

DISPOSICIÓN SAGITAL DEL RAQUIS TORÁCICO DEL CICLISTA DE ÉLITE

José María Muyor Rodríguez

josemuyor@ual.es

Pedro Ángel López-Miñarro

Fernando Alacid Cárceles

Universidad de Murcia

Antonio J. Casimiro Andújar

Universidad de Almería

RESUMEN: A un total de 50 ciclistas élite y 50 sujetos sedentarios (media de edad: $21,71 \pm 2,87$ años) se les valoró la disposición sagital del raquis torácico en bipedestación y sobre la bicicleta con agarre en el manillar bajo, mediante un Spinal Mouse®. Los valores angulares medios para la cifosis torácica en bipedestación fueron de $48,10^\circ \pm 7,78^\circ$ y $42,44^\circ \pm 7,73^\circ$ para el grupo de ciclistas y el grupo control, respectivamente ($p < 0,001$) y, sobre la bicicleta, fueron de $37,54^\circ \pm 9,92^\circ$ para el grupo de ciclistas y de $37,80^\circ \pm 9,42^\circ$ para el grupo control ($p > 0,05$). Debido a que sobre la bicicleta, ambos grupos mostraron una disminución significativa de la flexión intervertebral torácica con respecto a la bipedestación, la postura adoptada por el ciclista en su bicicleta no es la causa directa del aumento de la cifosis torácica presentada por los ciclistas en bipedestación.

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

SAGITTAL THORACIC CURVATURE IN ELITE CYCLISTS

ABSTRACT: The sagittal thoracic curvature was evaluated in a total of 50 elite cyclists and 50 age-matched sedentary controls (mean age: $21,71 \pm 2,87$ years old) with an Spinal Mouse® during relaxed standing and while sitting on the bicycle with lower handlebar position. Mean thoracic angles while standing were $48,10^\circ \pm 7,78^\circ$ and $42,44^\circ \pm 7,73^\circ$ in cyclists and control group, respectively ($p < 0.001$). Mean angles when sitting on the bicycle were $37,54^\circ \pm 9,92^\circ$ in cyclists and $37,80^\circ \pm 9,42^\circ$ in control group ($p > 0.05$). A significant reduced thoracic kyphosis on the bicycle with respect to standing posture was found in both groups. The posture of cyclists on the bicycle is not the principal factor in the greater thoracic kyphosis showed by cyclists in standing posture.

KEY WORDS: cycling, posture, spine, kyphosis.



1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el ciclismo es uno de los deportes más practicados junto a la natación y el fútbol¹, a pesar de ser una disciplina donde influyen diversos factores en su realización, tales como altas exigencias físicas, climatología e interacción con vehículos de motor².

La práctica deportiva intensa se ha relacionado con determinadas modificaciones en las curvaturas sagitales del raquis³. Las posturas y gestos específicos de entrenamiento parecen ser los factores principales en las adaptaciones raquídeas asociadas a la práctica deportiva. En deportes en los que predominan posturas mantenidas en flexión del tronco, como en esquí⁴, remo⁵, lucha⁶, voleibol⁷, piragüismo⁸, así como en deportistas que realizan gestos repetitivos en flexión intervertebral al realizar ejercicios para la mejora de la fuerza muscular⁹, se ha encontrado una mayor frecuencia de posturas hipercifóticas en bipedestación. Sin embargo, en disciplinas donde se realizan ejercicios específicos para la mejora del esquema corporal y la actitud postural, con frecuentes posiciones de extensión raquídea, como en gimnasia rítmica¹⁰ y danza¹¹, se han observado disminuciones significativas de la cifosis torácica.

¹ García Ferrando, M.: *Postmodernidad y deporte: Entre la individualización y la masificación. Encuesta de hábitos deportivos de los españoles 2005*, Madrid, CIS/Siglo XXI, 2006.

