

Jocs motors

Una alternativa per enfortir els músculs de l'abdomen

FRANCISCO J. VERA-GARCÍA

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport.

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

JOSÉ L. LÓPEZ ELVIRA

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

JOSÉ I. ALONSO ROQUE

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

BELÉN FLORES-PARODI

Llicenciada en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

NADIA ARROYO FENOLL

Llicenciada en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Departament de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport. Universidad Católica San Antonio de Murcia

M.ª ÁNGELES SARTI MARTÍNEZ

Doctora en Medicina. Grup d'investigació en Cinesiologia.

Departament d'Anatomia i Embriologia Humana. Facultat de Medicina i Odontologia. Universitat de València

Resum

L'objectiu de l'estudi va ser comparar l'amplitud de l'electromiografia (EMG) i la forma en què van ser coactivats els músculs abdominals durant l'execució de l'exercici d'encorbament del tronc i dos jocs motors tradicionals: el carretó i l'hula-hop. Per fer-ho, es va enregistrar l'EMG dels músculs recte, oblic extern i oblic intern de l'abdomen, durant l'execució de cada una de les tasques. A l'estudi hi van participar nou voluntaris sans, sense antecedents de cirurgia abdominal, lesions raquídies o síndrome de dolor lumbar. L'amplitud de l'EMG va ser amitjanada i normalitzada respecte a la contracció voluntària màxima. Es va realitzar un ANOVA de dos factors (múscul/tasca) i un *post hoc* Tukey per examinar les diferències en l'activitat elèctrica de cada múscul entre les tasques i en cada tasca entre els músculs. Els jocs analitzats van produir nivells d'activitat elèctrica superiors als generats per l'encorbament del tronc, i en conseqüència, han de ser considerats com un complement o una alternativa als exercicis d'enfortiment abdominal. El carretó va generar un important nivell de coactivació abdominal, encara que va activar principalment l'oblic extern de l'abdomen. A l'hula-hop, les diferències entre els músculs no van ser estadísticament significatives.

Paraules clau

Entrenament, Jocs, Músculs abdominals, Electromiografia, Estabilitat del tronc.

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.

Introducció

La realització sistemàtica d'exercicis d'enfortiment abdominal es considera un mitjà efectiu per al desenvolupament de la força i de la resistència muscular i és un component important dels programes de condicionament físic i rehabilitació, de les sessions d'entrenament esportiu i de les classes d'educació física (Bell i Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hemborg, Mortiz, Hamberg, Löwing i

Akesson, 1983; Vera-García, 2002). Tanmateix, la repetició d'aquests exercicis pot ser una forma d'entrenament avorrida i monòtona (Bell i Laskin, 1985), sobretot per als més joves, cosa que pot reduir la freqüència de l'entrenament i afavorir-ne l'abandonament. En un estudi longitudinal desenvolupat en adolescents (Vera-García, 2002), la repetició sistemàtica de l'exercici conegut com a encorbament del tronc va causar un increment

significatiu de la resistència abdominal, tot i això, dels 32 subjectes que van participar en l'entrenament, dos van abandonar l'estudi per manca de motivació, 10 van entrenar amb una freqüència molt inferior a l'establerta pels investigadors i la resta va haver de ser motivada contínuament per complir amb les exigències del programa d'entrenament.

D'altra banda, els jocs motors són activitats divertides i integrades en l'ambient habitual del nen (Castejón, 1999; Lavega, 2000; LeFevre, 2002; Mitchell, Oslin i Griffin, 2003). Aquestes activitats faciliten l'acostament dels joves a la pràctica estructurada d'exercici físic d'una forma natural (Hanrahan i Carlson, 2000; Lavega, 2000; Trigo, 1994). La combinació d'exercicis i jocs motors podria crear actituds més favorables cap als programes d'enfortiment abdominal i augmentar l'adherència dels joves vers aquesta pràctica. Els jocs utilitzats han de ser divertits, però també han d'activar adequadament els músculs de l'abdomen. Encara que hi ha nombrosos estudis electromiogràfics que han valorat la participació dels músculs del tronc en exercicis d'enfortiment abdominal (Andersson, Ma i Thorstensson, 1998; Andersson, Nilsson, Ma i Thorstensson, 1997; Axler i McGill, 1997; Beim, Giraldo, Pinciver, Borró i Fu, 1997; Juker, McGill, Kropf i Steffen, 1998; Monfort, 1998; Monfort, Sarti i Sanchis, 1997; Richardson i Toppenberg, 1990; Sarti, Monfort, Sanchis i Aparicio, 1996; Souza, Baker i Powers, 2001; Vera-García, 2002; Vera-García, Grenier i McGill, 2000; Vera-García i Sarti, 1999), són escassos els treballs que han analitzat la intensitat de la contracció o la coordinació dels músculs del tronc durant la realització de jocs motors (Vera-García *et al.*, 2003).

