PubliCE, (PubliCE) 2006

Monograph

Revisión del Entrenamiento Lumbo-Abdominal Saludable: Análisis Práctico y Metodológico

Prof. Juan Ramón Heredia Elvar[1], Iván Chulvi Medrano[1,2], Miguel Ramón[1] y Dr. Felipe Isidro Donate[1,2]

[1]*SFH & Asociación Técnicos y Profesionales de la Actividad Física y el Deporte C.V. Licenciados CAFD. Especialistas en Ejercicio Físico, Salud y Fitness.*

RESUMEN

Se ha escrito mucho sobre las bases del entrenamiento de la musculatura de la denominada "zona media" *(CORE)* y son múltiples las propuestas prácticas para su entrenamiento, incluyendo los ejercicios de estabilización raquídea y el empleo de diversas superficies inestables. El presente artículo intentará realizar un análisis y revisión sobre dichos aspectos prácticos y definir las bases para un correcto y eficaz entrenamiento de la musculatura lumbo-abdominal según objetivos pretendidos

Palabras Clave: ejercicio, músculos abdominales, musculatura dorso-lumbar, superficies inestables, salud, estabiliza

BASES METODOLOGICAS DEL ENTRENAMIENTO LUMBO-ABDOMINAL

En esta primera parte, previo al análisis de los ejercicios, vamos a proceder a revisar todo lo concerniente a los parámetros de carga a la hora del entrenamiento de la musculatura lumbo abdominal refiriéndonos, principalmente, al volumen y la intensidad de entrenamiento, a las condiciones de la ejecución (velocidad, tipo de activación), para posteriormente definir el tipo de ejercicio más adecuado para cada objetivo.

Con respecto al objetivo, vamos a diferenciar claramente la aplicación del entrenamiento de esta musculatura con fines de salud o bien su inclusión en programas de rendimiento deportivo. En cualquier caso haremos mención a las características y principales diferencias que se deberían considerar al respecto del entrenamiento de dicha musculatura lumbo-abdominal.

Criterios Básicos para la Prescripción de los Ejercicios para la Musculatura Lumbar

Considerando el conjunto de músculos estabilizadores del raquis, la musculatura lumbar, representada esencialmente por multífido y erector espinal, juega un papel determinante. Se ha demostrado la relación entre debilidad lumbar y algias lumbares (Lisón y cols., 1998; Morini y Ciccarelli, 1998; Carpenter y Nelson, 1999 citados por López, 2004), por lo que el entrenamiento de la musculatura lumbar podría estar indicado para prevenir alteraciones raquídeas (Mannion y cols., 1997 citados por López, 2004).

La frecuencia de problemas a nivel dorso-lumbar, en muchas ocasiones, viene de la mano de una importante debilidad de la musculatura extensora del raquis lumbar, junto a la adopción de posturas higiénicamente inadecuadas, que generan

tensión en las estructuras ligamentosas.

De sus características anatómicas hemos de considerar una serie de adaptaciones a nivel muscular que son importantes a la hora de analizar la adecuación o peligrosidad de los ejercicios. Un aspecto a tener en cuenta es la actividad tónico-postural de estos músculos, debido a su carácter antigravitatorio, en los que existe un predominio de fibras rojas (Tipo l), respondiendo bien ante estímulos poco intensos y de larga duración. A la hora de plantear ejercicios para su desarrollo debe respetarse su predominancia de fibras, exigiendo, por tanto, contracciones lentas, mantenidas estáticamente durante algunos segundos, y preferiblemente con cargas bajas, estímulos parecidos al papel que cubren en el organismo.

En relación al tipo de activación en el entrenamiento de la musculatura lumbar, algunos autores como Sarti y cols. (1999) o López (2004) recomiendan, en los ejercicios de extensión del tronco el mantenimiento de posturas isométricas, dada la mayor efectividad respecto a las fases dinámicas, disminuyendo así las fuerzas inerciales como factor de riesgo. En caso de realizar este ejercicio en un banco, es conveniente no exceder del 50% de flexión máxima desde la horizontal, ya que a partir de esa postura la tensión en los ligamentos se incrementa bruscamente debido a la aparición del fenómeno flexión-relajación, desembocando en aumentos en el estrés de cizalla anterior (López, 2004).

La hiperextensión lumbar es mas problemática si se realiza de forma balística, ya que se crea un momento de fuerza que supera el control muscular (Cotton, 1993; López, 2004) y conllevará hiperextensiones forzadas que aumentan los riesgos sobre las estructuras articulares, además de reducir la efectividad del trabajo muscular (López, 2004).

La alta velocidad en la ejecución del movimiento es inadecuada ya que es un factor de riesgo en las patologías raquídeas (Lisón y cols., 1996; López, 2004). Así Lisón y Sarti (1998) encontraron que la movilización del tronco a velocidad rápida en banco romano tiene un índice de peligrosidad del 60% frente al 42% cuando se realiza a velocidad lenta (López, 2004).

Figura 1. *Evitar ROM máximas de movimiento como norma durante la práctica de ejercicios del tronco puede proporcionar cierta protección del raquis (Sarti, M.A, et al.: Patrón de activación del músculo erector spinae en dos ejercicios de fortalecimiento lumbar. Motricidad European Journal of Human Movement, 14, 53-63. 2005)*

Con respecto al volumen mínimo de entrenamiento de la musculatura lumbar para sujetos con objetivos de salud, ciertos trabajos han venido a indicar que para lograr un correcto fortalecimiento lumbar es suficiente entrenar la musculatura una vez por semana, ya que se incrementan los niveles de fuerza, a la vez que se reduce la incidencia de dolor lumbar en la edad adulta (Carpenter y Nelson, 1999 citados por López, 2004).