² Winters, M., Davidson, G., Kao, D. y Teschke, K.: "Motivators and deterrents of bicycling: comparing influences on decisions to ride", *Transportation*, in press. DOI: 10.1007/s11116-010-9284-y

³ Boldori, L., Da Soldá, M. y Marelli, A.: "Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in Young athletes", *Minerva Pediátrica*, 51, (1999), pp. 259-264. Rajabi, R., Doherty, P., Goodarzi, M. y Hemayattalab, R.: "Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and free style wrestlers and a group of non-athletic subjects", *British Journal of Sports Medicine*, 42, (2008), pp. 229-232. Uetake, T., Ohtsuki, F., Tanaka, H. y Shindo, M.: "The vertebral curvature of sportsmen", *Journal of Sports Sciences*, 16, (1998), pp. 621-628.

⁴ Alricsson, M. y Werner, S.: "Young elite cross-country skiers and low back pain. A 5-year study", *Physical Therapy in Sport*, 7, (2006), pp. 181-184.

⁵ Stutchfield, B. y Coleman, S.: "The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers", *European Journal of Sports Science*, 6, (2006), pp. 255-260.

⁶ Rajabi, R. y cols.: op. cit., 2008.

⁷ Grabara, M. y Hadzik, A.: "Postural variables in girls practicing volleyball", *Biomedical Human Kinetics*, 1, pp. 67-71.

⁸ López-Miñarro, P. A. y Alacid, F.: "Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes", *Science & Sports*, 25, (2010), pp. 88-93.

⁹ López-Miñarro, P. A., Rodríguez, P. y Santonja, F.: "Disposición sagital del raquis torácico al realizar el ejercicio de remo sentado con apoyo en el tórax", *Revista Española de la Educación Física y Deportes*, 12, (2009), pp. 80-87.

¹⁰ Kums, T., Erelina, J., Gapeyeva, H., Pääsuke, M. y Vain, A.: "Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls", *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2-3, (2007), pp. 87-95.

¹¹ Nilsson, C., Wykman, A. y Leanderson, J.: "Spinal sagittal mobility and joint laxity in young ballet dancers", *Knee Surgery, Sports Traumatology and Arthroscopy*, 3-4, (1993), pp. 206-208.



La posición predominante del ciclista es sentado con flexión mantenida del tronco para apoyar las manos sobre el manillar de la bicicleta¹². Esta postura ha sido definida como *antinatural* con respecto a la bipedestación¹³.

La sedentación prologada, junto a cargas intensas de entrenamiento, genera adaptaciones de las estructuras raquídeas¹⁴, aumentando el estrés vertebral¹⁵ y la presión intradiscal¹⁶. Por ello, algunos estudios han evaluado el morfotipo raquídeo en ciclistas. Usabiaga y cols observaron que el raquis lumbar modificaba su posición de lordosis en bipedestación, a una inversión cuando el ciclista se sentaba sobre la bicicleta. Rajabi y cols¹⁷ encontraron una significativa mayor cifosis torácica, en bipedestación, en un grupo de ciclistas con respecto a otro grupo de sujetos sedentarios. No obstante, este estudio no analizó la disposición sagital del raquis torácico sobre la propia bicicleta de los ciclistas evaluados.

Debido a que el ciclista mantiene durante varias horas al día, tanto en los entrenamientos como en las competiciones, una postura de sedentación con una ligera flexión del tronco que podría condicionar su postura raquídea, el objetivo del presente trabajo fue evaluar y comparar la disposición angular del raquis torácico en bipedestación y sobre la bicicleta, entre ciclistas de élite y un grupo de sujetos que no practican ejercicio físico de manera sistematizada.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestra

Un total de 100 sujetos varones, entre 18 y 29 años (media \pm desviación típica, edad: 21,71 \pm 2,87 años), divididos en dos grupos (50 ciclistas de élite y 50 sujetos control, que no realizaban ejercicio físico de manera sistematizada), participaron voluntariamente en este estudio.

