbar



Fig. 1. Colocación del inclinómetro en L₅-S₁, al final de la fase concéntrica.

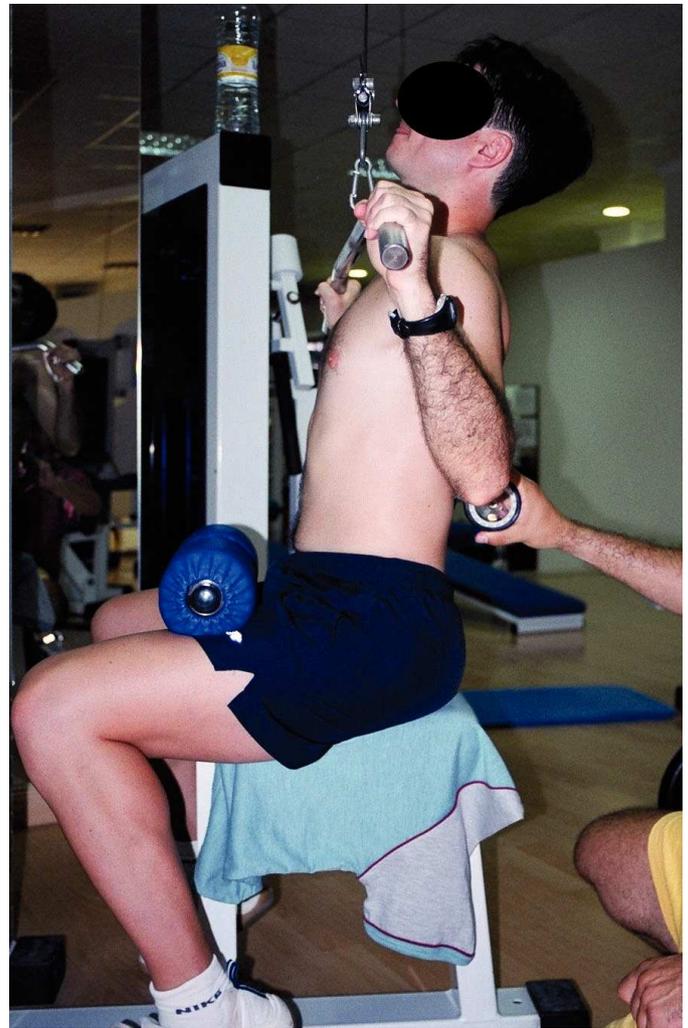


Fig. 2. Colocación del inclinómetro en el lugar donde se obtiene mayor valor angular al final de la fase concéntrica.

($\geq -1^\circ$), rectificación lumbar ($< 20^\circ$), normalidad (20° - 40°) e hiperlordosis lumbar ($> 40^\circ$).

Análisis estadístico

Se calculó la media y la desviación típica para cada variable. Para comparar los valores angulares de la lordosis lumbar entre la bipedestación y el ejercicio de polea al pecho en sus fases concéntrica y excéntrica se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor, estableciendo el nivel de significación en un valor de $p < 0,05$. Si se encontraban diferencias significativas para el efecto principal del ANOVA y para conocer entre qué variables existían diferencias, se llevaba a cabo un análisis *post hoc* de Bonferroni, ajustando el valor de significación estadística ($p < 0,016$). Todos los datos fueron analizados usando el paquete estadístico *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versión 15.0.

Resultados

Los valores medios y la desviación típica de la lordosis lumbar en bipedestación y al realizar el ejercicio se presentan en la figura 3. Los valores angulares máximo y mínimo de la lordosis lumbar fueron de 59° y -20° ,

respectivamente, en la fase concéntrica y de 47° y -20° en la fase excéntrica. El ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) para el efecto principal. El análisis *post hoc* evidenció diferencias significativas ($p < 0,01$) entre la lordosis lumbar en bipedestación y al realizar el ejercicio (fig. 3).