Pese a todo debemos considerar que el volumen de entrenamiento requerido por los músculos lumbares para incrementar su nivel de fuerza es considerablemente bajo, a diferencia del resto de grupos musculares (Lisón y cols., 1998). No es necesaria una actividad que persiga una hipertrofia de los músculos lumbares, pues ésta no es imprescindible para la ganancia de fuerza ni tampoco para la prevención de lesiones a nivel lumbar. Por ello, se recomienda el fortalecimiento de la musculatura paravertebral lumbar (Pamblanco, 2000; Lisón y cols., 1998), junto al fortalecimiento de la musculatura abdominal (Lisón y Sarti, 1998), en una proporción que tienda a equilibrar las tendencias naturales tónico-fásicas.

Al igual que en el caso de la musculatura abdominal, un correcto y saludable acondicionamiento de la musculatura estabilizadora del raquis dorso-lumbar está basado en la aplicación de ejercicios que desencadenan una activación electromiográfica moderada y generan bajos niveles de estrés sobre las diferentes estructuras vertebrales. (López, 2004).

Ejercicio
 Hiperextensión lumbar desde tendido prono.
Análisis
Numerosos trabajos parecen indicar la inconveniencia de provocar una hiperlordosis, desaconsejando en tal caso la reiteración de movimientos de hiperextensión lumbar, al aumentar la presión intradiscal (Sharpe y cols., 1988; Wilke y cols., 2001 citados por López), generar mayor estrés compresivo en las facetas vertebrales (Wirhed, 1996; López y López, 1995) y producir una espondilolisis y/o espondilolistesis. Cuando se realiza una hiperextensión las carillas articulares vertebrales absorben una cantidad muy significativa de presión. En tales movimientos un estrés de compresión importante se localiza en el extremo de las facetas articulares, y un gran estrés de tensión se produce en las superficies articulares de las facetas inferiores, posibilitando la producción de una fractura a este nivel (Shirazi-Adl y cols., 1986, López, 2004). La extensión de tronco desde decúbito prono, alcanzado un gran rango de movimiento, eleva los niveles de compresión raquídea por encima de 4000 newtons. La fijación de los pies posibilita llegar a un ROM excesivo que aumenta las fuerzas compresivas en el arco posterior de las vértebras lumbares (López, 2004). La hiperextensión lumbar es mas problemática si se realiza de forma balística, ya que se crea un momento de fuerza que supera el control muscular y desemboca en hiperextensiones forzadas que aumentan los riesgos sobre las estructuras articulares, además de reducir la efectividad del trabajo muscular (López, 2004).
Conclusiones
Una pauta en la prescripción de ejercicios para el raquis lumbar sería limitar el movimiento de extensión hasta alcanzar un grado de lordosis lumbar fisiológico (Liemonh, 2000; Smith y Weber, 1991). Los movimientos de extensión deben limitarse a los períodos de mayor actividad eléctrica y menor peligrosidad, que oscilan entre 60° de flexión y 0° de extensión (horizontal) (López, 2004). Para desarrollar los músculos espinales hay otros ejercicios adecuados que estimulan adecuadamente la musculatura dorso-lumbar, atenuando los niveles de estrés vertebral. Por ejemplo, la elevación de pelvis, desde decúbito supino, que consiste en realizar una extensión lenta de caderas y tronco hasta formar una línea entre tronco y muslos. Este ejercicio estimula la musculatura lumbar a intensidades moderadas tanto en hombres como en mujeres. Se puede realizar dinámica o estáticamente, debiendo detener la elevación de la pelvis en el momento de alcanzar una horizontalidad tronco-pelvis-muslos. Algunos autores como Monfort y Sarti (López, 2004) proponen un trabajo de la musculatura lumbar mediante contracciones isométricas con el tronco siempre controlado (tareas de carga, transporte, lucha, lanzamientos).

Tabla 1. *Análisis ejercicios entrenamiento musculatura lumbar: Hiperextensión lumbar desde tendido prono.*

Criterios Básicos para la Prescripción de los Ejercicios para la Musculatura Abdominal

Tal y como expone el Dr. Vera en su magnífico trabajo de revisión (Vera et al, 2006) las sesiones de entrenamiento abdominal debería incluir varios ejercicios, ya que no existe una única tarea que cumpla dos criterios principales, es decir, producir un nivel de activación elevado en todos los músculos del abdomen y no ejercer un estrés importante en las estructuras raquídeas (Axler y McGill, 1997; Juker et al., 1998; Knudson, 1999; Monfort, 1998).

Así pues podemos considerar como criterios de seguridad y efectividad de un ejercicio abdominal, aquellos ejercicios que reúnan los siguientes criterios (a partir de López, 2004; Heredia y cols, 2004):

1. Ejercicios que supongan una activación mioeléctrica moderada-intensa en los músculos de la pared abdominal.
2. Que impliquen la mayor inhibición posible de los flexores coxofemorales.
3. Que supongan un nivel de compresión inferior a 3000 Newtons.

Vera (2000) matiza que dentro de los programas de ejercicio físico y salud hay que desarrollar la musculatura abdominal,

dando mayor importancia al fortalecimiento de los músculos anchos del abdomen (oblicuos y transverso).

