

Fonaments bàsics de l'execució holística d'exercicis abdominals per establir la columna lumboabdominal

Basic Principles of Holistic Performance of Abdominal Exercises to Stabilize the Lumbar-Abdominal Spine

JUAN ANTONIO LEÓN PRADOS

ÁFRICA CALVO LLUCH

ANTONIO FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

Facultat de l'Esport
Universidad Pablo de Olavide

Autor per a la correspondència
Juan Antonio León Prados
jaleopra@upo.es

Resum

Els estudis sobre l'efecte d'exercicis específics per enfortir i reforçar la zona central del cos i la seva relació amb el rendiment esportiu i la salut han tingut una rellevància especial en els últims anys. L'acció sinèrgica de la força de la musculatura abdominal, la dinàmica ventilatòria i un adequat control postural contribueixen a establir la columna vertebral lumbar i a minimitzar l'estrès que suporta a l'hora d'aixecar, transportar o elevar determinades càrregues. Aquesta consideració resulta un aspecte essencial no solament en el rendiment esportiu sinó en la conservació i millora de la salut i la qualitat de vida. No obstant això, per al disseny i la selecció d'exercicis destinats a la finalitat esmentada resulta imprescindible en cada moment conèixer la capacitat de cada subjecte de garantir una adequada execució dels exercicis seleccionats. A l'article es detallen pautes específiques per a un condicionament holístic de la musculatura que mobilitza i estabilitza la columna lumboabdominal, tot posant èmfasi especialment en aspectes relacionats amb el control i l'aprenentatge tècnic dels exercicis en relació tant al seu efecte com al factor condicionant en nombroses accions motrius desenvolupades en un àmbit esportiu com en la millora de la higiene postural en un àmbit utilitari.

Paraules clau

Músculs abdominals; Control postural; Valoració funcional; Entrenament de la zona central del cos.

Abstract

Basic Principles of Holistic Performance of Abdominal Exercises to Stabilize the Lumbar-Abdominal Spine

Studies on the effect of specific exercises to strengthen and reinforce the central area of the body and its relationship with the athletic performance and health have been particularly relevant in recent years. The synergistic action of muscle strength abdominal ventilatory dynamics and an adequate postural control help to stabilize the lumbar-abdominal spine and minimize the stress when lifting, transporting or elevating weight. This consideration results in an essential, not only in athletic performance but also in conserving and improving health and life quality. Nevertheless, for the design and selection of exercises for that purpose at all times it is essential to know the capacity of each subject to ensure proper implementation of the selected exercises. This article gives specific guidelines for a holistic conditioning of the muscles that mobilize and stabilize the lumbar spine, with special emphasis on the control and technical learning aspects of the exercises related both to its effect as a conditioning factors in many sports abilities, and to the improvement of postural hygiene in utilitary fields.

Key words

Abdominal muscles; Postural control; Functional evaluation; Working the Central Part of the Body.

Introducció

La regió central del cos constitueix el nexa d'unió entre els moviments efectuats amb el tronc, les extremitats superiors i les inferiors, de manera que la seva estabilitat condiciona l'eficàcia de les accions motrius realitzades amb cada una de les parts separatament, en la seva actuació conjunta o en una acció consecutiva (Hodges i Richardson, 1997 i Liemohn i Pariser, 2002). L'habilitat i el nivell de capacitat assolit respecte al domini en cada moment d'aquesta regió corporal, condicionen no només una major capacitat funcional i possibiliten una major competència motriu, sinó que incideixen positivament en una millor salut i qualitat de vida atès que prevenen i redueixen el dolor a la zona lumbar (Davies, 1994; Harringe, Nordgren, Arvidsson i Werner, 2007 i Liemohn i Pariser, 2002). Igualment, estudis recents suggereixen que els factors que condicionen l'esmentada estabilitat mostren especial sensibilitat per predir el risc de lesió als genolls (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg i Cholweicki, 2007).

Per això, es considera que des de la iniciació esportiva cal estimular la conscienciació, el control i l'enfortiment de la musculatura que constitueix aquesta zona corporal, especialment pel que fa a la cintura lumboabdominal. No obstant això, encara pot existir una certa confusió respecte al coneixement de la musculatura bàsica implicada, la forma d'entrenament, la seva avaluació i la seva aplicació funcional, tant en el rendiment esportiu com en l'utilitari (Faries i Greenwood, 2007; Gamble, 2007 i Piering, Janowski, Moore, Snyder i Wehrenberg, 1993).

Aquest article intenta d'aportar uns mínims fonaments teòrics, necessaris per assentar el coneixement que permeti adequar la selecció, el disseny i l'execució d'exercicis orientats al control i l'enfortiment de la musculatura abdominal per tal d'augmentar l'estabilitat de la zona mitjana corporal a nivell utilitari, recreatiu i competitiu, tot suggerint un acostament a l'entrenament de cada element des d'una visió holística.

