

EFICACIA DE CUATRO JUEGOS MOTORES PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS MÚSCULOS DEL ABDOMEN

Vera, F.J.*; Arroyo, N.**; López, J.L.**; Alonso, J.I.**; Flores, B.** & Sarti, M.A.**
Universidad Miguel Hernández de Elche.*
Universidad Católica San Antonio de Murcia.**
Universidad de Valencia.**

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia de cuatro juegos motores (“el túnel”, “la pelea de gallinas”, “el tentetieso” y “la carretilla”) para el fortalecimiento de los músculos del abdomen. Para ello, se registró la electromiografía de los músculos rectus (RA), obliquus externus (OE) y obliquus internus abdominis (OI) de 12 voluntarios sanos durante la ejecución de los juegos y del ejercicio de encorvamiento del tronco. La amplitud electromiográfica fue promediada y normalizada respecto a la contracción voluntaria isométrica máxima. Posteriormente, se realizó un ANOVA de dos factores (músculo / tarea) para comparar la intensidad de la activación muscular y la coactivación de los músculos del abdomen entre las diferentes tareas. Los juegos motores produjeron niveles de actividad eléctrica iguales o superiores a los obtenidos por el encorvamiento del tronco en los músculos OE y OI. La carretilla fue la tarea que generó las intensidades de contracción más elevadas en todos los músculos analizados. El encorvamiento del tronco activó principalmente los músculos RA y OI. Por el contrario, los juegos activaron con mayor intensidad los músculos oblicuos. Según estos resultados, los juegos referidos son tareas eficaces para el acondicionamiento de la musculatura abdominal.

PALABRAS CLAVE: juegos motores, ejercicios, entrenamiento, músculos abdominales, electromiografía.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effectiveness of four traditional motor games (“the tunnel”, “the chicken battle”, “the drunk” and “the wheelbarrow race”) for strengthening the abdominal muscles. Electromyography (EMG) was collected from rectus abdominis (RA), external oblique (EO), and internal oblique (IO) from twelve healthy volunteers during the performance of the games and the trunk curl-up exercise. The EMG amplitude was averaged and normalized using maximal voluntary isometric contractions. A two-way ANOVA (muscle / task) was used to compare the level of contraction activity and the way the abdominal muscles co-activated during the different tasks. For EO and IO, the EMG amplitudes during the games were equal or greater than the EMG amplitudes of the curl up. The wheelbarrow race produced the highest intensity of contraction for all muscles. The curl up principally activated RA and IO. On the other hand, the games activated the oblique muscles with higher intensity than RA. On the basis of these results, the motor games are effective for abdominal conditioning.

KEY WORDS: motor games, exercises, training, abdominal muscles, electromyography.

INTRODUCCIÓN

La selección y prescripción de ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura abdominal se basa en dos criterios principales: la eficacia y la seguridad (Axler y McGill, 1997; Juker et al., 1998; Kavcic et al., 2004; McGill, 1998; Monfort, 1998; Vera-García, 2002). Los ejercicios eficaces son aquellos que activan los músculos del abdomen con un nivel de intensidad y una duración suficientes para estimular su desarrollo. Asimismo, estos ejercicios deben ser seguros, es decir, deben activar la musculatura del tronco sin producir cargas o fuerzas elevadas que lesionen la columna vertebral. Atendiendo a estos criterios, algunos de los ejercicios

recomendados son el encorvamiento del tronco (del inglés “curl-up” o “crunch”) y el puente o apoyo lateral (del inglés “side bridge” o “side support”) (Axler y McGill, 1997; Kavcic et al., 2004; McGill, 1998).

Sin embargo, la repetición de este tipo de ejercicios puede ser percibida como un método de entrenamiento aburrido (Bell y Laskin, 1985), lo que dificulta su utilización en los ámbitos de la Educación Física, la recreación y la iniciación deportiva (Vera-García, 2002). En dichos ámbitos, la diversión debe ser otro de los criterios a tener en cuenta para la selección de tareas destinadas al acondicionamiento de la musculatura abdominal, especialmente, en aquellas personas que no están motivadas para la realización de los ejercicios convencionales. Atendiendo a este criterio, Vera-García et al. (2003 y 2005a) han sugerido la inclusión de juegos motores en los programas de ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura abdominal. Según estos autores, aquellos juegos que implican acciones de movilización o estabilización del tronco pueden estimular el desarrollo de los músculos del abdomen, y a su vez, si son tareas divertidas, pueden mejorar la adherencia a los programas de entrenamiento abdominal.

