

I CONCURSO EMILI LLEDÓ FIGUERES DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS Y DIVULGATIVOS
MODALIDAD DIVULGATIVA

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MUSCULAR ISOMÉTRICA DE LA
MUSCULATURA DEL CORE EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA
EXTRA-ESCOLAR SEMANAL PRACTICADA.**

Alberto Segarra

*Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Colegiado número: 56.578*

Cristina Monleón

*Profesora doctora en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad Católica de Valencia*

Consuelo Moratal

*Profesora doctora en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad Católica de Valencia*

Fecha recepción 31 Octubre 2016 / Fecha aceptación: 22 Diciembre 2016

RESUMEN

En los últimos años el sedentarismo se ha ido implantando en nuestra sociedad (INE, 2012). A nivel escolar, se ha fomentado este mismo fenómeno reduciendo el número de horas semanales de educación física e incluso eliminando esta asignatura del currículo escolar en 2º de Bachillerato (Decreto 87/2015, 2015; LOMCE, 2013).

El objetivo de este trabajo fue establecer si existía algún tipo de relación entre la práctica de actividad física extraescolar semanal y la resistencia muscular central en adolescentes.

Para recoger la información referida a la práctica de actividad física se pasó un formulario a 31 adolescentes ($15.51 \pm .32$ años) del I.E.S. La Canal de Navarrés acerca del volumen de práctica físico-deportiva extraescolar realizada. Además, para la evaluación de la resistencia muscular central se utilizó el protocolo de McGill (2007).

Los resultados revelaron que aquellos adolescentes que practicaban actividad física desarrollaron más resistencia muscular isométrica del core que los que no. Además, se evidenció que en algunos casos, a medida que se incrementaba el número de horas de práctica de actividad física, aumentaba la resistencia muscular isométrica del core.

En conjunto, los hallazgos aportan una evidencia más para defender los beneficios que tiene sobre la salud la práctica de actividad física, y para oponerse a la reducción de horas e incluso la eliminación del currículo escolar de la asignatura de Educación Física.

Palabras clave: actividad física, resistencia muscular, core, adolescentes.

Title: Comparison of isometric muscle strength of the core muscles according to the weekly after-school physical activity practiced

Contacto: albert-et@hotmail.com



ABSTRACT

In recent years, physical inactivity has slowly but surely been introduced into our society (INE, 2012). At schools this phenomenon has also started to take place, for instance reducing the number of weekly hours of physical education or even eliminating this subject from the General Certificate of Education (Decree 87/2015, 2015; LOMCE, 2013).

The aim of this project was to establish a correlation between the practice of weekly extracurricular physical activities and core muscle strength in teenagers.

In order to collate information regarding the practice of physical activity a form were provided to 31 teenagers from I.E.S La Canal Navarrés isometric muscle strength test would be used to calculate the central muscle endurance.

The results revealed that adolescents who practiced physical activity developed more core isometric muscle strength than those without. Furthermore, it showed that in some cases, as the number of hours of physical activity increased, isometric muscular endurance core.

Together, the findings provide further evidence to defend the benefits that health practice physical activity, and to oppose the reduction in hours or even elimination of the curriculum of the subject of Physical Education.

Key words: physical activity, muscular endurance, core, teenagers.

INTRODUCCIÓN

El core, importancia de la estabilidad y el entrenamiento del mismo en adolescentes.

En la actualidad, desde el campo de la actividad física y el deporte, el core se concibe como un complejo funcional formado por tres subsistemas: subsistema estabilizador pasivo (SEP), subsistema estabilizador activo (SEA) y subsistema de control motor (SCM) (Norris, 2008; Panjabi, 1992a).

La acción conjunta de estos tres subsistemas permite generar un tronco estable, evitando que se pierda la zona neutra y, por tanto, que se genere inestabilidad. Todo ello, se consigue a través de unos niveles óptimos de fuerza, o capacidad de generar tensión, y de control motor (Panjabi, 1992a).