Davant la manca d'aquest tipus de treballs, hem realitzat un estudi on es va enregistrar l'EMG dels músculs recte, oblic extern i oblic intern de l'abdomen en un exercici (l'encorbament del tronc) i dos jocs motors tradicionals (l'hula-hop i el carretó). L'objectiu va ser comparar l'amplitud de l'EMG i la forma en què van ser coactivats els músculs abdominals durant l'execució de les diferents tasques.

Material i mètode

Subjectes

A l'estudi hi van participar nou estudiants universitaris, sis dones i tres homes (edat: $22,8 \pm 3,0$ anys; estatura: $167,1 \pm 7,5$ cm; pes: $62,1 \pm 10,2$ kg), els quals van ser informats prèviament de les característiques del

treball i van signar un informe de consentiment d'acord amb la declaració d'Hèlsinki (The 18th World Medical Assembly, 1990). Els subjectes van ser seleccionats per la seva habilitat per executar l'exercici i els jocs motors. Es van excloure els que tenien antecedents de cirurgia abdominal, espinal o coxofemoral, episodis de dolor d'esquena o maluc o qualsevol altra alteració cardiovascular o musculoesquelètica.

Instruments i enregistraments

Per a l'enregistrament electromiogràfic es va utilitzar l'electromiògraf "Muscle Tester Mega ME3000P". Aquest és un microordinador portàtil de quatre canals amb una conversió A/D de 12 bit, un CMRR de 110 dB i un filtre de banda de 8-500 Hz. La freqüència de mostreig es va programar a 1000 Hz. El senyal EMG va ser filtrat ("low pass filtering"), transformat en valors absoluts ("full wave rectification") i integrat cada 0,016 s. Durant l'enregistrament, el senyal electromiogràfic va ser transferit a través d'un cable òptic a un ordinador compatible, on va ser monitorat mitjançant el programa MegaWin 1.2. i emmagatzemat per a fer-ne l'anàlisi posterior.

Per tal de facilitar el procés de col·locació dels elèctrodes (clorur de plata) es va realitzar el marcatge topogràfic per palpació de diferents punts anatòmics (Delagi, Perotto, Lazzetti i Morrison, 1981). Les zones de la pell escollides per a la col·locació dels elèctrodes es van depilar o es van rasurar i es van netejar amb alcohol. Es van col·locar un parell d'elèctrodes de superfície en presa bipolar, sobre el ventre muscular i en el sentit longitudinal de les fibres (Clarys i Cabri, 1993; Ng, Kippers i Richardson, 1998) dels músculs: recte de l'abdomen (segona porció del costat dret, 3 cm a la dreta de la línia alba) (Monfort, 1998; Vera-García, 2002; Vera-García *et al.*, 2003), oblic extern de l'abdomen (a 4 cm de l'angle costal anterior de la novena costella del costat dret, sobre la línia vertical imaginària que ascendeix des de l'espina ilíaca anterosuperior) (Vera-García, 2002; Vera-García *et al.*, 2003) i oblic intern de l'abdomen (sobre el centre geomètric del triangle format pel lligament inguinal, la vora externa de la beina del recte de l'abdomen i la línia imaginària que uneix l'espina ilíaca anterosuperior i el melic) (Beim *et al.*, 1997; Vera-García *et al.*, 2003). La distància entre el centre dels dos elèctrodes va ser de 3 cm (Axler i McGill, 1997; Souza *et al.*, 2001; Vera-García *et al.*, 2000).



Figura 1
Encorbament del tronc al final de la fase concèntrica (Vera-García et al., 2003).



Figura 2
Hula-hop (Vera-García et al., 2003). A) Vista lateral. B) Vista frontal.



Figura 3
El carretó (Vera-García et al., 2003).

Descripció de les tasques

Encorbament del tronc (figura 1): des de la posició en decúbit supí, genolls flexionats 90° i plantes dels peus en contacte amb el terra, flexió de la part superior del tronc en sentit craniocaudal fins que l'angle inferior de l'escàpula se separa de la superfície, moment en el qual el subjecte torna a la posició inicial. Les mans aguanten el cap sense forçar-lo per evitar la flexió excessiva o violenta del raquis cervical (Monfort *et al.*, 1997; Sarti *et al.*, 1996; Vera-García i Sarti, 1999).

