

Juegos motores

Una alternativa para fortalecer los músculos del abdomen

FRANCISCO J. VERA-GARCÍA

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Department of Kinesiology, Faculty of Applied Health Sciences. University of Waterloo (Canadá)

JOSÉ L. LÓPEZ ELVIRA

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

JOSÉ I. ALONSO ROQUE

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

BELÉN FLORES-PARODI

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

NADIA ARROYO FENOLL

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia

M.ª ÁNGELES SARTI MARTÍNEZ

Doctora en Medicina. Grupo de investigación en Cinesiología.

Departamento de Anatomía y Embriología Humana Facultad de Medicina y Odontología. Universitat de València

Resumen

El objetivo del estudio fue comparar la amplitud de la electromiografía (EMG) y el modo en que fueron coactivados los músculos abdominales durante la ejecución del ejercicio de encorvamiento del tronco y dos juegos motores tradicionales: la carretilla y el hula hop. Para ello, se registró la EMG de los músculos rectus, obliquus externus y obliquus internus abdominis durante la ejecución de cada una de las tareas. En el estudio participaron nueve voluntarios sanos sin antecedentes de cirugía abdominal, lesiones raquídeas o síndrome de dolor lumbar. La amplitud de la EMG fue promediada y normalizada respecto a la contracción voluntaria máxima. Se realizó un ANOVA de dos factores (músculo/tarea) y un post hoc Tukey para examinar las diferencias en la actividad eléctrica de cada músculo entre las tareas y en cada tarea entre los músculos. Los juegos analizados produjeron niveles de actividad eléctrica superiores a los generados por el encorvamiento del tronco, por lo que deben ser considerados como un complemento o una alternativa a los ejercicios de fortalecimiento abdominal. La carretilla generó un importante nivel de coactivación abdominal, aunque activó principalmente al obliquus externus abdominis. En el hula hop, las diferencias entre los músculos no fueron estadísticamente significativas.

Palabras clave

Entrenamiento, Juegos, Músculos abdominales, Electromiografía, Estabilidad del tronco.

Abstract

The purpose of this study was to compare the amplitude of the electromyography (EMG) and the way that the abdominal muscles were co-activated during the curl up and two traditional motor games: the wheelbarrow race and the hula-hoop. The EMG from the rectus abdominis, external oblique and internal oblique of nine healthy volunteers was recorded during the three tasks. People with histories of abdominal surgery, episodes of back pain or low back disorders were excluded. EMG amplitude was averaged and normalized to the maximum voluntary contraction. The two-way ANOVA (muscle/task) and the post hoc Tukey showed the differences in electrical activity for each muscle during the tasks and between muscles during each task. In the present study, the electrical activity during the motor games was greater than during the curl up exercise. Therefore, the motor games can be taken into consideration as an alternative to condition the abdominal muscles. Although the wheelbarrow race produced a high level of abdominal coactivation, it principally activated the external oblique. No significant differences were found during the hula-hoop.

Key words

Training, Games, Abdominal muscles, Electromyography, Trunk stability.

Introducción

La realización sistemática de ejercicios de fortalecimiento abdominal se considera un medio efectivo para el desarrollo de la fuerza y de la resistencia muscular y es un componente importante de los programas de acondicionamiento físico y rehabilitación, de las sesiones de entrenamiento deportivo y de las clases de educación física (Bell y Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hem-

borg, Mortiz, Hamberg, Löwing y Akesson, 1983; Vera-García, 2002). Sin embargo, la repetición de estos ejercicios puede ser una forma de entrenamiento aburrida y monótona (Bell y Laskin, 1985), sobre todo para los más jóvenes, lo que puede reducir la frecuencia del entrenamiento y favorecer el abandono de su práctica. En un estudio longitudinal desarrollado en adolescentes (Vera-García, 2002), la repetición sistemática del ejer-

cicio conocido como encorvamiento del tronco causó un incremento significativo de la resistencia abdominal, sin embargo, de los 32 sujetos que participaron en el entrenamiento, dos abandonaron el estudio por falta de motivación, 10 entrenaron con una frecuencia muy inferior a la establecida por los investigadores y el resto tuvo que ser motivado continuamente para cumplir con las exigencias del programa de entrenamiento.