Cuando los niveles de fuerza no son óptimos y existe debilidad muscular, o cuando el control motor de los músculos es deficiente, peligra la estabilidad del core. La generación de inestabilidad raquídea y en consecuencia, el aumento del riesgo de lesión, depende de estos dos aspectos fundamentalmente (Akuthota & Nadler, 2004).

Estos trastornos desencadenan en la aparición de dolor en la zona lumbar (DL) (Casado, Morales & Vidal, 2008), siendo esta dolencia muy frecuente en la niñez y la adolescencia (Calvo-Muñoz, Gómez-Conesa, & Sánchez-Meca, 2012; Martínez, Durán, López, Zarco, Ibañez & Vargas, 2009; Masiero, Carraro, Celia, Sarto & Ermani, 2008).

En una línea similar, Henchoz y Alexander (2008) realizaron una revisión bibliográfica en la que recogieron las evidencias científicas existentes respecto al efecto del ejercicio sobre la prevención y el tratamiento del DL. La conclusión principal que extrajeron ambos autores fue que el ejercicio es más eficaz para la prevención y el tratamiento del DL subagudo y crónico que el reposo.

Tomando como base la información anteriormente citada, resulta obvio que se necesita entrenar la musculatura que compone el core para garantizar la salud del raquis (McGill, Grenier, Kavcic, & Cholewicki, 2003; Panjabi, 2003) y, por ende, del individuo.



Diferentes estudios sobre la biomecánica y epidemiología del raquis revelaron que la aparición del dolor de espalda está relacionado con el déficit en el desarrollo de la fuerza y en el SCM de los músculos del core. Por tanto, se debe dar especial importancia al entrenamiento dirigido a mejorar el control neuromuscular tanto en situaciones estáticas como dinámicas (Behm & Colado, 2012; McGill, 2010; Panjabi, 1992b; Vera, Barbado, Moreno, Hernández, Juan & Elvira, 2015).

Dentro del campo de la fuerza y del entrenamiento de esta capacidad y sus diferentes manifestaciones, la fuerza resistencia es una de las capacidades más relacionadas con una columna lumbar saludable, sin lesiones y con mayor capacidad de rendir en la práctica deportiva (McGuill, Childs, & Liebenson, 1999; Van Dieen, Luge & Van der Eb, 2012).

Métodos de valoración de la estabilidad central. Evaluación de la resistencia muscular del core a través del protocolo de test isométricos de McGill (2007).

No existe un test validado para evaluar a la vez todas las capacidades físicas implicadas en el correcto funcionamiento del core, por lo que si se pretende evaluar el funcionamiento global del core se necesitaría emplear diferentes test que las evaluaran por separado (Nesser & Lee, 2009).

Existen pocas investigaciones sobre cómo evaluar la estabilidad del raquis, sin haber un acuerdo en referencia a de qué modo o forma resulta más fiable o válida su evaluación (Peña, Elvar, Ramón, Morat, Isidro & Mata, 2012).

Aun así, existe una gran variedad de test para evaluar por separado las diferentes capacidades de las que depende la estabilidad del core. Los más utilizados son los test isocinéticos que valoran la fuerza, potencia, torque pico y trabajo total, los test isométricos que valoran la fuerza y la resistencia muscular (RM), y los test isoinerciales que miden indirectamente la fuerza, la potencia y la RM (Peña et al., 2012).

El objetivo de este estudio fue evaluar la RM isométrica del core y comparar si existía alguna relación entre los niveles de la misma, y la actividad física extraescolar semanal que practicaban los adolescentes

Se optó por evaluar la RM del core a través del protocolo de McGill (2007), debido a que la fuerza resistencia es una de las capacidades más relacionadas con una columna lumbar saludable (McGuill et al., 1999). Además, es uno de los protocolos más utilizados en las investigaciones existentes para evaluar la resistencia de la zona media tanto en adultos como en adolescentes (Peña et al., 2012).