En lo referente a la progresión, estos mismos autores (Vera et al, 2006) recomiendan la utilización de ejercicios como el *curl-up* (*crunch* abdominal) y el decúbito lateral horizontal en las primeras fases del entrenamiento abdominal con fines saludables. Posteriormente recomiendan la inclusión de ejercicios realizados en superficies inestables (ver apartados siguientes de este documento). Otras propuestas (López, 2004; Heredía y cols., 2004) también siguen estos mismos criterios al respecto de la prescripción de ejercicios abdominales en programas de salud.

Figura 2. *Propuesta metodológica para el entrenamiento de la musculatura lumbo-abdominal desde una perspectiva saludable (Heredia y cols., 2006).*

El entrenamiento de la musculatura abdominal deberá ocupar un *lugar de la sesión* (cuando no sea uno de los objetivos principales de la misma) que no influya negativamente en la ejecución de otras tareas donde sea necesario un buen control y estabilización de tronco. Por ello se recomienda no realizarlos al inicio de la sesión, ni como parte de la fase preparatoria para la misma (Sparto et al., 1997; Van Dieën, 1996; Vera y cols., 2006).

La adecuada educación y enseñanza en la ejecución de los ejercicios tendrán una importancia capital para lograr los objetivos y niveles adecuados de activación. Dicha activación podrá ser de tipo dinámico como estáticos (isométricos). El ejercicio estático reduce las fuerzas de compresión y cizalla en el raquis (Davis y Marras, 2000; Granata y Marras, 1995; Verra y cols., 2006), pero poseen la desventaja de su influencia sobre el incremento de la tensión arterial. Actualmente (Vera y cols., 2006) se recomienda el *empleo de métodos estáticos y dinámicos en combinación* para un adecuado acondicionamiento de la musculatura abdominal en personas sanas y la realización de ejercicios de estabilización del tronco en pacientes con inestabilidad raquídea (Elia et al., 1996; Kennedy, 1980; O´Sullivan et al., 1997; Richardson et al., 1992; Richardson y Toppenberg, 1990; Souza et al., 2001; Vezina y Hubley-Kozey, 2000 citados por Vera y cols., 2006).

La *velocidad de ejecución* en los ejercicios abdominales debe ser considerada desde la perspectiva anteriormente citada de influencia sobre los niveles de activación y repercusión sobre la tensión sobre la columna vertebral. En la revisión llevada a cabo por Vera y cols. (2006) no se detallan estudios al respecto de la influencia de la velocidad de ejecución sobre las fuerzas de compresión y cizalla en el raquis, aunque los estudios realizados en postura erecta, indican que el incremento de la velocidad de movilización del tronco tiene un impacto significativo sobre las cargas ejercidas en la columna y el riesgo de lesión (Davis y Marras, 2000; Granata y Marras, 1995 citados por Vera y cols., 2006). Estos mismos autores recomiendan, por todo ello, que los ejercicios dirigidos al entrenamiento abdominal para el mantenimiento o la mejora de la salud del raquis lumbar, utilicen métodos que combinen la realización de ejercicios estáticos y ejercicios dinámicos ejecutados a velocidad lenta o moderada. Por el contrario, si el objetivo es incrementar la velocidad de movilización del tronco para mejorar la ejecución deportiva (lanzamientos, fintas, golpeos, etc.), los ejercicios deberían ser realizados a gran velocidad, ya que los efectos del entrenamiento son específicos de la velocidad de ejecución utilizada (Kanehisa y Miyashita, 1983a, 1983b; Narici et al., 1989 citados por Vera y cols., 2006).

En lo *referente a la frecuencia* de entrenamiento de la musculatura abdominal, debería atender al proceso de supercompensación y garantizar la recuperación suficiente para asegurar las adaptaciones y evitar el sobreentrenamiento (Vera y cols, 2006). Estos mismos autores recomiendan frecuencias de dos o tres sesiones de entrenamiento a la semana para el desarrollo de la fuerza o de la resistencia muscular en individuos no entrenados previamente. En la literatura científica, la mayoría de los programas de entrenamiento abdominal utilizan frecuencias de tres sesiones semanales en días alternos (Bell y Laskin, 1985; Cresswell et al., 1994; Demont et al., 1999; Mens et al., 2000; Smidt et al., 1989; Thomas y Ridder, 1989; Vera-García, 2002; Vera y cols, 2006). Sin embargo, dos sesiones podrían ser suficientes para el acondicionamiento de la musculatura abdominal en personas no entrenadas (DeMichele et al., 1997; Vera-García, 2002).

La intensidad vendrá determinada por el nivel del esfuerzo exigido por los ejercicios. La variación en dicha intensidad en los ejercicios abdominales vendrá determinada, entre otros factores (como el tipo de ejercicio, la velocidad de ejecución, etc.), por:

1. *Cambios en la colocaciónsegmentos corporales:* referida al aumento/reducción del brazo de resistencia en relación eje de giro. Ello vendrá referido a la posición de las extremidades superiores-inferiores respecto al tronco (al alejarse-extenderse se incrementará la intensidad).
2. *Utilización resistencias:* la utilización de material adicional como forma de incrementar la resistencia que tiene que vencer la musculatura implicada en el movimiento es otra forma de variar la intensidad. Se pueden utilizar tobilleras, gomas elásticas, pesas, incluso la resistencia de un compañero. Hemos de indicar, al respecto de la utilización de este tipo de variación de la intensidad, el realizarlas en ejercicios que no someta (ya de por si) un elevado nivel de estrés sobre las estructuras vertebrales. El añadir pesos a ejercicios como el sit-up o el sit-up con rotación puede suponer un riesgo elevado y poco justificable de provocar lesiones y degeneración a nivel estructuras raquídeas.
3. *Variación superficies de apoyo-estabilidad:* la utilización de planos inclinados-declinados influirá también como forma de intensificación de los ejercicios abdominales. Especial atención merece el hecho de prestar atención a la utilización de planos inclinados en personas con problemas de hipertensión arterial (podría ser más adecuado no utilizarlos). Además, tal y como veremos en los apartados siguientes, el manejo de los requerimientos de estabilización también tendrá influencia en la intensidad de los ejercicios.

