

DISPOSICIÓN SAGITAL DEL RAQUIS TORÁCICO AL REALIZAR EL EJERCICIO DE REMO SENTADO CON APOYO EN EL TÓRAX

Dr. D. Pedro Ángel López-Miñarro
Dr. D. Pedro Luis Rodríguez García
Dr. D. Fernando Santonja Medina
Universidad de Murcia

RESUMEN: A un total de 40 adultos varones jóvenes (media de edad: 24.6 ± 5.6 años) se les valoró mediante un inclinómetro ISOMED, la disposición sagital del raquis torácico en bipedestación habitual y al realizar el ejercicio de remo sentado con apoyo en el tórax. Los valores angulares medios de la cifosis torácica al realizar el ejercicio y en bipedestación fueron de $38.39^\circ \pm 9.98^\circ$ y $46.27^\circ \pm 7.85^\circ$, respectivamente ($p < 0.001$). En base a las referencias de normalidad para la cifosis torácica, un 56.8% y un 23.1% de sujetos presentaban un morfotipo cifótico en bipedestación y al realizar el ejercicio, respectivamente. En conclusión, recomendamos incluir en el repertorio de ejercicios para el fortalecimiento de los adductores escapulares, el remo sentado con apoyo en el tórax ya que genera una posición más alineada del raquis torácico.

PALABRAS CLAVE: Entrenamiento de fuerza. Adductores escapulares. Postura.

SAGITTAL THORACIC CURVATURE IN SEATED ROW EXERCISE WITH TRUNK RESTRAINED

SUMMARY: The sagittal thoracic curvature was evaluated in a sample of 40 young male adults (mean age: $[24.6 \pm 5.6$ years) with a Unilevel inclinometer while relaxed standing and during the seated row exercise with trunk restrained. Mean thoracic angles while standing and during the exercise were $38.39^\circ \pm 9.98^\circ$ and $46.27^\circ \pm 7.85^\circ$, respectively ($p < 0.001$). With regards to normality values, a 56.8% and 23.1% of subjects showed a kyphotic posture in standing and during the exercise, respectively. In conclusion, we recommend including the seated row exercise with trunk restrained in the weight training routines of scapular adductors because the thoracic posture is more neutral.

KEY WORDS: Weight training. Scapular adductors. Posture.

1. INTRODUCCIÓN

La práctica continuada de ejercicio físico se ha relacionado con diversos beneficios en la salud. Entre las diferentes posibilidades de práctica, el acondicionamiento muscular ha tenido un gran auge en las últimas décadas, porque mejora de la resistencia muscular con o sin cargas adicionales, incide positivamente en enfermedades metabólicas, cardiovasculares, respiratorias, psicológicas¹, etc.

En las actividades de acondicionamiento muscular, el sistema músculo-esquelético está implicado de forma directa. Al movilizar cargas, aumentan las demandas músculo-esqueléticas, siendo éstas mayores o menores dependiendo de factores tales como el peso movilizado, la distancia del mismo al centro de gravedad, las acciones articulares realizadas, la condición física, el patrón neuromuscular, y la postura corporal. Respecto a esta última, la postura de la columna vertebral (raquis) ha sido extensamente analizada, especialmente por el aumento de la frecuencia de las algias vertebrales en población adulta².

El raquis está implicado de forma directa en todos los ejercicios de acondicionamiento muscular del tronco, miembros superiores e inferiores. Diversos estudios han comprobado que las posturas raquídeas de flexión estática y los movimientos de flexión intervertebral se relacionan con repercusiones raquídeas³, puesto que reducen la capacidad del raquis para soportar cargas compresivas⁴. Por el contrario, mantener el raquis alineado al realizar los ejercicios de fortalecimiento muscular reduce el estrés compresivo y de cizalla⁵, así como la presión intradiscal en el raquis lumbar⁶ y torácico⁷.