Hula-hop (figura 2): en posició erecta, amb els peus separats còmodament i un cèrcol col·locat a la cintura, girar o "ballar" el cèrcol mitjançant la realització de moviments lumbopelvians circulars.

El carretó (figura 3): el subjecte es col·loca en quadrípèdia, amb les mans separades còmodament i posades sobre una línia. Un dels experimentadors agafa el subjecte pels peus, els hi aixeca i aquell queda amb dos punts de suport. El tronc resta recte i alineat amb els membres inferiors. En aquesta posició, l'investigador empeny el subjecte, que es desplaça posant alternativament la mà dreta i l'esquerra sobre marques dibuixades a terra.

Procediment

Per a l'elecció dels jocs motors es van revisar més de 2.000 jocs de la literatura. Els criteris de selecció van ser: contenir accions de mobilització (hula-hop) o estabilització (el carretó) de la regió lumbopelvíana, ser utilitzats tradicionalment en l'àmbit de l'Educació Física, no necessitar material o instal·lacions costoses i facilitar la utilització de tècniques electromiogràfiques. D'altra banda, l'encorbament del tronc va ser seleccionat perquè és un dels exercicis més populars i utilitzats per al condicionament de la musculatura abdominal (Bell i Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hemborg *et al.*, 1983; Vera-García, 2002). Abans de la realització de les tasques, els subjectes van disposar d'un període de pràctica i familiarització amb les accions. En aquest període, un dels experimentadors va explicar la forma, el ritme de l'execució i les característiques de cadascuna. Tot seguit, els participants les van executar sota l'observació dels experimentadors.

Durant l'enregistrament de l'EMG, el subjecte va realitzar cinc repeticions de l'encorbament del tronc (figura 1). Cada repetició va durar 2 segons (1r pujar, 2n baixar). La velocitat de l'execució va ser controlada amb un metrònom programat a 60 batecs per minut. Abans de

realitzar l'hula-hop i amb l'objecte d'aïllar i protegir els elèctrodes, es va col·locar una faixa lumbar Vulkan® de 5 mm de gruix sobre la cintura del subjecte (figura 2). La faixa es va fixar laxament per tal de no comprimir l'abdomen ni incrementar la pressió intraabdominal. Es va utilitzar un cercol de plàstic de 87 cm de diàmetre. Durant la tasca, el subjecte va realitzar 10-15 girs circulars lumbopelvians a cadència constant i velocitat "còmoda" o "natural". Per a la realització del carretó, el subjecte es va col·locar rere una línia a partir de la qual es van dibuixar vuit marques fàcilment perceptibles sobre un paviment pla i rígid (figura 3). La separació entre les marques va ser de 30 cm. Durant el desplaçament, el subjecte va fer coincidir cadascun dels seus recolzaments amb una de les marques referides. El temps entre dos recolzaments va ser de 0,5 segons, controlat pel so del metrònom programat a 120 batecs per minut. Per evitar la fatiga muscular es va establir un període de 2 minuts de descans entre cada una de les tasques.

Amb l'objecte d'obtenir un valor de referència amb el qual normalitzar l'EMG dels músculs recte, oblic extern i oblic intern de l'abdomen, el subjecte es va situar en decúbit supí i es van realitzar dues sèries de contraccions voluntàries i isomètriques màximes contra resistència (MVCs) en les posicions següents: encorbament del tronc, encorbament del tronc amb gir a la dreta i encorbament del tronc amb gir a l'esquerra. Per evitar la fatiga muscular es van deixar 5 minuts de descans entre les sèries. Cada contracció màxima va ser mantinguda durant 4-5 segons i es va treure la mitjana dels 2 segons més intensos (Souza *et al.*, 2001). Els experimentadors van estimular verbalment els subjectes durant les MVCs (Vera-García, 2002).

Tractament i anàlisi estadística de les dades

Es va fer la mitjana del senyal EMG dels 2 segons centrals dels jocs motors i de la tercera repetició de l'exercici d'enfortiment abdominal. Posteriorment, es va normalitzar l'EMG de cadascun dels músculs respecte a la mitjana de la seva MVC més intensa (% MVC).

Per tal de comparar les mitjanes de l'EMG normalitzada, es va realitzar una anàlisi de la variància (ANOVA) de dos factors (múscul, tasca). Quan l'ANOVA va determinar l'existència de diferències significatives, es va calcular el *post hoc* Tukey per localitzar-ne l'origen. La hipòtesi nul·la va ser rebutjada al nivell de significació del 95 % ($p \leq 0,05$). L'anàlisi estadística de les dades es va realitzar amb el programa SPSS 11.0.