En este trabajo pretendemos valorar la eficacia (en términos de activación muscular) de diversos juegos motores para su posible utilización en programas de acondicionamiento de la musculatura del tronco. Con este propósito, registramos mediante electromiografía (EMG) de superficie la actividad eléctrica de los músculos rectus, obliquus externus y obliquus internus abdominis durante la realización de cuatro juegos motores y de un ejercicio de fortalecimiento abdominal, el encorvamiento del tronco. El objetivo fue comparar la intensidad de la activación muscular y la coactivación de los músculos del abdomen entre las diferentes tareas. La “coactivación muscular” hace referencia a la activación simultánea de dos o más músculos sinergistas o antagonistas y ha sido señalada como un mecanismo de estabilización activa del raquis (Gardner-Morse y Stokes, 1998). La actividad eléctrica del ejercicio de encorvamiento del tronco fue utilizada como referencia para valorar la eficacia de los juegos motores, ya que ha sido constatado experimentalmente que su utilización sistemática es un medio eficaz para el desarrollo de los músculos del abdomen en diferentes poblaciones (Bell y Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hemborg et al., 1983; Vera-García, 2002).

MÉTODO

- Participantes

En el estudio participaron voluntariamente 12 estudiantes universitarios, 9 mujeres y 3 hombres (edad: 23.8 ± 4.4 años; estatura: 166.0 ± 7.0 cm; masa: 61.1 ± 9.2 kg). Todos los participantes firmaron un documento de consentimiento

informado (The 18th World Medical Assambly, 1990). Estudios previos han demostrado que el dolor y las lesiones de la columna vertebral pueden modificar la activación de los músculos del tronco (O'Sullivan et al., 1998; Reeves et al., 2005). Por ello, se excluyeron del estudio todos aquellos sujetos con alteraciones del raquis o dolor lumbar. Asimismo, fueron excluidos los sujetos con cirugía abdominal previa, ya que ésta altera la anatomía de la pared abdominal.

- Instrumentos y registros

Se colocó un par de electrodos de superficie sobre el vientre muscular y en el sentido longitudinal de las fibras de los músculos: rectus abdominis (RA), segunda porción del lado derecho, 3 cm a la derecha de la línea alba; obliquus externus abdominis (OE), a 4 cm del ángulo costal anterior de la novena costilla del lado derecho, sobre la línea vertical imaginaria que asciende desde la espina iliaca anterosuperior; y obliquus internus abdominis (OI), sobre el centro geométrico del triángulo formado por el ligamento inguinal, el borde externo de la vaina del rectus abdominis y la línea imaginaria que une la espina iliaca anterosuperior y el ombligo (Ng et al., 1998; Urquhart et al. 2005). Para la colocación de los electrodos se utilizó un protocolo estandarizado y descrito en estudios anteriores (Vera-García, 2002; Vera-García et al., 2005a).

El registro electromiográfico se realizó con el electromiógrafo "Muscle Tester Mega ME3000P". Se trata de un microordenador portátil de cuatro canales con una conversión A/D de 12 bit, un CMRR de 110 dB y un filtro de banda de 8-500 Hz. La frecuencia de muestreo se programó a 1000 Hz. La señal EMG fue rectificadas ("full wave rectification"), filtrada ("low pass filter") e integrada cada 0.016 s. Durante el registro, la señal electromiográfica fue transferida a través de un cable óptico a un ordenador compatible donde fue monitorizada mediante el programa MegaWin 1.2. y almacenada para su posterior análisis.

- Procedimiento y tareas

Para la elección de los juegos motores se revisaron más de 2000 juegos de la literatura. Inicialmente, se seleccionaron todos aquellos que contenían acciones donde el raquis debía ser estabilizado mediante la contracción de los músculos del tronco. Posteriormente, se eliminaron aquellos donde no era posible registrar la EMG de los músculos del abdomen o cuya ejecución era muy costosa. Como resultado de este proceso, se seleccionaron cuatro juegos motores: "el túnel" o "puente" (Figura 1), "la pelea de gallinas" (Figura 2), "el tentetieso" o "borracho" (Figura 3) y "la carretilla" (Figura 4) (Castejón, 1999; García et al., 1998; Hanrahan y Carlson, 2000; Lavega y Olaso, 1999; Martínez, 2000; Orlick, 1995).