Por otro lado, los juegos motores son actividades divertidas e integradas en el ambiente habitual del niño (Castejón, 1999; Lavega, 2000; LeFevre, 2002; Mitchell, Oslin y Griffin, 2003). Estas actividades facilitan el acercamiento de los jóvenes a la práctica estructurada de ejercicio físico de una forma natural (Hanrahan y Carlson, 2000; Lavega, 2000; Trigo, 1994). La combinación de ejercicios y juegos motores podría crear actitudes más favorables hacia los programas de fortalecimiento abdominal y aumentar la adherencia de los jóvenes a su práctica. Los juegos utilizados deben ser divertidos, pero también deben activar adecuadamente los músculos del abdomen. Aunque existen numerosos estudios electromiográficos que han valorado la participación de los músculos del tronco en ejercicios de fortalecimiento abdominal (Andersson, Ma y Thorstensson, 1998; Andersson, Nilsson, Ma y Thorstensson, 1997; Axler y McGill, 1997; Beim, Giraldo, Pincivero, Borrer y Fu, 1997; Juker, McGill, Kropf y Steffen, 1998; Monfort, 1998; Monfort, Sarti y Sanchis, 1997; Richardson y Toppenberg, 1990; Sarti, Monfort, Sanchis y Aparicio, 1996; Souza, Baker y Powers, 2001; Vera-García, 2002; Vera-García, Grenier y McGill, 2000; Vera-García y Sarti, 1999), son escasos los trabajos que han analizado la intensidad de la contracción o la coordinación de los músculos del tronco durante la realización de juegos motores (Vera-García *et al.*, 2003).

Ante la carencia de este tipo de trabajos, hemos realizado un estudio donde se registró la EMG de los músculos rectus, obliquus externus y obliquus internus abdominis en un ejercicio (el encorvamiento del tronco) y dos juegos motores tradicionales (el hula hop y la carretilla). El objetivo fue comparar la amplitud de la EMG y el modo en que fueron coactivados los músculos abdominales durante la ejecución de las diferentes tareas.

Material y método

Sujetos

En el estudio participaron nueve estudiantes universitarios, seis mujeres y tres hombres (edad: 22.8 ± 3.0 años;

estatura: $167,1 \pm 7,5$ cm; peso: $62,1 \pm 10,2$ kg), los cuales fueron informados previamente de las características del trabajo y firmaron un informe de consentimiento de acuerdo con la declaración de Helsinki (The 18th World Medical Assembly, 1990). Los sujetos fueron seleccionados por su habilidad para ejecutar el ejercicio y los juegos motores. Se excluyeron aquellos con antecedentes de cirugía abdominal, espinal o coxo-femoral, episodios de dolor de espalda o cadera o cualquier otra alteración cardiovascular o musculoesquelética.

Instrumentos y registros

Para el registro electromiográfico se utilizó el electromiógrafo "Muscle Tester Mega ME3000P". Éste es 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 filtrada ("low pass filtering"), transformada en valores absolutos ("full wave rectification") 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.

Con el objeto de facilitar el proceso de colocación de los electrodos (cloruro de plata) se realizó el marcaje topográfico por palpación de diferentes puntos anatómicos (Delagi, Perotto, Lazzeti y Morrison, 1981). Las zonas de la piel elegidas para la colocación de los electrodos se depilaron o rasuraron y se limpiaron con alcohol. Se colocó un par de electrodos de superficie en toma bipolar, sobre el vientre muscular y en el sentido longitudinal de las fibras (Clarys y Cabri, 1993; Ng, Kippers y Richardson, 1998) de los músculos: rectus abdominis (segunda porción del lado derecho, 3 cm a la derecha de la línea alba) (Monfort, 1998; Vera-García, 2002; Vera-García *et al.*, 2003), obliquus externus abdominis (a 4 cm del ángulo costal anterior de la novena costilla del lado derecho, sobre la línea vertical imaginaria que asciende desde la espina ilíaca anterosuperior) (Vera-García, 2002; Vera-García *et al.*, 2003) y obliquus internus abdominis (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 ilíaca anterosuperior y el ombligo) (Beim *et al.*, 1997; Vera-García *et al.*, 2003). La distancia entre el centro de los dos electrodos fue de 3 cm (Axler y McGill, 1997; Souza *et al.*, 2001; Vera-García *et al.*, 2000).