Factors condicionants de l'estabilitat de la zona central del cos

La zona lumbar representa un punt feble des d'un punt de vista mecànic, perquè no es recolza ni en la caixa toràctica ni en la pelvis i, a més a més, com que es troba situada a la zona mitjana corporal també pot rebre fàcilment el pes o la tensió de la part superior o inferior

del cos; perquè ubica el seu eix de gir aproximadament sobre la 5ena vèrtebra lumbar (Lapierre, 1982).

Tenint en compte la vulnerabilitat d'aquesta zona central del cos atesa l'esmentada disposició òssia, per tal d'augmentar la seva estabilitat i a tall de cotilla, el múscul diafragma en la part superior, la cresta ilíaca, el plec inguinal, la sínfisi púbica i el diafragma pelvià en la part inferior, la columna vertebral i la fàscia toracolumbar dorsalment i la musculatura abdominal superficial i profunda a la zona ventral constitueixen en conjunt una faixa d'estabilització lumboabdominal (*figura 1*), la tensió de la qual variarà segons l'activitat realitzada.

Els elements musculars i lligamentosos que l'envolten suporten no només el propi pes corporal sinó la resistència afegida per un implement o per l'acció d'un company (en una posició estàtica o dinàmica).

A més a més, la posició corporal també condiciona la tensió musculoligamentosa en relació amb un major o menor desavantatge mecànic. Finalment, en nombroses modalitats esportives, la velocitat a la qual es desplacen les resistències (el pes corporal, implements o objectes) sol ser elevada, per la qual cosa l'acceleració generada pels moviments dinàmics serà també un altre factor condicionant de la tensió esmentada.

Per tant, l'estabilitat de la columna lumboabdominal depèn de nombrosos factors, d'entre els quals destaquen a més a més de la força de la musculatura superficial i profunda de l'abdomen, la dinàmica ventilatòria i l'activació del mecanisme anomenat "efecte hidràulic amplificador". La força de la musculatura superficial i profunda de l'abdomen juga un

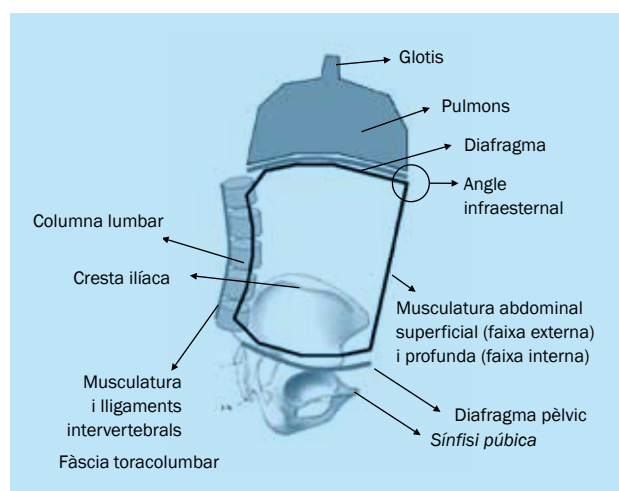
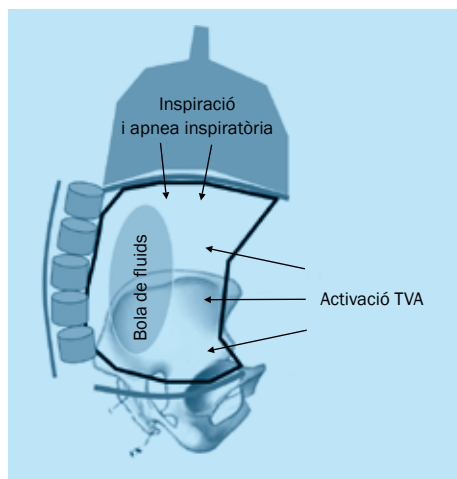


Figura 1
Representació esquemàtica de la caixa abdominal

Figura 2
Representació esquemàtica de l'acció de la musculatura abdominal profunda sobre l'estabilitat de la columna lumbar conjuntament amb una apnea inspiratòria (Check, 2000)



paper fonamental. La musculatura abdominal superficial (faixa externa) es compon dels músculs rectes de l'abdomen, oblics externs, dorsals amples, glutis i erectors espinals. La musculatura abdominal profunda (faixa interna) es compon del múscul transvers abdominal, els oblics interns, el diafragma, els multifids, quadrat lumbar i musculatura del sòl pelvià (Check, 1999, 2000). Els músculs de la unitat externa actuen generalment com a mobilitzadors a diferència dels músculs de la unitat interna que actuen com a estabilitzadors del tronc i la columna lumbar; el transvers de l'abdomen (TVA) i els multifids són els músculs primaris estabilitzadors seguits per l'oblic intern, les fibres medials de l'oblic extern i el quadrat lumbar (Check, 2002; Faries i Greenwood, 2007; Hodges i Richardson, 1997 i Richardson, Jull, Toppenburg i Comerford, 1992).

