

DIVULGATIVO

EVIDENCIAS SOBRE EL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO SOBRE SUPERFICIES INESTABLES PARA LA SALUD DEL CORE.

Alberto Segarra Sanz
Colegiada número: 56.578

Cristina Monleón García
Colegiada número: 53.306

Esther Blasco Herraiz
Colegiada número: 10.501

Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Premio del V Concurso de artículos divulgativos sobre actividad física y deporte del COLEFCCAFE-CV.

RESUMEN:

Es manifiesto el aumento de popularidad del entrenamiento mediante el uso de superficies inestables en el área del fitness. Este artículo pretende revisar la bibliografía existente con el objetivo de explicar los efectos y beneficios, tanto agudos como crónicos, del uso de este tipo de medios, en el ámbito de la salud. Se explicarán qué son las superficies inestables y los efectos agudos del entrenamiento sobre este tipo de superficies: aumento de la activación muscular, mayor co-activación muscular antagonista, disminución de la producción de fuerza y potencia. Así como, los efectos crónicos de la salud del entrenamiento sobre superficies inestables: prevención y disminución de la incidencia del dolor lumbar.

Previamente se explicará el concepto de core, las estructuras que lo componen y las funciones que desempeña durante la realización del cualquier actividad física o deporte.

Para finalizar, como aplicación práctica se expondrá una propuesta de progresión en la utilización de superficies inestables en función de la activación muscular que produzca en la musculatura erectora de la columna. En la misma se podrán observar diversos aspectos explicados a lo largo del artículo basándose en la literatura científica.

Palabras clave: core, superficies inestables, efectos agudos, efectos crónicos, salud.

Title: Evidence on the effect of training on unstable surfaces of core health.

ABSTRACT:

The increasing popularity of the training through the use of unstable surfaces in the area of fitness is being manifested. This article aims to revise the existing literature in order to explain the effects and benefits, both acute and chronic, of the use of this type of media, in the field of health. They will explain what are the unstable surfaces and the acute effects of training on this type of surface: increase muscle activation, more antagonistic muscle co-activation, decreased production of strength and power. As well as the chronic health effects of the training on unstable surfaces: prevention and reduction of the incidence of low back pain.

* Correo electrónico: albert-et@mail.ucv.es



Previously the concept of core will be explained, the structures that compose it and the functions that plays during the performance of any physical activity or sport. Finally, as a practical application, it will be exposed a proposal of progression in the use of unstable surfaces depending on muscle activation that occur in the erector spinae musculature. In it you will be able to observe different aspects explained throughout the article based on the scientific literature. Previously it will be explained the concept of core, the structures that compose it and the functions that plays during the performance of the any physical activity or sport.

Finally, as a practical application, it will be exposed a proposal of progression in the use of unstable surfaces depending on muscle activation that occur in the erector spinae musculature. In it you will be able to observe the different aspects explained throughout the article based on the scientific literature.

Key words: core, unstable surfaces, acute effects, chronic effects, health.

INTRODUCCIÓN

El core

Actualmente, desde el punto de vista de la actividad física y el deporte, el core se concibe como un complejo funcional compuesto por el esqueleto axial (que incluye la faja lumbo-abdominal, la cintura escapular y la cintura pélvica) y todos los tejidos blandos (articulares, ligamentos, tendones, fascias y sobre todo músculos) con un accesorio proximal original en el esqueleto axial, independientemente de si el tejido blando termina en el esqueleto axial o apendicular (extremidades superiores e inferiores) (Behm, 2010).

Los músculos principales del mismo son el recto anterior y oblicuo externo, ambos ubicados en la parte ventral más externa, y el oblicuo interno y transverso abdominal en la parte más profunda. Los erectores espinales y el multifidos, situados en la zona dorso-lumbar posterior. Otros músculos que también forman el core son el diafragma, cuadrado lumbar, musculatura del suelo pélvico, y músculos multiarticulares como el dorsal ancho, glúteo y psoas (Papi, 2007; McGill, 2010). Estos últimos se incluyen dentro del concepto core por su acción sinérgica con los músculos más centrales del cuerpo y con los distintos complejos articulares que forman la parte central del cuerpo como la pelvis, cintura escapular e incluso las piernas (McGuill, 2010).

La función de este complejo es generar un tronco estable, para lo cual se requiere unos niveles óptimos de fuerza y control motor. Como consecuencia de tener una adecuada estabilidad, el control sobre la producción y transferencia de la fuerza y los movimientos, tanto en estático como dinámico, hacia las extremidades o puntos distales de las cadenas cinéticas es mayor permitiéndonos ser capaces de efectuar movimientos o tareas de forma más eficiente y segura, sobre todo a nivel del raquis. (López & Rodríguez, 2013; Segarra et al., 2014).

Funciones del core durante la práctica de actividad física y deporte. Mecanismos que aseguran la estabilidad del raquis.

Para entender mejor el funcionamiento del core durante la práctica de actividad física, es necesario conocer los diferentes mecanismos que lo forman, y que a través de su acción conjunta le permiten desarrollar la misma de forma óptima: subsistema estabilizador pasivo (SEP), subsistema estabilizador activo (SEA) y subsistema de control motor (SCM) (Panjabi, 1992a). Además, resulta necesaria la aclaración del término zona neutra (ZN), inestabilidad lumbar (IL) y estabilidad del raquis (ER).



