

Fundamentos básicos de la ejecución holística de ejercicios abdominales para estabilizar la columna lumbo-abdominal

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

JUAN ANTONIO LEÓN PRADOS

ÁFRICA CALVO LLUCH

ANTONIO FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

Facultad del Deporte
Universidad Pablo de Olavide

Correspondencia con autor
Juan Antonio León Prados
jaleopra@upo.es

Resumen

Los estudios sobre el efecto de ejercicios específicos para fortalecer y reforzar la zona central del cuerpo y su relación con el rendimiento deportivo y la salud han tenido especial relevancia en los últimos años. La acción sinérgica de la fuerza de la musculatura abdominal, la dinámica ventilatoria y un adecuado control postural contribuyen a estabilizar la columna vertebral lumbar y a minimizar el estrés que soporta a la hora de levantar, transportar o elevar determinadas cargas. Esta consideración resulta un aspecto esencial no solo en el rendimiento deportivo sino en la conservación y mejora de la salud y calidad de vida. No obstante, para el diseño y selección de ejercicios destinados a dicho fin resulta imprescindible en cada momento conocer la capacidad de cada sujeto de garantizar una adecuada ejecución de los ejercicios seleccionados. En el artículo se detallan pautas específicas para un acondicionamiento holístico de la musculatura que moviliza y estabiliza la columna lumbo-abdominal, haciendo especial hincapié en aspectos relacionados con el control y aprendizaje técnico de los ejercicios en relación tanto a su efecto como factor condicionante en numerosas acciones motrices desarrolladas en un ámbito deportivo como a la mejora de la higiene postural en un ámbito utilitario.

Palabras clave

Músculos abdominales; Control postural; Valoración funcional; Entrenamiento de la zona central del cuerpo.

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 utility fields.

Key words

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

Introducción

La región central del cuerpo constituye el nexo de unión entre los movimientos efectuados con el tronco, extremidades superiores e inferiores, de manera que su estabilidad condiciona la eficacia de las acciones motrices realizadas con cada una de las partes por separado, en su actuación conjunta o en una acción consecutiva (Hodges y Richardson, 1997 y Liemohn y Pariser, 2002). La habilidad y el nivel de capacidad alcanzado respecto al dominio en cada momento de esta región corporal, condicionan no sólo una mayor capacidad funcional y posibilita una mayor competencia motriz, sino que incide positivamente en una mejor salud y calidad de vida ya que previene y reduce el dolor en la zona lumbar (Davies, 1994; Harringe, Nordgren, Arvidsson y Werner, 2007 y Liemohn y Pariser, 2002). Igualmente, estudios recientes sugieren que los factores que condicionan dicha estabilidad muestran especial sensibilidad para predecir el riesgo de lesión en rodillas (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg y Cholweicki, 2007).

Por ello, se considera que desde la iniciación deportiva es necesario estimular la concienciación, el control y el fortalecimiento de la musculatura que constituye esta zona corporal, especialmente en lo relativo a la cintura lumbo-abdominal. No obstante, todavía puede existir cierta confusión respecto al conocimiento de la musculatura básica implicada, el modo de entrenamiento, su evaluación y su aplicación funcional tanto al rendimiento deportivo como al utilitario (Faries y Greenwood, 2007; Gamble, 2007 y Piering, Janowski, Moore, Snyder y Wehrenberg, 1993).

Este artículo trata de aportar unos mínimos fundamentos teóricos, necesarios para asentar el conocimiento que permita adecuar la selección, el diseño y la ejecución de ejercicios orientados al control y fortalecimiento de la musculatura abdominal con el fin de aumentar la estabilidad de la zona media corporal a nivel utilitario, recreativo y competitivo, sugiriendo un acercamiento al entrenamiento de cada elemento desde una visión holística.

Factores condicionantes de la estabilidad de la zona central del cuerpo

La zona lumbar representa un punto débil desde un punto de vista mecánico, ya que no se apoya ni en la caja torácica ni la pelvis y además, por estar situada en la zona media corporal también puede fácilmente recibir el peso o tensión de la parte superior o inferior del cuer-

po, ubicando su eje de giro aproximadamente sobre la 5.^a vértebra lumbar (Lapierre, 1982).