En segon lloc, la dinàmica ventilatòria també contribueix a augmentar l'esmentada estabilitat de manera que el tronc es converteix en una estructura inflable, mitjançant la tensió de la musculatura abdominal i el tancament dels conductes respiratoris, i participa de manera sinèrgica com a funció pressora que permet descarregar tensió de la columna lumbar.

Quan el diafragma es contreu o es manté contret (mitjançant la inspiració i/o apnea inspiratòria respectivament) simultàniament amb els músculs profunds del tors i part superior de l'abdomen s'augmenta la pressió a la cavitat abdominal, tot comprimint les vísceres cap avall i enrere.

L'interior de l'abdomen es compon principalment de fluids i normalment té petites quantitats de gas, per la qual cosa virtualment és incompressible. Aquests fluids i els teixits abdominals suporten tensió generada per

l'activació sinèrgica de la musculatura diafragmàtica i abdominal profunda tot formant l'anomenat *fluid ball*, que ajuda a l'estabilització de la columna vertebral durant la realització d'esforços on s'aixequin càrregues pesades (Baechle i Earle, 2000).

Conjuntament a l'acció d'empenta generada per aquesta pilota de fluids viscerals, es fa convenient tensar conscientment la musculatura del sòl pelvià, perquè la pressió intraabdominal generada, en trobar una resistència en la part inferior, es dirigeixi fonamentalment cap a la part posterior de l'abdomen i s'"enganxi" a la columna lumbar. És convenient que la pressió esmentada no s'adrexi cap avall, perquè amb això es poden assentar conductes inadequades d'execució (mecànica i ventilatòria) que afavoreixin l'aparició de futures hèrnies inguinals i prolapses (Calais-Germain, 1996). Aquesta acció sinèrgica s'ha de realitzar sempre de manera conscient als exercicis proposats per reforçar la musculatura interna de l'abdomen.

Per tant, l'adequada sinergia entre la mecànica ventilatòria (maniobra de Valsalva) i l'activació concèntrica de la musculatura profunda de l'abdomen proporciona una major estabilitat de la columna lumbar, i funciona a tall de cinturó que comprimeix la cintura abdominal, tot permetent fixar millor i alliberar de tensió la zona lumbar. Aquest efecte es representa, de manera esquemàtica i gràfica a la *figura 2*.

En tercer lloc, la columna lumbar reforça també per l'acció del mecanisme denominat "efecte hidràulic amplificador" (Norris, 1995), referent al plus d'estabilitat generat sobre la columna lumbar a causa de la compressió que realitzen sobre aquesta els erectors espinals. Aquesta compressió té com a causa l'aixafament que sobre els erectors exerceix la fàscia toracolumbar després de l'activació dels multifids, al transvers de l'abdomen i a l'oblic intern (*figura 3*). L'actuació holística d'aquests tres factors permet suportar càrregues pesades més fàcilment, especialment des de posicions que demanen flexionar el tronc (*figura 4*), tot alliberant tensió de la columna lumbar (Norris, 2001). Sovint, els elements estabilitzadors de la columna lumbar poden no ser prou forts i resistents per suportar càrregues que generin episodis intensos o molt freqüents d'estrès lumbar. Per tant, no només es fa recomanable minimitzar les resistències absolutes sinó conèixer i interioritzar aspectes relacionats amb una adequada higiene i dinàmica postural, tot disminuint relativament el valor absolut de la resistència suportada, i per tant l'aparició de mal d'esquena i un major risc de lesió a aquest nivell, especialment en

