



Juegos Motores para el Acondicionamiento de la Musculatura del Tronco

Autor: David E. Cuevas Urbaez

Universidad Miguel Hernández

Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

Tutor: Dr. Francisco José Vera García

Elche, Alicante, España.

11 de septiembre de 2023

Resumen

Este Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo comparar la activación eléctrica de los músculos recto del abdomen (RA), el oblicuo externo (OE), el oblicuo interno (OI) y el erector espinal (EE) entre cuatro juegos motores ("la carretilla", "el hula hoop", "pelea de gallina" y " el tentetieso") y dos ejercicios comúnmente utilizados para el acondicionamiento de la musculatura del tronco (el encorvamiento del tronco y el puente lateral). Durante la ejecución de los juegos motores y de los ejercicios de tronco se registró la señal electromiográfica de los músculos referidos de 20 voluntarios sanos sin antecedentes de cirugía abdominal, lesiones en la espalda o dolor lumbar. La señal electromiográfica fue rectificadora, suavizada y normalizada respecto a contracciones voluntarias isométricas máximas. Posteriormente, se realizó un ANOVA de dos factores (tarea/músculos) para comparar la intensidad de la actividad eléctrica de cada músculo del tronco entre las tareas y entre los diferentes músculos para cada una de las tareas. Según los resultados obtenidos, los juegos motores produjeron niveles de actividad eléctrica iguales o superiores a los obtenidos por el encorvamiento del tronco y el puente lateral. Destacar que la carretilla fue la tarea que generó los niveles de contracción más elevados en los músculos RA, OE y OI. Por otro lado, la pelea de gallinas fue la tarea que generó más activación en el músculo EE. En relación con la comparación entre músculos, el encorvamiento del tronco activó principalmente los músculos RA y OI y el puente lateral activó principalmente los músculos OE y OI. En los juegos motores destacó principalmente la activación de los músculos oblicuos, sobre todo el OE. Como conclusión, los juegos motores produjeron niveles de activación muscular iguales o superiores a los obtenidos en dos ejercicios utilizados habitualmente para el acondicionamiento de la musculatura del tronco, lo que sugiere la posible eficacia de estos juegos para el acondicionamiento de la musculatura del tronco.

Palabras Claves: Ejercicios de tronco, diversión, electromiografía, músculos del abdomen, core.

Introducción

Generalmente, los ejercicios de tronco activan la musculatura flexora, extensora, inclinadora y/o rotadora del tronco con el objeto de mejorar la estabilidad de la columna vertebral (Chen et al., 2003; García-Vaquero et al., 2012; Vera-García et al., 2015), la resistencia muscular (Allen et al., 2014; Ribeiro et al., 2002) o la fuerza/potencia de esta musculatura (Hibbs et al., 2008; Kitagawa et al., 2020; Learman et al., 2015). Estos ejercicios se utilizan en diferentes contextos para el aumento del rendimiento deportivo y la capacidad funcional (Resende et al., 2020; Yao, 2022), la prevención y rehabilitación de patologías (Kitagawa et al., 2020; Prat-Luri et al., 2023a; Youda et al., 2020;) y/o la mejora del equilibrio y el control postural (Lee et al., 2020; Prat-Luri et al., 2023b; Thijs et al., 2023), principalmente.

La selección de los ejercicios de tronco se basa fundamentalmente en criterios de eficacia y seguridad (Axler y McGill, 1997; Kavcic et al., 2004). Atendiendo a estos criterios, entre los ejercicios más utilizados se encuentran el encorvamiento del tronco o *crunch* y el puente lateral o *side-bridge*, ya que activan los músculos flexores e inclinadores del tronco con un nivel de intensidad y una duración suficientes para estimular su desarrollo sin producir cargas o fuerzas elevadas que lesionen la columna vertebral (Kavcic et al., 2004; Monfort-Pañego et al., 2009).

No obstante, a pesar de los posibles beneficios del uso de estos ejercicios, muchas veces su práctica se puede considerar aburrida o monótona (Vera-García et al., 2005a y b). Es por esta razón que Vera-García et al. (2005a y b) plantearon la utilización de juegos motores como una alternativa o un complemento divertido para el acondicionamiento de los músculos del tronco. Estos juegos deben implicar acciones de movilización o estabilización del tronco, que estimulen el desarrollo muscular y, a su vez, deben ser tareas divertidas que favorezcan la adherencia a los programas de entrenamiento de la musculatura del tronco (Vera-García et al., 2005a y b).