Atendiendo a la vulnerabilidad de esta zona central del cuerpo dada dicha disposición ósea, con el propósito de aumentar su estabilidad y a modo de corsé, el músculo diafragma en la parte superior, la cresta ilíaca, el pliegue inguinal, la sínfisis púbica y el diafragma pélvico en la parte inferior, la columna vertebral y la fascia toracolumbar dorsalmente y la musculatura abdominal superficial y profunda en la zona ventral constituyen en conjunto una faja de estabilización lumbo-abdominal (*fig. 1*), cuya tensión variará según la actividad realizada.

Los elementos musculares y ligamentosos que la rodean soportan no sólo el propio peso corporal sino la resistencia añadida por un implemento o por la acción de un compañero (en una posición estática o dinámica).

Además, la posición corporal también condiciona la tensión músculo-ligamentosa en relación a una mayor o menor desventaja mecánica. Finalmente, en numerosas modalidades deportivas, la velocidad a la que se desplazan las resistencias (el peso corporal, implementos u objetos) suele ser elevada, por lo que la aceleración generada por los movimientos dinámicos será también otro factor condicionante de dicha tensión.

Por tanto, la estabilidad de la columna lumbo-abdominal depende de numerosos factores, de entre los que se destacan además de la fuerza de la musculatura superficial y profunda del abdomen, la dinámica ventilatoria y la activación del mecanismo denominado “efecto hidráulico amplificador”. La fuerza de la musculatura superficial y profunda del abdomen juega un papel fundamental.

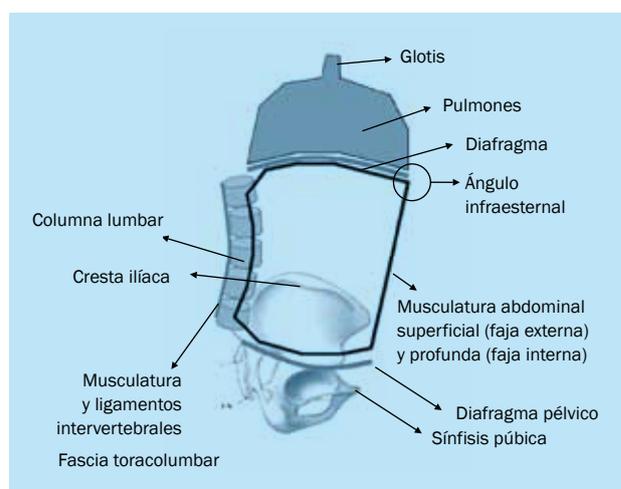
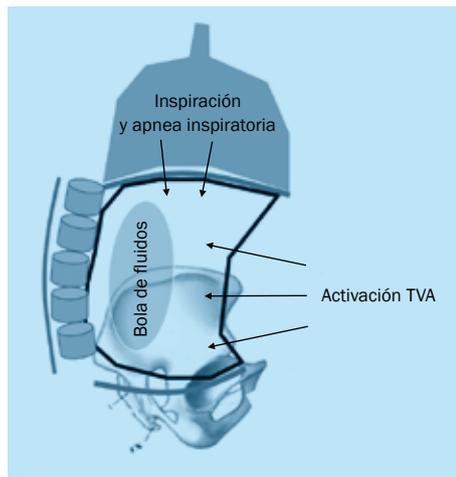


Figura 1

Representación esquemática de la caja abdominal

Figura 2
Representación esquemática de la acción de la musculatura abdominal profunda sobre la estabilidad de la columna lumbar conjuntamente con una apnea inspiratoria (Check, 2000)



