

Entrenamiento del CORE: selección de ejercicios seguros y eficaces

CORE Training: selection of effective and safe exercises

Graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Maestro Especialista en Educación Física Universidad
Católica San Antonio de Murcia

Adrián Vidal Oltra
avidal685@gmail.com
(España)

Resumen

El entrenamiento de la musculatura central del cuerpo (CORE) constituye un elemento de vital importancia para el desempeño de la mayoría de las acciones de la vida cotidiana aportando numerosos beneficios como elemento protector y estabilizador de la columna vertebral. Son muy variadas las propuestas para su entrenamiento, incluyendo entre otros, materiales alternativos y superficies inestables. Actualmente, la aplicación de programas de ejercicio físico orientados hacia el fortalecimiento de la musculatura del CORE es una práctica muy extendida entre la población. Sin embargo, en la mayoría de los casos se realiza de forma inadecuada. Fundamentalmente se persiguen fines estéticos, existiendo un gran número de ejercicios que no se recomiendan para su fortalecimiento porque no cumplen los criterios de seguridad y eficacia, así como un desconocimiento sobre los problemas que conlleva para la salud del individuo su realización de forma inadecuada.

Palabras clave: Entrenamiento del CORE. Músculos del CORE. Lumbares. Abdominales. Encorvamiento.

Abstract

CORE training is a vital element to perform most of everyday actions bringing many benefits as a protective and stabilizing spine. There are very different proposals for training CORE including alternative materials and unstable surfaces. Currently the implementation of exercise programs for CORE strength is a common practice in the population. However, in most cases the CORE training is done improperly. Fundamentally CORE training pursued aesthetics purposes. There are a large number of exercises are not recommended for CORE strength because they don't comply the criteria for safety and efficacy. There is also a lack of knowledge about as the problems associated with the individual health in the realization improperly of CORE exercises.

Keywords: CORE Training. CORE musculature. Lower back. Abdominal muscles. Crunch.

Recepción: 06/10/2015 - Aceptación: 04/11/2015

EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 20, Nº 210, Noviembre de 2015. <http://www.efdeportes.com/>

1 / 1

1. Introducción

1.1. Concepto y beneficios del CORE

El desarrollo de programas de acondicionamiento de la musculatura lumbo-abdominal es una práctica muy extendida en las salas de musculación. En torno a esta musculatura, denominada como zona central o CORE, se localiza el centro de gravedad del cuerpo humano y empiezan la mayoría de movimientos (Panjabi, 1992). Hay numerosos músculos que forman parte de este complejo. El CORE se compone de la columna lumbar, los músculos de la pared abdominal, los extensores de la espalda y el cuadrado lumbar (McGill, 2010; Stephenson & Swank, 2004). Algunos estudios, también incluyen las secciones superiores e inferiores del cuerpo: hombros, tronco, cadera y muslos (Elphinston, 2004; Lehman, 2006; McGill, 2002; Santana, 2003).

La definición de CORE presenta una orientación funcional porque se justifica atendiendo a la participación conjunta de todas estas estructuras para transmitir energía de unas extremidades a otras (del miembro superior al miembro inferior) y facilitar su movimiento, así como para estabilizar la parte central del cuerpo. Así, proporciona numerosos beneficios como elemento clave para el desempeño de las actividades de la vida cotidiana, y por su capacidad de estabilización y protección de la columna vertebral (Faries y Greenwood 2007). Un CORE bien entrenado es esencial para un rendimiento óptimo y la prevención de lesiones (McGill, 2010), especialmente algias lumbares (Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredericson 2008; Hibbs, Thompson, French, Wrigle & Spears, 2008).