METODOLOGÍA

Muestra

En este estudio se contó con una muestra de 31 alumnos (17 son chicos y 14 chicas), nacidos en el año 2000 con edades comprendidas entre los 15 y 16 años ($15.51 \pm .32$ años). Al ser todos los participantes de este estudio menores de edad, se contó con la autorización de los padres y tutores académicos, así como del permiso de la dirección del centro I.E.S La Canal de Navarrés, donde se realizó el estudio. Cabe destacar que todos los procedimientos descritos en este estudio cumplieron los requisitos establecidos en la declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2013.



Instrumentos

Para la recogida de los datos referentes a la práctica de actividad física por parte de los adolescentes se utilizó un cuestionario de elaboración propia para conocer la práctica de actividad físico deportiva en general, y la actividad física extraescolar en particular. Además se pretendía conocer el tipo de actividad física que practicaban y la cantidad de horas semanales que realizaban.

Para la recogida de los datos referentes a la RM isométrica del core de los adolescentes, se utilizó el protocolo de test isométricos de McGill (2007). Se trata de un protocolo utilizado anteriormente en adolescentes con edades comprendidas entre los 14 y 15 años, y los 17, compuesto por una batería de cuatro test que han demostrado ser fiables y que evalúan por separado la resistencia isométrica de diferentes músculos del core (Bernard et al., 2008; Giraldo, 2011; Peña et al., 2012).

El primero de ellos es el test de Biering-Sorensen (1984), en el cual los participantes se deben situar en decúbito prono sobre una superficie plana ligeramente elevada, haciendo coincidir el borde antero-superior de la cresta iliaca con el borde de la superficie utilizada (Figura 1). Una vez apoyados correctamente, los participantes deben alinearse horizontalmente el mayor tiempo posible (Biering-Sorensen, 1984; Recio, Murillo &



Figura 1. Test de extensión de tronco (Elaboración propia, 2016).

Durante la realización del mismo se evalúa la resistencia isométrica de los músculos extensores del tronco (Biering-Sorensen, 1984).

El segundo test incluido dentro del protocolo de McGill (2007) es el test de puente lateral, izquierdo y derecho. En este ejercicio el participante se sitúa en decúbito lateral alineando las piernas como se observa en la Figura 2, y con ambos pies en contacto con el suelo. En esta posición, el sujeto se apoyará en el suelo con el antebrazo (flexión 90° y húmero perpendicular al suelo). Una vez situado en esta posición, despegará la pelvis del suelo hasta alinearla con el tronco y las extremidades inferiores (Recio et al., 2014).



Figura 2. Test de puente lateral (Elaboración propia, 2016).

Durante la realización de este test se activan y evalúan principalmente los músculos inclinadores o flexores laterales del tronco (McGuill et al., 1999).

El tercer y último test que compone el protocolo es el de flexión de tronco, en el cual el participante se sitúa en decúbito supino con las rodillas y las caderas flexionadas a 90° (Figura 3). Una vez en esta posición, realizará una flexión de tronco de 60° con respecto al suelo y se mantendrá el máximo tiempo posible en esa posición, sin arquear la zona lumbar (McGuill et al., 1999).



Figura 3. Test de flexión de tronco (Elaboración propia, 2016).

Durante la realización del mismo se activa y evalúa la musculatura flexora del tronco (McGuill et al., 1999).

Protocolo

Primeramente, la dirección del centro y los padres/tutores académicos de los adolescentes cumplieron las autorizaciones, permisos y consentimientos informados y voluntarios. Una vez se contó con los mismos, cada uno de los participantes rellenó el cuestionario de información sobre la práctica de actividad físico-deportiva y, posteriormente, completaron cada uno de los test del protocolo de McGill (2007) descrito anteriormente.

El primer test que pasaron fue el de extensión lumbar en decúbito prono, a continuación las planchas laterales y por último el test de flexión de tronco. Entre cada test hubo un tiempo de descanso entre 3 y 5 minutos para evitar sobre todo que la fatiga causada por los esfuerzos anaeróbicos lácticos y alácticos pudiera afectar al rendimiento de los adolescentes en el siguiente test (Chicharro & Vaquero, 2006).

Al finalizar los test, se realizó el sumatorio en segundos de los valores obtenidos en cada uno de ellos, y se calculó la media.