Figura 1. El túnel o puente (TU): Los participantes se colocan en decúbito prono formando dos filas o equipos. El primer jugador de cada equipo empieza a pasar por debajo de sus compañeros que le facilitan el paso adoptando diversas posturas, como por ejemplo, la mostrada en las imágenes. El equipo que consigue que todos los jugadores pasen en el menor tiempo posible gana el juego. A) Imagen del juego en situación real; B) Imagen de la postura seleccionada para su estudio.



Figura 2. La pelea de gallinas (GA): los participantes se sitúan por parejas, de rodillas, hombro con hombro y con el dedo pulgar en las axilas. Cada jugador trata de derribar a su oponente empujando con sus hombros y tratando de desequilibrarlo. el jugador que derriba tres veces a su oponente gana el “combate”. A) Imagen del juego en situación real; B) Imagen de la tarea seleccionada para su estudio.

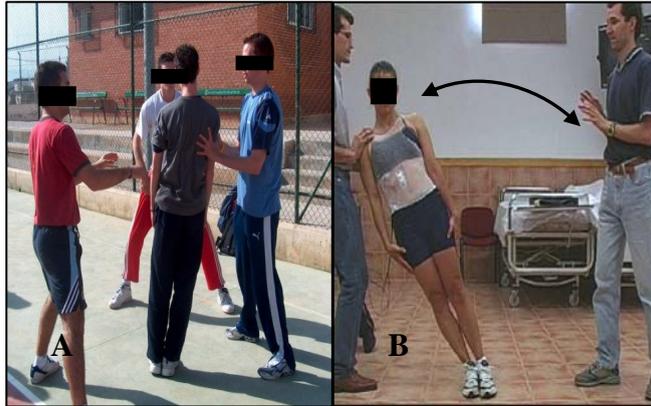


Figura 3. El tentetieso o borracho (TT): Un jugador es el “tentetieso” y debe estar de pié lo más rígido y recto posible, mientras sus compañeros lo “lanzan” o “empujan” de un lado a otro. El tentetieso no mueve los pies y se deja sostener y desplazar por sus compañeros. A) Imagen del juego en situación real; B) Imagen de la tarea seleccionada para su estudio.



Figura 4. La carretilla (CA): El objetivo del juego es completar por parejas un recorrido establecido de antemano. Como muestran las imágenes, la forma de desplazamiento se asemeja a la realizada al desplazar una carretilla. Un participante sostiene y empuja a su compañero por los tobillos, para que este se desplace por todo el recorrido mediante apoyos sucesivos de las manos. A) Imagen del juego en situación real; B) Imagen de la tarea seleccionada para su estudio.

Los juegos referidos fueron adaptados para su inclusión en este estudio. En el túnel (TU), el sujeto se colocó lateralmente y mantuvo durante 8 s la posición mostrada en la Figura 1B.

En la pelea de gallinas (GA), el sujeto se colocó de rodillas con el cuerpo recto y el dedo pulgar de cada mano en la axila homolateral (Figura 2B).

Uno de los investigadores adoptó la misma posición y se situó hombro con hombro con el sujeto, el cual, durante 8 s, intentó desplazarle lateralmente. Para evitar el desplazamiento, el investigador se apoyó en una estructura rígida. En el tentetieso (TT), el sujeto se colocó entre dos investigadores, adoptando la posición mostrada en la Figura 3B.

Los investigadores empujaron al sujeto sobre los hombros y lo hicieron oscilar lateralmente a un ritmo marcado por un metrónomo programado a 60 latidos/min (5 repeticiones). Durante la tarea, el sujeto mantuvo el tronco totalmente recto y los pies juntos y fijos en el suelo. En la carretilla (CA), un investigador cogió al sujeto por los tobillos y lo empujó para que se desplazara apoyando las manos sobre marcas dibujadas en el suelo y separadas entre sí por una distancia de 0.3 m (Figura 4B).

La velocidad del desplazamiento fue de 0.6 m/s (metrónomo programado a 120 latidos/min). Durante el desplazamiento el sujeto mantuvo el tronco recto y alineado con los miembros inferiores.