Una buena musculatura abdominal permitirá estabilizar la zona lumbar y así evitar la hiperextensión causada por la acción de los flexores de cadera (López, 2000; Axler & McGill, 1997). El papel estabilizador de la musculatura abdominal se basa en su capacidad para disminuir la presión intradiscal en el raquis dorso-lumbar (Hodges & Richardson, 1999; Axler & McGill, 1997). Los profesionales de la salud abogan por el fortalecimiento de los ejercicios para los músculos abdominales con el fin de aumentar la estabilidad de esta zona intrínsecamente inestable. La estabilidad puede ser capaz de

ayudar en la reducción de las fuerzas de corte dirigidas hacia la columna lumbar a través de la preservación de la función muscular del tronco equilibrada y la postura del cuerpo adecuada (Sundstrup, Jakobsen, Andersen, Jav & Andersen, 2012).

Respecto a la musculatura lumbar, se ha demostrado la relación entre debilidad lumbar y algias lumbares, por lo que el entrenamiento de estos grupos musculares está indicado para prevenir alteraciones raquídeas (Carpenter & Nelson, 1999). Asimismo, un entrenamiento adecuado de los músculos lumbares puede contribuir a acelerar el proceso de recuperación, resultando ser de gran utilidad en el ámbito terapéutico (Lisón, Monfort & Sarti, 1998).

1.2. Evaluación y entrenamiento del CORE en función de las características de la musculatura

Existe confusión en cuanto a la musculatura del CORE: en cómo se evalúa, la forma en que se entrena, y como es aplicado al desempeño funcional. Por ello, se ha establecido una clasificación de la musculatura de la zona central, a partir de dos sistemas (Tabla 1): i) sistema local (estabilización) y ii) sistema global (movimiento), con distinción entre la resistencia del CORE, estabilidad y ejercicios funcionales (Faries & Greenwood, 2007).

Tabla 1. Sistemas de estabilización local y global del raquis. Adaptado de Faries y Greenwood (2007)

Musculatura del CORE		
Músculos locales (sistema de estabilización)		Músculos globales (sistema de movimiento)
Primario	Secundario	
<ul style="list-style-type: none"> - Transverso abdominal. - Multifidus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicuo interno. - Fibras medias del oblicuo externo. - Cuadrado lumbar. - Diafragma. - Músculos del suelo pélvico. - Iliocostal y longísimo (porciones lumbares). 	<ul style="list-style-type: none"> - Recto abdominal. - Fibras laterales del oblicuo externo. - Psoas mayor. - Erector espinal. - Iliocostal (porción torácica).

La musculatura local o estabilizadora se compone de una musculatura tónica donde predominan las fibras tipo I, que tienden a la flacidez. Su rol principal es postural y controlan la curvatura fisiológica espinal. Requiere ejercicios que impliquen poco o ningún movimiento a través de la columna y la pelvis (Norris, 1999). Estos músculos son más cortos en longitud y son adecuados para controlar el movimiento intersegmental y responder a los cambios en la postura y cargas extrínsecas (Akuthota et al. 2008). Estos músculos profundos también juegan un papel clave en la capacidad propioceptiva (Barr, Griggs & Cadby, 2005) y son los principales responsables de la generación de fuerza que proporciona la estabilidad inter-segmentaria debido a su unión a la vértebra lumbar (Akuthota & Nadler, 2004).

Los principales músculos responsables de elaborar el movimiento y el "torque" de la columna vertebral son los músculos globales. Poseen palancas largas y grandes brazos de movimiento y su acción abarca toda la columna (Norris, 1999). El sistema global lo componen fibras tipo II que crean un movimiento de la columna vertebral. Se trata de una musculatura que tiende al acortamiento, donde deben predominar movimientos rápidos y mayores resistencias, especialmente en el recto abdominal (Norris, 1999). Son los principales músculos implicados en el movimiento de la columna y el control de las fuerzas externas que se producen sobre la columna vertebral (Akuthota & Nadler, 2004).