EJERCICIO	ANÁLISIS	CONCLUSIÓN
SIT-UP 	Los movimientos de incorporación de tronco, al movilizar la articulación de la cadera provocan una gran activación de los flexores coxofemorales, elevando la presión intradiscal (Monfort y Sarti, 1998; Vera y Sarti, 1999; Nachemson, 1976 citados por López, 2004). McGill (2001) indica que la incorporación, bien con piernas extendidas o flexionadas, se caracteriza por una fuerte activación del psoas que genera valores de gran compresión lumbar (López, 2004).	En los deportes en los cuales las acciones de flexión de cadera sean requeridos de manera repetida y decisiva para el rendimiento, podría ser adecuado utilizar ejercicio como este o la elevación de miembros inferiores. No obstante, se deben tomar ciertas precauciones, ya que los ejercicios referidos producen cargas elevadas en el raquis, lo que desaconseja su utilización en programas de ejercicio físico y salud (Tous, 2002, Axler y McGill, 1997; McGill, 1995; Nachemson y Elfström, 1970), siendo importante que los deportistas no padezcan alteraciones raquídeas o síndrome de dolor lumbar y que sean capaces de mantener la columna en una posición "neutral" durante la ejecución (Tous, 2002) Igualmente autores como Vera, recomiendan alternar estos ejercicios con otros que no sometan a las estructuras raquídeas a cargas elevadas, aunque no se ajusten específicamente a la acción o acciones propias del deporte (Tous, 2002) En el caso del ejercicio de flexión de cadera (elevación de piernas rectas) **personas con musculatura abdominal débil** el ejercicio tendrá que sufrir modificaciones, ya que estas personas no podrán compensar con la musculatura abdominal el tirón del psoas-iliaco. Lo más recomendable sería el ejercicio de 90° hasta que la zona lumbar se despegue del suelo o bien el *crunch* reverso (enrollamiento hacia atrás despegando la zona lumbar del suelo) (Tous, 2002)
FLEXIÓN CADERAS CON RODILLAS EXTENDIDAS *Double Leg Reises-* **(TENDIDO PRONO/SUSPENDIDO)** 	Es este uno de los ejercicios (y sus variantes) sobre el que ha discutido mucho, debido a que su diseño intenta tener como objeto el implicar más a la porción infraumbilical del recto abdominal (Tous, 2002) Entre los ejercicios en los cuales se provoca una flexión de cadera con elevación de miembros inferiores, encontramos variantes que se realizan en decúbito supino (flexión cadera con rodillas extendidas o flexionadas, con limitación del ROM, unilateral o bilateralmente, etc.) y también flexión de cadera desde posición suspendida (con similares variantes). La incorporación y elevación de piernas, si bien generan una activación mioeléctrica alta en la musculatura abdominal, provocan grandes niveles de compresión raquídea, favoreciendo un proceso de deterioro vertebral (Axler y McGill, 1997; McGill, 1995; Nachemson y Elfström, 1970) Al no ser la musculatura abdominal la responsable de esta acción (flexión de cadera), su acción estaría relacionada directamente con la fijación de la pelvis y cuando la misma se reduce se produce una hipereextensión con importante incrementos en la presión discal intervertebral e importantes repercusiones sobre las estructuras vertebrales (Sharpe y cols., 1996).	

Maniobra hundimiento abdominal 	La maniobra de hundimiento abdominal ha sido utilizada con éxito en el tratamiento de pacientes con inestabilidad raquídea, sin embargo, produce intensidades de contracción que podrían no ser suficientes para el fortalecimiento muscular en poblaciones sanas (Vezina y Hubley-Kozey, 2000 citados por Vera y cols, 2006).	Puede ser adecuado su inclusión en fases iniciales de los programas de entrenamiento.
Curl-up (crunch) 	El encorvamiento no sólo se ha mostrado muy adecuado y efectivo para la musculatura abdominal, sino también, muy seguro para el raquis dorso-lumbar (Warden y cols., 1999; Axler y McGill, 1997) al minimizar las fuerzas compresivas (<2000 N) y el estrés de cizalla (McGill, 1998; 2001 ; Juker y cols., 1998). El encorvamiento reduce los efectos negativos sobre el raquis lumbar al compararlo con el ejercicio de incorporación. Estos datos se confirman en el estudio de Axler y McGill (1997) ya que del análisis de la compresión máxima sobre L4/L5, se evidencia que los ejercicios de encorvamiento provocan menor compresión que los de incorporación (López, 2004)	Podría ser adecuado su utilización para el entrenamiento de la musculatura abdominal en programas de salud.
APOYO LATERAL ISOMÉTRICO 	El decúbito lateral horizontal provoca una estimulación de los músculos anchos del abdomen, así como el cuadrado lumbar, que se activa esencialmente para proveer de estabilidad al raquis (McGill y cols., 1996; Callaghan y cols., 1998; McGill, 2001 citados por Vera y cols., 2006) generando una activación aproximada del 50% de la máxima contracción voluntaria (McGill, 2001 citado por Vera y cols., 2006) y una actividad mioeléctrica muy baja en el psoas y resto de flexores coxofemorales (Juker y cols., 1998; McGill y cols., 1999 citados por Vera y cols., 2006), así como cargas compresivas modestas (2500 Newton), así como un nivel bajo de estrés de cizalla en el raquis lumbar (Juker y cols., 1998; Axler y McGill, 1997; McGill, 2001; McGill y cols., 1999 citados por Vera y cols., 2006). El decúbito lateral horizontal genera menor compresión lumbar (L4/L5) que el encorvamiento con giro.	Podría ser adecuado su utilización para el entrenamiento de la musculatura abdominal en programas de salud.