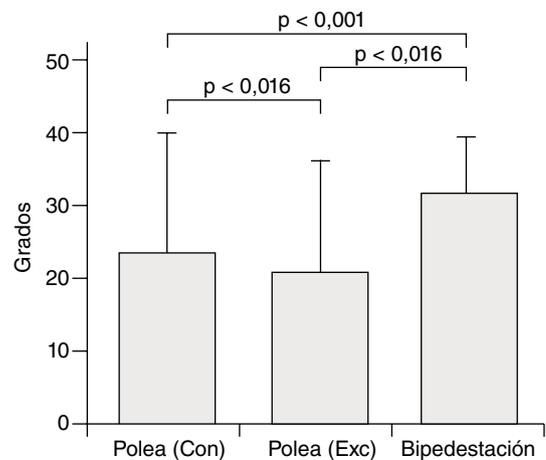


Fig. 3. Media (\pm desviación típica) de la lordosis lumbar en bipedestación y al final de las fases concéntrica (Con) y excéntrica (Exc) del ejercicio de polea al pecho.

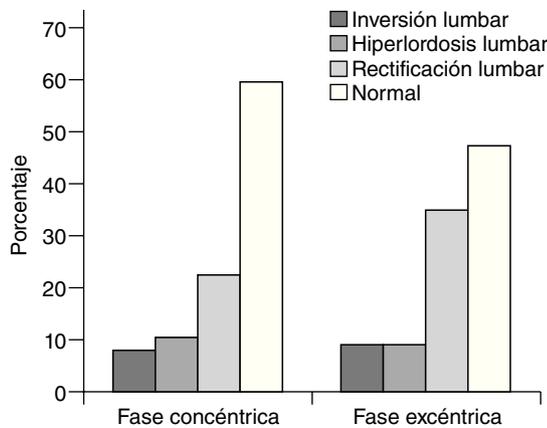


Fig. 4. Distribución porcentual de los sujetos en función de las referencias de normalidad de la curva lumbar, en las fases concéntrica y excéntrica del ejercicio de polea al pecho.

Al distribuir a los sujetos en función de las referencias angulares de normalidad para la curva lumbar se observó una alta variabilidad de posturas, con un 41-53% de sujetos que adoptaban posturas no alineadas del raquis (fig. 4). En la fase concéntrica del ejercicio se encontró un mayor porcentaje de sujetos con una lordosis lumbar considerada normal.

El 22,7% (fase concéntrica) y el 21,2% (fase excéntrica) de los sujetos adoptaron una lordosis lumbar al menos 5° mayor a la registrada en bipedestación. Un 51,5 y un 63,6% de los sujetos en las fases concéntrica y excéntrica, respectivamente, colocaron su raquis lumbar al menos 5° inferior a su lordosis lumbar en bipedestación. La frecuencia de casos que presentaban una lordosis lumbar superior a la registrada en bipedestación fue mayor en la fase concéntrica (22 casos frente a 17).

Discusión

El presente estudio ha valorado la disposición sagital del raquis lumbar al realizar el ejercicio de polea al pecho en adultos que desarrollan una actividad sistematizada de acondicionamiento muscular con cargas. Los valores medios de la curva lumbar al efectuar el ejercicio de polea al pecho están dentro del rango de normalidad definido por Santonja²⁰ (20-40°), aunque encontramos que el valor medio de la fase concéntrica es mayor respecto a la excéntrica. Esto es debido a que al intentar movilizar la carga seleccionada los ejecutantes traccionan hacia atrás, tanto con una abducción horizontal escapulohumeral como con una extensión lumbar¹². En la fase concéntrica la posición del raquis lumbar está influida por un movimiento de extensión del tronco, mientras que en la excéntrica lo está por la abducción bilateral de los brazos, que aumenta la lordosis lumbar²¹. No obstante, en función de las referencias de normalidad definidas por Santonja²⁰, sólo hay un 10,6% de sujetos en la fase concéntrica y un 9,1% en la excéntrica que adoptan una postura hiperlordótica. Esto es debido a la ejecución del ejercicio en sedestación, con una flexión coxofemoral y de rodillas de unos 90°, que conlleva una retroversión pélvica, y el raquis lumbar se rectifica dificultando la adopción de una postura hiperlordótica^{22,23}. De hecho, en sedestación sin apoyo en un respaldo la lordosis lumbar disminuye esencialmente por una retroversión pélvica²⁴. Con un respaldo lumbar disminuiría significativamente el pico de presión sobre el isquion, rotando el sacro hacia delante (ligera anteversión), lo que resultaría en una mayor lordosis total y segmentaria²⁵, que facilitaría la adopción de una postura del raquis