El SEP lo componen los ligamentos, discos intervertebrales y otras estructuras pasivas. Este sistema actúa como transductor de señales, es decir, envía información a través del sistema neural sobre la posición y los movimientos vertebrales (Panjabi, 1992a). En este sentido, estudios realizados sobre columnas de cadáveres han demostrado que estos elementos pasivos solo son capaces de mantener el raquis en posición erguida cuando es sometido a fuerzas compresivas iguales o menores a 90 Newtons, fuerza muy inferior a la que se requiere para llevar a cabo cualquier actividad de la vida diaria o cualquier actividad física (Cholewicki & McGill, 1996).

Con el objetivo de que se mantenga la estabilidad cuando se superen los 90 Newtons, el core cuenta con el SEA formado por todos los músculos y tendones del mismo. Su función es complementar al SEP aportando los niveles de estabilidad de los que carece, con el fin de evitar que el raquis pierda la estabilidad. Estos músculos tienen diferentes características anatómico-fisiológicas y sobre todo biomecánicas. Por ello, se dividen en dos grupos, estabilizadores y movilizadores (López & Rodríguez, 2013).

Los músculos movilizadores en general son músculos más superficiales, multiarticulares, largos y con grandes brazos de palanca. Por sus características están mejor preparados para realizar movimientos rápidos, balísticos. En cambio, los músculos estabilizadores en general se sitúan más profundamente y son monoarticulares. Por su disposición y función están mejor preparados para actuar contra las fuerzas de la gravedad e intentar mantener en todo momento la postura erguida (Norris, 2008).

A pesar de lo indicado por Norris (2008), no se debe entender como más importantes o con mayor relevancia sobre la estabilidad general del raquis los estabilizadores que los movilizadores. Cada tarea o ejercicio requiere de un nivel de estabilización determinado y la importancia de cada músculo dentro de la obtención de esta estabilidad depende de los requerimientos de la tarea en cuestión (Behm & Colado, 2012).

La función del SEA es controlada continuamente por el SCM a través del sistema nervioso central (SNC), el cual controla las fuerzas que actúan sobre la columna y los movimientos de la misma. Analiza el nivel de rigidez en la columna, lo disminuye si lo que se pretende es realizar movimientos o lo aumenta para reducir los movimientos peligrosos o lesivos (Norris, 2008). Es el encargado de controlar la tensión de cada músculo con el objetivo de que se coordinen y aporten la estabilidad necesaria (Panjabi, 1992a). Para ello, el SNC cuenta con un sistema sensoriomotor (SS) que le informa de los requerimientos de estabilidad (Norris, 2008).

El SS está compuesto por todos los receptores situados en las articulaciones, discos intervertebrales, ligamentos y músculos, que constituyen la vía aferente, el proceso de integración y procesamiento central y las respuestas eferentes (Rieman & Lephart, 2002).

Centrándonos en la vía aferente, este sistema es el encargado de transmitir la información proveniente de las zonas periféricas del cuerpo al SNC (Vanmeerhaeghe & Rodríguez, 2013). También recibe el nombre de propiocepción, ésta se define como *“el tipo de sensibilidad del sistema sensoriomotor que participa en mantener la estabilidad dinámica de la articulación, lo que se consigue mediante la detección de las variaciones de presión, tensión y longitud de los diferentes tejidos articulares y musculares”* (Vanmeerhaeghe & Rodríguez, 2013, p.4).

Dentro del grupo de receptores que componen el sistema propioceptivo, los receptores más modificables con el entrenamiento y que mayor importancia tienen a la hora de practicar actividad física o deporte, y a la hora de obtener estabilidad funcional del raquis, son los mecanorreceptores periféricos (Norris, 2008). Estos a su vez, se clasifican en articulares, cutáneos y musculares. De los tres, se ha de señalar que no se tiene evidencia científica que



los receptores cutáneos tengan alguna importancia sobre la estabilidad estática o dinámica de una articulación (Rieman & Lephart, 2002).

Se encuentran cuatro receptores en las articulaciones: terminaciones de Ruffini, corpúsculos de Pacini, receptores de Golgi y terminaciones nerviosas libres. Su función es informar sobre la posición y movimiento de las articulaciones (Rieman & Lephart, 2002).

A nivel muscular, existen dos tipos de receptores, el huso neuromuscular y el órgano tendinoso de Golgi. Su finalidad principal es el control neuromuscular, este se define como *“la activación muscular precisa que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de una acción”* (Vanmeerhaeghe & Rodriguez, 2013, p.2).

Toda la información recogida por los receptores propioceptivos es enviada al SNC. Es importante que la información se envíe de forma continuada ya que el control postural y del movimiento de una persona depende de ello. Una vez enviada, esta información se analiza en la médula espinal, la corteza y el tronco cerebral, y se emite una respuesta a través de la activación de las neuronas motoras. Resaltar que cada respuesta emitida es única y se adecua a los requerimientos de la tarea a realizar (Rieman & Lephart, 2002).

Las respuestas se regulan a través de dos mecanismos neurales que también se pueden desarrollar mediante el entrenamiento y que posee todo individuo. Estos mecanismos son el *feedback*, término utilizado para referirse a la respuesta dada bien por vía refleja o bien después del análisis del estímulo, y *feedforward*, término utilizado para referirse a la acción anticipatoria o preactivación la cual se da antes de la detección de un estímulo que pueda desencadenar en perder el equilibrio. Ambos se llevan a cabo de forma continua y en base a las experiencias vividas (Vanmeerhaeghe & Rodriguez, 2013). Destacar que el trabajo del SCM se complica a medida que las tareas aumentan su complejidad ya que tiene que controlar la tensión de más músculos y factores externos como la inercia (Panjabi, 1992a).