1.3. Entrenamiento del CORE y estabilidad del raquis

La estabilidad es la habilidad del raquis para mantener su estado de equilibrio estático cuando es sometido a fuerzas (internas o externas) desequilibrantes (Bergmark (1989). La columna estará más estable cuanto más difícil sea cambiar su estado. Según Panjabi (1992) la estabilidad articular está influenciada por la acción coordinada de tres sistemas:

- El sistema pasivo, formado por las estructuras osteoarticulares (discos intervertebrales, vértebras, articulaciones cigapofisarias y ligamentos).
- El sistema activo, formado por los músculos del tronco. Consiste en aquellos músculos y tendones que rodean y actúan sobre la columna vertebral, incluyendo los músculos locales y globales.
- El sistema de control neural (central y periférico).

La selección de los ejercicios de estabilización más adecuados para cada programa de entrenamiento se basa fundamentalmente en criterios de eficacia y seguridad (López-Valenciano, Biviá-Roig, Lisón-Párraga, & Vera-García, 2013). Un ejercicio se considera eficaz cuando, durante su ejecución, la musculatura se activa con un nivel de intensidad suficiente como para producir adaptaciones (Vera-García, Flores-Parodi, Elvira, & Sarti, 2008). La seguridad se valora mediante estudios de la carga mecánica en los tejidos, considerando seguros aquellos ejercicios que no someten a las estructuras vertebrales a cargas elevadas (Axler & McGill, 1997). La ausencia del primer criterio supondría la falta de efectividad, mientras que el incumplimiento del segundo y/o tercer criterio provocaría la falta de seguridad. En la selección de los ejercicios para el fortalecimiento del CORE, es importante tener en cuenta la funcionalidad de los ejercicios y la población a la que van dirigidos, y la orientación hacia las actividades de su vida cotidiana y laboral, o en el caso de los atletas, hacia la especificidad del deporte (Escamilla et al., 2010; Hibbs et al., 2008). El profesional encargado de diseñar y aplicar los entrenamientos, elegirán métodos dinámicos, estáticos o mixtos en función de sus objetivos y de las características de los participantes (Vera-García et al., 2005). Al seleccionar los ejercicios para el acondicionamiento de la musculatura abdominal, hay que basarse en una serie de principios (López & Rodríguez, 2008).

1. Que el ejercicio desencadene una actividad eléctrica, de ligera a moderada, en la musculatura abdominal (entre el 20% y 60% de la máxima contracción voluntaria).
2. Que los flexores coxofemorales estén inhibidos en la medida de lo posible. Uno de los factores que aumenta la inestabilidad del raquis es la implicación de la musculatura flexora coxofemoral (Axler & McGill, 1997), ya que la activación del psoas aumenta las cargas en el raquis lumbar (McGill, 2004).
3. Que los valores de compresión lumbar y cizalla antero-posterior sean bajos o moderados, por debajo de los 3000 y 1000 Newtons, respectivamente, ya que valores superiores son un factor de riesgo para muchas personas (McGill, 1998).

2. Selección de ejercicios seguros y eficaces en el entrenamiento del CORE

Tradicionalmente en las salas de musculación los ejercicios para el desarrollo de los músculos del CORE se han centrado en el fortalecimiento de la musculatura global mediante la incorporación de tronco clásica, conocida como sit-up (Faries & Greenwood, 2007). Sin embargo, este ejercicio desencadena una gran activación de los flexores de cadera, especialmente del psoas-ilíaco (McGill, 2001), produciendo un riesgo importante para la salud de los discos intervertebrales a nivel lumbar y de daño ligamentoso (Pérez et al., 2010; McGill, 2001). La sujeción de los pies produce que ésta activación sea aún una mayor, especialmente del recto anterior del cuádriceps, agonista principal del movimiento (McGill, 2001). Por tanto, en la realización de ejercicios de fortalecimiento abdominal hay que anular en la medida de lo posible la acción de la musculatura flexora de cadera, en especial el músculo psoas-ilíaco (Pérez et al., 2010).

Los ejercicios abdominales que flexionan activamente el tronco pueden ser problemáticos para algunas personas con patologías de disco lumbar debido al aumento de la presión intradiscal (Axler & McGill, 1997), así como perjudiciales para las personas con osteoporosis, ya que el riesgo de compresión vertebral puede desencadenar en fracturas (Escamilla et al., 2006). Si la incorporación se realiza con giro o con una elevada velocidad, el riesgo de compresión es mayor (Cholewicki et al., 2000).