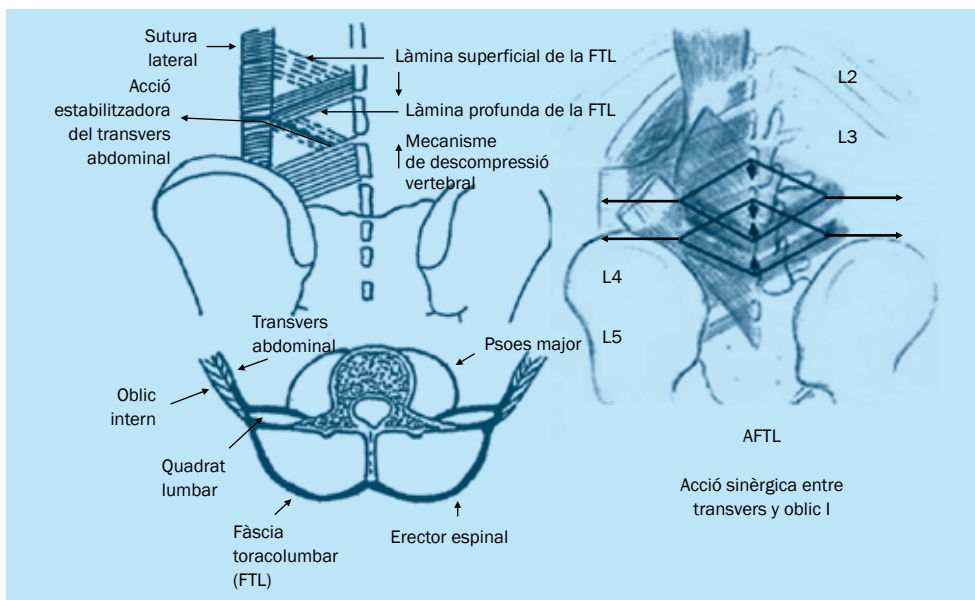


Figura 3
Representació dels mecanismes que intervien en l'efecte hidràulic amplificador (modificada d'Oliver i Middleditch, 1991; a Norris, 1995 i Check, 2000)

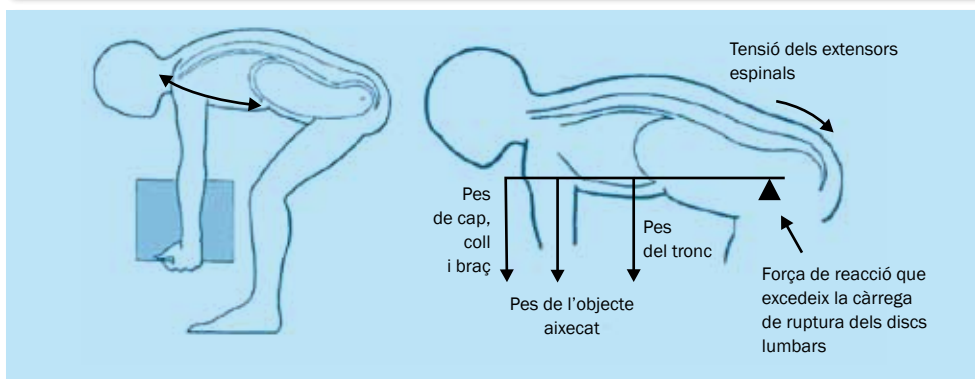


Figura 4
Model de la càrrega que suporta la columna lumbar en l'aixecament d'objectes pesats des d'una posició mecànicament desfavorable (Norris, 1995)

subjectes no entrenats (Davies, 1994; Harringe *et al.*, 2007; Liemohn i Pariser, 2002, i Maul, Laubli, Oliveri i Krueger, 2005).

Per tant, conèixer i experimentar situacions relacionades amb l'alineació i la disposició de segments corporals en relació amb la longitud de palanca, angle articular i posició de la columna vertebral (Schibler, 1995), la posició de la pelvis (Guihal, 1996), l'estimulació de la musculatura abdominal i la mecànica de la ventilació poden minimitzar les lesions per aixecament, manteniment o transport de pesos, tot assegurant una major higiene en la pràctica i una major probabilitat d'èxit esportiu (Mulhearn i George, 1999).

Això justifica que des d'edats primerenques i per tal d'assentar hàbits saludables de pràctica esportiva, s'aprenui a prendre consciència i control, i s'enforteixi la musculatura abdominal que ajuda a estabilitzar el tronc i a descarregar estrès de la columna lumbar (Gardner-Morse i Stokes, 1988).

criteris d'observació de la correcta execució d'exercicis destinats a reforçar la musculatura abdominal interna

Quan es realitza un exercici destinat a reforçar la musculatura anterior de l'abdomen (independentment de la posició corporal adoptada) i en la seva execució la zona lumbar per assumir un percentatge elevat de la resistència s'*hiperlordotitza* tot impedit o limitant l'acostament del pubis a l'estèrnium, la musculatura abdominal objecte d'estimulació concèntrica s'activa excèntricament, per la qual cosa el resultat de l'acció genera un efecte diferent del desitjat, tot estirant i no escurçant especialment la musculatura interna, estabilitzadora.

Per tant, perquè l'efecte de l'exercici dinàmic o estàtic es dirigeixi principalment a l'augment de la resistència muscular i l'estabilitat de la zona anterior de l'abdomen cal impedir que la columna lumbar, durant

l'execució de l'exercici, assoleixi (en exercicis dinàmics) o mantingui (en estàtics) una posició *hiperlordotitzada* sinó que oscil·li entre la seva curvatura fisiològica i una posició *deslordotitzada*, tot permetent així un escurçament i no una estirament de la musculatura abdominal.

