



—  
ADSCRITA  
—



ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA  
**GIMBERNAT-CANTABRIA**

---

**Comparación entre diferentes materiales inestables utilizados dentro del proceso de entrenamiento. Revisión Sistemática.**

**Comparison between different unstable materials used in training process. Systematic review.**

Trabajo de fin de grado  
Paula Bustamante Aranguren  
Grado en Fisioterapia  
EU Gimbernat-Cantabria  
Director: David Casamichana  
Torrelavega, a 9 de junio de 2014

# Índice

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5-8
Método.....	9-11
Resultados.....	11-17
Disción.....	18-22
Glosario.....	22
Agradecimientos.....	22
Bibliografía.....	23-26

# **Comparación entre diferentes materiales inestables utilizados dentro del proceso de entrenamiento. Revisión Sistemática.**

## **RESUMEN**

**Introducción:** la popularidad de los entrenamientos realizados en superficies inestables para mejorar el rendimiento deportivo ha ido creciendo en los últimos años. El objetivo de esta revisión fue conocer la efectividad de los ejercicios realizados en inestabilidad durante los entrenamientos deportivos.

**Métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el tema en bases electrónicas de datos: Medline, PubMed, PEDro, Elsevier, Cochrane Library y Google Académico, mediante las palabras clave: estable, plataforma inestable; entrenamiento deportivo, potencia, fuerza, velocidad, balón suizo, BOSU®, seleccionando 12 trabajos que cumplen los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

**Resultados:** a pesar de que los ensayos presentan cierta disparidad, pero lo común en todos es que en deportistas entrenados la utilización de una gran inestabilidad no resulta efectivo para incrementar ninguno de los parámetros deseados.

**Discusión:** a pesar de que deberían realizarse más estudios orientados a una práctica deportiva concreta y analizar su especificidad, parece que ejercicios básicos en inestabilidad en deportistas no genera mayor rendimiento deportivo.

**Palabras clave:** stable, unstable surface; athletic training, strength, power, velocity, swiss ball, BOSU®.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** during last years unstable surface training, in order to improve athletic performance, have raised in popularity. The objective of this revision was to know the effectiveness of the exercises realized in instability during athletic trainings.

**Methods:** a bibliographic search was done in electronic databases about the topic: Medline, PubMed, PEDro, Elsevier, Cochrane Library y Google Academic, used keywords: stable, unstable surface; athletic training, strength, power, velocity, swiss ball, BOSU®, finally selecting 12 articles that fulfill the inclusion and exclusion established criteria.

**Results:** although these essays have relative different results, but that in trained athletes a big instability does not produce an increase in wanted parameter is the most commons.

**Discussion:** although further studies aimed to a particular sport and analyze its specificity are needed, it seems that doing basic exercises over an unstable surface does not generate greater athletic performance

**Keywords:** stable, unstable surface; athletic training, strength, power, velocity, swissball, BOSU®.

## **INTRODUCCIÓN:**

La estabilidad es una habilidad de la que dispone el sistema para poder volver a su estado original tras haber sufrido una alteración, siempre y cuando la vertical de la gravedad no llegue a sobrepasar la base de apoyo. Este proceso es el resultado de las diferentes propiedades mecánicas intrínsecas (contracciones excéntricas y concéntricas) del sistema musculoesquelético<sup>1</sup>.

Los entrenamientos en superficies inestables han ido creciendo en popularidad en los últimos tiempos a la hora de entrenar la fuerza. Los objetos que recrean la inestabilidad tratan de que las personas que realizan estos programas tengan el menor contacto posible con el suelo estable. Los objetos más convencionales para este uso son las pelotas suizas, las tablas y los discos inestables y las almohadas de espuma<sup>2</sup>, pero la inestabilidad no solo se logra con una base de este tipo unida a la realización de ejercicios de resistencia, sino mediante una rotación de la extremidad que se vaya a trabajar<sup>3</sup>, o variando el centro de presión sobre la superficie inestable en la que se trabaje el ejercicio, lo que puede lograr también un efecto de mayor activación muscular<sup>4</sup>.