En este sentido, en ámbitos relacionados con la Educación Física, el fitness y la salud, es conveniente utilizar ejercicios que activen los músculos del abdomen sin producir grandes fuerzas de compresión en el raquis (Vera et al., 2005). El encorvamiento de tronco, también conocido como crunch, es un ejercicio seguro para el raquis dorso lumbar al minimizar las fuerzas comprensivas (2000-2500 N) y el estrés de cizalla (Axler & McGill, 1997; Kavcic et al., 2004) y activa en menor medida los flexores de cadera (McGill, 1998). De esta manera, el encorvamiento se recomienda en lugar de ejercicios de incorporación de tronco ya que ha sido demostrado que activa la musculatura abdominal tan eficazmente como la incorporación de tronco, pero sin la actividad tan elevada de los flexores de la cadera que se

produce durante el sit-up (Axler & McGill, 1997). McGill (2001), recomienda que en la realización de ejercicios de encorvamiento del tronco, una rodilla se flexione 90°, y la otra pierna se coloque extendida con las manos debajo de la columna lumbar, con el fin de ayudar en la estabilización de la pelvis y la preservación de una curva lumbar neutral, generalmente en sujetos principiantes que tienen a aplanar la columna vertebral. Es conveniente destacar que antes de la realización de encorvamientos, es conveniente aprender a realizar abdominal hollowing y abdominal bracing para activar el transversal abdominal, de esta forma se mejora la activación de los músculos en el encorvamiento (Akuthota et al. 2008) y se estabiliza la columna vertebral proporcionando mayor estabilidad, en mayor medida con el abdominal bracing (Grenier & McGill, 2007).

Estudios biomecánicos han demostrado que en la realización de encorvamientos en bancos o planos inclinados (cabeza abajo) aumenta la intensidad de la tarea, incrementando los niveles de activación de la musculatura de la pared abdominal, mientras que las inclinaciones positivas (cabeza arriba) reducen esta activación (López-Valenciano et al., 2013). Desde la posición horizontal (ejercicio convencional) la utilización de cargas externas supone un aumento de la activación de la musculatura del CORE. Así, las aportaciones de Moraes et al. (2009), nos indican que la hipertrofia de los músculos abdominales tiene un importante papel en el mantenimiento y la modificación de la postura y en la prevención de las lesiones en la columna lumbar. De esta forma, los autores sugieren que sugieren que los adultos jóvenes, sanos y físicamente activos cuando el objetivo es la progresión en el proceso de formación de la fuerza abdominal, la opción debe ser por cambios de carga superior al 20% del 1-RM. El inconveniente que presenta la utilización de cargas externas en ejercicios es que acentúa el trabajo del recto femoral.

En cuanto a los ejercicios que implican las elevaciones de piernas y sus variantes (tanto con rodillas extendidas como flexionadas), se ha demostrado que producen una actividad muy elevada de los flexores de cadera y generan altos niveles de compresión para las estructuras de la columna vertebral, especialmente de la región lumbar. Por lo tanto, la ejecución de estos ejercicios no está recomendada (Anderson et al., 1997). A pesar de que existen creencias populares basadas en que la realización de ejercicios de crunch invertido activa los músculos abdominales de la zona inferior en mayor medida que lo hace la realización de ejercicios de encorvamiento, los resultados del estudio de Escamilla et al., (2006) no corroboran estos mitos evidenciando activaciones significativamente mayores durante el encorvamiento de tronco.