Aunque existen numerosos estudios electromiográficos que han valorado la participación de los músculos del tronco en diferentes ejercicios físicos (Choi et al., 2019; Czaprowski et al., 2014; Juker et al., 1998), sólo tenemos constancia de dos estudios de Vera-García et al. (2005a y b) que han analizado la activación muscular durante la realización de juegos motores. Aunque los resultados obtenidos por estos estudios son muy interesantes, los registros electromiográficos se realizaron con muestras muy pequeñas, por lo que es necesario realizar nuevos estudios que permitan corroborar los resultados obtenidos.

Por tanto, el objetivo de este Trabajo Fin de Máster fue comparar la activación del recto del abdomen (RA), el oblicuo externo (OE), el oblicuo interno (OI) y el erector espinal (EE) entre cuatro juegos motores ("la carretilla", "el hula hoop", "pelea de gallina" y "el tentetieso") y dos ejercicios utilizados habitualmente para el acondicionamiento de la musculatura del tronco (el encorvamiento del tronco y el puente lateral). Considerando los resultados obtenidos previamente por Vera-García et al. (2005a y b), la hipótesis de este trabajo fue que los juegos analizados generarían niveles de activación muscular similares, o incluso superiores, a los obtenidos por los ejercicios de tronco.

Material y Métodos

Participantes:

En el estudio participaron 20 jóvenes sanos y activos (16 mujeres y 4 hombres), cuyas características antropométricas fueron las siguientes: edad = 23.7 ± 4.3 años; masa corporal = 61.0 ± 8.2 kg; y altura = 166.2 ± 6.3 cm. Se les informó a todos los participantes sobre las características del estudio y luego firmaron un informe de consentimiento informado (The 18th World Medical Assambly, 1990). Del estudio fueron excluidos aquellos individuos con lesiones en la espalda o dolor lumbar y también los que habían sido sometidos a cirugía abdominal (O' Sullivan et al., 1998; Reeves et al., 2005).

Instrumentos y Registros:

Se utilizó electromiografía de superficie para valorar la intensidad de la activación muscular (De Luca, 1997). Siguiendo un protocolo estandarizado para la colocación de electrodos, descrito en estudios anteriores (Vera-García et al., 2005a y b), se colocaron un par de electrodos de superficies sobre los siguientes músculos del tronco: RA, en la segunda porción del lado derecho a 3 cm a la derecha de la línea alba; OE, a 4 cm del ángulo costal anterior de la novena costilla del lado derecho, siguiendo una línea vertical imaginaria que asciende desde la espina ilíaca anterosuperior; OI, en el centro geométrico del triángulo formado por el ligamento inguinal, el borde externo de la vaina del recto abdominal y una línea imaginaria que conecta la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo (Ng et al., 1998; Urquhart et al., 2005); y EE, a 3 cm a la derecha de la apófisis espinosa de L3.

Las actividades eléctricas de los músculos del tronco se registraron a 1000 Hz con el electromiógrafo de superficie de cuatro canales *Muscle Tester Mega ME3000P*, el cual tiene una conversión A/D de 12 bits, una relación de rechazo al modo común de 110 dB y un filtrado de banda de 8-500 Hz. Durante el registro electromiográfico, las señales eléctricas obtenidas mediante el ME3000P se transfirieron a través de un cable óptico a un ordenador equipado con

el programa MegaWin 1.2 para luego ser analizadas. Tras el registro la señal electromiográfica fue rectificadas, filtrada e integrada cada 0.016 s.

Procedimiento y Tareas:

Para el desarrollo de este estudio se revisaron más de 2000 juegos de la literatura, descartando aquellos en los que no era posible registrar la actividad electromiográfica de los músculos del tronco o cuya ejecución resultaba muy difícil. Se seleccionaron cuatro juegos motores donde, tras un análisis biomecánico de los movimientos o posturas a realizar, se infirió que la activación de los músculos del tronco era necesaria para movilizar y/o estabilizar la columna vertebral: la carretilla (Figura 1), el hula hoop (Figura 2), pelea de gallinas (Figura 3) y el tentetieso (Figura 4) (Castejón, 1999; García Lopez et al., 2000; Hanrahan y Carlson, 2000; Orlick, 1995). A continuación, se presenta una breve descripción de las normas y forma de ejecución habitual de estos juegos:

La carretilla (Figura 1) (Veras-García et al., 2005b): Se forman equipos mediante la unión de dos personas, estableciendo ciertas distancias entre los equipos, colocados detrás de una línea. En cada pareja, una de las personas adopta la posición de "carretilla", avanzando sobre sus manos, mientras que la otra persona asume el rol de "conductor" de la carretilla. El objetivo es llegar a la meta lo más rápido posible. El equipo que llegue primero será el ganador.