Según el estudio de Norwood<sup>3</sup>, realizar ejercicios sobre una base inestable aumenta la activación de los músculos sinergistas y estabilizadores que rodean la articulación durante la realización de cualquier ejercicio consiguiendo que el entrenamiento sea más específico y funcional, aportando efectividad a la musculatura estabilizadora. Sin embargo los resultados del estudio realizado por Cressey<sup>2</sup> indican que trabajar en estas condiciones disminuye la potencia y que únicamente se debiera aplicar en determinados deportes específicos, como aquellos que se mueven en zonas que ya de por sí tienen una mayor inestabilidad (Surf, snowboard...). Por su parte, Behm<sup>5</sup> es más concreto a la hora de hablar sobre la inestabilidad en el deporte, ya que en su opinión, cualquier disciplina

deportiva puede reunir las condiciones de inestabilidad aunque se realice sobre una superficie que en teoría es estable, como el giro sobre un pie durante un partido de fútbol o de hockey entre otras situaciones.

Añadir una superficie inestable tanto a los ejercicios de fuerza ubicados en un contexto de desarrollo de la capacidad como en la rehabilitación se ha realizado con el objetivo de incrementar tanto la actividad muscular como la dificultad del ejercicio y, además, mejorar la propiocepción de las articulaciones<sup>6</sup>. Según Anderson<sup>7</sup>, un entrenamiento de estas características creará unas adaptaciones neuromusculares que aumentarán el área seccional del músculo, lo cual ayudará a incrementar la fuerza. Debido a ello es fundamental encontrar una inestabilidad óptima de acuerdo con la respuesta muscular que se quiere lograr. Behm<sup>8</sup> asegura que una adaptación neural es la clave a la hora de activar todas las fibras musculares y ganar fuerza. Pero para lograr una producción similar de fuerza tanto en una superficie inestable como en una superficie estable, se va a requerir una mayor activación muscular, y según Lehman<sup>6</sup> no es posible concluir que una superficie inestable incremente esa actividad muscular, porque añadir una única superficie inestable al ejercicio no es suficiente para influir sobre todos los músculos implicados.

Todos los estudios revelan que las adaptaciones que ocurren en los entrenamientos orientados a mejorar la fuerza solo son factibles al realizarlos sobre inestabilidades moderadas y que, además se aprecian respuestas musculares del tronco, no sólo sobre las extremidades a trabajar<sup>7</sup>. Otro tipo de adaptaciones se aprecian al realizar entrenamiento de resistencia en alta carga, es decir, trabajando la fuerza, durante un corto periodo de duración, pues aquí, Anderson<sup>9</sup> apreció un crecimiento de la masa muscular, realizando entrenamiento de fuerza o resistencia, del tipo de fibras IIa un tiempo después de parar el periodo de ejercicios, resultando en un incremento de la

producción de fuerza y potencia musculares.

Por otro lado, la potencia muscular es el resultado de la suma de la fuerza y la velocidad, por lo que para trabajar y mejorar este parámetro es necesario que uno de ellos, o incluso los dos se incluyan en el programa de entrenamiento del deportista<sup>10</sup>. La potencia máxima es la capacidad para generar fuerza durante una contracción isométrica. En los últimos años casi todos los deportes añaden a su entrenamiento ejercicios de resistencia para así mejorar la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la potencia, siendo esta última una de las más importantes<sup>11</sup>. La potencia máxima se ve afectada por una gran cantidad de factores: el tipo de fibra muscular involucrada y sobre todo por la cantidad de tiempo disponible para desarrollar la fuerza, almacenamiento y utilización de la energía elástica, interacciones contráctiles y elementos elásticos, potenciación de filamentos contráctiles y, por supuesto, los reflejos de estiramiento. Por tanto, cualquier elemento que actúe sobre el músculo puede modificar la producción de potencia y de fuerza<sup>12 13</sup>. Viendo la estrecha relación que existe entre la potencia y la fuerza, la manera más adecuada para entrenar esta capacidad es realizar ejercicios de fuerza y potencia combinados<sup>11</sup>. Todos estos factores son necesarios tenerlos en cuenta la hora de realizar un programa de entrenamiento adecuado<sup>12</sup>.

Basándose en el estudio de Anderson<sup>7</sup> Marinkovic<sup>14</sup> asume que durante el inicio de un entrenamiento de resistencia en inestabilidad pueden surgir grandes adaptaciones neurales pudiendo provocar varias ganancias musculares como potencia, fuerza o velocidad. Pero para que un entrenamiento de resistencia tenga efecto sobre la ganancia de fuerza muscular con el ejercicio en deportistas sin experiencia en esta área, se debe realizar con una carga moderada o baja. Está demostrado que el trabajo sobre una base inestable logra una activación mayor de los músculos antagonista que si se trabaja en condiciones normales, ayudando, de esta manera, a una mejora en el control motor y

*balance muscular*. Pero, esto también puede provocar un descenso en la producción de la fuerza, la potencia y la velocidad alejándose del objetivo planteado de entrenamiento<sup>13</sup>.