Tratamiento estadístico

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo del cuestionario y test realizados expresados como media más desviación estándar ($M + DS$).

A continuación se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk en las variables analizadas para verificar la distribución normal de las puntuaciones. Mediante pruebas paramétricas y para conocer la significación de cada variable analizada, se aplicó la prueba de Leven, asumiendo en cada análisis la hipótesis de que existía similitud entre las varianzas de los diferentes grupos. La p-valor fue significativa cuando $p < .05$.



Por último, se realizó la prueba T de Student para muestras independientes para verificar si existía relación entre el valor en segundos resultante de la suma de los resultados obtenidos en los tres test, y las variables analizadas: si se practicaba o no actividad física, el número de horas por semana que practicaban actividad física (1-2 horas, 3-4 horas, 5-6 horas, 7-8 horas) y por último, el tipo de actividad física que practicaban (predominantemente perceptiva o predominantemente habitual) (Knap, 1963 citado en Mora-Mérida, Ocejo y Elósegui, 2009). Al mismo tiempo, se utilizó la prueba de correlación de Pearson para establecer el tipo de relación existente entre variables.

RESULTADOS

Los datos estadísticos concernientes a la comparación entre el valor medio en segundos obtenido en los test y la práctica de actividad física, el tipo de actividad física practicada, y el número de horas semanales de actividad física practicada se explican a continuación.

Del análisis se extrajo que la relación entre la RM isométrica de los músculos del core y la práctica de actividad física extra-escolar semanal fue significativa ($p = .029$). Estos datos indicaron que aquellos adolescentes que practicaban actividad física extra-escolar ($M = 209.88$, $DS = 86.04$ segundos), presentaban mejores niveles de RM isométrica del core que aquellos que no practicaban ($M = 149.69$, $DS = 45.06$ segundos).

En la misma línea pero con diferente resultado, la relación entre la RM isométrica de los músculos del core y practicar actividades predominantemente perceptivas, o actividades predominantemente habituales no fue significativa ($p = .159$). Estos datos indicaron que aquellos adolescentes que practicaban actividades predominantemente perceptivas ($M = 219.44$, $DS = 51.19$ segundos), no presentaban mejores niveles de RM isométrica del core que aquellos que practicaban actividades predominantemente habituales ($M = 200.33$, $DS = 113.66$ segundos).

Por último, nuestro estudio mostró que la relación entre la RM isométrica del core y el número de horas semanales que se practica actividad física resultó significativa ($p < .05$). Así, resultó estadísticamente significativo la comparación de la resistencia de aquellos adolescentes que no realizaban ninguna hora semanal de actividad física extra-escolar ($M = 149.69$, $DS = 45.06$ segundos) respecto a aquellos que realizaban 3-4 horas semanales ($M = 321$, $DS = 113.11$ segundos) ($p = .001$). En este caso, en base a los datos que se obtuvieron, se podría manifestar que el hecho de que se aumentara el número de horas semanales de actividad física extra-escolar de ninguna a 3-4 horas semanales, supondría una mejora significativamente positiva en la RM isométrica del core.

Del mismo modo, se observó que cuando se comparó la resistencia de aquellos adolescentes que no realizaban ninguna hora de actividad física semanal ($M = 149.69$, $DS = 45.06$ segundos), con aquellos que realizan 5-6 horas semanales ($M = 246.00$, $DS = 43.86$ segundos) ($p = .005$) y con quienes practicaban de 7-8 horas semanales ($M = 229.75$, $DS = 38.23$ segundos) ($p = .006$) también resultaron estadísticamente significativos. En este caso, en base a los datos que se obtuvieron, se podría pensar que si se aumentara de ninguna a 5-6 o 7-8 horas de actividad física semanal, la mejora en la RM isométrica del core resultaría significativamente positiva.