Figura 1

Encorvamiento del tronco al final de la fase concéntrica (Vera-García et al., 2003).



Figura 2

Hula hop (Vera-García et al., 2003). A) Vista lateral. B) Vista frontal.



Figura 3

La carretilla (Vera-García et al., 2003).

Descripción de las tareas

Encorvamiento del tronco (fig. 1): desde posición en decúbito supino, rodillas flexionadas 90° y plantas de los pies en contacto con el suelo, flexión de la parte superior del tronco en sentido cráneo-caudal hasta que el ángulo inferior de la escápula despegue de la superficie, momento en el que el sujeto vuelve a la posición inicial. Las manos sujetan la cabeza sin empujar sobre ella para evitar la flexión excesiva o violenta del raquis cervical (Monfort et al., 1997; Sarti et al., 1996; Vera-García y Sarti, 1999).

Hula hop (fig. 2): en postura erecta, con los pies separados cómodamente y un aro colocado en la cintura, girar o “bailar” el aro mediante la realización de movimientos lumbopélvicos circulares.

La carretilla (fig. 3): el sujeto se coloca en cuadrupedia, con las manos separadas cómodamente y apoyadas sobre una línea. Uno de los experimentadores coge los pies del sujeto y los levanta, quedando éste con dos apoyos. El tronco permanece recto y alineado con los miembros inferiores. En esta posición, el investigador empuja al sujeto que se desplaza apoyando alternativamente la mano derecha e izquierda sobre marcas dibujadas en el suelo.

Procedimiento

Para la elección de los juegos motores se revisaron más de 2000 juegos de la literatura. Los criterios de selección fueron: contener acciones de movilización (hula hop) o estabilización (la carretilla) de la región lumbopélvica, ser utilizados tradicionalmente en el ámbito de la Educación Física, no necesitar material o instalaciones costosas y facilitar la utilización de técnicas electromiográficas. Por otro lado, el encorvamiento del tronco fue seleccionado por ser uno de los ejercicios más populares y utilizados para el acondicionamiento de la musculatura abdominal (Bell y Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hemborg et al., 1983; Vera-García, 2002). Antes de la realización de las tareas, los sujetos dispusieron de un periodo de práctica y familiarización con las mismas. En este periodo, uno de los experimentadores explicó la forma, el ritmo de la ejecución y las características de cada una de ellas. A continuación, los participantes las ejecutaron bajo la observación de los experimentadores.

Durante el registro de la EMG, el sujeto realizó cinco repeticiones del encorvamiento del tronco (fig. 1). Cada repetición duró 2 s (1º subir, 2º bajar). La velocidad de la ejecución fue controlada con un metrónomo programado a 60 latidos por minuto. Antes de realizar el hula

hop y con el objeto de aislar y proteger los electrodos, se colocó una faja lumbar Vulkan® de 5 mm de espesor sobre la cintura del sujeto (figura 2). La faja se fijó laxamente para no comprimir el abdomen ni incrementar la presión intra-abdominal. Se utilizó un aro de plástico de 87 cm de diámetro. Durante la tarea, el sujeto realizó 10-15 círculos lumbopélvicos a cadencia constante y velocidad “cómoda” o “natural”. Para la realización de la carretilla, el sujeto se colocó tras una línea a partir de la cual se dibujaron ocho marcas fácilmente perceptibles sobre un pavimento plano y rígido (figura 3). La separación entre las marcas fue de 30 cm. Durante el desplazamiento, el sujeto hizo coincidir cada uno de sus apoyos con una de las marcas referidas. El tiempo entre dos apoyos fue de 0,5 s, controlado por el sonido del metrónomo programado a 120 latidos por minuto. Para evitar la fatiga muscular se estableció un periodo de 2 min de descanso entre cada una de las tareas.