Figura 1. En la imagen se observa a dos participantes desplazándose durante el juego de la carretilla.

El hula hoop (Figura 2) (García et al., 2020; Vera-García et al., 2005b): El objetivo de este juego es mejorar la coordinación del tronco y requiere de paciencia, concentración y determinación. Se realiza de pie, con los pies separados a una distancia cómoda y un aro colocado alrededor de la cintura. El objetivo es mantener el aro girando o "bailando" sin dejarlo caer, mediante movimientos circulares de la región lumbo-pélvica.



Figura 2. En la imagen se observa a un participante "bailando" el hula hoop sin que este caiga al suelo.

Pelea de gallinas (Figura 3) (Vera-García et al., 2005a): En este juego los participantes se colocan en parejas, arrodillados y hombro con hombro, con el dedo pulgar de cada mano en cada una de las axilas (imitando la forma de las alas de la gallina). Un jugador intentará derribar a su oponente empujándolo con los hombros y tratando de buscar la forma de desequilibrarlo. El jugador que logra derribar a su oponente más de tres veces es el ganador de la "pelea".



Figura 3. En la imagen se observa a dos participantes luchando por mantener el equilibrio y la posición sin caer al suelo durante la pelea de gallinas.

El tentetieso o borracho (Figura 4) (Veras-García et al., 2005a): En este juego uno de los participantes asume el rol del "tentetieso" y debe mantenerse de pie de manera rígida y recta, sin mover los pies, mientras sus compañeros lo "lanzan" o "empujan" de un lado a otro. El tentetieso se deja sostener y desplazar por sus compañeros sin perder la postura (manteniendo la columna en posición "neutra").



Figura 4. En la imagen se observa a varios participantes jugando al tentetieso. El participante que está en el centro del grupo es el tentetieso y es empujado de un lado a otro por sus compañeros. Sin mover los pies del suelo, el tentetieso es balanceado de un lado a otro intentando mantener el equilibrio y conservando la posición neutra de la columna vertebral.

Los juegos presentados en los párrafos anteriores fueron adaptados para su inclusión en este estudio: i) En *la carretilla*, un investigador tomó al participante por los tobillos y lo empujó para que se desplazara. El participante se desplazó apoyando las manos sobre marcas dibujadas en el suelo, separadas por una distancia de 0.3 m. La velocidad de desplazamiento fue de 0.6 m/s (metrónomo programado a 120 latidos/minuto). Durante el desplazamiento, el sujeto intentó mantener la columna en posición neutra y el tronco alineado con los miembros inferiores; ii) En *el hula hoop*, antes de realizarlo y con el objetivo de proteger y aislar los electrodos, se colocó una faja lumbar (Vulkan®) de 5 mm de espesor alrededor de la cintura del sujeto. La faja se ajustó de forma laxa para no comprimir el abdomen ni aumentar la presión intra-abdominal. Se utilizó un aro de plástico con un diámetro de 87 cm. Durante la tarea, el

sujeto realizó de 10 a 15 círculos lumbopélvicos a un ritmo más o menos constante y una velocidad cómoda o natural; iii) En la *pelea de gallinas*, el participante se colocó de rodillas con la columna en posición neutra y los dedos pulgares de cada mano en cada una de las axilas, como se muestra en la Figura 3. Uno de los investigadores adoptó la misma posición y se colocó hombro con hombro con el participante. Durante 8 s, el sujeto intentó desplazar lateralmente al investigador. Para evitar el desplazamiento, el investigador se apoyó en una estructura rígida; iv) En *el tentetieso*, el participante se colocó entre dos investigadores adoptando la posición mostrada en la Figura 4. Los investigadores empujaron al sujeto sobre los hombros y lo hicieron oscilar lateralmente al ritmo marcado por un metrónomo programado a 60 latidos/minuto (5 repeticiones). Durante la tarea, el sujeto mantuvo el tronco completamente recto y los pies juntos y fijos en el suelo.