El ejercicio de encorvamiento del tronco (ET) es una tarea utilizada habitualmente para el acondicionamiento de los músculos del abdomen en diferentes ámbitos: educativo, recreativo, deportivo, etc. Su realización consiste básicamente en la flexión, desde decúbito supino, de la parte superior del tronco en sentido cráneo-caudal hasta que el ángulo inferior de la escápula despega de la superficie (Figura 5).



Figura 5. Posición de encorvamiento del tronco (ET).

En este estudio, el ejercicio fue isométrico. Los sujetos mantuvieron la postura de encorvamiento del tronco durante 10 s.

Con el objeto de obtener un valor de referencia con el que normalizar la EMG de los músculos referidos, el sujeto se situó en decúbito supino y se realizaron dos series de contracciones voluntarias e isométricas máximas contra resistencia (MVIC). Las MVIC se realizaron en las siguientes posiciones: encorvamiento del tronco, encorvamiento del tronco con rotación a la izquierda, encorvamiento del tronco con rotación a la derecha e inclinación posterior de la pelvis con rodillas flexionadas (posición conocida como “reverse curl-up” o “encorvamiento inferior”). En las posiciones de encorvamiento del tronco y en la inclinación posterior de la pelvis, la resistencia fue aplicada sobre los hombros y las rodillas del sujeto, respectivamente. Cada contracción máxima fue mantenida durante 4-5 s. Los investigadores estimularon verbalmente a los sujetos durante las MVIC (Vera-García, 2002).

Antes de la realización de las diferentes tareas, los sujetos dispusieron de un periodo de práctica y familiarización con la sesión de registro (15-25 min). En este periodo, se les explicó la forma, el ritmo de la ejecución y las características de cada una de ellas. Con relación a la ejecución de los juegos motores, los investigadores instruyeron al sujeto para mantener el raquis en posición “neutral” (Elia et al., 1996; Kavcic et al., 2004; McGill, 1998), evitando movimientos de flexión, rotación o lateralización. Durante el registro de los datos electromiográficos, los participantes realizaron los juegos motores y el ejercicio de fortalecimiento abdominal bajo la observación de los investigadores, quienes verificaron su correcta ejecución. Para evitar que la fatiga muscular alterara la señal electromiográfica, se dejaron 2 min de descanso entre las diferentes tareas y 5 min entre las series de MVIC.

- Tratamiento y análisis estadístico de los datos

Se normalizó la EMG de cada uno de los músculos respecto a la media de los 2 s centrales de su MVIC más intensa (% MVIC). Se promedió la señal EMG normalizada de los 2 s centrales de los juegos motores y del ejercicio de fortalecimiento abdominal. Se comprobó la normalidad de las variables por medio del test de Kolmogorov-Smirnov. Al resultar todas las variables con distribución normal se utilizaron pruebas paramétricas. Se realizó un ANOVA de dos factores (tarea, músculo), para comparar la actividad eléctrica de cada músculo entre las tareas y entre músculos para cada una de las tareas. Cuando el análisis de la varianza determinó la existencia de diferencias significativas, se calculó el post hoc Tukey para localizar el origen de las mismas ($\alpha = 0.05$). El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo con el programa SPSS 12.0.

RESULTADOS

En la Tabla 1 presentamos la actividad eléctrica media obtenida por los músculos RA, OE y OI en las diferentes tareas. La carretilla produjo los mayores niveles de activación en los tres músculos analizados. Según los resultados del análisis de la varianza, este juego produjo niveles de actividad eléctrica superiores a los obtenidos por el tentetieso en el RA ($p \leq 0.001$), el OE ($p \leq 0.001$) y el OI ($p \leq 0.001$); por el encorvamiento del tronco en el OE ($p \leq 0.001$) y el OI ($p \leq 0.01$); por el túnel en el RA ($p \leq 0.001$) y el OI ($p \leq 0.01$); y por la pelea de gallinas en el RA ($p \leq 0.001$) y el OE ($p \leq 0.05$). Asimismo, el túnel produjo mayor activación en el OE que el encorvamiento del tronco ($p \leq 0.001$) y el tentetieso ($p \leq 0.05$); la pelea de gallinas mayor activación en el OI que el encorvamiento del tronco ($p \leq 0.05$), el tentetieso ($p \leq 0.01$) y el túnel ($p \leq 0.05$); y el encorvamiento del tronco mayor activación en el RA que el tentetieso ($p \leq 0.01$) y la pelea de gallinas ($p \leq 0.05$).