Un entrenamiento con resistencias, añadiendo ejercicios balísticos al programa, a diferencia de los ejercicios que normalmente se realizan, provoca una aceleración que se mantiene constante durante todo el rango de movimiento pudiendo lograr así un incremento estadísticamente significativo de fuerza y potencia<sup>16</sup>.

Más estudios serían necesarios para poder determinar cuál es una superficie inestable óptima para trabajar todos estos parámetros mencionados y cuál sería la carga máxima y mínima necesaria para poder mejorar la producción muscular de fuerza, potencia y velocidad. La mayoría de los estudios no profundizan en estos datos, aportando únicamente unas pautas muy generales sobre ello.

El objetivo de esta revisión sistemática fue conocer la evidencia científica que existe sobre el entrenamiento deportivo en diferentes superficies inestables, comparándolo con superficies estables, a la hora de lograr un mayor rendimiento deportivo en cuanto a fuerza, potencia y velocidad y así poder realizar un programa de entrenamiento adecuado en base a los parámetros que se quieran mejorar y obtener los mejores resultados en el menor tiempo posible. Este tipo de superficies logran una mayor activación muscular, pero para aplicarlas al entrenamiento sería necesario saber si realmente son efectivas y cuál de ellas sería la más adecuada para cada ejercicio. Por ello, en vez de valorar solo estudios de una sola zona se han escogido tanto de tronco como de extremidades superiores e inferiores.



## **METODO:**

En el proceso de búsqueda de documentación de esta revisión sistemática se ha realizado una búsqueda sistemática en las bases de datos de *Medline, PubMed, PEDro, Elsevier, Cochrane Library* y *Google académico*.

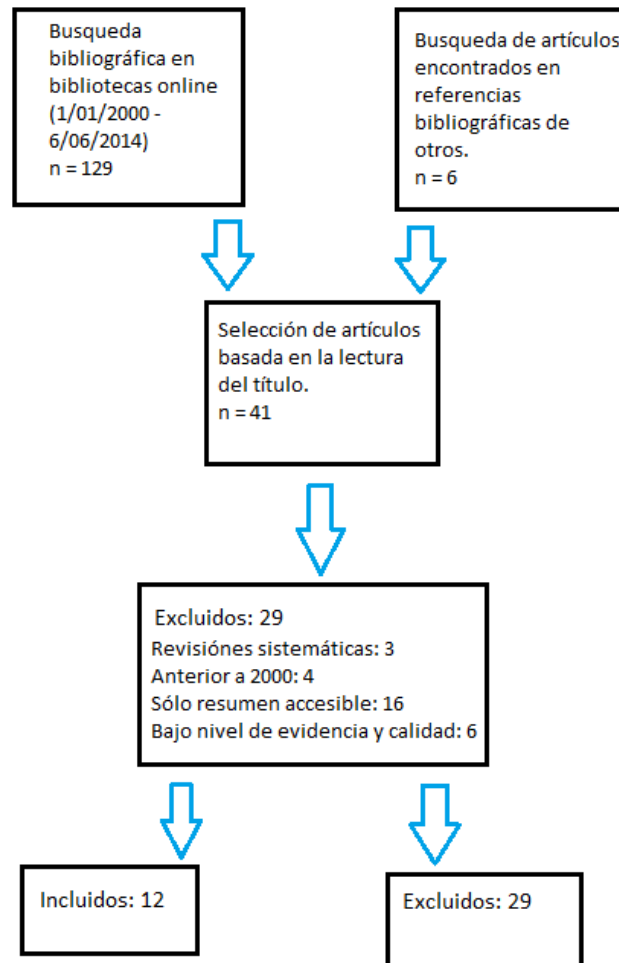
Para comenzar con la búsqueda se introdujeron en las bases de datos las siguientes palabras clave: *stable, unstable training, athletic/sport training, Strength, power, velocity*. Se encontraron 134 artículos relacionados a estas palabras.