La musculatura abdominal superficial (faja externa) está compuesta por los músculos rectos del abdomen, oblicuos externos, dorsales anchos, glúteos y erectores espinales. La musculatura abdominal profunda (faja interna) está compuesta por el músculo transverso abdominal, los oblicuos internos, el diafragma, los multífidos, cuadrado lumbar y musculatura del suelo pélvico (Check, 1999, 2000). Los músculos de la unidad externa actúan generalmente como movilizadores a diferencia que los músculos de la unidad interna que actúan como estabilizadores del tronco y columna lumbar, siendo el transverso del abdomen (TVA) y los multífidos los músculos primarios estabilizadores seguidos por el oblicuo interno, las fibras mediales del oblicuo externo y el cuadrado lumbar (Check, 2002; Faries y Greenwood, 2007; Hodges y Richardson, 1997 y Richardson, Jull, Toppenburg y Comerford, 1992).

En segundo lugar la dinámica ventilatoria también contribuye a aumentar dicha estabilidad de manera que el tronco se convierte en una estructura hinchable, mediante la tensión de la musculatura abdominal y el cierre de los conductos respiratorios, participando de manera sinérgica como función prensora que permite descargar tensión de la columna lumbar.

Cuando el diafragma se contrae o se mantiene contraído (mediante la inspiración y/o apnea inspiratoria respectivamente) simultáneamente con los músculos profundos del torso y parte superior del abdomen se aumenta la presión en la cavidad abdominal, comprimiendo las vísceras hacia abajo y hacia atrás.

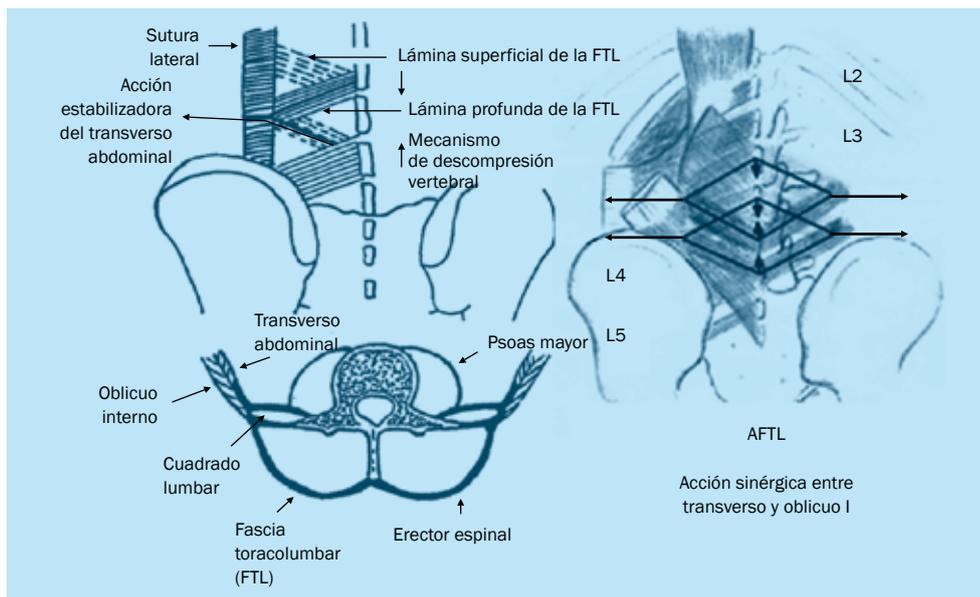
El interior del abdomen se compone principalmente de fluidos y normalmente posee pequeñas cantidades de gas, por lo que virtualmente es incompresible. Estos fluidos y los tejidos abdominales soportan tensión generada por la activación sinérgica de la musculatura diafragmática y ab-

dominal profunda formando el denominado “fluid ball”, que ayuda a la estabilización de la columna vertebral durante la realización de esfuerzos donde se levanten cargas pesadas (Baechle y Earle, 2000).