¹² Usabiaga, J., Crespo, R., Iza, I., Aramendi, J., Terrados, N. y Poza, J.: "Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing", *Spine*, 22, (1997), pp. 1965-1969

¹³ De Vey Mestdagh, K.: "Personal perspective: in search of an optimum cycling posture", *Applied Ergonomics*, 29, (1998), pp. 325-334.

¹⁴ Iwamoto, J., Abe, H., Tsukimura, Y. y Wakano, K.: "Relationship between radiographic abnormalities of lumbar spine and incidence of low back pain in high school and college football players", *American Journal of Sports Medicine*, 3, (2004), pp. 781-786.

¹⁵ Beach, T., Parkinson, R., Stothart, P. y Callaghan, J.: "Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of the in vivo lumbar spine", *The Spine Journal*, 2, (2005), pp. 145-154.

¹⁶ Polga, D., Beaubien, B., Kallemeier, P., Schellhas, K., Lew, W., Buttermann, G. y Wood, K.: "Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral disc", *Spine*, 12, (2004), pp. 1320-1324.

¹⁷ Rajabi, R., Freemont, A. y Doherty, P.: "The investigation of cycling position on thoracic spine. A novel method of measuring thoracic kyphosis in the standing position", *Archives of Physiology and Biochemistry*, 1, (2000), p. 142.



Los datos descriptivos de la muestra se presentan en la tabla 1. Los criterios de inclusión de los ciclistas para participar en este 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.

	Grupo ciclistas élite	Grupo control
Talla (m)	1,77 ± 0,05	1,78 ± 0,06
Masa (kg)	71,25 ± 10,15	74,07 ± 10,31
IMC (kg/m ²)	22,62 ± 2,78	23,26 ± 2,60

IMC: índice de masa corporal.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra

Los criterios de exclusión fueron: 1) haber manifestado dolor lumbar o torácico 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.

2.2. 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 torácica fue valorada mediante un Spinal Mouse® en la posición de bipedestación, así como sobre la bicicleta, colocando las manos en el agarre bajo del manillar (figura 1), en un orden aleatorio. 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^o C.



Figura 1. Posición del ciclista con agarre en el manillar bajo



Previamente a las mediciones, el investigador principal identificó mediante palpación y marcó, con un lápiz dérmico, la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical (C7), así como la tercera vértebra sacra (S3).

Para medir la curva torácica, 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 C7 hasta S3 (figura 2). El sistema digitalizaba 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 radiográficas¹⁸.



Figura 2. Evaluación del raquis torácico en bipedestación

2.3. 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 sobre la bicicleta: Los sujetos debían sentarse en el sillín, apoyando las manos sobre el agarre bajo y pedalear durante 5 minutos, con una cadencia de 90 pedaladas por minuto (marcadas con un cadenciómetro).

Cada ciclista utilizó su propia bicicleta. En los sujetos del grupo control, se utilizó una bicicleta ajustada a las características antropométricas de cada individuo, utilizando las referencias de Salai y cols.¹⁹ y de Vey Mestdagh:

¹⁸ Guerhazi, M., Ghroubi, S., Kassis, M., Jaziri, O., Keskes, H., Kessomtini, W., Ben-Hammouda, I. y Elleuch, M. H.: "Validity and reliability of Spinal Mouse® to assess lumbar flexion", *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 49, (2006), pp. 172-177.

¹⁹ Salai, M., Brosh, T., Blankstein, A., Oran, A. y Chechik, A.: "Effect of changing the saddle angle on the incidence of low back pain in recreational bicyclists", *British Journal of Sports Medicine*, 6, (1999), pp. 398-400.