lumbar más adecuada. En este sentido, Sato et al¹⁰ comprobaron que la presión intradiscal aumenta, en mayor medida, cuando el sujeto flexionaba el raquis lumbar en sedestación respecto a una posición de sedestación con el raquis lumbar alineado. Si, por el contrario, se realizaba una extensión lumbar en sedestación se producía un ligero aumento de la presión respecto a la posición de sedestación con el raquis alineado.

En situaciones estáticas y dinámicas se produce mayor activación de los músculos estabilizadores del tronco al colocar el raquis lumbar alineado, mientras que si el raquis se dispone en hiperlordosis, rectificación o inversión, se reduce su nivel de activación²⁶. La rectificación lumbar es una postura de menor riesgo que la inversión, ya que el estrés discal y ligamentoso aumenta en menor medida^{2,17,27}. No obstante, la postura de inversión lumbar no es muy frecuente al realizar el ejercicio de polea al pecho (7,6% concéntrica; 9,1% excéntrica).

Colocar el raquis alineado (mantener una lordosis lumbar similar a la que tiene el sujeto en bipedestación, siempre y cuando no presente hiperlordosis, rectificación o inversión lumbar) permite reducir el riesgo de fallo en los tejidos cuando se manejan cargas o se moviliza el tronco^{2,4,5,17}. En esta posición los ligamentos del arco posterior no generan estrés compresivo ni de cizalla anterior, y se previene la deformación de las fibras posteriores del anillo fibroso. Además, con el raquis lumbar alineado es factible lograr una adecuada estabilidad raquídea con niveles de activación lumbar y abdominal moderados^{28,29}.

Para aquellos sujetos que adoptan una postura hiperlordótica recomendamos realizar la polea al pecho en un banco con un respaldo ligeramente inclinado hacia atrás, tal y como plantean Fees et al³⁰, ya que de esta forma se limita la posibilidad de aumentar la lordosis lumbar durante la fase concéntrica y disminuye la presión intradiscal⁹. No obstante, este ejercicio necesitaría de un nuevo diseño de las máquinas que suelen estar disponibles en las salas de acondicionamiento muscular. Para aquellos sujetos que flexionan el raquis lumbar recomendamos desarrollar la concienciación de los movimientos de anteversión y retroversión de la pelvis, ya que el control de la misma es necesario para adoptar una postura adecuada al realizar el ejercicio¹².

El presente estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, la medición con inclinómetro sólo permite valorar la disposición angular del raquis en situaciones estáticas, debiendo hacer el sujeto una pequeña parada del movimiento para proceder a la lectura del valor angular aportado por aquél. En segundo lugar, se midió la fase concéntrica y excéntrica con una diferencia de dos repeticiones, por lo que la fatiga acumulada entre la sexta y la octava repetición podría generar cambios en los valores angulares obtenidos. Es preciso realizar nuevos estudios que analicen la cinemática angular del raquis de forma dinámica.

En conclusión, al realizar el ejercicio de polea al pecho se observa una disminución de la lordosis lumbar, que aumenta la frecuencia de posturas de rectificación e inversión lumbar, siendo menos habitual la adopción de una postura hiperlordótica. Es preciso enseñar a los usuarios a mantener una postura alineada en la posición inicial y durante todas las repeticiones del ejercicio. Además, sería conveniente modificar el diseño de la base del asiento para facilitar la adopción de una postura alineada con mayor facilidad.

Bibliografía

- López-Miñarro PA, Rodríguez PL. Postura corporal y estabilidad raquídea en la práctica de ejercicio en salas de acondicionamiento muscular. En: Rodríguez PL, coordinador. Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008. p. 200-10.