	En aquellas personas con baja resistencia muscular abdominal, puede realizarse el ejercicio apoyando las rodillas, para disminuir el momento de resistencia	
FLEXIÓN LATERAL TRONCO/ROTACION TRONCO TENDIDO SUPINO	El encorvamiento con rotación del raquis dorsal, con objeto de aumentar la activación de los músculos anchos del abdomen,, si bien implica un ligero aumento de los niveles de compresión (McGill, 2001 citado por López, 2004), pero dentro de unos rangos que podrían considerarse seguros.	Podría ser adecuado su utilización para el entrenamiento de la musculatura abdominal en programas de salud.

Tabla 2. *Análisis para la selección de algunos de los principales ejercicios para el entrenamiento de la musculatura abdominal.*

Los Ejercicios de Estabilización Raquídea

Gran parte de las actividades de la vida diaria, solicitan patrones dinámicos multi-articulares y multi-planares que necesitan transmitir a fuerza entre extremidades. El éxito y a salud estarán supeditadas a la función sinérgica neuromuscular del centro (core), necesitando entrenar el equilibrio, la propiocepción y el control de la fuerza (Heredia y cols., 2006).

La base de esta metodología se desarrolla entorno a la realización de ejercicios con las extremidades superiores e inferiores con el fin de estabilizar la zona media para poder conseguir ejecutar el ejercicio. (Forte en Jiménez, 2005) Pero hay que entrenar buscando posiciones armónicas para evitar las lesiones (Devís y cols., 2000)

Como no nos vamos a cansar de repetir, muchas veces, el primer elemento de estabilización, adecuada progresión y trabajo de la musculatura estabilizadora, nace de una correcta actitud tónico postural equilibrada (ATPE) durante la ejecución de los ejercicios (Heredia, JR; Ramón, M., 2005) y no de comprometer la capacidad neuromuscular para desarrollar ejercicios desafiando a dicha musculatura.

Bergmark (1989) ha clasificado los músculos lumbares y abdominales de acuerdo a su función estabilizadora en 2 grandes grupos (ver Tabla 3).

Sistema Estabilizador Local	Sistema Estabilizador Global
Intertraverso	Longisimo del torax (porción torácica)
Interespinal	Intercostal (Porción torácica)
Multifido	Cuadrado lumbar (fibras laterales)
Longisimo del torax (Porción lumbar)	Recto Abdominal
Llicostal lumbar	Oblicuo Externo
Cuadrado lumbar (fibras mediales)	Oblicuo interno
Traverso Abdominal	
Oblicuo Interno (inserción en fascia toracolumbar)	

Tabla 3. *Clasificación de los músculos lumbares y abdominales en relación a su función estabilizadora. Bergmark; A: Stability of the Lumbar Spine. A Study in Mechanical Engineering. Acta Ortopaedica Scandinavica, 230 (suppl), 1989.*

De esta manera, las grandes variaciones en las cargas externas que se presentan en las actividades básicas cotidianas

pueden ser acomodadas por los músculos globales para que la carga resultante en la columna lumbar y sus segmentos sea mínima. Por lo tanto, las variaciones en la carga se mantienen pequeñas y viables para el sistema local. En los últimos años, ha existido un gran interés en el estudio de la relación del sistema local como factor etiológico en el dolor crónico y prevención de problemas a nivel de columna lumbar.

Tal y como hemos visto un correcto y saludable acondicionamiento de la musculatura estabilizadora del raquis dorso-lumbar está basado en la aplicación de ejercicios que desencadenan una activación electromiográfica moderada y generan bajos niveles de estrés sobre las diferentes estructuras vertebrales. (López, 2004).

Mantener el raquis fijado estáticamente al ejecutar los ejercicios, sin pérdida de linealidad y sin oscilaciones del tronco, reduce el estrés de compresión y cizalla en el mismo (López, 2004).

Callaghan y McGill (1995) analizaron la anatomía y control neural de la musculatura del tronco en individuos expuestos a cargas externas de cizalla y compresión con momentos equivalentes para evaluar los patrones de activación y carga en el raquis lumbar. Las tareas donde se aplicaba una fuerza compresiva externa mostraron, significativamente, mayor nivel de activación en todos los grupos musculares analizados. La presión intra-abdominal, fuerzas compresivas y de cizalla en las articulaciones fueron mayores al ejercer una carga compresiva considerando misma carga relativa y momento lumbar generado (Callaghan y McGill, 1995).

Un correcto y saludable acondicionamiento de la musculatura estabilizadora del raquis dorso-lumbar está basado en la *aplicación de ejercicios que desencadenan una activación electromiográfica moderada y generan bajos niveles de estrés sobre las diferentes estructuras vertebrales.* (López, 2004).

Uso del Material Desestabilizador

El material desestabilizador, es aquel que emplearíamos para aumentar los requerimientos de estabilización activa, proporcionando un entorno inestable que potenciará la actividad propioceptiva y las demandas de control neuromuscular. La utilización de dicho material, su combinación y el manejo de otras variables como pueden ser la base de sustentación, amplitud y patrón de movimiento, velocidad de ejecución, etc., son algunas de la claves para avanzar en las microprogresiones en integración neuro-muscular.