La ZN es el rango de movimiento en el que se encuentra el punto de movimiento fisiológico intervertebral ideal que tienen estas estructuras (vértebra, disco, vértebra). En esta postura, los elementos pasivos reciben una presión mínima puesto que el SCM trabaja junto con los músculos para que se mantenga este punto ideal y no se ejerza una presión excesiva. A medida que los movimientos hacen que los elementos pasivos se alejen de este punto se incrementa el riesgo de lesión (Panjaby, 2003).

La IL se puede definir como *“la pérdida de la capacidad del raquis de mantener su modelo de desplazamiento normal bajo cargas fisiológicas sin ningún problema neurológico, deformación o dolor inicial”* (Panjaby, 2003, p. 371). En conclusión, se puede decir que es la incapacidad del raquis para mantenerse dentro de los rangos de movimiento de la ZN.

En alusión a la ER, la adquisición de estabilidad se puede dar tanto en situaciones estáticas como dinámicas. Biomecánicamente, la estabilidad se concibe como *“la habilidad del raquis para mantener su estado de equilibrio cuando es sometido a fuerzas perturbadoras o desequilibrantes”* (Bergmark, 1989, p.5).

Desde la mecánica, se dice que un cuerpo es estable cuando más energía se necesita para cambiar su estado (Vera et al., 2015). Comparándolo con la estabilidad articular, esta estará relacionada con la cantidad de deformación. A mayor rigidez, más estable es el raquis puesto que es más difícil deformarlo. Y a menor rigidez, más inestable es el raquis puesto que es más fácil deformarlo (Cholewicki & McGill, 1996).

En situaciones estáticas, con activaciones bajas, próximas al 10% de la capacidad máxima se cubren las demandas de estabilidad estática (Cholewicki & McGill, 1996). Por tanto, se



puede concluir que a mayores niveles de activación, se produce mayor rigidez y se consigue una mayor estabilidad.

Esta explicación sirve para las situaciones estáticas pero no para las dinámicas. En situaciones dinámicas, el nivel de ER se mide a través de la capacidad del SCM de controlar la trayectoria del raquis cuando se aplican fuerzas sobre el mismo, tanto internas como externas (Vera et al., 2015).

Panjabi (1992a; 1992b) nos dice que en un situaciones dinámicas, la estabilidad del raquis se asocia con el rango de movimiento. El raquis es más estable cuando menor rango de movimiento recorre al aplicarse una fuerza sobre él, y más inestable cuando mayor rango de movimiento recorre al aplicarse una fuerza sobre él.

Centrándonos en el concepto de ER o “*core stability*” desde el punto de vista de la actividad física y el deporte, esta se concibe como la “*capacidad para controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis, permitiendo una óptima producción, transferencia y control de fuerzas y movimientos hacia los elementos distales o terminales de las cadenas cinéticas desarrolladas en actividades deportivas*” (Kibler et al., 2006, p, 190).

Para explicar este concepto también se utiliza el término *core strenght*, no obstante no se deben utilizar como si fueran iguales. *Core strenght* hace referencia a la capacidad que tienen los músculos para generar y conservar la fuerza mientras que *core stability* hace referencia al control del core durante esta producción de fuerza o durante la respuesta a fuerzas que afectan al mismo (Norris, 2008).

En resumen, el core funciona a través de la integración de tres subsistemas: SEA, SEP y SCM. La correcta acción conjunta de los tres subsistemas permite generar un tronco estable, evitando que se pierda la ZN y por tanto que se genere inestabilidad.

Importancia de la estabilidad y el entrenamiento del core.

Como se ha descrito anteriormente, los músculos del core están implicados en las acciones realizadas durante la vida diaria y durante la realización de actividad física aportando los niveles de estabilidad raquídea necesaria para mantener la seguridad en los movimientos funcionales (López & Rodríguez, 2013). La estabilidad del core peligra cuando existe debilidad muscular o alteración en el control de los músculos, y como consecuencia de ello la generación de disfunciones en los patrones de activación (Akuthota & Nadler, 2004). Estos son los dos factores principales generadores de inestabilidad espinal con lo que se aumenta el riesgo de lesión (Akuthota & Nadler, 2004).

Además de los dos principales factores de riesgo de padecer inestabilidad, se conoce a través de diferentes estudios que realizando determinados movimientos también se incrementa el riesgo de lesión (Medrano, 2011; McGill, 2001). Cuando se llega a la flexión máxima de columna el riesgo de dañar los discos y los ligamentos es mayor, siendo este hecho una causa importante de generar inestabilidad lumbar (McGuill, 2001). Este movimiento también implica el riesgo de sufrir una hernia discal posterior (McGuill, 1997 citado por Medrano, 2011). De la misma manera, acercarse a la flexión lumbar máxima, provoca que la capacidad de los erectores espinales para generar estabilidad se vea reducida, viéndose como consecuencia un aumento del riesgo de lesión sobre los elementos pasivos de las articulaciones (McGuill et al, 2000 citado por Medrano, 2011).

Se conoce que hasta un 80% de la población de los países occidentales ha padecido en algún momento de su vida dolor de espalda (Muñoz, 2003). En España, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el año 2011 el dolor de espalda fue la patología crónica más diagnosticadas en población mayor de 16 años padeciéndola un 18,6% de la población (INE, 2011). Es uno de



los problemas que mayor disminución de la calidad de vida y discapacidades crónicas provoca, y como consecuencia de ello uno de los problemas que mayor ausentismo laboral provoca (Waxman, Tripp & Flamenbaum, 2008).