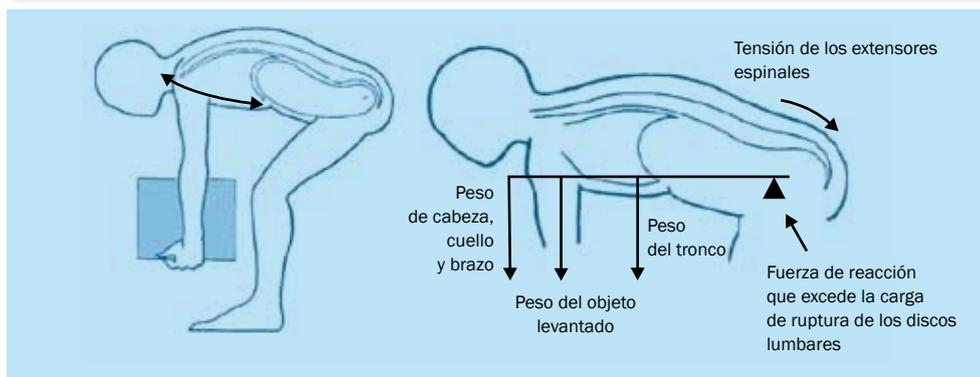
Conjuntamente a la acción de empuje generada por esta pelota de fluidos viscerales, se hace conveniente tensar conscientemente la musculatura del suelo pélvico, para que la presión intraabdominal generada, al encontrar una resistencia en la parte inferior, se dirija fundamentalmente hacia la parte posterior del abdomen y se “pegue” a la columna lumbar. Es conveniente que dicha presión no se dirija hacia abajo, ya que con ello se pueden asentar conductas inadecuadas de ejecución (mecánica y ventilatoria) que favorezcan la aparición de futuras hernias inguinales y prolapso (Calais-Germain, 1996). Esta acción sinérgica debe realizarse siempre de manera consciente en los ejercicios propuestos para reforzar la musculatura interna del abdomen.

Por tanto, la adecuada sinergia entre la mecánica ventilatoria (maniobra de Valsalva) y la activación concéntrica de la musculatura profunda del abdomen proporciona una mayor estabilidad de la columna lumbar, funcionando a modo de cinturón que comprime la cintura abdominal, permitiendo con ello fijar mejor y liberar de tensión a la zona lumbar. Este efecto se representa, de manera esquemática y gráfica en la *figura 2*.

En tercer lugar, la columna lumbar refuerza también por la acción del mecanismo denominado “efecto hidráulico amplificador” (Norris, 1995), referente al plus de estabilidad generado sobre la columna lumbar debido a la compresión que sobre ella realizan los erectores espinales. Esta compresión es debida al aplastamiento que sobre ellos ejerce la fascia toracolumbar tras la activación de los multífidos, el transverso del abdomen y oblicuo interno (*fig. 3*). La actuación holística de estos tres factores permite soportar cargas pesadas más fácilmente, especialmente desde posiciones que requieren flexionar el tronco (*fig. 4*), liberando tensión de la columna lumbar (Norris, 2001). Frecuentemente, los elementos estabilizadores de la columna lumbar pueden no ser lo suficientemente fuertes y resistentes para soportar cargas que generen episodios intensos o muy frecuentes de estrés lumbar. Por tanto, no sólo se hace recomendable minimizar las resistencias absolutas sino conocer e interiorizar aspectos relacionados con una adecuada higiene y dinámica postural, disminuyendo con ello relativamente el valor absoluto de la resistencia soportada, y por tanto la aparición de dolor de espalda y un mayor riesgo de lesión a ese nivel, especialmente en sujetos no entrenados (Davies, 1994;

**Figura 3**

Representación de los mecanismos que intervienen en el efecto hidráulico amplificador (modificada de Oliver y Middleditch, 1991; en Norris, 1995 y Check, 2000)

**Figura 4**

Modelo de la carga que soporta la columna lumbar en el levantamiento de objetos pesados desde una posición mecánicamente desfavorable (Norris, 1995)

Harringe *et al.*, 2007; Liemohn y Pariser, 2002, y Maul, Laubli, Oliveri y Krueger, 2005).