En el desarrollo de ejercicios con estos requerimientos (esto podría lograrse con el empleo de pesos libres en un primer paso en progresión –donde exista cierto grado de estabilización pasiva-, o mediante el planteamiento de situaciones que favorezcan dichos requerimientos de estabilización activa, por ejemplo mediante el empleo de *fit-ball*), debemos considerar el progresar desde situaciones más o menos estables hacia movimientos en situaciones-superficies inestables.

Volvemos a insistir en que, el primer elemento de estabilización, adecuada progresión y trabajo de la musculatura estabilizadora, nace de una *correcta ATPE durante la ejecución de los ejercicios* (Heredia, JR; Ramón, M., 2005) y no de comprometer la capacidad neuromuscular para desarrollar ejercicios desafiando a dicha musculatura, buscando ejercicios cada vez más complicados y complejos en sujetos que, muchas veces, no son capaces de ejecutar ejercicios en situaciones más estables.

Realmente debemos asegurarnos de conocer los efectos del desarrollo de ejercicios sobre superficies inestable, debiendo proceder a un análisis previo a desafiar el sistema neuromuscular mediante dichos ejercicios.

Figura 3. *Material desestabilizador: Airex – Dinadysc-Physioroll.*

Figura 4. *Material desestabilizador: Bossu-platillos inestabilidad.*

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Fitball, pelota suiza, physioball	Una pelota de plástico de gran diámetro (variable entre sujetos)
Bossu	"Both sides up". Es un aparato que nace de la división de una pelota gigante. Es decir, tiene una parte estable y otra inestable
Dyna disc	Pequeños discos de goma hinchados
Tablas de inestabilidad	Tablas con un elemento central más prominente
Espuma de estireno	Espuma diseñada de forma tubular
Physio-roll	Resulta de la suma de dos pelotas gigantes (aparentando un "cacahuete")
Superficies con densidades diferentes	Superficies con diferentes densidades, siendo menos densas cuanto más inestabilidad se pretenda

Tabla 4. *Descripción de material desestabilizador para el entrenamiento.*

Tal y como exponen Vera y cols (2000) en relación a las superficies inestables, la realización de ejercicios abdominales sobre pelotas suizas, plataformas basculantes, etc., exige una mayor participación del sistema de control motor con el objeto de estabilizar y equilibrar el tronco. No obstante, la ejecución de estas tareas puede someter al raquis lumbar a cargas demasiado elevadas para sujetos inexpertos o pacientes con lesiones raquídeas (Vera-García et al., 2000).

El *fitball* ha sido demostrado como un método efectivo de entrenamiento (Behm y col., 2002). El fortalecimiento de los músculos lumbo-abdominales en superficie inestable exige una mayor participación del sistema de control motor con el objeto de estabilizar y equilibrar el tronco. Aunque existe algunas posiciones que someten al raquis con elevadas cargas que pueden ser excesivas en sujetos inexpertos (Vera-Garcia y col., 2000) debido al torque que se genera al realizar ejercicios con las extremidades, superiores o inferiores. Esta situación estresa la musculatura del *core estability*, con el fin de estabilizar la columna, además de aumentar las demandas propioceptivas (Gambetta y col., 1999 en Cosio-Lima y col., 2003).

Con el uso del *fitball* en algunos ejercicios existe mayor participación de los flexores de cadera (Hildenbrand y col., 2004) esto puede deberse a que se realizaba un movimiento de *crunch* y era necesaria esta activación de las piernas para conseguir estabilizarse encima del *fitball* para conseguir la ejecución del movimiento.

El trasfondo de los ejercicio debe ser el de la estabilización activa, la cual hará que participe mayor masa muscular en el movimiento, integrando el esfuerzo muscular agonista, antagonista, sinergista y estabilizadores (Heredia, 2005).

EMG miniovoltios *Curl-up*	**Activación ejercicio tradicional**	**Activación con Fitball**
Zona superior	236±163	874±125
Zona inferior	153±71	546±172
Oblicuo externo	60±37	237±39
Recto femoral	14±7	23±4
Esternocleidomastoideo	-	319±42

Tabla 5. *Niveles de activación en ejercicio de curl-up sin aparato y con la utilización de fitball. A partir de Whiting y cols. (1999),*

Hildenbrand y cols. (2004).

En un interesante estudio (Vera, Grenier, MC Guill, 2000) se valoraron los posibles efectos de dichas superficies sobre la respuesta-actividad mecánica de los músculos de la pared abdominal. Utilizando el ejercicio de *curl-up* en cuatro situaciones (sobre banco estable, sobre *fitball* de 70 cm. con apoyo de pies en el suelo, sobre *fitball* y apoyo de pies en un banco y sobre una tabla basculante).

La ejecución del *curl-up* sobre banco estable dio lugar a la amplitud más baja de actividad abdominal observada en cualquier tarea.