A més a més, s'hauria d'aspirar al fet que durant la seva execució prevalgui la tensió que exerceix la musculatura abdominal interna sobre l'externa, de manera que l'augment de la pressió intraabdominal dirigeixi l'esmentada "pilota de fluids" enrere, tot ajudant a estabilitzar la columna lumbar, i no cap avall i endavant per trobar menor resistència a l'avenç en una feble paret abdominal anterior interna.

Aquest efecte és fàcilment observable tant pel mateix subjecte com per un observador extern, perquè en realitzar l'acció esmentada la part baixa de l'abdomen es bomba, tot dirigint el melic enfora.

Aquest bombament posa de manifest un dèficit de capacitat de la musculatura abdominal interna per estabilitzar la columna lumbar en una acció o posició estàtica determinada, tot generant més probabilitat de lesions, almenys a nivell de disc intervertebral, en situacions on s'aixequin, es mantinguin o es transportin resistències en posicions mecànicament desfavorables, especialment en posició bípeda, amb flexió de tronc accentuada i tot mantenint en retroversió el maluc (Norris, 2001). Aquestes condicions de situació corporal són bastant freqüents en multitud de tasques de la vida diària i fins i tot en algunes situacions esportives.

Tanmateix, si l'augment de la pressió intraabdominal no produeix aquest bombament és causat en gran mesura pel fet que la tensió generada per la musculatura abdominal interna li ho impedeix, tot protegint amb això en més mesura la nostra zona lumbar. Una espiració suau i prolongada simultàniament a la fase de màxim escurçament muscular també ajuda a mantenir l'activació de la musculatura interna de l'abdomen.

Per tant, evitar posicions d'hiperlordosi lumbar, evitar l'efecte de bombament de la prominència inferior de l'abdomen en intentar apropar el melic a la columna lumbar i finalment exhalar suaument i prolongadament durant l'activació concèntrica o isomètrica de l'exercici hauran de ser aspectes que cal tenir en compte tant en el disseny com en el control de les activitats proposades.

No obstant això, en la selecció de l'exercici resulta necessària una valoració prèvia de la capacitat del subjecte perquè conscientment i mitjançant l'acció muscu-

lar, traslladi l'empenta visceral cap avall i enrere (cap a la zona lumbar) immediatament abans de l'augment de la pressió intraabdominal generada per l'acció realitzada, en relació amb el moviment i la posició dels diferents segments corporals.

Avaluació holística de la capacitat d'estabilització de la columna lumbar

En el disseny d'activitats adreçades al desenvolupament de la musculatura abdominal superficial i profunda resulta important valorar en cada moment la capacitat (coordinativa i condicional) que té cada subjecte respecte a l'habilitat que tingui per executar adequadament l'exercici proposat.

Si això no es té en compte, i per aquest motiu l'execució de l'exercici no és correcta, probablement la càrrega real difereixi de la proposada i el resultat derivat de la realització de l'exercici en condicionarà l'efecte, tot distanciant-lo ben segur de l'objectiu previst.

Aquesta habilitat farà referència principalment al control de l'activació de la musculatura abdominal estabilitzadora, de manera que en incrementar la pressió intraabdominal per l'exercici realitzat o en concebre un major estrès a nivell lumbar, voluntàriament es generi una major tensió en la musculatura abdominal interna i per tant pugui tensar-se la fàscia toracolumbar (Norris, 1995, 2001 i Shields i Heiss, 1997).

A la *figura 5* es mostra un exemple del que generalment passa si hi ha o no un dèficit de força en la musculatura abdominal interna. A la part superior de la figura es detalla de quina forma davant de l'absència de força que eviti fixar la pelvis i mantenir *deslordotitzada* la columna lumbar i la tensió generada pel psoes ilíac i el recte anterior de la cuixa provoquen una hiperlordosi lumbar. Aquesta força d'hiperextensió pot incrementar dramàticament l'estrès de la columna lumbar (Norris, 2001). A la part inferior s'observa la prominència abdominal inferior a causa de l'augment de pressió intraabdominal generat pel descens del diafragma i la incapacitat de la musculatura abdominal interna de desplaçar el paquet visceral només cap a enrere.

L'anàlisi d'una avaluació individualitzada permetrà dissenyar i realitzar exercicis adequats orientats al seu enfortiment de manera estàtica i/o dinàmica. Per fer-ho, el test de competència abdominal (Souchard, 1992) podria ser inicialment un mitjà de fàcil aplicació.