Tabla 1. Medias (\pm desviación típica) de la EMG normalizada (%MVIC) de los músculos rectus (RA), obliquus externus (OE) y obliquus internus abdominis (OI).

	Encorvamiento	Túnel	P. de gallinas	Tentetieso	Carretilla
RA	27.5 (9.2)	17.3 (10.7)	12.2 (16.7)	7.2 (6.0)	41.6 (16.7)
OE	9.4 (7.9)	65.7 (42.3)	45.6 (27.4)	21.8 (12.1)	84.9 (48.7)
OI	23.7 (9.0)	21.1 (14.6)	49.3 (24.1)	18.5 (17.9)	54.9 (31.3)

Con relación a la coactivación de los músculos del abdomen (Figura 6), el encorvamiento del tronco activó principalmente los músculos RA y OI (comparación RA-OE: $p \leq 0.001$; OI-OE: $p \leq 0.001$), la pelea de gallinas activó con mayor intensidad los músculos OI y OE (OI-RA: $p \leq 0.001$; OE-RA: $p \leq 0.01$) y el túnel, el tentetieso y la carretilla el músculo OE (túnel, OE-RA y OE-OI: $p \leq 0.001$; tentetieso, OE-RA: $p \leq 0.05$; carretilla, OE-RA: $p \leq 0.05$).

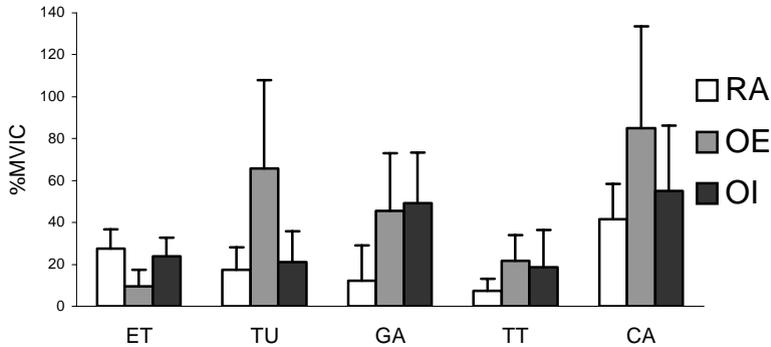


Figura 6. Media y desviación típica de la EMG normalizada de los músculos rectus (RA), obliquus externus (OE) y obliquus internus abdominis (OI) en las diferentes tareas: encorvamiento del tronco (ET), túnel (TU), pelea de gallinas (GA), tentetieso (TT) y carretilla (CA).

DISCUSIÓN

La EMG normalizada del ejercicio de encorvamiento del tronco nos sirve como referencia para estimar la eficacia de los juegos motores. En este sentido, la amplitud media de actividad eléctrica obtenida por el encorvamiento del tronco fue inferior al 30% de la MVIC (Tabla 1). Estos niveles pueden ser adecuados para el desarrollo de la resistencia abdominal, pero parecen insuficientes para el desarrollo de la fuerza (Vera-García, 2005b). Los juegos motores produjeron niveles de actividad eléctrica iguales o superiores a los obtenidos por el encorvamiento del tronco en los músculos OE y OI. En el RA, las medias de la EMG normalizada del ejercicio referido fueron estadísticamente superiores a las obtenidas por el tentetieso y la pelea de gallinas. En un estudio reciente, Vera-García et al. (2005a) obtuvieron resultados similares al comparar la EMG normalizada de los músculos del abdomen durante la ejecución del encorvamiento del tronco y dos juegos motores, la carretilla y el hula hop. Según el análisis de la EMG, los niveles de actividad eléctrica registrados en los músculos OE y OI durante la ejecución de los juegos motores fueron mayores que los obtenidos en el encorvamiento del tronco.