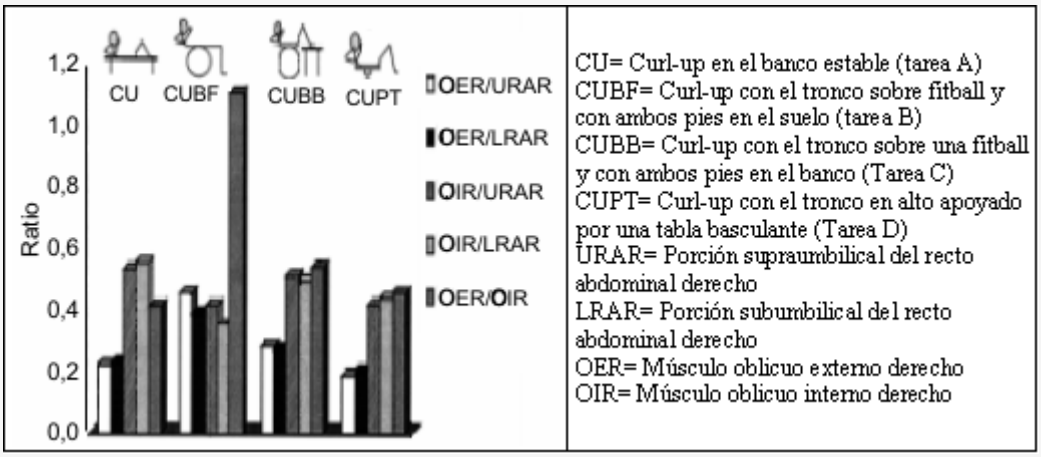

Figura 5. *Efectos sobre activación muscular en el ejercico de curl-up con distintos criterios de ejecución y estabilización. Vera, FJ; Grenier, SG; McGuill, SM (2000).*

Recientemente se ha concluido que en general los músculos estabilizadores espinales son demandados con mayor intensidad cuando se realizan ejercicio bajo condiciones inestables. Además destacan el incremento de la actividad eléctrica de los grupos musculares contralaterales si el ejercicio se realiza unilateralmente (Behm y col., 2005).

Ejercicio	Activación EMG en superficie inestable respecto a EMG en superficie estable de la región del Core stability	Autor/es
Curl-up o crunch sobre fitball	Mayor actividad EMG en el recto abdominal	Vera-García y col., 2000
	Mayor actividad del recto femoral	Hlidenbrand y col., 2004
Puente lateral	Gran activación de la porción infraumbilical del recto abdominal	Behm y col., 2005
Press de hombro bilateral	Muy similar	Behm y col., 2005
Press de pecho bilateral	Mayor intensidad de los estabilizadores de tronco	Behm y col., 2005
Press pecho y press hombrounilateral	Mayor intensidad en los oblicuos del lado contrario	Behm y col., 2005

Puente prono con brazos extendidos	Mayores activaciones en transverso, recto abdominal y oblicuos	Marshall y col., 2005
Puente prono	Oblicuo externo y recto abdominal poseen mayores registros	Lehman y col., 2005
Puente supino	Glúteo y erector espinal no hay diferencias de activación	Lehman y col., 2005

Tabla 6. *Revisión de estudios al respecto de la activación EMG en superficie inestable respecto a EMG en superficie estable de la región del Core stability. (Chulvi, 2006).*

CONCLUSIONES

Al respecto del entrenamiento de la musculatura lumbo-abdominal desde una perspectiva saludable, se recomienda el atender a una prescripción según un análisis de los requerimientos individuales específicos (ATPE de base y equilibrio tónico-fásico), normalmente priorizando (salvo casos concretos) el entrenamiento de la musculatura abdominal sobre la lumbar (en relación de 2 a 1).

Se recomienda un adecuado conocimiento de las bases neurofisiológicas y biomecánicas del ejercicio con vistas a asegurar una correcta prescripción, máxime cuando se comprueba la potencialidad lesiva de algunos de los ejercicios tradicionalmente propuestos para el acondicionamiento de dicha musculatura.

El entrenamiento de estabilización raquídea puede ser adecuado en una lógica microprogresión en integración neuromuscular, aunque en muchas ocasiones, el primer elemento de estabilización, adecuada progresión y trabajo de la musculatura estabilizadora, nace de una correcta ATPE durante la ejecución de los ejercicios y no de comprometer la capacidad neuromuscular para desarrollar ejercicios desafiando a dicha musculatura.

Realmente debemos asegurarnos de conocer los efectos del desarrollo de ejercicios sobre superficies inestable, debiendo proceder a un análisis previo a desafiar el sistema neuromuscular mediante dichos ejercicios.

Agradecimientos

Por todas las aportaciones y motivarnos y alentarnos hacia el aprendizaje y la práctica, queremos agradecer y dedicar este trabajo a los profesores Dr. D. Francisco J. Vera, Dr. D. Pedro A. López Miñarro y Dr. D. Juan Carlos Colado.

REFERENCIAS

1. AGUADO, X (1993). Eficacia y técnica deportiva. *INDE. Zaragoza*
2. ANDERSON, K.G., BEHM, D.G (2004). Maintenanace of EMG activity and loss of force output with inestability. *J. Strength Cond. Res. 18(3): 637-640*