Por tanto, conocer y experimentar situaciones relacionadas con la alineación y disposición de segmentos corporales en relación a la longitud de palanca, ángulo articular y posición de la columna vertebral (Schibler, 1995), la posición de la pelvis (Guihal, 1996), la estimulación de la musculatura abdominal y la mecánica de la ventilación pueden minimizar las lesiones por levantamiento, mantenimiento o transporte de pesos, asegurando una mayor higiene en la práctica y una mayor probabilidad de éxito deportivo (Mulhearn y George, 1999).

Ello justifica que desde edades tempranas y con el fin de asentar hábitos saludables de práctica deportiva, se aprenda a tomar conciencia, control y se fortalezca la musculatura abdominal que ayuda a estabilizar el tronco y a descargar estrés de la columna lumbar (Gardner-Morse y Stokes, 1988).

Criterios de observación de la correcta ejecución de ejercicios destinados a reforzar la musculatura abdominal interna

Cuando se realiza un ejercicio destinado a reforzar la musculatura anterior del abdomen (independientemente de la posición corporal adoptada) y en su ejecución la zona lumbar por asumir un porcentaje elevado de la resistencia se hiperlordotiza impidiendo o limitando el acercamiento de pubis a esternón, la musculatura abdominal objeto de estimulación concéntrica se activa excéntrica, por lo que el resultado de la acción genera un efecto diferente al deseado, estirando y no acortando especialmente la musculatura interna, estabilizadora.

Por tanto, para que el efecto del ejercicio dinámico o estático se dirija principalmente al aumento de la resistencia muscular y estabilidad de la zona anterior del abdomen se hace necesario impedir que la columna lumbar

durante la ejecución del ejercicio alcance (en ejercicios dinámicos) o mantenga (en estáticos) una posición hiperlordotizada sino que oscile entre su curvatura fisiológica y una posición deslordotizada, permitiendo así un acortamiento y no un estiramiento de la musculatura abdominal.

Además se debería aspirar a que durante su ejecución prevalezca la tensión que ejerce la musculatura abdominal interna sobre la externa, de manera que el aumento de la presión intraabdominal dirija la mencionada “pelota de fluidos” hacia detrás ayudando a estabilizar la columna lumbar con ello, y no hacia abajo y hacia delante por encontrar menor resistencia al avance en una débil pared abdominal anterior interna.

Este efecto es fácilmente observable tanto por el propio sujeto como por un observador externo, ya que al realizar dicha acción la parte baja del abdomen se abomba, dirigiendo el ombligo hacia fuera.

Este abombamiento pone de manifiesto un déficit de capacidad de la musculatura abdominal interna para estabilizar la columna lumbar en una acción o posición estática dada, generando mayor probabilidad de lesiones, al menos a nivel de disco intervertebral, en situaciones donde se levante, se mantenga o se transporten resistencias en posiciones mecánicamente desfavorables, especialmente en posición bípeda, con acentuada flexión de tronco y manteniendo en retroversión la cadera (Norris, 2001). Estas condiciones de situación corporal son bastante frecuentes en multitud de tareas de la vida diaria e incluso en algunas situaciones deportivas.

Sin embargo, si el aumento de la presión intraabdominal no produce este abombamiento se debe en gran medida a que la tensión generada por la musculatura abdominal interna se lo impide, protegiendo con ello en mayor medida nuestra zona lumbar. Una espiración suave y prolongada simultáneamente a la fase de máximo acortamiento muscular también ayuda a mantener la activación de la musculatura interna del abdomen.

Por tanto, evitar posiciones de hiperlordosis lumbar, evitar el efecto a abombamiento de la prominencia inferior del abdomen intentando acercar el ombligo a la columna lumbar y finalmente espirar suave y prolongadamente durante la activación concéntrica o isométrica del ejercicio deberán ser aspectos a tener en cuenta tanto en el diseño como en el control de las actividades propuestas.

No obstante, en la selección del ejercicio resulta necesaria una valoración previa de la capacidad del sujeto para que conscientemente y mediante la acción muscular, traslade el empuje visceral hacia abajo y detrás (ha-

cia la zona lumbar) inmediatamente antes del aumento de la presión intraabdominal generada por la acción realizada, en relación al movimiento y posición de los diferentes segmentos corporales.