- Ajuste altura del sillín: Con el sujeto sentado sobre el sillín de la bicicleta y con el pedal situado en el punto más bajo, la rodilla debía estar en flexión de 20°.
- Altura del manillar: Aquélla que permitía al sujeto permanecer en una posición cómoda con los codos semiflexionados.
- Avance-retroceso del sillín: Con el sujeto sentado sobre el sillín y los pedales paralelos al suelo, se colocaba una plomada a la altura de la rótula de la rodilla más adelantada, y debía caer sobre la primera articulación metatarso-falángica.

2.4. 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, y una prueba t de Student para muestras dependientes para comparar dichas variables entre un mismo grupo. 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

Los valores angulares medios para la cifosis torácica en bipedestación fueron de $48,10^\circ \pm 7,78^\circ$ y $42,44^\circ \pm 7,73^\circ$ para el grupo de ciclistas y el grupo control, respectivamente ($p < 0,001$), mientras que sobre la bicicleta, fueron de $37,54^\circ \pm 9,92^\circ$ para el grupo de ciclistas y de $37,80^\circ \pm 9,42^\circ$ para el grupo control (figura 3). En bipedestación, el grupo de ciclistas presentó una significativa mayor cifosis torácica que el grupo control ($p < 0,001$). Sobre la bicicleta, ambos grupos mostraron una disminución significativa de la cifosis torácica con respecto a la bipedestación ($p < 0,001$).

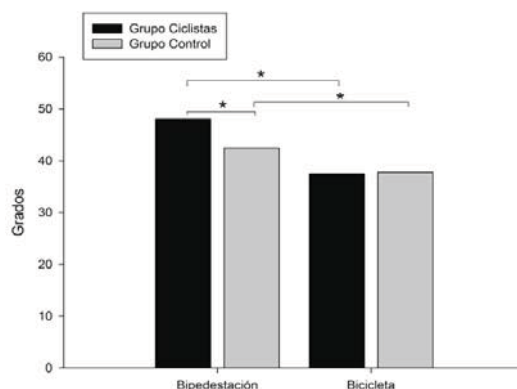


Figura 3. Valores angulares medios del raquis torácico en bipedestación y sobre la bicicleta en agarre bajo. * $p < 0,001$



4. DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la disposición angular del raquis torácico en bipedestación y sobre la bicicleta, en ciclistas de élite y un grupo de sujetos sedentarios. La posición en sedentación prolongada sobre la bicicleta durante años de entrenamiento, y las características propias de este deporte como las altas exigencias físicas requeridas en la categoría analizada, podrían generar algún tipo de adaptación en las curvas raquídeas. El principal hallazgo de este estudio fue que los ciclistas de élite, en bipedestación, presentaron valores angulares, para el raquis torácico, significativamente superiores respecto al grupo control, integrado por sujetos que no realizaban ejercicio físico de manera sistematizada. Las altas exigencias físicas y la duración de las pruebas y entrenamientos que caracterizan al ciclismo, podrían aumentar la cifosis torácica en estos deportistas, puesto que la práctica deportiva de alta intensidad puede generar modificaciones en la configuración sagital del raquis²⁰.

Nuestros resultados coinciden con los aportados por Rajabi y cols.²¹, que encontraron, en bipedestación, una cifosis torácica significativamente mayor en un grupo de ciclistas en comparación con otro de sujetos sedentarios, justificando esta diferencia en base a que el ciclista permanece una gran cantidad de tiempo en flexión de tronco sobre su bicicleta. Por ello, el raquis torácico se adaptaría a dicha posición, manifestando una mayor cifosis en bipedestación, en comparación con los sujetos que no practican este deporte. No obstante, estos autores no valoraron el morfotipo raquídeo adoptado sobre la bicicleta, sino que sus conclusiones de basaban en supuestos teóricos.

Diferentes estudios han observado una tendencia al aumento de la cifosis torácica en bipedestación en deportes donde predominan gestos técnicos específicos en flexión mantenida del tronco (lucha²², piragüismo²³, voleibol²⁴). No obstante, estos estudios no analizan la posición adoptada del raquis torácico en los gestos deportivos específicos. Una cifosis torácica aumentada se ha relacionado con un aumento del estrés vertebral²⁵ y una mayor presión intradiscal, tanto en los discos intervertebrales torácicos²⁶ como en los lumbares²⁷, aumentando el riesgo de lesión raquídea.