Resultats

Com mostren les *taules 1* i *2*, el carretó va ser l'activitat que va produir majors intensitats de contracció en els músculs abdominals, seguida per l'hula-hop i per l'encorbament del tronc. Malgrat tot, al recte de l'abdomen no es van trobar diferències estadísticament significatives entre les tasques. Així mateix, a l'oblic intern de l'abdomen els nivells d'intensitat assolits per l'hula-hop i per l'encorbament del tronc van ser similars.

Segons els resultats de l'anàlisi de la variància, l'encorbament del tronc va activar els músculs recte i oblic intern de l'abdomen amb més intensitat que no pas l'oblic extern de l'abdomen ($p < 0,001$ i $p = 0,009$, respectivament) (*taula 3*). Durant la rea-

	RA		OE		OI	
	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD
Encorbament	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
Carretó	40,2	11,6	69,5	21,8	51,0	25,7

Taula 1

Mitjanes i desviacions típiques (SD) de l'EMG (% MVC) dels músculs recte de l'abdomen (RA), oblic extern de l'abdomen (OE) i oblic intern de l'abdomen (OI).

	RA	OE	OI
Encorbament/Hula-hop	0,98	0,16***	0,88
Encorbament/Carretó	0,74	0,09***	0,39**
Hula-hop/Carretó	0,75	0,56**	0,44**

Diferències significatives entre las mitjanes: ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Taula 2

Quocients entre les mitjanes de l'EMG normalitzada de les diferents tasques. Músculs: recte de l'abdomen (RA), oblic extern de l'abdomen (OE) i oblic intern de l'abdomen (OI).

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

Diferències significatives entre les mitjanes: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Taula 3

Quocients entre les mitjanes de l'EMG normalitzada dels músculs recte de l'abdomen (RA), oblic extern de l'abdomen (OE) i oblic intern de l'abdomen (OI).

lització del carretó, l'activitat elèctrica de l'oblic extern de l'abdomen va ser més gran que la del recte de l'abdomen ($p = 0,013$). A l'hula-hop, les diferències entre els músculs no van ser estadísticament significatives.

Discussió

A hores d'ara hi ha una gran varietat de tasques per al condicionament dels músculs de l'abdomen. L'eficàcia d'aquestes tasques es determina, en general, mitjançant l'anàlisi electromiogràfica de la funció muscular (Andersson *et al.*, 1998, 1997; Axler i McGill, 1997; Beim *et al.*, 1997; Juker *et al.*, 1998; Monfort, 1998; Monfort *et al.*, 1997; Richardson i Toppenberg, 1990; Sarti *et al.*, 1996; Souza *et al.*, 2001; Vera-García *et al.*, 2000; Vera-García i Sarti, 1999). L'objectiu principal d'aquesta anàlisi és determinar si s'activen els músculs de l'abdomen i, si és així, si la intensitat de la contracció muscular és suficient per al desenvolupament de la força o de la resistència abdominal. Basant-nos en aquests criteris, el carretó i l'hula-hop són tasques adequades per al desenvolupament dels músculs analitzats, atès que en comparació amb l'encorbament del tronc, van produir nivells de contracció superiors en l'oblic extern i en l'oblic intern de l'abdomen i similars al recte de l'abdomen (*taules 1 i 2*). Aquests resultats prenen una rellevància particular si considerem que l'encorbament del tronc és un dels exercicis més utilitzats per al desenvolupament de la força i de la resistència dels músculs de l'abdomen (Bell i Laskin, 1985; Cerny, 1991; Hemborg *et al.*, 1983; Vera-García, 2002). Encara que no tenim constància de l'existència d'estudis similars amb els quals contrastar els nostres resultats, segons les dades d'un ampli estudi electromiogràfic que estem portant a terme en l'actualitat, d'altres jocs motors, com ara "la gallina" (Lavega, 1999), "el saltamartí" (Castejón, 1999) o "el túnel" (García *et al.*, 1998), també poden produir nivells de contracció muscular adequats per al condicionament de la musculatura abdominal.