Evaluación holística de la capacidad de estabilización de la columna lumbar

En el diseño de actividades dirigidas al desarrollo de la musculatura abdominal superficial y profunda resulta importante valorar en cada momento la capacidad (coordinativa y condicional) que posee cada sujeto respecto a la habilidad que posea para ejecutar adecuadamente el ejercicio propuesto.

Si ello no se contempla, y por ello la ejecución del ejercicio no es correcta, probablemente la carga real difiera de la propuesta y el resultado derivado de la realización del ejercicio condicione el efecto del mismo, distanciándolo del objetivo previsto con total seguridad.

Esta habilidad principalmente hará referencia al control de la activación de la musculatura abdominal estabilizadora, de modo que al incrementar la presión intraabdominal por el ejercicio realizado o al concebir un mayor estrés a nivel lumbar, voluntariamente se genere una mayor tensión en la musculatura abdominal interna y por consiguiente pueda tensarse la fascia toracolumbar (Norris, 1995, 2001 y Shields y Heiss, 1997).

En la *figura 5* se muestra un ejemplo de lo que generalmente ocurre si existe o no un déficit de fuerza en la musculatura abdominal interna. En la parte superior de la figura se detalla como ante la ausencia de fuerza que evite fijar la pelvis y mantener deslordotizada la columna lumbar y la tensión generada por el psoas iliaco y el recto anterior del muslo provocan una hiperlordosis lumbar. Esta fuerza de hiperextensión puede incrementar dramáticamente el estrés de la columna lumbar (Norris, 2001). En la parte inferior se observa la prominencia abdominal inferior debido al aumento de presión intraabdominal generado por el descenso del diafragma y la incapacidad de la musculatura abdominal interna de desplazar el paquete visceral sólo hacia atrás.

El análisis de una evaluación individualizada permitirá diseñar y realizar ejercicios adecuados orientados para su fortalecimiento de manera estática o/y dinámica. Para ello, el test de competencia abdominal (Souhard, 1992) podría ser inicialmente un medio de fácil aplicación.

En este test se realiza el ejercicio abdominal denominado “crunch”, ascendiendo ligeramente la cabeza y

el tronco, y se comprueba si el abdomen asciende, desciende o se queda igual. Igualmente se comprueba si al toser, en la espiración forzada, el abdomen asciende, desciende o se queda igual.

Si al realizar la flexión de tronco y/o al toser el abdomen sale hacia fuera se considera que el sujeto no posee una adecuada conjunción abdomino-diafragmática y ello provoca una distensión del abdomen, que de realizarse repetidamente y expresando una intensidad relativamente alta podría generar una mayor protuberancia del mismo debido a la mayor presión intratorácica.

Respecto a la consolidación de pautas higiénicas de ejercicio físico, un trabajo de refuerzo abdominal, no debería crear presión hacia abajo (cosa que puede percibirse si hace abombarse el bajo vientre, desplazando con ello hacia fuera el ombligo), sino que resulta más conveniente reforzar los abdominales empezando por la contracción del suelo pélvico, y solo entonces continuar con la estabilización o movilización del tronco mediante la activación isométrica o anisométrica de la musculatura abdominal (Calais-Germain, 1996).

Una vez alcanzada una suficiente conjunción abdomino-diafragmática (capacidad coordinativa) evolucionando desde ejercicios fáciles a difíciles pero con escasa resistencia, se deberá evidenciar la fuerza estática que posee la musculatura del abdomen para mantener fija la posición corporal (principalmente de la columna lumbar) ante una resistencia dada tanto al realizar movimientos estáticos como dinámicos que la involucren. Para ello un buen test podría ser el propuesto en la *figura 6* (Wohlfart, Jull y Richardson, 1993).

En este test, y partiendo desde la posición A se extienden muy lentamente las extremidades inferiores hasta que se sitúan aproximadamente a 10 cm del suelo, de manera que la zona lumbar este siempre pegada al suelo y la parte inferior del abdomen se aplane y no se abombe (*fig. 6, A1*).