2. McGill SM. Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation. Champaign: Human Kinetics; 2002.
3. Barker PJ, Briggs CA. Attachments of the posterior layer of lumbar fascia. *Spine*. 1999;24(17):1757-64.
4. Marras WS, Ferguson SA, Burr D, Davis KG, Gupta P. Functional impairment as a predictor of spine loading. *Spine*. 2005;30(7):729-37.
5. Simunic I, Broom D, Robertson P. Biomechanical factors influencing nuclear disruption of the intervertebral disc. *Spine*. 2001;26(11):1223-30.
6. Briggs AM, van Dieën J, Wrigley TV, Creig AM, Phillips B, Lo SK, et al. Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force. *Phys Ther*. 2007;87(5):595-607.
7. McGill SM. Ultimate back fitness and performance. Waterloo: Wabuno Publishers; 2004.
8. McGill SM, Hughson RL, Parks K. Changes in lumbar lordosis modify the role of the extensor muscles. *Clin Biomech*. 2000;15(10):777-80.
9. 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(8):755-62.
10. Sato K, Kikuchi S, Yonezawa T. In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. *Spine*. 1999;24(23):2468-74.
11. Congeni J, McCulloch J, Swanson K. Lumbar spondylolysis. A study of natural progression in athletes. *Am J Sports Med*. 1997;25(2):248-53.
12. López-Miñarro PA, Rodríguez PL. Realización correcta y segura del ejercicio en salas de acondicionamiento muscular (I). Análisis de ejercicios habituales que movilizan las extremidades superiores e inferiores. En: Rodríguez PL, coordinador. Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008. p. 211-25.
13. López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM, Yuste JL, García A. Disposición sagital del raquis en usuarios de salas de musculación. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2007;122:235-44.
14. López-Miñarro PA, Yuste L, 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.
15. López-Miñarro PA, Rodríguez PL, Santonja FM, Yuste JL. Posture of thoracic spine during triceps-pushdown exercise. *Sci Sports*. 2008;23(3-4):183-5.
16. Santonja F. Musculación en las desalineaciones del raquis. Selección. *Revista Española e Iberoamericana de Medicina de la Educación Física*. 1997;6(4):205-18.
17. Hedman TP, Fernie GR. Mechanical response of the lumbar spine to seated postural loads. *Spine*. 1997;22(7):734-43.
18. Baranto A, Ekström L, Hellström M, Lundin O, Holm S, Swärd L. Fracture patterns of the adolescent porcine spine: an experimental loading study in bending-compression. *Spine*. 2005;30(1):75-82.
19. Saur PM, Ensink FM, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*. 1996;21(11):1332-8.
20. Santonja F. Exploración clínica y radiográfica del raquis sagital. Sus correlaciones (premio SOCUMOT-91). Murcia: Secretariado de publicaciones e intercambio científico; 1993.
21. Stagnara P, DeMauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references in the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine*. 1982;7(4):335-42.
22. Harrison DD, Harrison SO, Croft AC, Harrison DE, Troyanovich SJ. Sitting biomechanics. Part I: Review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther*. 1999;22(9):594-609.
23. Lord MJ, Small JM, Dinsay JM, Watkins RG. Lumbar lordosis: effects of sitting and standing. *Spine*. 1997;22(21):2571-4.
24. Anderson GB, Murphy RW, Ortengren R, Nachemson AL. The influence of backrest inclination and lumbar support on lumbar lordosis. *Spine*. 1979;4(1):42-58.
25. Makhosous M, Lin F, Hendrix RW, Hepler M, Zhang L. Sitting with adjustable ischial and back supports: biomechanical changes. *Spine*. 2003;28(11):1113-22.
26. McGill SM. The influence of lordosis on axial trunk torque and trunk muscle myoelectric activity. *Spine*. 1992;17(10):1187-93.
27. Callaghan JP, McGill SM. Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics*. 2001;44(3):280-94.
28. Cholewicki J, Panjabi MM, Khachatryan A. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine*. 1997;22(19):2207-12.
29. O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möller NE, Richards KV. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine*. 2002;27(11):1238-44.
30. Fees M, Decker T, Snyder-Mackler MJ. Upper extremity weight-training modifications for the injured athlete. A clinical perspective. *Am J Sports Med*. 1998;26(5):732-42.