Com mostren les *taules 1 i 3*, la forma en què van ser coactivats els músculs de l'abdomen va variar entre les diferents tasques. L'encorbament del tronc va activar de forma més intensa els músculs recte i oblic intern de l'abdomen, mentre que la participació de l'oblic extern de l'abdomen va ser molt baixa (6,4 % de la MVC). La diferència entre l'activació del recte i de l'oblic extern de l'abdomen ha estat constatada en

estudis anteriors (Andersson *et al.*, 1998, 1997; Axler i McGill, 1997; Juker *et al.*, 1998; Vera-García, 2002; Vera-García *et al.*, 2000). El carretó va activar intensament tots els músculs de l'abdomen, principalment l'oblic extern de l'abdomen. La intensitat de la coactivació abdominal reflecteix la necessitat d'estabilitzar i mantenir el tronc rígid per a la correcta realització del joc (Cholewicki, Juluru i McGill, 1999; Gardner-Morse i Stokes, 1998; Snijders, Ribbers, Bakker, Stoeckart i Stam, 1998). En l'hula-hop, no es van produir diferències significatives entre la intensitat de l'activitat elèctrica dels diferents músculs analitzats. Aquest fet pot semblar contradictori, perquè durant l'execució del joc la majoria dels moviments del tronc es van realitzar en el pla horitzontal (moviments de rotació), cosa que exigeix fonamentalment la participació dels músculs les fibres dels quals tenen una orientació més obliqua. L'origen d'aquest resultat pot ser la necessitat de coactivar tots els músculs de l'abdomen per incrementar l'estabilitat dinàmica del raquis i la pelvis. En aquest sentit, és interessant ressaltar que durant els moviments de rotació els músculs del tronc s'activen per generar el moviment, però també per mantenir l'equilibri i l'estabilitat de les estructures raquídies (McGill, 1991; Ng, Richardson, Parnianpour i Kippers, 2002).

Els resultats d'aquest estudi han de ser interpretats amb cautela, perquè l'anàlisi de les dades electromiogràfiques s'ha fet sobre una mostra reduïda. Futures investigacions han d'utilitzar mostres més àmplies i incloure-hi subjectes de diverses edats i de diferents nivells de condició física. També cal realitzar treballs que analitzin les forces de compressió i de 'cisallament' que aquestes tasques provoquen en el raquis i determinar el grau d'eficàcia dels jocs motors com a mitjà per estimular la participació dels joves en programes d'enfortiment abdominal.

Conclusions

Els jocs analitzats van produir nivells d'activitat elèctrica superiors als generats per l'encorbament del tronc, per la qual cosa han de ser considerats com un complement o una alternativa als exercicis d'enfortiment abdominal. El carretó va generar un important nivell de coactivació abdominal, encara que va activar principalment l'oblic extern de l'abdomen. A l'hula-hop, les diferències entre els músculs no van ser significatives estadísticament.

Agraïments

Els autors agraeixen la participació dels estudiants de la Facultat de Ciències de la Salut, de l'Activitat Física i de l'Esport de l'UCAM. Aquest treball forma part del projecte titulat "Enfortiment de la musculatura abdominal mitjançant la utilització de jocs motors" (PMA-FI-PI-07/1C/03), subvencionat per l'UCAM.

Bibliografia

- Andersson, E. A.; Ma, Z. i 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. i 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. i 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. i Fu, F. H. (1997). Abdominal strengthening exercises: a comparative EMG study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 6, 11-20.
- Bell, R. D. i 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. i McGill, S. M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, 32, 13-17.
- Clarys, J. P. i Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sport movements: a review. *Journal of Sports Sciences*, 11, 379-448.
- Delagi, E. F.; Perotto, A.; Lazzeti, J. i Morrison, D. (1981). *Anatomic Guide for the Electromyographer*. Springfield, USA: Charles C Thomas Publisher.
- García, A.; Gutiérrez, F.; Marqués, J.; Román, R.; Ruiz, F. i Samper, M. (1998). *Los juegos en la Educación Física de los 6 a los 12 años*. Barcelona: INDE.
- Gardner-Morse, M. G. i Stokes, I. A. F. (1998). The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine*, 23, 86-92.
- Hanrahan, S. i 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. i 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. i 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. i Olasso, 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. i 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. i 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. i 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 i 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. i 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. i 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. i 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. i 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. i 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. i Sarti, M. A. (2003). Respuesta de los músculos abdominales durante la realización de un ejercicio y dos juegos motores tradicionales. Estudio de caso único. A A. Oña i A. Bilbao, *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* (pàgs. 340-345). Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
- Vera-García, F. J. i Sarti, M. A. (1999). Manipulación social en la actividad físico-deportiva. *Áskesis*, 5 (en línia). De <http://www.askesis.arrakis.es> (consulta: 31 març 1999).