Si por el contrario, la zona lumbar se quedase pegada al suelo, nos informaría de la existencia de cierta capacidad muscular abdominal para evitar una anteversión pélvica, pero si la parte inferior del abdomen se ha elevado (abdomen prominente) indicaría la prevalencia de la musculatura abdominal externa sobre la interna (*fig. 6, A2*).

Además, si se realiza el movimiento en apnea inspiratoria, el descenso del diafragma ayudaría a mantener deslordotizada la zona lumbar por el aumento de la presión intraabdominal, por lo que con menor esfuerzo se podría adquirir dicha posición.

Por tanto, este test debería ejecutarse realizando conjuntamente una espiración suave y mantenida, para evitar la acción del diafragma sobre la zona lumbar y valorar así realmente la capacidad de la musculatura abdominal para mantenerla deslordotizada la columna lumbar por la retroversión y fijación de pelvis que genera.

Posteriormente, si a medida que las piernas descienden, la cada vez más acusada tracción del psoas y del recto anterior del muslo tienden a provocar una anteversión pélvica y por ello cierto abombamiento abdominal, se manifestará en ese momento que la tensión generada por la musculatura abdominal interna no puede soportar el torque generado por las extremidades inferiores para mantener fija la pelvis (*fig. 6, A3*).

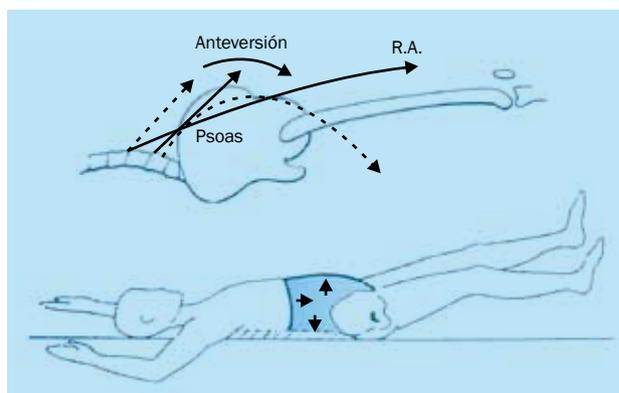


Figura 5

Acción del Psoas-iliaco y recto anterior del muslo (RA) sobre la anteversión de la pelvis y abombamiento de la zona abdominal inferior por déficit en la musculatura abdominal interna (modificado de Lapiere, 1982)

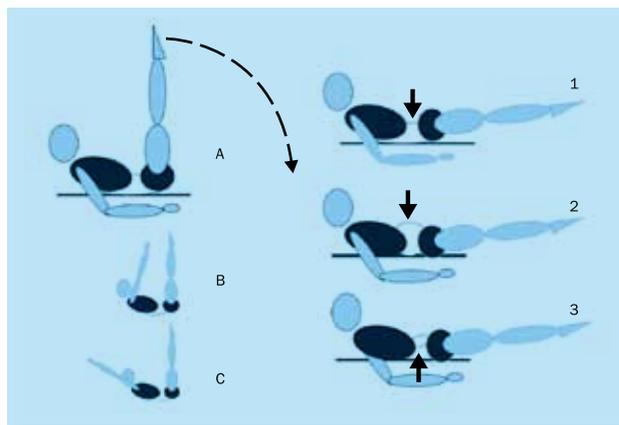


Figura 6

Ejemplo de test que permiten valorar el nivel de concienciación corporal, control y fuerza en relación a la musculatura abdominal (modificada de Wohlfart et al., 1993)

En el caso de superar satisfactoriamente el test, las variantes B y C aumentan respectivamente su dificultad, exigiendo un mayor esfuerzo para mantener el vientre aplanado y la zona lumbar deslordotizada y en contacto con el suelo, dada la mayor resistencia generada por la posición de los brazos.

Por tanto, los ejercicios dinámicos o de control postural que incidan sobre la musculatura abdominal deberán ajustarse a la capacidad individual que posea el sujeto en cada momento, no impidiendo desvirtuar ni la adecuada posición de la columna lumbar, ni a consecuencia de ello, la acción agonista de los músculos interesados.