En relación con los ejercicios de tronco, se seleccionaron dos de los ejercicios más populares dentro de los programas de entrenamiento de la musculatura del tronco: el encorvamiento del tronco y el puente lateral.

Puente o plancha lateral (Figura 5) (Choi et al., 2023; Imai et al., 2010; Vera-García et al., 2016): En este ejercicio el participante tiene que adoptar una posición lateral, con la mano del lado correspondiente apoyada directamente debajo del hombro y el codo extendido. El pie del lado de apoyo se coloca en el suelo con su parte externa apoyada, mientras que el otro pie se posiciona justo delante, apoyado por su parte interna. Este ejercicio se utiliza habitualmente para mejorar la estabilidad de la columna vertebral y/o la resistencia de los músculos inclinadores del tronco.



Figura 5. En la imagen se observa a un participante manteniendo la posición de puente lateral con el codo del lado de apoyo extendido.

Encorvamiento del tronco (Figura 6) (Crommert et al., 2021; Ha y Shin, 2020; Moraes et al., 2009; Vera-García et al., 2005a): Desde una posición de decúbito supino con rodillas flexionadas, el ejercicio consiste en flexionar la parte superior del tronco, hasta que el ángulo inferior de la escápula despegue del suelo. Durante el ejercicio la región lumbar permanece en contacto con el suelo y no hay flexión de cadera. El encorvamiento del tronco se utiliza habitualmente para mejorar la resistencia de los músculos del abdomen.



Figura 6. En la imagen se observa a un participante realizando el ejercicio de encorvamiento del tronco. Durante el ejercicio no hay flexión de cadera, ya que el movimiento se realiza con la parte superior del tronco.

En este estudio, los dos ejercicios se realizaron de forma isométrica. Los participantes mantuvieron la postura de puente lateral durante 8 s y la de encorvamiento del tronco durante 10 s.

Para obtener un valor de referencia con el que normalizar la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos mencionados, se realizaron dos series de contracciones voluntarias e isométricas máximas contra resistencia (MVIC). Para ello se realizaron esfuerzos máximos de flexión, flexo-rotación, inclinación lateral y extensión del tronco. Cada contracción máxima duró 4-5 s y los investigadores estimularon verbalmente a los participantes durante la ejecución.

Antes de realizar las diferentes tareas, se estableció un período de práctica y familiarización con las mismas de 15-25 min. Durante este período, se explicó a los participantes la forma de realizar las tareas y el ritmo de la ejecución. Durante el registro de los datos electromiográficos, los participantes realizaron los juegos motores, el ejercicio de encorvamiento del tronco y el ejercicio de puente lateral bajo la observación de los investigadores, quienes se aseguraron de que se ejecutarán correctamente. Para evitar que la fatiga muscular afectara la señal electromiográfica, se permitieron 2 min de descanso entre las diferentes tareas (juegos y ejercicios) y 5 min entre las series de MVIC.

Tratamiento y Análisis Estadístico de los Datos:

La actividad electromiográfica de cada músculo del tronco fue normalizada en relación con la media de los 2 s centrales de su MVIC más intensa (% MVIC). Se calculó el promedio de la señal electromiográfica normalizada de los 2 s centrales de los juegos motores, del ejercicio de encorvamiento del tronco y del ejercicio de puente lateral. Fue posible verificar la normalidad de las variables, mediante el test de Kolmogórov-Smirnov y al mostrar todas las variables una distribución normal, se optó por usar pruebas paramétricas. Para comparar la actividad eléctrica de cada músculo del tronco entre las tareas y entre los diferentes músculos

para cada una de las tareas se utilizó un ANOVA de dos factores (tareas, músculos). Cuando el ANOVA arrojó diferencias significativas, se calculó el post hoc de Tukey para identificar su origen ($\alpha = 0.05$). Se utilizó el programa SPSS 12.0 para realizar el análisis estadístico de los datos