López-Miñarro et al.⁸, analizaron el morfotipo raquídeo de usuarios de salas de acondicionamiento muscular y encontraron una alta frecuencia de posturas cifóticas en bipedestación. Una mayor cifosis torácica en bipedestación está asociada

-
- 1 Feigenbaum, M.S. y Pollock, M.L.: "Prescription of resistance training for health and disease", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, (1999), pp. 38-45.
 - 2 Lee, P.; Helewa, A.; Goldsmith, C.H.; Smythe, H.A. y Stitt, L.W.: "Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting", *Journal of Rheumatology*, 28, (2001), pp. 346-351.
 - 3 Jackson, J.; Solomonow, M.; Zhou, B.; Baratta, R.V. y Harris, M.: "Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion", *Spine*, 26, (2001), pp. 715-723.
 - 4 Gunning, J.L.; Callaghan, J.P. y McGill, S.M.: "Spinal posture and prior loading history modulate compressive strength and type of failure in the spine: a biomechanical study using a porcine cervical spine model", *Clinical Biomechanics*, 16, (2001), pp. 471-480.
 - 5 Hedman, T.P. y Fernie, G.R.: "Mechanical response of the lumbar spine to seated postural loads", *Spine*, 22, (1997), pp. 734-743.
 - 6 Wilke, H.J.; Neef, P.; Hinz, B.; Seidel, H. y Claes, L.E.: "Intradiscal pressure together with anthropometric data - a data set for the validation of models", *Clinical Biomechanics*, 1, (2001), pp. S111-S126.
 - 7 Sato, K.; Kikuchi, S. y Yonezawa, T.: "In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems", *Spine*, 24, (1999), pp. 2468-2474.
 - 8 López-Miñarro, P.A.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F.; Yuste, J.L. y García, A.: "Disposición sagital del raquis en usuarios de salas de musculación", *Archivos de Medicina del Deporte*, 122, (2007), pp. 435-441.

con aumentos en el estrés compresivo y de cizalla⁹. Es un estudio sobre la disposición sagital del raquis torácico en el ejercicio denominado “press francés con polea”, para el trabajo de los extensores del codo en bipedestación, López-Miñarro et al.¹⁰, encontraron un aumento significativo de la cifosis torácica media respecto al valor que los usuarios presentaban en bipedestación habitual relajada. En otro estudio sobre la ejecución del ejercicio denominado “curl de bíceps con barra” se encontró una mayor frecuencia de posturas hiperlordóticas al final de la fase concéntrica del ejercicio¹¹.

Entre la inmensa variedad de ejercicios para el trabajo muscular, es importante abordar un adecuado fortalecimiento del músculo latissimus dorsi (dorsal ancho), ya que además de sus acciones en la articulación escápulo-humeral, tiene un papel preponderante en la estabilidad de la columna vertebral a través de su unión con la fascia tóraco-lumbar¹². Existen diversos ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura escapular y torácica, realizados en máquinas o con halteras que se suelen ejecutar en posturas cifóticas¹³. En algunas salas de musculación existe una máquina para el fortalecimiento de los extensores y aductores escápulo-humerales que tiene un apoyo para la parte anterior del tórax. El diseño de esta máquina podría influir en la postura del raquis torácico, previniendo, o incluso evitando, la tendencia a la flexión intervertebral que caracteriza a ciertos ejercicios en los que se manejan las cargas por delante del centro de gravedad.

No obstante, no conocemos estudios que hayan analizado la influencia de dicha máquina en la disposición del raquis al realizar el ejercicio de remo sentado. El objetivo del presente estudio fue valorar la disposición sagital del raquis torácico al realizar el ejercicio de remo al pecho en sedentación con apoyo en el tórax y compararlo con la cifosis torácica en bipedestación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 40 varones voluntarios, entre 18 y 30 años (media \pm desviación típica, edad: 24.6 ± 5.6 años; talla: 172.3 ± 7.4 cm.; masa: 75.2 ± 9.6 kg.), practicantes de ejercicio físico en salas de musculación de la Región de Murcia, con objetivo/s

9 Briggs, A.M.; Van Dieën, J.H.; Wrigley, T.V.; Greig, A.M.; Phillips, B.; Lo, S.K. y Bennell, K.L.: “Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force”, *Physical Therapy*, 87, (2007), pp. 595-607.