Además es necesario valorar si las tareas elegidas o diseñadas para el fortalecimiento de la musculatura abdominal, tienen en cuenta el efecto pretendido, es decir, si se orientan más a la mejora de la potencia o la resistencia muscular de un movimiento dinámico, o por lo contrario se dirigen a mejorar la capacidad de mantener estáticamente una posición ante las diferentes resistencias que puede ofrecer su peso corporal o una resistencia externa en relación a la posición que adopte.

En el caso de seleccionar para el fortalecimiento dinámico de la musculatura abdominal y flexora de la cadera el ejercicio que acerca simultáneamente tronco y muslos de ambas piernas tanto con rodillas extendidas o flexionadas, se deberá condicionar la posición corporal, amplitud y velocidad del movimiento (en relación al test propuesto en la *figura 6*) limitando la amplitud a la que todavía el sujeto puede dejar la zona lumbar pegada al suelo y no abombar la parte inferior del abdomen.

Respecto al caso del fortalecimiento de la musculatura abdominal interna, diferentes autores han demostrado la mejoría en la estabilización de la columna vertebral mediante activaciones estáticas del transverso del abdomen (Barnett y Gilleard, 2005; Cole y Seabourne, 2003; Faries y Greenwood, 2007; Gill y Callaghan, 1998 y Jastremsky, 2003), por lo que parece ser que activaciones isométricas mantenidas del músculo TVA resultan ser las más adecuadas.

Finalmente, es necesario contemplar que generalmente, los músculos posturales (como el psoas-iliaco) tienen tendencia hacia el sobreuso y hacia el acortamiento eventual, mientras que los músculos fásicos o dinámicos (como los músculos de la faja externa abdominal) tienden hacia la debilidad por el desuso, facilitando con ello la adopción de posturas inadecuadas (González, Martínez, Mora, Salto y Álvarez, 2001).

Por tanto, en relación al trabajo de estiramiento, se deberá prestar una especial atención al estiramiento del psoas-iliaco, generalmente estimulado y acortado en exceso en la multitud de actividades realizadas en esta modalidad deportiva.

Conclusiones

En relación a una ejecución adecuada, los ejercicios seleccionados para la estimulación de la musculatura abdominal interna deberán asegurar siempre para cada sujeto las indicaciones descritas en relación a la posición de la columna lumbar y aplanamiento de la parte inferior del abdomen, conjuntamente con la coordinación de una específica mecánica ventilatoria.

A medida que dicha musculatura se vaya fortaleciendo y pueda ejercer una mayor presión del abdomen hacia la columna lumbar mientras se eleven o aceleren resistencias, resulta aconsejable liberar presión en la parte superior del tronco, espirando suavemente el aire, evitando así realizar el esfuerzo constantemente en apnea inspiratoria.

Con ello además de asegurar una adecuada estabilidad en la columna lumbar sin que las vísceras (empujadas por el diafragma) ejerzan tanta presión sobre el diafragma pélvico, reduciendo la posibilidad de aparición de hernias inguinales.

Estas consideraciones están especialmente indicadas en acciones motrices donde se eleva significativamente la presión intraabdominal, como cuando se elevan pesos desde el suelo, cuando éstos se elevan por encima de la cabeza o en todas acciones donde se recepciona tras caer desde un lugar elevado.

Referencias bibliográficas

- Baechle, T. y Earle, R. (2000). *Essentials of strength training and conditioning* (2.ª ed.), National Strength and Conditioning Association. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Barnett, F. y 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 periné femenino y el parto. Anatomía para el movimiento*. Barcelona: La Liebre de Marzo.
- Cole, S. y Seabourne, T. (2003). Total torso: work the core. En S. Cole (ed.), *Athletic abs*, Champaign, Ill., Human Kinetics, pp. 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. y 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. y Stokes, I. (1988). The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine* (23), 86 -91.
- Gill, K. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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.