Asimismo, cuando la comparativa de la resistencia de aquellos adolescentes que practican 1-2 horas semanales ($M = 144.75$, $DS = 47.16$ segundos) con los que practican 3-4 horas semanales ($M = 321$, $DS = 113.11$ segundos) ($p = .004$) y respecto a los de 5/6 horas semanales ($M = 246$, $DS = 43.86$ segundos) ($p = .010$) también resultaron estadísticamente significativos. En estos dos casos, en base a los resultados que se obtuvieron, se podría considerar que si se aumentara de 1-2 horas a 3-4 horas o 5-6 horas la práctica de actividad física extra-escolar semanal, el aumento de la RM isométrica del core sería significativamente positiva.



DISCUSIÓN

Como se cita en el inicio del trabajo, el número de horas de Educación Física se ha reducido e incluso eliminado del currículo escolar en 2º de bachillerato, propiciando con ello que se implante con más fuerza el sedentarismo en nuestra sociedad (Decreto 87/2015, INE, 2012; LOMCE, 2013;).

En este sentido, diferentes estudios evidenciaron el efecto beneficioso de practicar actividad física en la adolescencia sobre aspectos como el rendimiento académico o la salud física en general (Arday et al., 2010; Ramírez, Vinaccia & Suarez, 2004). Con la comparación de la RM isométrica del core en función de la práctica de actividad física extra-escolar semanal, se pretendió evidenciar que a través de la práctica de actividad física regular se puede mejorar la resistencia isométrica de los músculos del core. La misma, es fundamental para el mantenimiento de la estabilidad del raquis, y como consecuencia de ello para la prevención de DL, que es la patología más común en el mundo occidental teniendo especial trascendencia sobre los niños y los adolescentes (Calvo et al., 2012; Van Dieen, Luge & Van der Eb, 2012).

Puesto que no se encontraron evidencias de la existencia de trabajos con el mismo objetivo que pretendió alcanzar nuestro estudio, no se pudieron contrastar los resultados exactos del mismo con otros estudios. Sin embargo, sí existen investigaciones en las que se analizan algunas de las variables que aparecen en el nuestro.

En este sentido, la primera variable que se analizó en nuestro estudio y que sí aparece en otros trabajos realizados sobre adolescentes, es el valor medio en segundos obtenido en la batería de test de McGill (2007).

Atendiendo a la M en segundos que se obtuvo en el conjunto de los test de nuestro estudio, ésta fue de 45.5 segundos. Comparándola con los 110 segundos de M en el conjunto de los test que propone McGill (2007) como datos de normalidad para adultos jóvenes, considerándose los mismos como un indicador de salud raquídea, observamos que la RM isométrica del core de los adolescentes de nuestro estudio se situó muy por debajo del rango considerado como normal o saludable (McGuill, 2010).

Si la comparación se realiza desde la diferenciación entre las M de aquellos que practicaban y no practicaban actividad física, observamos que los adolescentes que practicaban actividad física presentaban una M de 51.7 segundos, mientras que la media de los que no practicaban fue de 36.68 segundos. Es evidente que los adolescentes que practicaban actividad física presentaban mejores valores que los no practicantes aunque no próximos a los considerados normales por McGill (2010).

En cambio, en adultos las investigaciones muestran que el valor medio de su resistencia se acerca más a los valores considerados como normales por McGill (2010) (Durall, Udermann, Johansen, Gibson, Reineke & Reuteman, 2009; Nesser & Lee, 2009; Tse, McManus & Masters, 2005).

Estas diferencias en la RM entre adolescentes y adultos jóvenes podría ser debido a que la maduración del sistema muscular de los adolescentes aún no es completa provocando que tanto la velocidad de contracción muscular, la fuerza y resistencia de los adolescentes son más bajas que en los adultos (Domínguez & Espeso, 2003; McGill, 2003). Estas diferencias entre los resultados de nuestro estudio y los de McGill (2003) también se han observado en los estudios de Bernard y colaboradores (2008) y en el de Giraldo (2011), donde también se encontraban por debajo de los valores considerados como normales, como sucede en nuestro trabajo.