10 López-Miñarro, P.A.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F. y Yuste, J.L.: “Posture du rachis thoracique pendant la réalisation de l'exercice triceps extensions à la poulie”, *Science & Sports*, (2007), doi:10.1016/j.scispo.2007.10.008.

11 López-Miñarro, P.A.; Yuste, J.L.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F.; Sáinz De Baranda, P. y García, A.: “Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra en bipedestación”, *Cultura, Ciencia y Deporte*, 7, (2007), pp. 19-24.

12 Barker, P.J. y Briggs, C.A.: “Attachments of the posterior layer of lumbar fascia”, *Spine*, 24, (1999), pp. 1757-1764.

13 López-Miñarro, P.A.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F.; Sáinz De Baranda, P. y García, A.: “Disposición del raquis en el plano sagital en ejercicios de musculación del tren superior”, *Archivos de Medicina del Deporte*, 103, (2004), pp. 423.

relacionados con la salud, participaron en el estudio. Los criterios de inclusión fueron realizar la actividad al menos durante los últimos 3 meses, al menos 2 sesiones semanales, y no tener algias vertebrales en el momento de la valoración.

2.1. Procedimiento

El estudio fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Murcia y los participantes fueron informados acerca de los procedimientos del estudio, firmando un consentimiento informado.

Previamente a la ejecución del ejercicio, la disposición angular de la curva torácica fue valorada en bipedestación. Para ello, el deportista se colocaba en su posición habitual, los brazos relajados en el costado, los pies separados a la anchura de sus caderas y mirada al frente. Tras esta valoración, los deportistas realizaron su calentamiento habitual y tras éste, realizaron el ejercicio de “remo al pecho en sedentación con apoyo en el tórax” (Figura 1) con la carga que estaban utilizando en sus sesiones de entrenamiento. La cifosis torácica se midió al final de la fase excéntrica de la 7ª repetición en la primera y segunda series, utilizando el valor medio para el análisis estadístico. Entre ambas series hubo una recuperación de 2 minutos.

Para determinar el ángulo del raquis torácico en bipedestación y al realizar el ejercicio se utilizó un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR), con una separación entre sus apoyos que fue ajustada individualmente a las características antropométricas del raquis de cada sujeto. La medición de la disposición angular del raquis con el inclinómetro proporciona una considerable reproducibilidad y validez, con una buena correlación con la medición radiográfica¹⁴. Para medir la cifosis torácica se colocó el apoyo superior del inclinómetro al inicio de la curvatura torácica (T1) (Figura 2), situándolo en esta posición a cero grados. A continuación se colocó donde se obtenía el mayor valor angular (final de la curvatura cifótica) que generalmente coincidía con T12- L1 (Figura 3), obteniendo el grado de cifosis torácica.

Los valores de la cifosis torácica se clasificaron según las referencias aportadas por Santonja¹⁵ (1993): rectificación torácica (< 20°), normalidad (20° - 45°), hipercifosis torácica leve (46°-60°) e hipercifosis torácica moderada (> 61°).

En el análisis estadístico se calculó la media y la desviación típica para cada variable. Para comparar los valores angulares de la cifosis torácica entre la bipedestación y el ejercicio de remo al pecho en sedentación con apoyo en el tórax se utilizó una prueba t-student para muestras dependientes. Para comparar la frecuencia de sujetos en base a las referencias de normalidad se utilizó el test Chi-cuadrado de proporciones. Todos los datos fueron analizados usando el SPSS 15.0 y el nivel de significación fue de $p < 0.05$.

14 Saur, P.M.; Ensink, F.M.; Frese, K.; Seeger, D. y Hildebrandt, J.: “Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility”, *Spine*, 21, (1996), pp. 1332-1338.