En aquest test es realitza l'exercici abdominal denominat *crunch*, tot aixecant lleugerament el cap i el tronc,

i es comprova si l'abdomen puja, baixa o es queda igual. Igualment, es comprova si en tossir, en l'expiració forçada, l'abdomen puja, baixa o es queda igual.

Si en realitzar la flexió de tronc i/o en tossir l'abdomen surt enfora es considera que el subjecte no té una adequada conjunció abdominodiafragmàtica i això provoca una distensió de l'abdomen, que si es realitza repetidament i expressant una intensitat relativament alta podria generar-hi una protuberància més gran a causa de la major pressió intratoràctica.

Respecte a la consolidació de pautes higièniques d'exercici físic, un treball de reforç abdominal, no hauria de crear pressió cap avall (cosa que es pot percebre si fa bombar el baix ventre, tot desplaçant el melic enfora), sinó que resulta més convenient reforçar els abdominals començant per la contracció del sòl pelvià, i només llavors continuar amb l'estabilització o la mobilització del tronc mitjançant l'activació isomètrica o anisomètrica de la musculatura abdominal (Calais-Germain, 1996).

Un cop assolida una conjunció abdominal i del diafragma suficient (capacitat coordinativa) i evolucionant des d'exercicis fàcils als difícils però amb escassa resistència, s'haurà d'evidenciar la força estàtica que té la musculatura de l'abdomen per mantenir fixa la posició corporal (principalment de la columna lumbar) davant d'una resistència determinada, tant en realitzar moviments estàtics com dinàmics que la involucrin. Per fer-ho, un bon test podria ser el proposat a la *figura 6* (Wohlfart, Jull i Richardson, 1993).

En aquest test, i partint des de la posició A s'estenen molt lentament les extremitats inferiors fins que se situen aproximadament a 10 cm de terra, de manera que la zona lumbar estigui sempre tocant a terra i la part inferior de l'abdomen s'aplani i no es bombi (*figura 6, A1*).

Si al contrari, la zona lumbar es quedés tocant a terra, ens informaria de l'existència d'una certa capacitat muscular abdominal per evitar una anteversió pelviana, però si la part inferior de l'abdomen s'ha elevat (abdomen prominent) indicaria la prevalença de la musculatura abdominal externa sobre la interna (*figura 6, A2*).

A més a més, si el moviment es realitza en apnea inspiratòria, el descens del diafragma ajudaria a mantenir *deslordotitzada* la zona lumbar per l'augment de la pressió intraabdominal, per la qual cosa amb menys esforç es podria adquirir la posició esmentada.

Per tant, aquest test s'hauria d'executar tot realitzant conjuntament una expiració suau i mantinguda, per evitar l'acció del diafragma sobre la zona lumbar i valorar així realment la capacitat de la musculatura abdominal per mantenir sense lordosi la columna lumbar per la retroversió i fixació de pelvis que genera.

Posteriorment, si a mesura que les cames baixen, la cada vegada més acusada tracció del psoes i del recte anterior de la cuixa tendeix a provocar una anteversió pelviana i per tant un cert bombament abdominal, es manifestarà en aquell moment que la tensió generada per la musculatura abdominal interna no pot suportar la torsió generada per les extremitats inferiors per mantenir fixa la pelvis (*figura 6, A3*).

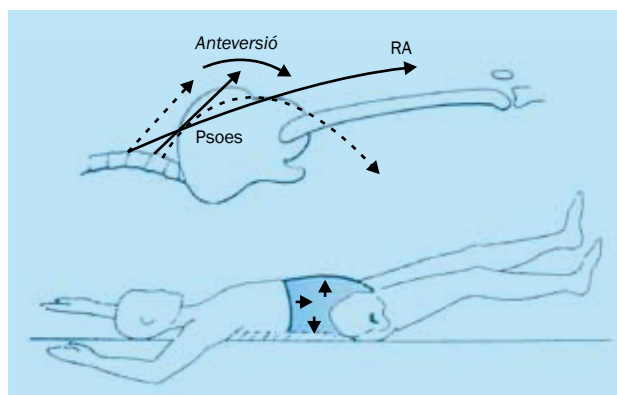


Figura 5
Acció del Psoes ilíac i recte anterior de la cuixa (RA) sobre l'anteversió de la pelvis i el bombament de la zona abdominal inferior per dèficit en la musculatura abdominal interna (modificat de Lapiere, 1982)