3. BEHM, D.G., ANDERSON, K., CURNEW, R.S (2004). Muscle force and activation under stable and unsetable conditions. *J. Strength Cond Res. 16(3):416-422*
4. BERGMARK, A (1989). Stability of the Lumbar Spine. *A Study in Mechanical Engineering Acta Ortopaedica Scandinavica 230 (suppl)*
5. CHOEWIKI, J; McGILL SM (1996). Mechanica Stability of the In Vivo Lumbar Spine: Implications for Injury an Low Back Pain. *Clinical Biomechanics, vol.11*
6. CHULVI, I (2006). Entrenamiento Funcional. *Aplicaciones prácticas para el entrenador personal. Convención Nacional ANEF. Barcelona*
7. COLADO, J.C., LLANA, S (2003). Exercisis per a l entrenament de la musculatura flexora del tronc en el medi acuàtic. *Apunts nº 73 pp 86-100*
8. COSIO-LIMA, L.M., REYNOLDS, K.L., WINTER, C., PAOLONE, V., JONES, M.T (2003). Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J. Strength Cond, Res. 17(4): 721-725*
9. DAVIS, K.G. y MARRAS, W.S (2000). The effects of motion on trunk biomechanics. *Clinical Biomechanics, 15, 703-717*
10. FORTE, D (2005). Lesiones del aparato locomotor y entrenamiento personal en Jiménez, A.(coord.)Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones. *Barcelona: Inde*
11. GRANATA, K.P. y WILSON, S.E (2001). Trunk posture and spinal stability. *Clinical Biomechanics, 16(8), 650-659*
12. HEREDIA ELVAR, JUAN R. COSTA, MIGUEL R. ABRIL, MIGUEL M (2005). Criterios para la Observación, Control y Corrección de Ejercicios de Musculación para la Salud. *PubliCE Standard. Pid: 426*
13. HEREDIA, JR (2005). El entrenador Personal: Herramientas y protocolos. *Convención Play-ANEF. Barcelona*
14. JEMMET, R (2002). Spinal Stabilization: The New Science of Back Pain. *Editoria RMJ Fitness and Reabilitation Consultants*
15. KAPANDJI. A.I (2002). Fisiología articular, Tronco y Raquis, 5ª edición. *Editorial médica panamericana, Madrid, 253 p*
16. LEHMAN, G., GORDON, T., LANGLEY, J., PEMROSE, P., TREGASKIS, S (2005). Replacing a Swiss Ball for an exercise bench causes varaible changes in trunk muscle activity during upper limb strength exercises. *Dinamic Medicine, 4: 6*
17. LIEMOHN, WP; BAUMGARTNER, T,: GAGNON, LH (2005). Measuring Core Stability. *J. Strength Cond Res. 19(3):583-586*
18. Mc GILL, S.M (2002). Low back disorders. Evidence-Based prevention and rehabilitation. *Champaign: Human Kinetics*
19. MONFORT, M (2000). La estabilización del tronco como fin para la práctica de actividad física saludable. *Educación Física y salud. Actas del II Congreso Internacional de Educación Física. Jérez: FETE-UGT Cádiz*
20. MONFORT, M. y SARTI, M.A (1998). Musculatura del tronco: función y desarrollo. *En: F. Ruiz y P.L. Rodríguez (Coord.). Educación Física, deporte y salud. Área de Didáctica de la Expresión Corporal, Murcia*
21. NORDIN Y FRANQUEL (2001). Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético, 3ª edición. *Mc Graw Hill interamericana, 485 p.*
22. PANJABI (2003). Clinical Spinal Instability and Low Back Pain. *Journal of Electromyografy and Kinesiology 13: 371-379*
23. PANJABI, MM (1992). Euer Stability of Human Ligamentous Lumbar Spine. *Clinical Biomechanics, vol.7*
24. RICHARDSON C, JULL, G (1999). Therapeutic Exercise for Spina Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach. *Editorial Churchill Livinsgstone*
25. RICHARDSON, C. y TOPPENBERG, R (1990). An initial evaluation of eight abdominal exercises for their ability to provide stabilisation for the lumbar spine. *Australian Journal of Physiotherapy, 36, 6-11*
26. RICHARDSON, C.; JULL, G.; TOPPEMBERG, R. y COMERFORD, M (1992). Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study. *Australian Journal of Physiotherapy, 38, 105-112*
27. SARTI, M. A.; MONFORT, M.; FUSTER, M. A. y VILLAPLANA, L. A (1996). Muscle activity in upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 77, 1293-1297*
28. SIFF, M; VERHOSHANSKY, Y (2000). Superentrenamiento. *Barcelona: Paidotribo*
29. SMIDT, G. L.; BLANPIED, P. R. y WHITE, R. W (1989). Exploration of mechanical and electromyographic responses of trunk muscles to high-intensity resistive exercise. *Spine, 14, 815-30*
30. SNIJDERS, C. J.; RIBBERS, M. T. L. M.; BAKER, H. V., STOECKART, SOUZA, G. M.; BAKER, L. L. y POWERS, C. M (2001). Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 82, 1551-1557*
31. THOMAS, T. R. y RIDDER, M. B (1989). Resistance exercise program effects on abdominal function and physique. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 29, 45-48. 1292-1293*
32. TOUS FAJARDO, J (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. *Barcelona: Ergo*
33. TOUS FAJARDO, J (2002). ¿Correcto o incorrecto? Depende. Curso de repercusiones del entrenamiento de fuerza en la arquitectura muscular. *FCDCLM*
34. TOUS, J, BALAGUE, N (1998). El entrenamiento de la musculatura abdominal: Últimas tendencias. *RED Tomo XII (2) pp 17-21 entrenamiento de la fuerza. III*
35. VERA, F.J (2000). Función de los músculos rectus abdominis y obliquus externus adbominis en el control de la postura erecta. *I Congreso de la asociación Española de Ciencias del Deporte. Cáceres*
36. VERA, F.J.; GRENIER, S.G.; McGILL, S.M (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy, 80(6): 564-569*
37. VERA, F.J.; MONFORT, M.; SARTI, M.A (2005). Prescripción de programas de entrenamiento abdominal. *Revisión y puesta al día. APUNTS EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES . 81- 3.er trimestre (38-46)V*
38. WHITING, W. C.; RUGG, S.; COLEMAN, A. y VINCENT, W. J (1999). Muscle activity during sit-ups using abdominal exercise devices. *Journal of Strength and Conditioning Research, 13, 339-345*
39. ZIMMERMAN, K (2004). Entrenamiento muscular. *Barcelona: Paidotribo*