15 Santonja, F.: *Exploración clínica y radiográfica del raquis sagital. Sus correlaciones (premio SOCUMOT-91)*, Murcia, Secretariado de publicaciones e intercambio científico, 1993.



Figura 1. Final de la fase excéntrica del ejercicio de remo al pecho en sedentación con apoyo en el tórax.



Figura 2. Colocación del inclinómetro al inicio de la curvatura torácica.



Figura 3. Colocación del inclinómetro en el punto donde se obtiene el mayor valor angular.

2.2. Resultados

Los valores angulares medios de la cifosis torácica al realizar el ejercicio y en bipedestación fueron de $38.39^\circ \pm 9.98^\circ$ y $46.27^\circ \pm 7.85^\circ$, respectivamente ($t = -8,021$; $p < 0.001$).

En la figura 4 se presenta la distribución de los sujetos en base a las referencias de normalidad en bipedestación y al realizar el remo al pecho en sedentación con apoyo en el tórax. Al comparar los porcentajes de sujetos en la categoría de cifosis torácica normal entre la posición de bipedestación y al realizar el ejercicio encontramos diferencias significativas ($\chi^2: 8.504$, $p < 0.01$).

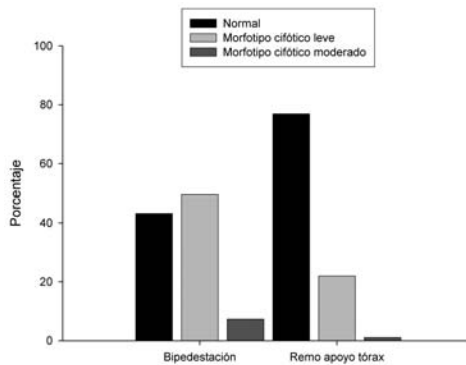


Figura 4. Distribución porcentual de los sujetos en base a las referencias de normalidad

Un total de 76 sujetos tenían una cifosis torácica media más reducida en el ejercicio de remo sentado con apoyo en el tórax que el ángulo medio obtenido en bipedestación. En el ejercicio de remo en sedentación con apoyo en el tórax,

un 6.3% de los sujetos colocaron su raquis torácico con una angulación al menos 5° mayor que su cifosis torácica en bipedestación. Por el contrario, encontramos un 61% de sujetos con una cifosis torácica al menos 5° inferior a la que tenían en bipedestación.

3. DISCUSIÓN

El remo en sedentación con apoyo en el tórax es un ejercicio que se ha incorporado al repertorio de algunas salas de musculación, y que permite un trabajo de la musculatura aductora escapular, principalmente. Otros ejercicios que también permiten trabajar la misma musculatura han evidenciado una alta frecuencia de posturas cifóticas¹⁶, principalmente porque la carga se maneja por delante del centro de gravedad y se crea una tendencia a la flexión intervertebral si no existe una fijación activa (contracción isométrica de los extensores raquídeos) o pasiva (elementos externos).

El valor medio de la cifosis torácica en el remo en sedentación con apoyo en el tórax es significativamente inferior a la cifosis torácica media en bipedestación, debido esencialmente al sistema de apoyo anterior torácico de la máquina, que genera una fuerza extensora pasiva y dificulta la flexión de las articulaciones intervertebrales torácicas. Al reducirse el valor angular de la cifosis torácica durante la ejecución del ejercicio aumenta la tolerancia de los tejidos y disminuye el riesgo de reperusiones¹⁷.

El 80% de los sujetos tenían valores angulares, al realizar el ejercicio, iguales o inferiores a su cifosis torácica en bipedestación. Del restante 20%, sólo un 6.3% de los sujetos adoptaron una cifosis torácica 5 grados superior a la que tenían en bipedestación, lo que evidencia el efecto preventivo que esta máquina ejerce sobre la adopción de posturas cifóticas, muy frecuentes al realizar otros ejercicios para el fortalecimiento del músculo dorsal ancho¹⁸. Los sujetos que alcanzaron valores angulares superiores de cifosis torácica al realizar el ejercicio, respecto a sus valores de bipedestación, lo hicieron al adoptar una postura de inversión lumbar que repercute en la disposición angular del raquis torácico en su zona más caudal, ya que el apoyo del tórax impide la flexión intervertebral torácica de la zona más craneal de la curva.