La musculatura lumbar tiene un carácter hipotónico. Su activación electromiográfica en bipedestación está en torno al 2-4% de la máxima contracción voluntaria (Dunk & Callaghan, 2002). Presenta un predominio de fibras musculares tipo I, relacionadas con trabajos de resistencia (autocargas), recomendándose para su fortalecimiento trabajos a baja velocidad con fases isométricas (López, 2000). Debe trabajarse en un ratio con respecto a los músculos abdominales más homogéneo, tendiendo a una relación de 1:1 (McGill, 2002). En este sentido, Cotton (1993) nos indica que la amplitud que puede alcanzar el raquis es de 20 grados en posiciones de decúbito prono, si se realiza de forma balística el movimiento puede ser peligroso para las estructuras vertebrales por la falta de control muscular. Por lo tanto, en los ejercicios de extensión de tronco se debe llevar mucha precaución y llevar a cabo la ejecución a una velocidad lenta. De esta forma, Callaghan et al. (1998), evidenciaron que los ejercicios de extensión de tronco (extensión simultánea de tronco y caderas en decúbito prono; extensión de tronco en banco) producen una actividad alta de los músculos extensores pero elevados niveles de compresión sobre el raquis. En su lugar, para el fortalecimiento de la musculatura extensora se recomienda la extensión de cadera unilateral en cuadrupedia o el bird dog.

Los puentes isométricos son ejercicios eficaces y seguros que generan patrones de coactivación muscular de intensidad baja o moderada con el objetivo de mejorar la capacidad de estabilización del raquis y la resistencia muscular (Vera-García et al., 2013). Los puentes son ejercicios utilizados para el desarrollo de patrones de coactivación muscular que facilitan el control postural del tronco y la estabilidad raquídea (McGill, 2002)












La pelota suiza (fitball) se presenta como una superficie eficaz para el entrenamiento de la musculatura del CORE relacionado con el beneficio de adaptaciones propioceptivas y valores de activación muscular superiores al trabajo en superficies estables. El crunch en la pelota suiza colocando el balón sobre la región lumbar provoca una mayor activación muscular que cuando es colocada por debajo de los omoplatos (Cosio-Lima et al., 2003). El crunch realizado en la pelota suiza con una resistencia elástica produce una mayor actividad del recto abdominal, así como una menor actividad del recto femoral que los abdominales realizados en máquina (Sternlicht et al., 2007). Siguiendo con el análisis de ejercicios de fortalecimiento de CORE en fitball, Escamilla et al. (2010) estudiaron el nivel de activación de la musculatura del CORE en ocho ejercicios sobre la pelota suiza y dos ejercicios abdominales tradicionales (encorvamiento e incorporación de tronco). Así, comprobaron que los ejercicios Pike, Skier y Roll-out presentan niveles de activación muscular superiores al encorvamiento e incorporación de tronco. Las ejecuciones de estos ejercicios son mucho más complejas y supone un desafío elevado para el individuo que las ejecuta. Se recomienda la prescripción del roll-out ya que es un ejercicio eficaz para la musculatura abdominal, oblicua y dorsal, y la participación del RF durante su ejecución es reducida. Además, el puente frontal sobre pelota suiza produce una actividad muscular similar

a la del encorvamiento (Escamilla et al., 2010).

En los últimos años se ha producido una inclusión en las salas de musculación de dispositivos y materiales alternativos para el fortalecimiento de la musculatura del CORE. La rueda abdominal (Abd Roller) es el ejercicio más eficaz en el reclutamiento de la musculatura abdominal y dorsal ancho minimizando la actividad muscular del recto femoral en torno a los materiales alternativos. Así, el dispositivo Ab Revolutionizer produce una actividad muscular abdominal similar a la producida por el encorvamiento. Para el resto de variantes con la rueda abdominal, los ejercicios de elevación de piernas con correas, así como la flexión bilateral de caderas con rodillas flexionadas sobre banco inclinado a pesar de que son eficaces para activar la musculatura abdominal, oblicua y dorsal, producen niveles de compresión relativamente altos sobre los discos vertebrales, especialmente de la región lumbar y muestran valores de activación relativamente elevados del recto femoral y de la musculatura paravertebral lumbar (Escamilla et al., 2006). Este tipo de ejercicios son recomendables para individuos entrenados que buscan mantener un gasto calórico alto y con tiempo de entrenamiento reducido, ya que proporcionan beneficios en torno a la musculatura del resto del cuerpo.