La carretilla fue la tarea que produjo los mayores niveles de activación muscular y el tentetieso los menores. Durante la ejecución de la carretilla se produjo un importante nivel de coactivación abdominal, destacando principalmente la activación del OE. En función de los resultados obtenidos por Cholewicki et al. (1999), Gardner-Morse y Stokes (1998) y Snijders et al. (1998), consideramos que

este nivel de coactivación es necesario para mantener el tronco recto y estable durante el desplazamiento del sujeto a la velocidad establecida por los investigadores. La coactivación de los músculos del tronco es un mecanismo eficaz para la estabilización de la columna vertebral, sin embargo, ejerce fuerzas de compresión en las estructuras raquídeas (Granata y Marras, 2000). Aunque no es objeto de este estudio valorar las cargas ejercidas en el raquis, el grado de coactivación alcanzado por la carretilla podría generar fuerzas de compresión superiores a las recomendables en personas con lesiones de la columna lumbar.

La pelea de gallinas, el túnel y el tentetieso, activaron principalmente la musculatura oblicua. Este resultado podría reflejar la necesidad de estabilizar el raquis y la pelvis ante las fuerzas aplicadas sobre el hombro en dirección medio-lateral, ya que los estudios de Juker et al. (1998) y Konrad et al. (2001) han constatado la habilidad de los músculos oblicuos para desarrollar fuerzas de flexión y estabilización lateral. Es interesante destacar, que durante la ejecución del túnel los sujetos adoptaron una postura similar a uno de los ejercicios de estabilización del tronco más utilizados en la actualidad, el apoyo o puente lateral isométrico. Estudios electromiográficos y mecánicos han demostrado que este ejercicio activa los músculos del abdomen, principalmente los músculos oblicuos, sin producir fuerzas de compresión elevadas en las estructuras del raquis lumbar (Axler y McGill, 1997; Juker et al., 1998; Kavcic et al., 2004; McGill, 1998). Asimismo, genera índices de estabilización en la columna vertebral adecuados para el desarrollo de la estabilidad raquídea (Kavcic et al., 2004). Teniendo en consideración las similitudes entre el ejercicio de apoyo o puente lateral y el túnel, este juego podría ser una tarea eficaz y segura para el acondicionamiento de los músculos del tronco y la mejora de la estabilidad del raquis.

Tradicionalmente, los programas de entrenamiento abdominal se han basado en la repetición de ejercicios abdominales. Durante la realización de estos ejercicios, los músculos del abdomen se activan para mantener posturas o realizar movimientos de flexión, giro y/o lateralización del tronco (Andersson et al., 1997, 1998; Axler y McGill, 1998; Juker et al., 1998; Konrad et al., 2001; Monfort, 1998; Vera-García, 2002; Vera-García et al., 2000). De igual modo, como muestran tanto nuestros resultados como los de estudios anteriores (Vera-García et al., 2003 y 2005a; Arroyo et al., 2005), aquellos juegos motores que contienen acciones de flexión, rotación y/o lateralización del tronco, activan los músculos del abdomen y pueden ser eficaces para su desarrollo. Por tanto, sería conveniente que el instructor de fitness, el entrenador y el profesor de Educación Física combinaran diferentes ejercicios y juegos motores para desarrollar los músculos del tronco de un modo

divertido. Futuros estudios deben valorar el nivel o grado de diversión percibido por los participantes durante la ejecución de ejercicios y juegos motores.

Como conclusión, los resultados obtenidos en este estudio indican que la carretilla, la gallina, el túnel y el tentetieso son tareas eficaces para el acondicionamiento de los músculos del abdomen, ya que producen niveles de actividad eléctrica iguales o superiores a los obtenidos por el encorvamiento del tronco en los músculos OE y OI. Asimismo, en el RA, el encorvamiento del tronco sólo produjo niveles de activación superiores a dos de los juegos, el tentetieso y la pelea de gallinas. De entre los juegos analizados, la carretilla produjo los mayores niveles de activación y el tentetieso los menores. Con relación al modo de coactivación abdominal, los juegos motores activaron principalmente los músculos oblicuos, sobre todo el OE. Por el contrario, el encorvamiento del tronco activó con mayor intensidad los músculos RA y OI.