16 López-Miñarro, P.A.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F.; Sáinz De Baranda, P. y García, A.: "Disposición del raquis en el plano sagital en ejercicios de musculación del tren superior", *Archivos de Medicina del Deporte*, 103, (2004), pp. 423.

17 Granata, K.P. y Wilson, S.E.: "Trunk posture and spinal stability", *Clinical Biomechanics*, 16, (2001), pp. 650-659; Polga D.J.; Beaubien, B.P.; Kallemeier, P.M.; Schellhas, K.P.; Lee, W.D.; Buttermann, G.R., y Wodd, K.B.: "Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral discs", *Spine*, 29, (2004), pp. 1320-1324.

18 López-Miñarro, P.A.: "Análisis de ejercicios de acondicionamiento muscular en salas de musculación. Incidencia sobre el raquis en el plano sagital. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 2003.

La carga movilizada condiciona la postura corporal¹⁹. En este estudio cada sujeto utilizó la carga con la que solía entrenar para que las condiciones de ejecución fueran lo más parecidas posible a la realidad. En cuanto al tiempo de recuperación entre series, se utilizó un tiempo de dos minutos porque la mayoría de usuarios solían descansar entre 1,30 y 2 minutos.

La disposición angular del raquis torácico depende de diversos factores, entre ellos, de la concienciación raquídea del sujeto, de la resistencia de la musculatura escapular y raquídea, así como del diseño de las máquinas e implementos deportivos. No obstante, las posturas cifóticas son también de un exceso de carga movilizada para las capacidades del sujeto, así como por la falta de correcciones adecuadas por parte de los técnicos deportivos²⁰.

Puesto que la mayoría de sujetos que realizan ejercicios de acondicionamiento muscular no poseen la suficiente concienciación raquídea ni la adecuada resistencia de los músculos que influyen en la postura corporal, es preciso incidir en el diseño de máquinas e implementos deportivos para dificultar la adopción de posturas inadecuadas. No obstante, sería recomendable abordar un entrenamiento sistematizado para mejorar la concienciación pélvica, raquídea y escapular.

Muchos de los ejercicios más comunes en salas de musculación, entre ellos el analizado en este estudio, se ejecutan en sedentación. Sentarse en una superficie horizontal conlleva una flexión lumbar²¹ y una retroversión pélvica que reduce la lordosis lumbar²², llegando incluso, en algunos casos, a posiciones de inversión lumbar (concavidad anterior). La inversión lumbar podría evitarse si se inclinara la base del asiento ligeramente hacia delante, puesto que la pelvis se colocaría en una ligera anteversión que facilita la adopción de posturas más alineadas del raquis dorso-lumbar²³.

En algunas salas de musculación, la máquina de remo en sedentación dispone de poleas de tracción individuales, por lo que es posible trabajar alternativamente con los miembros superiores. Al realizarlo de esta forma es frecuente observar giros del tronco sobre su eje longitudinal. Los movimientos de rotación vertebral con

19 López-Miñarro, P.A.; Yuste, J.L.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F.; Sáinz De Baranda, P. y García, A.: "Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra en bipedestación", *Cultura, Ciencia y Deporte*, 7, (2007), pp. 19-24.

20 López-Miñarro, P.A.; Rodríguez, P.L.; Santonja, F.; Sáinz De Baranda, P. y García, A.: "Disposición del raquis en el plano sagital en ejercicios de musculación del tren superior", *Archivos de Medicina del Deporte*, 103, (2004), pp. 423.

21 Scannell, J.P. y McGill, S.M.: "Lumbar posture--should it, and can it, be modified? A study of passive tissue stiffness and lumbar position during activities of daily living", *Physical Therapy*, 83, (2003), pp. 907-917.