Con el objeto de obtener un valor de referencia con el cual normalizar la EMG de los músculos rectus, obliquus externus y obliquus internus abdominis, el sujeto se situó en decúbito supino y se realizaron dos series de contracciones voluntarias e isométricas máximas contra resistencia (MVCs) en las siguientes posiciones: encorvamiento del tronco, encorvamiento del tronco con giro a la derecha y encorvamiento del tronco con giro a la izquierda. Para evitar la fatiga muscular se dejaron 5 min de descanso entre las series. Cada contracción máxima fue mantenida durante 4-5 s y los 2 s más intensos fueron promediados (Souza *et al.*, 2001). Los experimentadores estimularon verbalmente a los sujetos durante las MVCs (Vera-García, 2002).

Tratamiento y análisis estadístico de los datos

Se promedió la señal EMG de los 2 s centrales de los juegos motores y de la tercera repetición del ejercicio de fortalecimiento abdominal. Posteriormente, se normalizó la EMG de cada uno de los músculos respecto a la media de su MVC más intensa (% MVC).

Con el objeto de comparar las medias de la EMG normalizada, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de dos factores (músculo, tarea). Cuando el ANOVA determinó la existencia de diferencias significativas, se calculó el post hoc Tukey para localizar el origen de las mismas. La hipótesis nula fue rechazada al nivel de significación del 95 % ($p \leq 0.05$). El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 11.0.

Resultados

Como muestran las *tablas 1 y 2*, la carretilla fue la actividad que produjo mayores intensidades de contracción en los músculos abdominales, seguida por el hula hop y por el encorvamiento del tronco. No obstante, en el rectus abdominis no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tareas. Asimismo, en el obliquus internus abdominis los niveles de intensidad alcanzados por el hula hop y por el encorvamiento del tronco fueron similares.

Según los resultados del análisis de la varianza, el encorvamiento del tronco activó a los músculos rectus y obliquus internus abdominis con mayor intensidad que al obliquus externus abdominis ($p < 0,001$ y $p = 0,009$, respectivamente) (*tabla 3*). Durante la realización de

	RA		OE		OI	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Encorvamiento	29,7	13,3	6,4	4,0	20,1	9,3
Hula hop	30,2	20,7	38,8	19,0	22,7	9,6
Carretilla	40,2	11,6	69,5	21,8	51,0	25,7

Tabla 1

Medias y desviaciones típicas (SD) de la EMG (% MVC) de los músculos rectus abdominis (RA), obliquus externus abdominis (OE) y obliquus internus abdominis (OI).

	RA	OE	OI
Encorvamiento/Hula hop	0,98	0,16***	0,88
Encorvamiento/Carretilla	0,74	0,09***	0,39**
Hula hop/Carretilla	0,75	0,56**	0,44**

Diferencias significativas entre las medias: ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Tabla 2

Cocientes entre las medias de la EMG normalizada de las diferentes tareas. Músculos: rectus abdominis (RA), obliquus externus abdominis (OE) y obliquus internus abdominis (OI).

	Encorvamiento	Hula hop	Carretilla
RA/OE	4,66***	0,78	0,58*
RA/OI	1,48	1,33	0,79
OE/OI	0,32**	1,71	1,36

Diferencias significativas entre las medias: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Tabla 3

Cocientes entre las medias de la EMG normalizada de los músculos rectus abdominis (RA), obliquus externus abdominis (OE) y obliquus internus abdominis (OI).

la carretilla, la actividad eléctrica del obliquus externus abdominis fue mayor que la del rectus abdominis ($p = 0,013$). En el hula hop, las diferencias entre los músculos no fueron estadísticamente significativas.