REFERENCIAS

- Andersson, E.A., Ma, Z. & Thorstensson, A. (1998). Relative EMG levels in training exercises for abdominal and hip flexor muscles. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 30, 175-183.
- Andersson, E.A., Nilsson, J., Ma, Z. & Thorstensson, A. (1997). Abdominal and hip flexor muscle activation during various training exercises. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75, 115-123.
- 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.
- Bell, R.D. & Laskin, J. (1985). The use of curl-up variations in the development of abdominal musculature strength and endurance by post 50-year-old volunteers. *Journal of Movement Studies*, 11, 319-324.
- Castejón, F. (1999). *Juegos populares. Una propuesta práctica para la Educación Física*. Madrid: Pila Teleña.
- Cerny, K. (1991). Do curl-up exercises improve abdominal muscle strength? *Journal of Human Muscle Performance*, 1, 37-47.
- Cholewicki, J., Juluru, K. & McGill, S.M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, 32, 13-17.
- Elia, D.S., Bohannon, R.W., Cameron, D. & Albro, R.C. (1996). Dynamic pelvic stabilization during hip flexion: a comparison study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 24, 30-36.

- García, A., Gutiérrez, F., Marqués, J., Román, R., Ruiz, F. & Samper, M. (1998). *Los juegos en la Educación Física de los 6 a los 12 años*. Barcelona: INDE.
- Gardner-Morse, M.G. & Stokes, I.A.F. (1998). The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine*, 23, 86-92.
- Granata, K.P. & Marras, W.S. (2000). Cost-benefit of muscle cocontraction in protecting against spinal instability. *Spine*, 25, 1398-1404.
- Hanrahan, S. & Carlson, T. (2000). *Game skills: a fun approach to learning sport skills*. Champaign: Human Kinetics.
- Hemborg, B., Mortiz, U., Hamberg, J., Löwing, H. & Akesson, I. (1983). Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. Effect of abdominal muscle training in healthy subjects. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 15, 183-196.
- Juker, D., McGill, S.M., 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 & Science in Sports & Exercise*, 30, 301-310.
- 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), 2319-29.
- Konrad, P., Schmitz, K. & Denner, A. (2001). Neuromuscular evaluation of trunk-training exercises. *Journal of Athletic Training*, 36, 109-118.
- Martínez, O. (2000). *Por qué no jugamos*. Madrid: CCS.
- McGill, S.M. (1998). Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Physical Therapy*, 78, 754-765.
- Monfort, M. (1998). *Musculatura del tronco en ejercicios de fortalecimiento abdominal*. Valencia, España: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Navega, P. & Olaso, S. (1999). *1000 juegos y deportes tradicionales populares. La tradición jugada*. Barcelona: Paidotribo.
- Ng, J.K., Kippers, V. & Richardson, C.A. (1998). Muscle fibre orientation of abdominal muscles and suggested surface EMG electrode positions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38 (1), 51-58.
- Orlick, T. (1995). *Libres para cooperar, libres para crear*. 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. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27, 114-124.

- Reeves, N.P., Cholewicki, J. & Milner, T.E. (2005). Muscle reflex classification of low-back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15, 53-60.
- Snijders, C.J., Ribbers, M.T.L.M., Baker, H.V., Stoeckart, R. & Stam, H.J. (1998). EMG recording of abdominal and back muscles in various standing postures: validation of a biomechanical model on sacroiliac joint stability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8, 205-214.
- The 18th World Medical Assembly. (1990). Declaration of Helsinki. Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. *Bulletin of PAHO*, 24 (4), 606-609.
- 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*, 20 (3), 233-41.
- Vera-García, F.J. (2002). *Adaptaciones neuromusculares tras un programa de entrenamiento abdominal dinámico y otro estático*. Valencia, España: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Vera-García, F.J., Grenier, S.G. & McGill, S.M. (2000). Abdominal response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80, 564-569.
- Vera-García, F.J., López, J.L., Alonso, J.I., Flores-Parodi, B., Arroyo, N. & Sarti, M.A. (2005a). Juegos Motores. Una alternativa para fortalecer los músculos del abdomen. *Apunts Educación Física y Deportes*, 79, 80-85.
- Vera-García, F.J., López, J.L., Alonso, J.I., Arroyo, N., Flores, B. & Sarti, M.A. (2003). Respuesta de los músculos abdominales durante la realización de un ejercicio y dos juegos motores tradicionales. Estudio de caso único. En A. Oña y A. Bilbao, *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* (pp. 340-345). Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
- Vera-García, F.J., Monfort, M. & Sarti, M.A. (2005b). Prescripción de programas de entrenamiento abdominal. Revisión y puesta al día. *Apunts Educación Física y Deportes*, 81, 38-46.