Referencias

- Axler, C.T. & McGill, S.M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 804-811.
- Allen, B. A., Hannon, J. C., Burns, R. D., & Williams, S. M. (2014). Effect of a core conditioning intervention on tests of trunk muscular endurance in school-aged children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2063-2070.
- Castejón, F. (1999). Juegos populares. Una propuesta práctica para la Educación Física.
- Chen, L., Bih, L., Ho, C., Huang, M., Chen, C., & Wei, T. (2003). Endurance Times for Trunk-Stabilization Exercises in Healthy Women: Comparing 3 Kinds of Trunk-Flexor Exercises. *Journal of Sport Rehabilitation*, 12(3), 199-207.
<https://doi.org/10.1123/jsr.12.3.199>
- Choi, C. W., Koo, J. W., & Jeong, Y. G. (2019). Comparison of Trunk Muscle Activity During Modified Side-Bridge Exercises and Traditional Side Bridge Exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(7), 963–969. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0052>
- Choi, C. W., Koo, J. W., & Jeong, Y. G. (2023). An electromyographical comparison of torso muscle activity and ratio during modified side bridge exercises. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 10.3233/BMR-220380. Advance online publication.
<https://doi.org/10.3233/BMR-220380>
- Crommert, M. E., Bjerkefors, A., Tarassova, O., & Ekblom, M. M. (2021). Abdominal Muscle Activation During Common Modifications of the Trunk Curl-up Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 428–435.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002439>
- Czaprowski, D., Afeltowicz, A., Gębicka, A., Pawłowska, P., Kędra, A., Barrios, C., & Hadała, M. (2014). Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and

- unstable surfaces. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 15(3), 162–168.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.09.003>
- De Luca, C. J. (1997). The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135–163. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
- Elia, D. S., Bohannon, R. W., Cameron, D., & Albro, R. G. (1996). Dynamic pelvic stabilization during hip flexion: a comparison study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24(1), 30-36.
- García López, A., Marqués Escámez, J. L., Gutiérrez Hidalgo, F., Román García, R., Ruiz Juan, F., & Samper Márquez, M. (2000). *Los juegos en la Educación Física de los 6 a los 12 años*. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/18064>
- García, N., Piassa, A., & Ribeiro, M. (2020). Juegos cooperativos con jóvenes en situación de vulnerabilidad social: la sistematización de una experiencia. *Estudios Pedagógicos*, 46(3), 151–166. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052020000300151>
- García-Vaquero, M. P., Moreside, J. M., Brontons-Gil, E., Peco-González, N., & Vera-Garcia, F. J. (2012). Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(3), 398–406.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.02.017>
- Ha, S. Y., & Shin, D. (2020). The effects of curl-up exercise in terms of posture and muscle contraction direction on muscle activity and thickness of trunk muscles. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 33(5), 857–863.
<https://doi.org/10.3233/BMR-191558>
- Hanrahan, S. & Carlson, T. (2000). *Game skills: a fun approach to learning sport skills*. Champaign: Human Kinetics.

- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine*, 38(12), 995–1008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., & Shiraki, H. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(6), 369–375. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3211>
- Juker, D., McGill, S., Kropf, P., & Steffen, T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(2), 301–310. <https://doi.org/10.1097/00005768-199802000-00020>
- Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine*, 29(20), 2319–2329. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000142222.62203.67>
- Kitagawa, R., Kato, S., Demura, S., Kurokawa, Y., Shinmura, K., Yokogawa, N., Yonezawa, N., Shimizu, T., Oku, N., Handa, M., Annen, R., & Tsuchiya, H. (2020). Efficacy of abdominal trunk muscles-strengthening exercise using an innovative device in treating chronic low back pain: a controlled clinical trial. *Scientific Reports*, 10(1), 21883. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78908-9>
- Learman, K., Pintar, J., & Ellis, A. (2015). The effect of abdominal strength or endurance exercises on abdominal peak torque and endurance field tests of healthy participants: A randomized controlled trial. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.08.009>
- Lee, P. Y., Huang, J. C., Tseng, H. Y., Yang, Y. C., & Lin, S. I. (2020). Effects of Trunk Exercise on Unstable Surfaces in Persons with Stroke: A Randomized Controlled Trial.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(23), 9135.