Discusión

En la actualidad, existe una gran variedad de tareas para el acondicionamiento de los músculos del abdomen. La eficacia de estas tareas se determina, generalmente, mediante el análisis electromiográfico de la función muscular (Andersson *et al.*, 1998, 1997; Axler y McGill, 1997; Beim *et al.*, 1997; Juker *et al.*, 1998; Monfort, 1998; Monfort *et al.*, 1997; Richardson y Toppenberg, 1990; Sarti *et al.*, 1996; Souza *et al.*, 2001; Vera-García *et al.*, 2000; Vera-García y Sarti, 1999). El objetivo principal de este análisis es determinar si se activan los músculos del abdomen y, si es así, si la intensidad de la contracción muscular es suficiente para el desarrollo de la fuerza o de la resistencia abdominal. Atendiendo a estos criterios, la carretilla y el hula hop son tareas adecuadas para el desarrollo de los músculos analizados, ya que en comparación con el encorvamiento del tronco produjeron niveles de contracción superiores en el obliquus externus y en el obliquus internus abdominis y similares en el rectus abdominis (tablas 1 y 2). Estos resultados ganan particular relevancia si consideramos que el encorvamiento del tronco es uno de los ejercicios más utilizados para el desarrollo de la fuerza y de la resistencia de los músculos del abdomen (Bell y Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hemborg *et al.*, 1983; Vera-García, 2002). Aunque no tenemos constancia de la existencia de estudios similares con los que contrastar nuestros resultados, según los datos de un amplio estudio electromiográfico que estamos llevando a cabo en la actualidad, otros juegos motores, tales como “la gallina” (Lavega, 1999), “el tentetieso” (Castejón, 1999) o “el túnel” (García *et al.*, 1998), también pueden producir niveles de contracción muscular adecuados para el acondicionamiento de la musculatura abdominal.

Como muestran las tablas 1 y 3, la forma en que fueron coactivados los músculos del abdomen varió entre las diferentes tareas. El encorvamiento del tronco activó de forma más intensa los músculos rectus y obliquus internus abdominis, mientras que la participación del obliquus externus abdominis fue muy baja (6,4 % de la MVC). La diferencia entre la activación de rectus y de obliquus externus abdominis ha sido constatada en estudios anteriores (Andersson *et al.*, 1998,

1997; Axler y McGill, 1997; Juker *et al.*, 1998; Vera-García, 2002; Vera-García *et al.*, 2000). La carretilla activó intensamente todos los músculos del abdomen, principalmente el obliquus externus abdominis. La intensidad de la coactivación abdominal refleja la necesidad de estabilizar y mantener el tronco rígido para la correcta realización del juego (Cholewicki, Juluru y McGill, 1999; Gardner-Morse y Stokes, 1998; Snijders, Ribbers, Bakker, Stoeckart y Stam, 1998). En el hula hop, no se produjeron diferencias significativas entre la intensidad de la actividad eléctrica de los diferentes músculos analizados. Este hecho puede parecer contradictorio, ya que durante la ejecución del juego la mayoría de los movimientos del tronco se realizaron en el plano horizontal (movimientos de rotación), lo que precisa fundamentalmente de la participación de los músculos cuyas fibras tienen una orientación más oblicua. El origen de este resultado puede ser la necesidad de coactivar todos los músculos del abdomen para incrementar la estabilidad dinámica del raquis y la pelvis. En este sentido, es interesante resaltar que durante los movimientos de rotación los músculos del tronco se activan para generar el movimiento, pero también para mantener el equilibrio y la estabilidad de las estructuras raquídeas (McGill, 1991; Ng, Richardson, Parnianpour y Kippers, 2002).

Los resultados de este estudio deben ser interpretados con cautela ya que el análisis de los datos electromiográficos se ha realizado sobre una muestra reducida. Futuras investigaciones deben utilizar muestras de mayor tamaño e incluir sujetos de diferentes edades y niveles de condición física. Asimismo, se deben realizar trabajos que analicen las fuerzas de compresión y de cizallamiento que estas tareas provocan en el raquis y determinar el grado de eficacia de los juegos motores como medio para estimular la participación de los jóvenes en programas de fortalecimiento abdominal.

Conclusiones

Los juegos analizados produjeron niveles de actividad eléctrica superiores a los generados por el encorvamiento del tronco, por lo que deben ser considerados como un complemento o una alternativa a los ejercicios de fortalecimiento abdominal. La carretilla generó un importante nivel de coactivación abdominal, aunque activó principalmente al obliquus externus abdominis. En el hula hop, las diferencias entre los músculos no fueron estadísticamente significativas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Actividad Física y del Deporte de la UCAM. Este trabajo forma parte del proyecto titulado “Fortalecimiento de la musculatura abdominal mediante la utilización de juegos motores” (PMAFI-PI-07/1C/03), subvencionado por la UCAM.