²⁰ Uetake, T. y cols., op. cit., 1998.

²¹ Rajabi, R. y cols., op. cit., 2000.

²² Rajabi, R. y cols., op. cit., 2008.

²³ López-Miñarro, P. A. y Alacid, F., op. cit., 2010.

²⁴ Grabara, M. y Hadzik, A., op. cit., 2009.

²⁵ Beach, T. y cols., op. cit., 2005.

²⁶ Polga, D. y cols., op. cit., 2004.

²⁷ Sato, K., Kikuchi, S. y Yonezawa, T.: "In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems", *Spine*, 23, (1999), pp. 2468-2474. Wilke, H. Neef, P., Caimi, M., Hoogland, T. y Claes, L.: "New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life", *Spine*, 24, (1999), pp. 755-762.



Por otro lado, estudios que analizan deportes donde predominan ejercicios de concienciación corporal para la mejora de la actitud postural, como en danza²⁸ y gimnasia rítmica²⁹, han observado una significativa menor cifosis torácica en comparación con sujetos que no practicaban ejercicio físico.

En el presente trabajo, al evaluar la cifosis torácica sobre la bicicleta, tanto en el grupo de ciclistas de élite como en el control, se observó una disminución significativa de la flexión intervertebral en comparación con la cifosis torácica observada en bipedestación. Probablemente, esta diferencia se explica por el apoyo de las manos sobre el manillar, que induce una retropulsión escapular y extensión intervertebral torácica, adoptando posturas más alineadas.

Según Balius³⁰, el ciclismo es un deporte contraindicado, ya que su práctica comporta, inevitablemente, una posición en hipercifosis torácica, que puede desencadenar modificaciones raquídeas cuando su práctica es intensa y continuada. Por este motivo, el autor lo clasifica como un deporte vertebralmente negativo en potencia³¹. En este sentido y tras los hallazgos del presente estudio, consideramos que la posición en la bicicleta no puede ser la responsable directa del aumento de la cifosis torácica en estos deportistas, puesto que el raquis torácico está más alineado sobre la bicicleta, que cuando están en bipedestación. Por tanto, los mayores valores angulares torácicos en bipedestación en los ciclistas estarían condicionados por otros factores como la edad, estilo de vida, hábitos posturales en las actividades de la vida diaria o falta de concienciación postural. Es preciso valorar si la posición del ciclista mantenida durante tantas horas cada día puede generar, por la fatiga asociada, modificaciones posturales tras los entrenamientos, explicando en parte el morfotipo raquídeo torácico en bipedestación.

Ante la tendencia a la hipercifosis torácica en bipedestación de los ciclistas, sería necesario incluir en la planificación del entrenamiento un trabajo de concienciación postural del raquis, que se complemente con un trabajo de resistencia muscular de la musculatura torácica, con el objetivo de favorecer posturas más alineadas en bipedestación.

Los ciclistas de la categoría élite presentan una mayor cifosis torácica en bipedestación, en comparación con sujetos que no realizan ejercicio físico de manera sistematizada. En cambio, los valores angulares para el raquis torácico sobre la bicicleta son significativamente menores que en bipedestación. La posición

²⁸ Nilsson, C. y cols., op. cit., 1993.

²⁹ Kums, C. y cols., op. cit., 2007.

³⁰ Balius, R.: "Acción de la sobrecarga deportiva sobre el aparato locomotor del niño y del adolescente", *Apunts. Educación Física y Deportes*, 78, (1983), pp. 85-96.