Además, aunque los test de campo sean herramientas muy útiles para medir la resistencia de los músculos del core, puesto que utilizan el cuerpo como principal instrumento de medida,



el resultado en los mismos se ve influenciado por diferentes factores. De entre todos ellos, se ha demostrado que las medidas antropométricas como el peso, el diámetro biacromial y el índice acromioliaco se deben tener en cuenta a la hora de interpretar los test puesto que mostraron relaciones significativas tanto positivas como negativas (Latikka, Battie, Videman & Gibbons, 1995; Mbada, Ayannivi, Adedoyin & Johnson, 2010; Nuzzo & Mayer; 2013; Recio et al., 2014). Aunque en este estudio no se tuvieron en cuenta esta variable, resulta necesario conocer la influencia que pueden tener las mismas sobre la investigación, ya que entre los 15 y 16 años, los adolescentes se encuentran en plena etapa madurativa en la cual las medidas antropométricas son muy cambiantes y presentan grandes diferencias (Malina, 2013).

En definitiva, nuestro estudio parece concluyente en la comparación de numerosas variables analizadas. Sin embargo, no se pudieron contrastar nuestros resultados con el de otras investigaciones similares puesto que no se tiene constancia de las mismas. Además, las variables estudiadas presentan numerosos factores que influyen sobre las mismas pudiendo alterar el resultado. Aun así, se dio respuesta al objetivo marcado previamente a la realización del mismo.

CONCLUSIONES

- Los adolescentes que practican actividad física extra-escolar semanal tienen mayor resistencia muscular isométrica en los músculos del core.
- Aumentar la práctica de actividad física extra-escolar de 0 horas semanales a 3-4 horas, 5-6 horas o 7-8 horas semanales produce mejoras significativas en la resistencia muscular isométrica del core.
- Aumentar la práctica de actividad física extra-escolar de 1-2 horas semanales a 3-4 horas o 5-6 horas semanales produce mejoras significativas en la resistencia muscular isométrica del core.
- En general, el aumento del volumen de práctica de actividad física extra-escolar semanal produce mejoras significativas en la resistencia muscular isométrica del core.
- Es importante para la salud del raquis de los adolescentes el hecho de practicar actividad física de forma regular.
- Conocer estas evidencias sobre los beneficios de la práctica de actividad física, junto con otras existentes en la literatura científica, no permitirá defender con mayor rigor la importancia que tiene sobre la salud de los adolescentes el hecho de practicar actividad física de forma regular.
- Las evidencias aquí expuestas son un argumento más para oponerse a la reducción de horas e incluso la eliminación del currículo escolar de la asignatura de Educación Física.

REFERENCIAS

- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85, 86-92.
- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Chillón, P., Artero, E. G., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., ... & Ortega, F. B. (2010). Educando para mejorar el estado de forma física, estudio EDUFIT: antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/adhesión al estudio. *Revista Española de Salud Pública*, 84(2), 151-168.



- Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 7(2), 226.
- Bernard, J. C., Bard, R., Pujol, A., Combey, A., Boussard, D., Begue, C., & Salghetti, A. M. (2008). Muscle assessment in healthy teenagers: comparison with teenagers with low back pain. In *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 51(4), pp. 274-283.
- Biering-sørensen, F. I. N. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Calvo-Muñoz, I., Gómez-Conesa, A., & Sánchez-Meca, J. (2012). Prevalencia del dolor lumbar durante la infancia y la adolescencia: Una revisión sistemática. *Revista Española de Salud Pública*, 86(4), 331-356.
- Casado Morales, M., Moix ueraltó, J., & Vidal Fernández, J. (2008). Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clínica y Salud*, 19(3), 379-392.
- Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología delejercicio/Physiology of Exercise*. Ed. Médica Panamericana.
- Domínguez La Rosa, P., & Espeso Gayte, E. (2003). Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3(9), 61-68.
- Durall, C. J., Udermann, B. E., Johansen, D. R., Gibson, B., Reineke, D. M., & Reuteman, P. (2009). The effects of preseason trunk muscle training on low- back pain occurrence in women collegiate gymnasts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 86-92.
- Giraldo, J. M. (2011). Resistencia muscular del complejo lumbo-pélvico en estudiantes de los grados diez y once del colegio Calasanz, Pereira. *Spine*, 21, 2640-2650.
- Henchoz, Y., & So, A. K. L. (2008). Exercise and nonspecific low back pain: a literature review. *Joint Bone Spine*, 75(5), 533-539.
- Instituto Nacional de Estadística (19 de mayo de 2015). *Encuesta Europea de Salud en España. Avance de resultados del segundo y el tercer trimestre*. Recuperado de: <http://www.ine.es/prensa/np582.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística (19 de mayo de 2015). *Encuesta Nacional de Salud 2011-2012*. Recuperado de: <http://www.ine.es/prensa/np770.pdf>
- Latikka, P., Battie, M. C., Videman, T., & Gibbons, L. E. (1995). Correlations of isokinetic and psychophysical back lift and static back extensor endurance tests in men. *Clinical Biomechanics*, 10(6), 325-330.
- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Decreto 87/2015, 5 de junio). Boletín Oficial del Estado, nº 7544, 2015, 5 junio.
- Malina, R. M. (2013). Crecimiento, Performance, Actividad, y Entrenamiento Durante la Adolescencia. (Parte I). *Revista de educación física: Renovar la teoría y práctica*, (129), 23-28.
- Masiero, S., Carraro, E., Celia, A., Sarto, D., & Ermani, M. (2008). Prevalence of nonspecific low back pain in schoolchildren aged between 13 and 15 years. *Acta Paediatrica*, 97(2), 212-216.
- Martínez-Crespo, G., Durán, M. R. P., López-Salguero, A. I., Zarco-Periñan, M. J., Ibáñez-Campos, T., & de Vargas, C. E. R. (2009). Dolor de espalda en adolescentes: prevalencia y factores asociados. *Rehabilitación*, 43(2), 72-80.
- Mbada, C. E., Ayanniyi, O., Adedoyin, R. A., & Johnson, O. E. (2010). Static endurance of the back extensor muscles: association between performance and reported reasons for test termination. *Journal of Musculoskeletal Research*, 13(01), 13-21.
- McGill, S. M., Childs, A., & Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization



- exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(8), 941-944.
- McGill, S. M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 353-359.
- McGill, S (2007). *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation (2nd ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics
- McGuill, S. (2010). Core Training. Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), 33-46.
- Mora-Mérida, J. A., Ocejo, J. D., & Elósegui, E. (2009). Estudio de las estrategias cognitivas en algunos deportes con interacción motriz y sin interacción motriz. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(2).
- Nesser, T. W., & Lee, W. L. (2009). The relationship between core strength and performance in division I female soccer players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 12(2), 21-28.
- Norris, M. (2008). *Back Stability (2ed)*. *Integrating science and Therapy*. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=t6C_4xXqYNkC&printsec=frontcover&dq=back+stability&hl=es&sa=X&ei=ArBUVZ6_EYzlsAT7p4GADw&ved=0CCEQ6AEwAA#v=onepage&q=back%20stability&f=false
- Nuzzo, J. L., & Mayer, J. M. (2013). Body mass normalization for isometric tests of muscle endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 2039-2045.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders & techniques*, 5(4), 383-389.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders & techniques*, 5(4), 390-397.
- Panjabi, M.M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 371-379. doi: 10.1016/S1050-6411(03)00044-0.
- Peña, G., Elvar, H., Ramón, J., Moral, S., Isidro Donate, F., & Mata Ordoñez, F. (2012). Revisión de los Métodos de Valoración de la Estabilidad Central (Core). *PubliCE Standard*.
- Ramírez, W., Vinaccia, S., & Suárez, G. R. (2004). El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Revista de estudios sociales*, (18), 67-75.
- Recio, C., Murillo, D. B., & López, A. (2014). Test de campo para valorar la resistencia de los músculos del tronco/Field Test to Assess the Strength of Trunk Muscles. *Apunts. Educació física i esports*, (117), 59.
- Tse, M. A., McManus, A. M., & Masters, R. S. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college - age rowers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 547-552.
- Van Dieën, J. H., Luger, T., & van der Eb, J. (2012). Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1307-1313.
- Vera-García, F.J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J.L.L. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85.