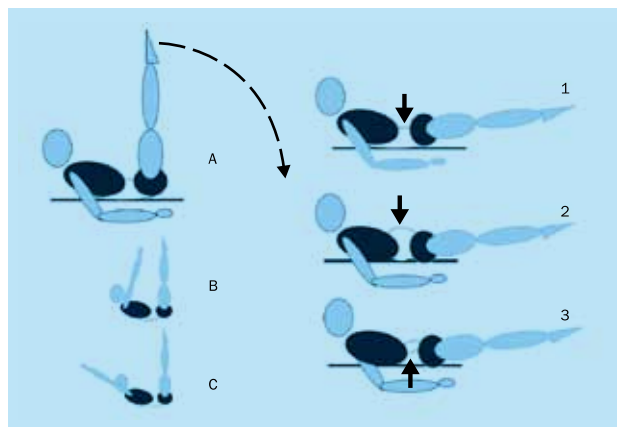


Figura 6
Exemple de tests que permeten valorar el nivell de conscienciació corporal, control i força en relació amb la musculatura abdominal (modificada de Wohlfart et al., 1993)

En el cas de superar satisfactòriament el test, les variants B i C augmenten respectivament la seva dificultat, tot exigint un major esforç per mantenir el ventre aplanat i la zona lumbar *deslordotitzada* i en contacte amb el terra, atesa la major resistència generada per la posició dels braços.

Per tant, els exercicis dinàmics o de control postural que incideixin sobre la musculatura abdominal s'hauran d'ajustar a la capacitat individual que tingui el subjecte en cada moment, tot evitant desvirtuar l'adequada posició de la columna lumbar, i a conseqüència d'això, l'acció agonista dels músculs interessats.

A més a més cal valorar si les tasques elegides o dissenyades per a l'enfortiment de la musculatura abdominal, tenen en compte l'efecte pretès, és a dir, si s'orienten més a la millora de la potència o la resistència muscular d'un moviment dinàmic, o al contrari s'adrecen a millorar la capacitat de mantenir estàticament una posició davant de les diferents resistències que pot oferir el seu pes corporal o una resistència externa en relació amb la posició que adopti.

En el cas de seleccionar per a l'enfortiment dinàmic de la musculatura abdominal i flexora del maluc l'exercici que apropa simultàniament tronc i cuixes de totes dues cames tant amb els genolls estesos o bé flexionats, s'haurà de condicionar la posició corporal, amplitud i velocitat del moviment (en relació amb el test proposat a la *figura 6*) tot limitant l'amplitud en què encara el subjecte pot deixar la zona lumbar tocant a terra i no bombar la part inferior de l'abdomen.

Respecte al cas de l'enfortiment de la musculatura abdominal interna, diferents autors han demostrat la millora en l'estabilització de la columna vertebral mitjançant activacions estàtiques del transvers de l'abdomen (Barnett i Gilleard, 2005; Cole i Seabourne, 2003; Farries i Greenwood, 2007; Gill i Callaghan, 1998 i Jastremsky, 2003), per la qual cosa sembla ser que les activacions isomètriques mantingudes del múscul TVA resulten ser les més adequades.

Finalment, cal tenir en compte que generalment, els músculs posturals (com el psoes ilíac) tenen tendència al sobreús i a l'escurçament eventual, mentre que els músculs fàscics o dinàmics (com ara els músculs de la faixa externa abdominal) tendeixen a la debilitat pel desús, cosa que facilita l'adopció d'actituds inadequades (González, Martínez, Mora, Salto i Álvarez, 2001).

Per tant, en relació amb el treball d'estirament,

s'haurà de prestar una atenció especial a l'estirament del psoes ilíac, generalment estimulat i escurçat en excés en la multitud d'activitats realitzades en aquesta modalitat esportiva.

Conclusions

En relació amb una execució adequada, els exercicis seleccionats per a l'estimulació de la musculatura abdominal interna hauran d'assegurar sempre per a cada subjecte les indicacions descrites en relació amb la posició de la columna lumbar i l'aplanament de la part inferior de l'abdomen, conjuntament amb la coordinació d'una mecànica ventilatòria específica.

A mesura que l'esmentada musculatura es vagi enfortint i pugui exercir una major pressió de l'abdomen cap a la columna lumbar mentre s'elevi o s'accelerini resistències, resulta aconsellable alliberar pressió en la part superior del tronc, tot exhalant suaument l'aire, evitant així realitzar l'esforç constantment en apnea inspiratòria.

Amb això, a més a més d'assegurar una estabilitat adequada a la columna lumbar sense que les vísceres (empeses pel diafragma) exerceixin tanta pressió sobre el diafragma pelvià, tot reduint la possibilitat d'aparició d'hèrnies inguinals.

Aquestes consideracions estan especialment indicades en accions motrius on s'eleva significativament la pressió intraabdominal, com quan s'aixequen pesos des de terra, quan aquests s'aixequen per sobre del cap o en totes les accions on es rep després de caure des d'un lloc elevat.