³¹ Balius, R., Balius, R. y Balius, X.: "Columna vertebral y deporte", *Apunts. Educación Física y Deportes*, 24, (1987), pp. 223-229.



adoptada por el ciclista en la bicicleta no puede ser la causa directa de la mayor cifosis torácica encontrada en los ciclistas. Es recomendable incluir ejercicios específicos de concienciación postural del raquis y de resistencia muscular en la región torácica en estos deportistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALRICSSON, M. y WERNER, S.: “*Young elite cross-country skiers and low back pain. A 5-year study*”, *Physical Therapy in Sport*, 7, (2006), pp. 181-184.
- BALIUS, R., BALIUS, R. y BALIUS, X.:” *Columna vertebral y deporte*”, *Apunts. Educación Física y Deportes*, 24, (1987), pp. 223-229.
- BALIUS, R.: “*Acción de la sobrecarga deportiva sobre el aparato locomotor del niño y del adolescente*”, *Apunts. Educación Física y Deportes*, 78, (1983), pp. 85-96.
- BEACH, T., PARKINSON, R., STOTHART, P. y CALLAGHAN, J.: “*Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of the in vivo lumbar spine*”, *The Spine Journal*, 2, (2005), pp. 145-154.
- BOLDORI, L., Da SOLDÁ, M. y MARELLI, A.: “*Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in Young athletes*”, *Minerva Pediátrica*, 51, (1999), pp. 259-264.
- DE VEY MESTDAGH, K.: “*Personal perspective: in search of an optimum cycling posture*”, *Applied Ergonomics*, 29, (1998), pp. 325-334.
- GARCÍA FERRANDO, M.: *Postmodernidad y deporte: Entre la individualización y la masificación. Encuesta de hábitos deportivos de los españoles 2005*, Madrid, CIS/Siglo XXI, 2006.
- GRABARA, M. y HADZIK, A.: “*Postural variables in girls practicing volleyball*”, *Biomedical Human Kinetics*, 1, pp. 67-71.
- GUERMAZI, M., GHROUBI, S., KASSIS, M., JAZIRI, O., KESKES, H., KES-SOMTINI, W., BEN-HAMMOUDA, I. y ELLEUCH, M. H.: “*Validity and reliability of Spinal Mouse® to assess lumbar flexion*”, *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 49, (2006), pp. 172-177.
- IWAMOTO, J., ABE, H., TSUKIMURA, Y. y WAKANO, K.: “*Relationship between radiographic abnormalities of lumbar spine and incidence of low back pain in high school and college football players*”, *American Journal of Sports Medicine*, 3, (2004), pp. 781-786.
- KUMS, T., ERELIN, J., GAPEYEVA, H., PÄÄSUKE, M. y VAIN, A.: “*Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls*”, *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2-3, (2007), pp. 87-95.
- LÓPEZ-MIÑARRO, P. A. y ALACID, F.: “*Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes*”, *Science & Sports*, 25, (2010), pp. 88-93.



- LÓPEZ-MIÑARRO, P. A., RODRÍGUEZ, P. y SANTONJA, F.: "*Disposición sagital del raquis torácico al realizar el ejercicio de remo sentado con apoyo en el tórax*", Revista Española de la Educación Física y Deportes, 12, (2009), pp. 80-87.
- NILSSON, C., WYKMAN, A. y LEANDERSON, J.: "*Spinal sagittal mobility and joint laxity in young ballet dancers*", Knee Surgery, Sports Traumatology and Arthroscopy, 3-4, (1993), pp. 206-208.
- POLGA, D., BEAUBIEN, B., KALLEMEIER, P., SCHELLHAS, K., LEW, W., BUTTERMANN, G. y WOOD, K.: "*Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thorathic intervertebral disc*", Spine, 12, (2004), pp. 1320-1324.
- RAJABI, R., DOHERTY, P., GOODARZI, M. y HEMAYATTALAB, R.: "*Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and free style wrestlers and a group of non-athletic subjects*", British Journal of Sports Medicine, 42, (2008), pp. 229-232.