22 Harrison, D.D.; Harrison, S.O.; Croft, A.C.; Harrison, D.E. y Troyanovich, D.C.: "Sitting biomechanics Part I: Review of the literature", *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 22, (1999), pp. 594-609.

23 Bendix, T. y Biering-Sorensen, F.: "Posture of the trunk when sitting on forwardly inclining seats", *Scandinavian Journal Rehabilitation Medicine*, 15, (1983), pp. 197-203; Bendix, T.; Jessen, F.; y Krohn, L.: "Biomechanics of forward-reaching movements while sitting on a fixed forwards or backwards inclining of tiltable seats", *Spine*, 13, (1988), pp. 193-196.

el raquis en posición cifótica generan mayor estrés intervertebral²⁴, disminuyendo la tolerancia de los tejidos, que facilita el fallo de los mismos, o sea, la aparición de algún tipo de repercusión²⁵. En nuestro estudio no se valoró la postura del raquis en el plano transversal ya que los sujetos no realizaban el ejercicio de forma unilateral.

4. CONCLUSIONES

El morfotipo torácico en bipedestación de los usuarios de salas de musculación tiende a la hiper cifosis dorsal, mientras que al realizar el ejercicio de remo sentado con apoyo en el tórax aumenta la frecuencia de morfotipos torácicos normales. Esto es debido al sistema de apoyo torácico de la máquina, que genera una fuerza extensora torácica y dificulta la flexión de las articulaciones intervertebrales. Por esta razón recomendamos la prescripción de este ejercicio para aquellas personas con un morfotipo cifótico en bipedestación y para aquellas que no son capaces de colocar alineado su raquis torácico al realizar ejercicios de acondicionamiento muscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARKER, P.J. y BRIGGS, C.A.: "Attachments of the posterior layer of lumbar fascia", *Spine*, 24, (1999), pp. 1757-1764.
- BENDIX, T. y BIERING-SORENSEN, F.: "Posture of the trunk when sitting on forwardly inclining seats", *Scandinavian Journal Rehabilitation Medicine*, 15, (1983), pp. 197-203.
- BENDIX, T.; JESSEN, F.; y KROHN, L.: "Biomechanics of forward-reaching movements while sitting on a fixed forwards or backwards inclining of tiltable seats", *Spine*, 13, (1988), pp. 193-196.
- BRIGGS, A.M.; VAN DIEËN, J.H.; WRIGLEY, T.V.; GREIG, A.M.; PHILLIPS, B.; LO, S.K. y BENNELL, K.L.: "Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force", *Physical Therapy*, 87, (2007), pp. 595-607.
- CALLAGHAN, J.P. y MCGILL, S.M.: "Intervertebral disk herniation: Studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force", *Clinical Biomechanics*, 16, (2001), pp. 28-37.
- FEIGENBAUM, M.S. y POLLOCK, M.L.: "Prescription of resistance training for health and disease", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, (1999), pp. 38-45.
- GRANATA, K.P. y WILSON, S.E.: "Trunk posture and spinal stability", *Clinical Biomechanics*, 16, (2001), pp. 650-659.

24 Young, J.L.; Press, J.M. y Herring, S.A.: "The disc at risk in athletes: perspectives on operative and nonoperative care", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, (1997), pp. 222-232.

25 Callaghan, J.P. y McGill, S.M.: "Intervertebral disk herniation: Studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force", *Clinical Biomechanics*, 16, (2001), pp. 28-37; McGill, S.M.: "Distribution of tissue loads in the low back during a variety of daily and rehabilitation tasks", *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 34, (1997), pp. 448-458.