En este sentido, Henchoz & Alexander (2008), a través de una revisión bibliográfica realizada para recopilar las evidencias científicas del efecto del ejercicio sobre la prevención y el tratamiento del dolor lumbar (DL), concluyeron exponiendo que en los 17 artículos revisados, los resultados mostraron que el ejercicio bajo pautas concretas es más eficaz para la prevención y el tratamiento del DL subagudo y crónico que el reposo en sí (Henchoz & Alexander, 2008).

Tomando como base toda la información anterior, es evidente que se necesita entrenar la musculatura que compone el core para garantizar que durante las tareas de la vida diaria o durante la práctica de actividad física o deporte, se den unos buenos movimientos funcionales. En definitiva, para garantizar la salud del raquis. (Panjabi, 2003; McGill, Grenier, Kavcic, & Cholewicki, 2003).

Como se expuso anteriormente, la estabilidad del core se define como *“capacidad para controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis, permitiendo una óptima producción, transferencia y control de fuerzas y movimientos hacia los elementos distales o terminales de las cadenas cinéticas desarrolladas en actividades deportivas”* (Kibler et al., 2006, p. 190). Consecuentemente, el entrenamiento del mismo debe ir enfocado a mejorar su función, es decir, mejorar el control del movimiento del tronco sobre la pelvis, de tal modo que se permita una óptima producción y transferencia de fuerzas entre los diferentes puntos proximales o distales de las cadenas cinéticas.

Diferentes estudios realizados sobre la biomecánica del raquis y la epidemiología de lesión del mismo, indican que padecer dolor de espalda está relacionado con el déficit en el SCM de los músculos del core. Por tanto, se debe hacer especial hincapié en el entrenamiento dirigido a mejorar el control neuromuscular tanto en situaciones estáticas como dinámicas (Vera et al., 2015; Behm & Colado, 2012; McGill, 2010).

Además, también es importante desarrollar la fuerza de estos músculos ya que a mayor tono muscular, tendrán mayor capacidad de generar tensión, pero siempre con un adecuado control motor (Panjabi, 1992; McGill, 2010; Behm & Colado, 2012). Sin embargo, no hay que excederse en la carga a la hora de entrenar la fuerza ya que puede resultar altamente peligroso y lesivo (Behm & Colado, 2012).

Dentro del acondicionamiento de fuerza, se ha de destacar la importancia de entrenar la fuerza resistencia en los erectores espinales por su especial importancia en el mantenimiento de la estabilidad lúmbo-abdominal y en consecuencia sobre la salud (Medrano, 2011).

Entrenamiento sobre superficies inestables

Las superficies inestables (SI) se definen como aquellos materiales creados con unas determinadas características físicas como la capacidad de cambiar su forma o moverse al aplicar una fuerza sobre él, vibrar, o cualquier otro tipo de característica que implique que el sistema de equilibrio del cuerpo tenga que intervenir al entrar en contacto con ellos de tal modo que se mejore la condición física (Hernando et al., 2009 citado en Ruiz, 2013).

Los efectos del entrenamiento sobre superficies inestables se pueden dividir en agudos y en crónicos. Dentro de los agudos encontramos el aumento de la co-activación y de la activación muscular, y la disminución de la producción de fuerza y potencia. Dentro de los crónicos o potenciales beneficios para la salud, encontramos la prevención y el tratamiento del dolor lumbar.



La co-activación (CA) es la acción conjunta de los músculos agonistas, antagonistas y sinergistas coordinados por el sistema nervioso, el cual los dirige para que aumenten o disminuyan su rigidez en función de las demandas de estabilidad de la tarea (Vera, Barbado, Flores, Alonso, & Elvira, 2012). Esta CA es fundamental para que el raquis se mantenga estable de forma dinámica (Vera et al., 2012; Vera, Brown, Gray, & McGill, 2006).

En diversos estudios se ha demostrado como esta CA aumentaba en mayor medida cuando los ejercicios se realizaban sobre SI frente a superficies estables (SE) (Behm et al., 2002; Behm & Colado, 2012).

La activación muscular (AM) hace referencia a la actividad eléctrica del músculo. Esta actividad se obtiene a través de un análisis electromiográfico el cual nos permite conocer la función neuromuscular. En especial destaca la electromiografía de superficie que permite estudiar el funcionamiento neuromuscular en acciones dinámicas como por ejemplo realizar una sentadilla. Esta medición, explicada de una forma muy básica, se realiza colocando unos electrodos superficiales sobre los músculos de los que se quiere obtener su actividad durante un determinado ejercicio (Massó et al., 2010).

En una revisión bibliográfica realizada por Behm y Colado (2012) en la que se analizaron un total de 12 estudios, con una muestra total conjunta de 185 sujetos, se observó que la realización de ejercicios sobre SI frente a los mismos sobre SE provoca una mayor activación sobre los músculos que se analizaron, con un valor medio de un 47.33% más. Por tanto, las conclusiones que extrajeron los autores es que el entrenamiento sobre SI aumenta la AM (Behm & Colado, 2012).