Bibliografía

- Andersson, E. A.; Ma, Z. y 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. y 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. y 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.
- Beim, G. M.; Giraldo, J. L.; Pincivero, D. M.; Borrer, M. J. y Fu, F. H. (1997). Abdominal strengthening exercises: a comparative EMG study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 6, 11-20.
- Bell, R. D. y 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: Ed. 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. y McGill, S. M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, 32, 13-17.
- Clarys, J. P. y Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sport movements: a review. *Journal of Sports Sciences*, 11, 379-448.
- Delagi, E. F.; Perotto, A.; Lazzetti, J. y Morrison, D. (1981). *Anatomic Guide for the Electromyographer*. Springfield, USA: Charles C Thomas Publisher.
- García, A.; Gutiérrez, F.; Marqués, J.; Román, R.; Ruiz, F. y Samper, M. (1998). *Los juegos en la Educación Física de los 6 a los 12 años*. Barcelona: INDE.
- Gardner-Morse, M. G. y Stokes, I. A. F. (1998). The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine*, 23, 86-92.
- Hanrahan, S. y Carlson, T. (2000). *Game skills: a fun approach to learning sport skills*. Champaign, USA: Human Kinetics Publishers.
- Hemborg, B.; Mortiz, U.; Hamberg, J.; Löwing, H. y 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. y 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.
- Lavega, P. (2000). *Juegos y deportes populares tradicionales*. Barcelona: INDE.
- Lavega, P. y Olaso, S. (1999). *1000 juegos y deportes tradicionales populares. La tradición jugada*. Barcelona: Ed. Paidotribo.
- LeFevre, D. (2002). *Best new games*. Champaign, USA: Human Kinetics Publishers.
- McGill, S. M. (1991). Electromyographic activity of the abdominal and low back musculature during the generation of isometric and dynamic axial trunk torque: implications for lumbar mechanics. *Orthopaedic Research Society*, 9, 91-103.
- Mitchell, S.; Oslin, J. y Griffin, L. (2003). *Sport foundations for elementary physical education: a tactical games approach*. Champaign, USA: Human Kinetics Publishers.
- Monfort, M. (1998). *Musculatura del tronco en ejercicios de fortalecimiento abdominal*. Valencia: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Monfort, M.; Sarti, M. A. y Sanchis, C. (1997). Actividad eléctrica del músculo recto mayor del abdomen en ejercicios abdominales. Estudio cualitativo. *Apunts de Medicina Deportiva*, 32, 279-289.
- Ng, J. K.; Kippers, V. y Richardson, C. A. (1998). Muscle fibre orientation of abdominal muscles and suggested surface EMG electrode positions. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 38(1), 51-58.
- Ng, J. K.; Richardson, C. A., Parnianpour, M y Kippers, V. (2002). EMG activity of trunk muscles and torque output during isometric axial rotation exertion: a comparison between back pain patients and matched controls. *Journal of Orthopaedic Research*, 20, 112-121.
- Richardson, C. y Toppenberg, R. (1990). An initial evaluation of eight abdominal exercises for their ability to provide stabilisation for the lumbar spine. *Australian Journal of Physiotherapy*, 36, 6-11.
- Sarti, M. A.; Monfort, M.; Sanchis, C. y Aparicio, L. (1996). Anatomía funcional del músculo rectus abdominis. Estudio electromiográfico. *Archivo Español de Morfología*, 1, 143-149.
- Snijders, C. J.; Ribbers, M. T. L. M.; Baker, H. V.; Stoekart, R. y 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.
- Souza, G. M.; Baker, L. L. y Powers, C.M. (2001). Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 1551-1557.
- 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.
- Trigo, E. (1994). *Aplicación del juego tradicional en el currículum de Educación Física. Vol. I y II*. Barcelona: Ed. Paidotribo.
- Vera-García, F. J. (2002). *Adaptaciones neuromusculares tras un programa de entrenamiento abdominal dinámico y otro estático*. Valencia: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Vera-García, F. J.; Grenier, S. G. y 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., Arroyo, N.; Flores, B. y 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. y Sarti, M. A. (1999). Manipulación social en la actividad físico-deportiva. *Áskesis*, 5 (en línea). De <http://www.askesis.arrakis.es> (consulta: 31 marzo 1999).