En cuanto al entrenamiento vibratorio del CORE, los estudios que analizaron el entrenamiento con la plataforma vibratoria han demostrado que el porcentaje de actividad del recto abdominal aumenta con cada incremento en la frecuencia de vibración. Sin embargo, es preciso que la investigación siga avanzando en este ámbito como medio para la mejora de la fuerza, de la resistencia y de la estabilización activa del raquis (Lisón-Párraga et al., 2012).

Tabla 2. Programación de entrenamiento de la musculatura del CORE para un sujeto entrenado

Programa de entrenamiento de la musculatura del CORE					
CALENTAMIENTO	Ejercicio	Series	Repeticiones	Descanso	
	Cat-camel	1	10-15 rep.	-	
	Abdominal bracing y holowing	1	10-15 rep.	-	
*Realizar estiramientos: circunducción, anteversión o retroversión de cadera.					
ESTABILIDAD	Bird-dog	2	15-30"	15"	
	Puente frontal	2	15-30"	15"	
	Puente lateral	2	15-30"	15"	
	Puente lateral	2	15-30"	15"	
FUERZA (Medio estable)	Crunch inclinado	2	20 rep.	30"	
	Crunch con giro	2	20 rep.	30"	
FUERZA (medio inestable)	Crunch en balón suizo	2	20 rep.	30"	
	"Roll-out"	2	10 rep.	15"	
VUELTA CALMA	Cat-camel	1	10 rep.	-	

Bibliografía

- Akuthota V. y Nadler S, F. (2004). Core strengthening. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 85(3), 86–92.
- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T. y Fredericson, M. (2008). Core Stability Exercise Principles. Current Sports Medicine Reports, 7(1), 39-44.
- Anderson, E. A., Nilsson, J., Zhijia, M. y Thorstensson, A. (1997). Abdominal and hip flexor muscle activation

during various training exercises. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 115-123.

- Barr, K.P., Griggs, M. y Cadby, T. (2005). Lumbar stabilization: Core concepts and current literature, part one. *American Journal of Physical & Rehabilitation*, 84, 473-480.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica Journal*, 230, 1-54.
- Callaghan, J., Gunning, J. y McGill, Stuart (1998). The Relationship Between Lumbar Spine Load and Muscle Activity During Extensor Exercises. *Physical Therapy*, 78(1), 8-18.
- Cholewicki, J., Simons, A. y Radrbold, A. (2000). Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. *Journal of Biomechanics*, 33, 1377-1385.
- Cosio-Lima, L. M., Reynolds, K. L., Winter, C., Paolone, V. y Jones, M. T. (2003). Effects of Physioball and Conventional Floor Exercises on Early Phase Adaptations in Back and Abdominal Core Stability and Balance in Women. *Strenght and Conditioning Journal*, 17(4), 721-725.
- Elphinston, J. (2004). Getting to the bottom of things. *Sportex Dynamics Journal*, 2, 12-16.
- Escamilla, R., Babb, E., DeWitt, R., Jew, P., Kelleher, P., Burnham, T. et al. (2006). Electromyographic Analysis of Traditional and Nontraditional Abdominal Exercises: Implications for Rehabilitation and Training. *Physical Therapy*, 86(5), 656-671.
- Escamilla, R., Lewis, C., Bell, D., Bramblet, G., Dafron, J., Lambert, S. et al. (2010). Core Muscle Activation During Swiss Ball and Traditional Abdominal Exercises. *Journal of Orthopaedic*, 40(5), 265-276.
- Faries, M. y Greenwood, M. (2007). Core Training: Stabilizing the Confusion. *Strenght and Conditioning Journal*, 29(2), 10-25.
- Grenier, S.G. and McGill, S.M. (2007). Quantification of lumbar stability by using two different abdominal activation strategies. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*. 88, 54-62,
- Hibbs, A., Thompson, K., French, D., Wrigley, A. y Spears, I. (2008). Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength. *Journal Sports Medicine*, 38(12), 995-1008.
- Hodges, P. y Richardson, C. (1999). Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. *Neuroscience Letters*, 265(2), 91-94.
- Kapandji, I. (1982). Cuadernos de fisiología articular. Barcelona: Masson.
- Kavcic N., Grenier S. y McGill, S. (2004). Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine*, 29, 2319-2329.
- Lehman G. (2006). Resistance training for performance and injury prevention in golf. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 50(1), 27-42.
- Lisón-Párraga, J-F., Martí-Salvador; M., Harto-Cea, D., Julián-Rufino, P., Valero-Navarro, J., Vera-García, F. et al. (2012). Efectos de un entrenamiento vibratorio sobre la actividad del rectus abdominis y sobre la transmisión de aceleraciones durante la realización de un puente frontal. *Revista Internacional Ciencias del Deporte*, 29(8), 127-141.
- López Miñarro, P. A. (2000). Ejercicios desaconsejados en la actividad física. Detección y alternativas. Barcelona: INDE.
- López, P.A. y Rodríguez, P.L. (2008). Realización correcta y segura del ejercicio en salas de acondicionamiento muscular (I). Análisis de ejercicio habituales que movilizan las extremidades superiores e inferiores. En: P. L. Rodríguez, *Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable*. Madrid: Panamericana.
- López-Valenciano, A.; Biviá-Roig, G.; Lisón-Párraga, J.F. y Vera-García, F.J. (2013). Estudio electromiográfico de ejercicios de flexión del tronco sobre banco inclinado. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.
- Lisón, J., Monfort, M. y Sarti, M.A. (1998). Entrenamiento isométrico de la musculatura lumbar. VI Congreso Galego de Educación Física.