Sin embargo, en el mismo estudio se observó cierta variedad en los resultados, esta diferenciación viene dada por el grado de inestabilidad del ejercicio el cual depende del grado de inestabilidad de la superficie utilizada, por el número de apoyos en el que se realiza el ejercicio (unipodal o bipodal) y por otros factores como el brazo de palanca, la posición, etc. En base a la información anterior, analizando los ejercicios se dieron cuenta de que aquellos ejercicios en los que bajaba la AM requerían de unas demandas de estabilidad muy altas. Por tanto, las conclusiones que extraen los autores es que para mantener niveles de activación muscular regular, el entrenamiento sobre SI debe ser de un nivel moderado puesto que si es muy alto se puede dar una disminución de la misma (Behm & Colado, 2012).

No obstante, existen ciertos estudios que muestran resultados diferentes a los anteriores. Tanto Chulvi et al. (2010) como Nuzzo, McCaulley, Cornie, Cavill, & McBride (2008) en sus respectivos estudios observaron que cuando se utilizan cargas del 70% del 1RM o mayores, la AM es mayor cuando los ejercicios se realizan sobre SE frente a SI. Por tanto, los ejercicios realizados con magnitudes de la carga iguales o superiores al 70% del 1RM sobre superficies estables, son mejores para generar niveles altos de activación muscular que los mismos, sobre superficies inestables (Chulvi et al., 2010; Nuzzo et al., 2008).

Para concluir, es importante hacer una aclaración. No hay que confundir estas conclusiones con que el aumento de la AM se produzca en todos los músculos que en teoría trabajan en un determinado ejercicio pues como se ha indicado anteriormente, los requerimientos de estabilidad dependen de las exigencias de la tarea (Behm & Colado, 2012).

El hecho de que cada músculo genere una activación en función de la tarea se puede corroborar con el estudio de Lhemna, Hoda y Oliver (2005).

La fuerza, desde el punto de vista de la actividad física y el deporte se puede definir como *“capacidad para vencer una resistencia externa o reaccionar contra la misma mediante una tensión muscular”* (Ortiz, 1999, p.15). La fuerza tiene diversas manifestaciones entre las que



se encuentran la potencia la cual se puede definir como “*máxima tensión generada a la mayor velocidad posible, es decir, en el mínimo tiempo posible*” (Ortiz, 1999, p.15).

En una revisión bibliográfica realizada por Behm y Colado (2012) en la que se analizaron un total de 9 estudios, con una muestra total conjunta de 179 sujetos, se observó que la realización de ejercicios sobre SI frente a los mismos sobre SE provoca una disminución de la producción de fuerza y potencia, con un valor medio de un -29,3%. Por tanto, las conclusiones que extrajeron los autores es que el entrenamiento sobre SI disminuye la producción de fuerza y potencia (Behm & Colado, 2012).

La disminución de la fuerza y la potencia durante la realización de ejercicios isométricos y balísticos sobre SI se produce por un aumento de la CA. La capacidad de realizar fuerza que produzca movimiento se ve reducida por la necesidad de que los músculos utilicen su fuerza para satisfacer las necesidades de estabilidad. Por tanto, a mayor inestabilidad mayor requerimiento de CA, es decir, mayor requerimiento de que los músculos ejerzan tensión de forma coordinada para mantener la estabilidad de las articulaciones de tal forma que se obtienen una menor producción de fuerza y potencia (Behm et al., 2002). En base a lo que dice Behm et al. (2002) y a los resultados observados en su revisión bibliográfica de 2012, se puede concluir diciendo que la producción de fuerza y potencia, y el grado de inestabilidad son inversamente proporcionales.

Efectos crónicos y potenciales beneficios para la salud.

El dolor lumbar (DL) se define como “*síndrome musculoesquelético o conjunto de síntomas cuyo principal síntoma es la presencia de dolor lumbar*” (Casado, Morales, & Vidal, 2008, p. 381).

Existen tres clasificaciones del dolor de espalda, más concretamente del DL, en función del dolor y la duración del mismo. Un dolor de espalda cuya duración es inferior a 6 semanas se clasifica como agudo, un dolor enmarcado entre las 6 y 12 semanas se clasifica como subagudo, y por último un dolor que dura más de seis semanas se clasifica como crónico (Henchoz & Alexander, 2008).

Se trata de un dolor que suele ubicarse entre la última costilla y la zona donde se sitúa el sacro. Atendiendo a las causas del dolor, las alteraciones musculoesqueléticas son la principal causa específica de estos dolores. En general se debe a un sobre esfuerzo, adoptar una mala postura de forma prolongada, un golpe, etc. Sin embargo, el 85% de los casos en los que se produce DL no hay causa específica (Casado et al., 2008).

En base a esta información es clara la evidencia de que la causa del dolor no se puede saber con exactitud. Sin embargo se conoce que la mayoría de las personas con problemas musculoesqueléticos que derivan en dolor lumbar padecen inestabilidad en el raquis por falta de tono muscular en los músculos que lo envuelven o por un mal funcionamiento del SCM (Lee, Hwangbo, & Lee, 2014).

Marshall y Murphy (2006), así como Chung, Lee, y Yoon (2013) en sus respectivos estudios aplicaron programas de rehabilitación utilizando distintos materiales generadores de inestabilidad sobre sujetos con dolor lumbar crónico inespecífico (DLCI). Tras la aplicación de ambos programas, los sujetos de uno y otro estudio mostraron una significativa disminución del DLCI. Por tanto, utilizando estos resultados se puede concluir diciendo que el entrenamiento sobre SI es efectivo para el tratamiento del DL (Marshall & Murphy, 2006; Chung et al., 2013).