- GUNNING, J.L.; CALLAGHAN, J.P. y MCGILL, S.M.: "Spinal posture and prior loading history modulate compressive strength and type of failure in the spine: a biomechanical study using a porcine cervical spine model", *Clinical Biomechanics*, 16, (2001), pp. 471-480.
- HARRISON, D.D.; HARRISON, S.O.; CROFT, A.C.; HARRISON, D.E. y TROYANOVICH, D.C.: "Sitting biomechanics Part I: Review of the literature", *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 22, (1999), pp. 594-609.
- HEDMAN, T.P. y FERNIE, G.R.: "Mechanical response of the lumbar spine to seated postural loads", *Spine*, 22, (1997), pp. 734-743.
- JACKSON, J.; SOLOMONOW, M.; ZHOU, B.; BARATTA, R.V. y HARRIS, M.: "Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion", *Spine*, 26, (2001), pp. 715-723.
- LEE, P.; HELEWA, A.; GOLDSMITH, C.H.; SMYTHE, H.A. y STITT, L.W.: "Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting", *Journal of Rheumatology*, 28, (2001), pp. 346-351.
- LÓPEZ-MIÑARRO, P.A.: "Análisis de ejercicios de acondicionamiento muscular en salas de musculación. Incidencia sobre el raquis en el plano sagital. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 2003.
- LÓPEZ-MIÑARRO, P.A.; RODRÍGUEZ, P.L.; SANTONJA, F. y YUSTE, J.L.: "Posture du rachis thoracique pendant la réalisation de l'exercice triceps extensions à la poulie", *Science & Sports*, (2007), doi:10.1016/j.scispo.2007.10.008.
- LÓPEZ-MIÑARRO, P.A.; RODRÍGUEZ, P.L.; SANTONJA, F.; YUSTE, J.L. y GARCÍA, A.: "Disposición sagital del raquis en usuarios de salas de musculación", *Archivos de Medicina del Deporte*, 122, (2007), pp. 435-441.
- LÓPEZ-MIÑARRO, P.A.; RODRÍGUEZ, P.L.; SANTONJA, F.; SÁINZ DE BARANDA, P. y GARCÍA, A.: "Disposición del raquis en el plano sagital en ejercicios de musculación del tren superior", *Archivos de Medicina del Deporte*, 103, (2004), pp. 423.
- LÓPEZ-MIÑARRO, P.A.; YUSTE, J.L.; RODRÍGUEZ, P.L.; SANTONJA, F.; SÁINZ DE BARANDA, P. y GARCÍA, A.: "Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra en bipedestación", *Cultura, Ciencia y Deporte*, 7, (2007), pp. 19-24.
- MCGILL, S.M.: "Distribution of tissue loads in the low back during a variety of daily and rehabilitation tasks", *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 34, (1997), pp. 448-458.
- POLGA D.J.; BEAUBIEN, B.P.; KALLEMEIER, P.M.; SCHELLHAS, K.P.; LEE, W.D.; BUTTERMANN, G.R., y WODD, K.B.: "Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral discs", *Spine*, 29, (2004), pp. 1320-1324.
- SANTONJA, F.: *Exploración clínica y radiográfica del raquis sagital. Sus correlaciones (premio SOCUMOT-91)*, Murcia, Secretariado de publicaciones e intercambio científico, 1993.
- SATO, K.; KIKUCHI, S. y YONEZAWA, T.: "In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems", *Spine*, 24, (1999), pp. 2468-2474.
- SAUR, P.M.; ENSINK, F.M.; FRESE, K.; SEEGER, D. y HILDEBRANDT, J.: "Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility", *Spine*, 21, (1996), pp. 1332-1338.
- SCANNELL, J.P. y MCGILL, S.M.: "Lumbar posture--should it, and can it, be modified? A study of passive tissue stiffness and lumbar position during activities of daily living", *Physical Therapy*, 83, (2003), pp. 907-917.
- YOUNG, J.L.; PRESS, J.M. y HERRING, S.A.: "The disc at risk in athletes: perspectives on operative and nonoperative care", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, (1997), pp. 222-232.
- WILKE, H.J.; NEEF, P.; HINZ, B.; SEIDEL, H. y CLAES, L.E.: "Intradiscal pressure together with anthropometric data - a data set for the validation of models", *Clinical Biomechanics*, 1, (2001), pp. S111-S126.