Referències bibliogràfiques

- Baechle, T. i Earle, R. (2000). *Essentials of strength training and conditioning* (2a ed.), National Strength and Conditioning Association. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Barnett, F. i Gilleard, W. (2005). The use of lumbar spinal stabilization techniques during the performance of abdominal strengthening exercise variations. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 45(1), 38-43.
- Calais-Germain, B. (1996). *El perinè femení i el parto. Anatomía para el movimiento*. Barcelona: La Liebre de Marzo.
- Cole, S. i Seabourne, T. (2003). Total torso: work the core. A S. Cole (ed.), *Athletic abs*, Champaign, Ill., Human Kinetics, pàgs. 65-74; 208. United States.
- Check, P. (1999). The inner unit: a new frontier in abdominal training. *New Studies in Athletics*, 14(4), 27-34.
- (2000). The outer unit. *New Studies in Athletics*, 15(2), 53-61.
- (2002). Cómo tener la espalda fuerte sin cinturón. En: www.fuerzaypotencia.com. Consulta: 29/09/2006.

- Davies, J. (1994). Low back pain in sport. *Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports* (5), 6-9.
- Faries, M. D. i Greenwood, M. (2007). Core Training: Stabilizing the Confusion. *Strength & Conditioning Journal*, 29(2).
- Gamble, P. (2007). An Integrated Approach to Training Core Stability. *Strength & Conditioning Journal*, 29(1).
- Gardner-Morse, M. i Stokes, I. (1988). The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine* (23), 86 -91.
- Gill, K. i Callaghan, M. (1998). The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low-back-pain. *Spine* (3), 371-377.
- González, J.; Martínez, J.; Mora, J.; Salto, G. i Álvarez, E. (2001). Tratamiento de la columna vertebral en la Educación Secundaria Obligatoria: Parte I – Prevención y ejercicios poco recomendables. *Int. J. Med. Science Physic Activity Sport* (1), 1-19.
- Guihal, B. (1996). Reperes techniques et pedagogiques: aborder l'acrogym. / Acrogym. *EPS Education Physique et Sport*, 46(260), 48-49.
- Harringe, M.; Nordgren, J.; Arvidsson, I. i Werner, S. (2007). Low back pain in young female gymnasts and the effect of specific segmental muscle control exercises of the lumbar spine: a prospective controlled intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(10).
- Hodges, P. W. i Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical Therapy* (77), 132-144.
- Jastremsky, H. (2003). Strength transversus abdominis, pelvic floor, diaphragm, multifidi (core muscles) and iliopsoas with pilates exercises. (Abstract). *Journal of Dance Medicine & Science*, 7(2), 61-61.
- Lapierre, A. (1982). *La reeducación física. Tomo II*. Barcelona: Ed. Científico Médica.
- Liemohn, W. i Pariser, G. (2002). Core strength: implications for fitness and low back pain. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 6(5), 10-16.
- Maul, I.; Laubli, T.; Oliveri, M. i Krueger, H. (2005). Long-term effects of supervised physical training in secondary prevention of low back pain. *Eur Spine J*, 14(6), 599-611.
- Mulhearn, S. i George, K. (1999). Abdominal endurance and its association with posture and low back pain: An initial investigation in male and female Clite gymnasts. *Physiotherapy*, 85(5), 210-216.
- Norris, C. M. (1995). Spinal stabilisation; stabilisation mechanisms of the lumbar spine. *Physiotherapy*, 2(81), 72-78.
- (2001). Functional load abdominal training: part 2. *Physical Therapy in Sport*, 2(3), 149-156.
- Piering, A. W.; Janowski, A. P.; Moore, M. T.; Snyder, A. C. i Wehrenberg, W. B. (1993). Electromyographic analysis of four popular abdominal exercises. *Journal of Athletic Training*, 28(2), 120;122;124;126-120;122;124;126.
- Richardson, C.; Jull, G.; Toppenburg, R. i Comerford, M. (1992). Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 38(2), 105-112.
- Schibler, G. (1995). L'acrogym ou l'acrobatique avec partenaire. *Ma-colin* 3, 8-11.
- Shields, R. i Heiss, D. (1997). An electromyographic comparison of abdominal muscle synergies during curl and double straight leg lowering exercises with control of the pelvic position. *Spine*, 22(16), 1873-1879.
- Souchard, P. E. (1992). De la perfección muscular a los resultados deportivos. Barcelona.
- Wohlfart, D.; Jull, G. i Richardson, C. (1993). The relationship between the dynamic and static function of the abdominal muscles. *Australian Journal of Physiotherapy*, 39, 9-13.
- Zazulak, B. T.; Hewett, T. E.; Reeves, N. P.; Goldberg, B. i Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk A Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123-1130.