También existen estudios sobre personas sin DLCI y la influencia del entrenamiento sobre SI en la prevención del mismo. Carter, Beam, McMahan, y Barr (2005) en su estudio investigaron



como afectaba el entrenamiento utilizando el *fitball* sobre la estabilidad de la columna de 20 personas sedentarias sin dolor. Aplicaron un programa de ejercicios durante 10 semanas, 2 días por semana. Diez personas siguieron el programa mientras que las otras diez siguieron su patrón normal de vida siendo grupo de control. Los resultados que obtuvieron indican que las personas que se sometieron al programa mejoraron significativamente más su estabilidad que las que siguieron su patrón normal (Carter et al., 2005).

En esta línea, Smith, Littlewood y May (2014), realizaron una revisión de la literatura científica y un posterior metaanálisis sobre 29 artículos con el objetivo de investigar la efectividad de los ejercicios en los que se trabajaba la estabilidad para tratar el DLCl. Además, compararon si se obtenían mayores efectos positivos mediante este tipo de ejercicios frente a cualquier otro tipo que persiguiera el mismo objetivo. El resultado del metaanálisis mostró que se obtenía mayor beneficio cuando el entrenamiento era específico de estabilidad. Sin embargo, este beneficio a nivel de puntuación en el metaanálisis no fue muy significativo. Por tanto, las conclusiones que sacaron fueron que los ejercicios de estabilidad no son más efectivos que cualquier otro ejercicio en el tratamiento del DLCl (Smith et al., 2014).

Chang, Lin, y Lai (2015), realizaron una revisión de los resultados que se obtuvieron en 4 estudios enmarcados entre el año 2012 y 2014 para investigar la eficacia de diversas estrategias del entrenamiento de fuerza para personas con DLCl. Los métodos que se compararon fueron: balance del tronco, estabilidad segmentaria, estabilidad general y ejercicios de control motor. Los resultados que se obtuvieron mostraron que todos los métodos proporcionaron mejoras en el dolor a nivel lumbar (Chang et al., 2015).

Con todo lo citado, se puede concluir que tanto el entrenamiento sobre superficies inestables como el entrenamiento normal o clásico del core en general ayudan a disminuir el DLCl. Sin embargo, las revisiones de Smith et al. (2014) y Chang et al. (2015) indican que aún no se sabe a ciencia cierta qué tipo de ejercicio, en qué volumen, intensidad y con qué tipo de material es mejor entrenar el core para reducir de forma más eficaz el DLCl.

CONCLUSIONES

- Es esencial para la salud del raquis que los patrones de activación motor de los músculos que lo rodean sean correctos, y que los mismos tengan la suficiente capacidad de generar tensión para mantener la estabilidad.
- La activación muscular en general, aumenta en mayor medida cuando los ejercicios se realizan sobre superficies inestables.
- La activación muscular aumenta a medida que se incrementa la inestabilidad. Sin embargo, para mantener niveles de activación regular, la inestabilidad debe ser moderada puesto que si es muy alta se puede dar una disminución de la misma.
- Con cargas iguales o superiores al 70% del 1RM, se produce mayor activación cuando los ejercicios se realizan sobre superficies estables.
- Aumento de la co-activación muscular utilizando superficies inestables.
- Descenso de la producción de fuerza potencia como consecuencia del aumento de la co-activación.
- El entrenamiento utilizando superficies inestables sirve para prevenir y tratar el dolor lumbar.



- Aún se desconoce qué tipo de ejercicios y que aplicación de cargas, con sus distintos componentes, es mejor para prevenir y tratar el dolor lumbar. Del mismo modo, se desconoce que métodos y medios son más efectivos.

APLICACIÓN PRÁCTICA

La activación muscular, que determina la actividad eléctrica de los músculos, se utiliza sobre todo como indicador de intensidad en el trabajo de fuerza (Massó et al., 2011).

En la siguiente tabla se puede observar una progresión de ejercicios en los que se utilizan diferentes superficies inestables. Se trata de una progresión que incluye tanto ejercicios exclusivos para trabajar la zona del core, como otros ejercicios en los que el objetivo es trabajar una musculatura diferente pero en los que se requiere de los músculos del core para aportar estabilidad al raquis. Esta progresión es establecida en base a la activación muscular de los erectores espinales, más concretamente de la sección situada en la zona lumbar (L5-S1), obtenida a través de una medición electromiográfica. En ella, solo aparecen estudios realizados sobre personas físicamente activas sin ninguna lesión, patología o dolor de espalda.



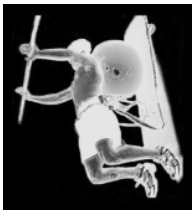

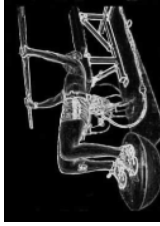
Destacar que la selección de los erectores de la columna se debe a su especial importancia sobre el mantenimiento de la estabilidad lúmbico-abdominal y en consecuencia sobre la salud y la prevención del dolor lumbar (Chulvi, 2011).

En esta progresión se pueden observar parte de las conclusiones expuestas anteriormente, y diversos argumentos presentados a lo largo del artículo.