- McGill, S. (1998). Low Back Exercises: Evidence for Improving Exercise Regimens. *Physical Therapy*, 78(7), 754-765.
- McGill, S. (2001). Low Back Stability: From Formal Description to Issues for Performance and Rehabilitation. *Exercise and Sport Science*, 29(1), 26-31.
- McGill, S.M. (2002). *Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation*. Champaign, USA: Human Kinetics.
- McGill, S. (2010) Core Training: Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), 33-46.
- Moraes, A., Pinto, R., Valamatos, M. J., Valamatos, M. J., Pezarat-Correia, P., Okano, A., Santos, P. y Cabri, J. (2009). EMG activation of abdominal muscles in the crunch exercise performed with different external loads. *Physical Therapy in Sport*, 10, 57-62.
- Naclerio, F. y Forte, D. (2006). Función y Entrenamiento de la musculatura abdominal. Una visión científica. *Journal of Human Sport & Exercise*, 1(1), 15-23.
- Norris C. (1999). Functional load abdominal training: part 1. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 3(3), 150-158.
- Panjabi, M. (1992). The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 5(4), 383-389.
- Pérez, M., Latorre, R. y Massa, F. J. (2010). Consideraciones biomecánicas en el trabajo de la musculatura abdominal. *Apunts*, 99, 28-33.
- Santana J. (2003). Sport-specific conditioning: the serape effect: a kinesiological model for core training. *Strength and Conditioning Journal*, 25(2), 73-74.
- Sundstrup, E. Jakobsen, M., Andersen, C., Jay, K. y Anderssen L. (2012). Swiss ball abdominal crunch with added elastic resistance is an effective alternative to training machines. *International Journal Sports Physical Therapy*, 7(4), 372-380.
- Vera-García F. J., Monfort, M. y Sarti, M. A. (2005b). Prescripción de programas de entrenamiento abdominal. Revisión y puesta al día. *Apunts*, 81, 38-46.
- Vera-García, F.J.; Barbado, D.; Flores-Parodi, B.; Alonso-Roque, J.I. y Elvira, J.L.L. (2013). Activación de los músculos del tronco en ejercicios de estabilización raquídea. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 4.