<https://doi.org/10.3390/ijerph17239135>

- López Miñarro, P. Á. (2009). Ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura lumbar.
- McGill, S. M. (1998). Low back exercises: Evidence for improving exercise regimens. *Physical Therapy*, 78(7), 754–765. <https://doi.org/10.1093/ptj/78.7.754>
- Monfort-Pañego, M., Vera-García, F. J., Sánchez-Zuriaga, D., & Sarti-Martínez, M. A. (2009). Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32(3), 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.02.007>
- Moraes, A. C., Pinto, R. S., Valamatos, M. J., Valamatos, M. J., Pezarat-Correia, P. L., Okano, A. H., Santos, P. M., & Cabri, J. M. (2009). EMG activation of abdominal muscles in the crunch exercise performed with different external loads. *Physical Therapy in Sport*, 10(2), 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2009.01.001>
- Ng, J. K., Kippers, V., & Richardson, C. A. (1998). Muscle fibre orientation of abdominal muscles and suggested surface EMG electrode positions. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 38(1), 51-58.
- Orlick, T. (1995). Libres para cooperar, libres para crear (2da edic.). *Barcelona: Paidotribo*.
- O’Sullivan, P. B., Twomey, L., & Allison, G. T. (1998). Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27(2), 114–124. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.27.2.114>
- Prat-Luri, A., de Los Rios-Calonge, J., Moreno-Navarro, P., Manresa-Rocamora, A., Vera-Garcia, F. J., & Barbado, D. (2023a). Effect of Trunk-Focused Exercises on Pain, Disability, Quality of Life, and Trunk Physical Fitness in Low Back Pain and How Potential Effect Modifiers Modulate Their Effects: A Systematic Review With Meta-

- analyses. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 53(2), 64–93.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2023.11091>
- Prat-Luri, A., Moreno-Navarro, P., Carpena, C., Manca, A., Deriu, F., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2023b). Smartphone accelerometry for quantifying core stability and developing exercise training progressions in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 72, 104618.
<https://doi.org/10.1016/j.msard.2023.104618>
- Reeves, N. P., Cholewicki, J., & Milner, T. E. (2005). Muscle reflex classification of low-back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(1), 53–60.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.07.001>
- Resende, R. A., Jardim, S. H. O., Filho, R. G. T., Mascarenhas, R. O., Ocarino, J. M., & Mendonça, L. M. (2020). Does trunk and hip muscles strength predict performance during a core stability test? *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(4), 318–324.
<https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.03.001>
- Ribeiro, A. H., Fernandes Filho, J., & Novaes, J. (2002). La eficacia de tres ejercicios abdominales para pruebas de resistencia muscular localizada. *Fitness and Performance Journal*, 1(1), 37–43. <https://doi.org/10.3900/fpj.1.1.37.s>
- Thijs, L., Voets, E., Denissen, S., Mehrholz, J., Elsner, B., Lemmens, R., & Verheyden, G. S. (2023). Trunk training following stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3(3), CD013712. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013712.pub2>
- Urquhart, D. M., Barker, P. J., Hodges, P. W., Story, I. H., & Briggs, C. A. (2005). Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 20(3), 233–241.
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.11.007>

- Vera, F. J., Arroyo, N., López, J. L., Alonso, J. I., Flores, B., & Sarti, M. A. (2005a). Eficacia de cuatro juegos motores para el acondicionamiento de los músculos del abdomen. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, *14*, 81-93.
- Vera-García, F. J., Elvira, J. L. L., Roque, J. I. A., Flores-Parod, B., & Fenoll, N. A. (2005b). Juegos motores Una alternativa para fortalecer los músculos del abdomen. *Apunts. Educación Física y Deportes*, *1(79)*, 80-85.
- 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.
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Flores-Parodi, B., Alonso-Roque, J. I., & Elvira, J. L. L. (2013). Activación de los músculos del tronco en ejercicios de estabilización raquídea / Trunk muscle activation in spine stabilization exercises. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, *52*.
<https://revistas.uam.es/rimcafd/article/view/3934>
- Yao, W. (2023). Impacts of core training on athletes' performance in long-distance running. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *29*, e2022_0374. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_03
- Yoon, J. O., Kang, M. H., Kim, J. S., & Oh, J. S. (2018). Effect of modified bridge exercise on trunk muscle activity in healthy adults: a cross sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *22(2)*, 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.09.005>
- Youdas, J. W., Boor, M. M., Darfler, A. L., Koenig, M. K., Mills, K. M., & Hollman, J. H. (2014). Surface electromyographic analysis of core trunk and hip muscles during selected rehabilitation exercises in the side-bridge to neutral spine position. *Sports Health*, *6(5)*, 416–421. <https://doi.org/10.1177/1941738114539266>