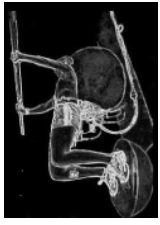


Se observa como con la utilización de superficies inestables aumenta la activación muscular, y cómo a medida que se incrementan los requerimientos de estabilidad crece la activación. También se observa que la implicación de cada músculo depende exclusivamente de las exigencias de la tarea. Se puede pensar que ejercicios como la flexión de brazos a diez centímetros del suelo es un ejercicio que requiere de una gran activación de los músculos erectores para mantener la postura y no es así. En cambio, ejercicios como la sentadilla se suele utilizar para trabajar los músculos de las piernas producen una activación significativamente mayor.

Por último, resaltar la importancia de los aspectos biomecánicos ya que como se observa, aquellos ejercicios en los que hay un menor número de apoyos, o en las que el área de la base de sustentación es más pequeña, se produce una mayor activación muscular. Este factor resulta interesante a la hora de establecer progresiones utilizando las superficies inestables.

Tabla 1
Propuesta de progresión en la utilización de superficies inestables en función de la actividad muscular de los erectores espinales.

Estudio	Sujetos	Material	Ejercicio	Posición Inicial	Volumen e Intensidad	Datos EMG medios respecto al % máximo
Calatayud et al., (2014)	29 hombres sin problemas de espalda	Airfit Trainer Pro	 Flexión de brazo a 65 cm del suelo	Decúbito prono con codos 90° y manos cogidas del Airfit Trainer Pro. Pies en el suelo.	2 segundos isometría aguantando esta posición	3.13%
Calatayud et al., (2014)	29 hombres sin problemas de espalda	Airfit Trainer Pro	 Flexión de brazos a 10 cm del suelo	Decúbito prono con codos 90° y manos cogidas del Airfit Trainer Pro. Pies en el suelo.	2 segundos isometría aguantando esta posición	4.32%
Norwood et al., (2007)	10 hombres y 5 mujeres sin problemas en la espalda	Bola suiza	 Press banca	Decúbito supino: -Espalda apoyada en bola suiza. -Rodillas flexionadas 90° y los pies paralelos al suelo.	1 Repetición con barra de 9,1 Kg.	7.23%
Atshushi et al., (2010)	9 hombres sin problemas de espalda	Bosu	 Encogimientos	Decúbito supino con la zona lumbar apoyada sobre el bosu.	Encogimiento isométrico durante 3 segundos	9.8%
Norwood et al., (2007)	10 hombres y 5 mujeres sin problemas en la espalda	Bosu	 Press banca	Decúbito supino: -Espalda apoyada en el banco y pies en el bosu. -Posición supina, rodillas flexionadas 90° y los pies paralelos al suelo.	1 Repetición de press banca con barra de 9,1 Kg.	11.64%



Estudio	Sujetos	Material	Ejercicio	Posición Inicial	Volumen e Intensidad	Datos EMG medios respecto al % máximo
Atshushi et al., (2010)	9 hombres sin problemas de espalda	Bola suiza y disc balance	 Plancha prono	Decúbito prono con codos 90° sobre bola suiza y pies anchura biacromial sobre disc balance.	3 segundos isometría aguantando esta posición	16.7%
Atshushi et al., (2010)	9 hombres sin problemas de espalda	Disc balance y bosu	 Plancha lateral	Decúbito lateral con el codo 90° apoyado sobre disc balance y los pies sobre el bosu.	3 segundos isometría aguantando esta posición	21.9%
Anderson & Bhem (2005)	6 hombres sin problemas de espalda	Disc balance	 Sentadilla	Bipedestación, pies a la altura de los hombros.	Sentadilla sobre disc balance en ambos pies con 29.5 Kg	22.5%
Norwood et al., (2007)	10 hombres y 5 mujeres sin problemas en la espalda	Bola suiza y bosu	 Press banca	Decúbito supino: -Espalda apoyada en la bola suiza y pies en el bosu. -Posición supina, rodillas flexionadas 90° y los pies paralelos al suelo.	1 Repetición de press banca con barra de 9,1 Kg.	23.24%
Atshushi et al., (2010)	9 hombres sin problemas de espalda	Bosu	 Extensión de cadera en decúbito supino	Decúbito supino con espalda apoyada en el suelo y pies obre bosu, con rodillas 90°.	3 segundos isometría aguantando esta posición	26.9%
Atshushi et al., (2010)	9 hombres sin problemas de espalda	Bosu	 Extensión de cadera contralateral	Cuadrupedia sobre bosu con extensión de brazo derecho y pierna izquierda.	3 segundos isometría aguantando esta posición	32.5%

Fuente: Elaboración propia.



BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, K., & Behm, D. G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(1), 33-45.
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85, 86-92.
- Behm, D. G., Anderson, K., & Curnew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(3), 416-422.
- Behm, D., Drikwater, E., Willardson, J. & Cowley, P. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 35, 91-108. doi: 10.1139/H09-127
- Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 7(2), 226.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica*, 60(S230), 1-54.
- Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J., Martin, F., Batalha, N., & Silva, A. (2014). Muscle activation differences between stable push-ups and push-ups with an unilateral v-shaped suspension system at different heights.
- Carter, J., Beam, W., McMahan, S., & Barr, M. (2005). Effects Of Stability Ball Training On Spinal Stability In Those Who Work In Sedentary Occupations: 928 Board# 150 9: 00 AM-10: 30 AM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(5), S177-S178.
- Casado Morales, M., Moix Queraltó, J., & Vidal Fernández, J. (2008). Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clinica y Salud*, 19(3), 379-392.
- Chang, W. D., Lin, H. Y., & Lai, P. T. (2015). Core strength training for patients with chronic low back pain. *Journal of physical therapy science*, 27(3), 619.
- Cholewicki, J., & McGill, S. M. (1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics*, 11(1), 1-15.
- Chulvi-Medrano, I., García-Massó, X., Colado, J. C., Pablos, C., de Moraes, J. A., & Fuster, M. A. (2010). Deadlift muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2723-2730.
- Chung, S., Lee, J., & Yoon, J. (2013). Effects of stabilization exercise using a ball on multifidus cross-sectional area in patients with chronic low back pain. *Journal of sports science & medicine*, 12(3), 533.
- Henchoz, Y., & So, A. K. L. (2008). Exercise and nonspecific low back pain: a literature review. *Joint Bone Spine*, 75(5), 533-539.
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., & Shiraki, H. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(6), 369-375.
- Instituto Nacional de Estadística (19 de mayo de 2015). *Encuesta Nacional de Salud 2011-2012*. Recuperado de: <http://www.ine.es/prensa/np770.pdf>
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*, 36(3), 189-198.



- Lee, C. W., Hwangbo, K., & Lee, I. S. (2014). The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation and ball exercise on pain and muscle activity of chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*, 26(1), 93.
- Lehman, G. J., Hoda, W., & Oliver, S. (2005). Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropractic & Manual Therapies*, 13(1), 14.
- López, P., & Rodríguez, F. (2013). Importancia del entrenamiento de estabilización lumbopélvica en el rendimiento deportivo y en la prevención de lesiones (I). *Futbolpf: Revista de Preparación física en el Fútbol*, (9), 13-23.
- Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2006). Evaluation of functional and neuromuscular changes after exercise rehabilitation for low back pain using a Swiss ball: a pilot study. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 29(7), 550-560.
- Massó, N., Rey, F., Romero, D., Gual, G., Costa, L., Germán, A. (2010). Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts: Medicina de l'esport*, 45(166), 127-136.
- McGill, S. M. (2001). Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and sport sciences reviews*, 29(1), 26-31.
- McGill, S. M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 353-359.
- McGuill, S. (2010). Core Training. Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), 33-46.
- Medrano, C. I. (2011). *Actividad de los Músculos Paravertebrales durante ejercicios que requieren estabilidad raquídea*. (Tesis Doctoral). Recuperado de: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?fichero=26753>
- Muñoz-Gómez, J. (2003). Epidemiología del dolor lumbar crónico. *Abordajes terapéuticos en el dolor lumbar crónico*. Madrid: Ed. Fundación Grünenthal, 23-8.
- Norris, C. M. (2008). Back Stability (2a ed). *Integrating science and Therapy*. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=t6C_4xXqYNkC&printsec=frontcover&dq=back+stability&hl=es&sa=X&ei=ArBUVZ6_EYzlsAT7p4GADw&ved=0CCEQ6AEwAA#v=onepage&q=back%20stability&f=false
- Norwood, J. T., Anderson, G. S., Gaetz, M. B., & Twist, P. W. (2007). Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 343-347
- Nuzzo, J. L., McCaulley, G. O., Cormie, P., Cavill, M. J., & McBride, J. M. (2008). Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 95-102.
- Ortiz, V. (1999). Entrenamiento de la fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición (2ed). INDE, Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HhDQ5vuk5-YC&oi=fnd&pg=PA11&dq=definici%C3%B3n+de+fuerza+y+potencia&ots=6xo24MLHVi&sig=pWybK7F8eQ12bUHmMOJbDgZyco#v=onepage&q=definici%C3%B3n%20de%20fuerza%20y%20potencia&f=false>
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders & techniques*, 5(4), 383-389.



- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders & techniques*, 5(4), 390-397.
- Panjabi, M.M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 371-379. doi: 10.1016/S1050-6411(03)00044-0.
- Papi, D. J. (2007). *Entrenamiento Funcional en programas de fitness*. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=0l_dAm5cwsoc&pg=PA132&dq=musculos+core&hl=es&sa=X&ei=bh5BVY3pBMfW7Ab_roGWAQ&ved=0CCYQ6AEwAQ#v=onepage&q=musculos%20core&f=false
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 71.
- Ruiz, M. J. (2013). *Escala de percepción del esfuerzo y activación muscular en ejercicios de estabilización del core*. (Tesis Doctoral). Recuperado de: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?fichero=40316>
- Segarra, V., Heredia, J. R., Peña, G., Sampietro, M., Moyano, M., Isidro, F. ... Da Silva-Grigoletto, M.E. (2014). Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 28(3), 521-529.
- Smith, B. E., Littlewood, C., & May, S. (2014). An update of stabilisation exercises for low back pain: a systematic review with meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 15(1), 416.
- Vanmeerhaeghe, A. F., & Rodriguez, D. R. (2013). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(178), 69-76.
- Vera-Garcia, F. J., Brown, S. H., Gray, J. R., & McGill, S. M. (2006). Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. *Clinical Biomechanics*, 21(5), 443-455.
- Vera-Garcia, F.J., Barbado, D., Flores-Parodi, B., Alonso-Roque, J.I., & Elvira, J.L. (2012). Trunk muscle activation in spine stabilization exercise. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 47.
- Vera-Garcia, F.J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J.L.L. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85.
- Waxman, S. E., Tripp, D. A., & Flamenbaum, R. (2008). The mediating role of depression and negative partner responses in chronic low back pain and relationship satisfaction. *The Journal of Pain*, 9(5), 434-442.