Estos ensayos se analizaron mediante la lectura del título y del resumen. Los estudios debían de cumplir una serie de criterios de inclusión para que fuesen seleccionados para la revisión: a) deben ser estudios que hayan realizado una comparativa entre una superficie estable, es decir, suelo, banco, pared... con una o varias superficies inestables, siendo las más habituales la pelota suiza y el BOSU®; b) a su vez, se han incluido en la revisión los artículos que se han realizado con fines deportivos, es decir, con el objetivo de valorar la posible mejora de la fuerza, la velocidad, la potencia o la activación muscular a la hora de realizar entrenamientos; c) por tanto, se han escogido estudios en los que los pacientes o voluntarios eran gente deportista; d) los participantes del trabajo debían de presentar una ausencia de patología antes de comenzar el estudio, excluyendo de esta revisión los artículos que incluyeran a pacientes con un historial de lesión, dolor o intervención quirúrgica menor a seis meses que pudieran afectar al rendimiento deportivo e) Se ha valorado, también, que además de ser deportistas, los pacientes tuvieran una edad poco elevada, es decir, todos ellos eran gente de mediana edad o adolescentes (19 - 44 años). Además, los estudios han sido restringidos al idioma inglés y castellano. La búsqueda ha estado limitada temporalmente al periodo que abarca desde 2000 hasta 2014. Se han excluido los trabajos que no cumplieran con todos los criterios de inclusión establecidos, además de los trabajos que no fuesen

investigaciones originales.

Los artículos se redujeron entonces a 41 resultados. Cuando se estudio el cumplimiento de los criterios de inclusión establecidos el número de trabajos seleccionados se redujo hasta 12 artículos.

Por el contrario, en los artículos en los que participaron sujetos que no estuvieran relacionadas con el ámbito deportivo o no fueran deportistas habituales no se han incluido en esta revisión sistemática por no ser adecuados para responder a la pregunta de este estudio. A pesar de que muchos de los ensayos encontrados en la bibliografía incluían a deportista en sus entrenamientos, dichos trabajos tuvieron un objetivo rehabilitador o preventivo de lesiones, por lo que dichos artículos fueron excluidos.



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda y selección de artículos.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la calidad científica de los artículos seleccionados en esta revisión sistemática atendiendo a los niveles de evidencia según la escala SIGN 50, niveles de recomendación de la escala SIGN 50 y la valoración metodológica interna según la escala PEDro de los artículos incluidos en esta revisión sistemática.

**Tabla 1.**

<b>Artículo</b>	<b>Autor/año</b>	<b>Nivel evidencia escala SIGN 50</b>	<b>Fuerza de recomendación escala SIGN 50</b>	<b>Valoración metodológica escala PEDro</b>
Comparison of the effects of an eight week push up program using stable versus unstable surfaces	Chulvi-Medrano I.; Martinez Ballester, E.; Masiá Tortosa, L. 2012	II b	B	6
Effect of Instability and Resistance on Unintentional Squat-Lifting Kinetics. Eric J. Drinkwater	Drinkwater, E.J.; Pritchett, e.J.; Behm, D.G. 2007	IIa	B	7
Comparison of Abdominal Muscle Activity During a Single-Legged Hold in the Hook-Lying Position on the Floor and on a Round Foam Roll	Kim, S.J.; Kwan, O.Y.; Yi, C.H. 2011	IIa	B	7
Both Stable and Labile Surfaces Abdominal Muscle Response During Curl-ups	Vera-García, F.J.; Grenier, S.G; McGill, S.M. 2000	IIa	B	6
Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability	Anderson, K.G; Bem, D.G. 2004	IIa	B	7
Muscle force and activation under stable and unstable conditions	Behm, D.G.; Anderson, K.G.; Curnew, R.S. 2002	IIa	B	6
Muscle Force Output and Electromyographic Activity in squats with various unstable surfaces	Saeterbakken, A.H.; Fimland, M.G. 2010	Ib	A	7
Shoulder muscle EMG activity during	Lehman, G.J.; McMillan, B.;	Ib	A	6

push up variations on and off a Swiss ball	McIntyre, I. et al. 2006			
Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface	Imai, A.; Kaneoke, K.; Okubo, Y. et al. 2010	IIa	B	6
Efectos de Diez Semanas de Entrenamiento para los Miembros Inferiores en una Superficie Inestable sobre los Marcadores del Rendimiento Atlético	Kraemer, W.J.; Cressey, E.M.; West, C.A. et al. 2007	III	B	6
Deadlift muscle force activation under stable and unstable conditions	Chulvi-Medrano, I.; Garcia-Massó, X.; Coledo, J.C. 2010	IIa	B	6
Eight weeks of instability resistance training effects on muscular outputs	Marinkovic, M.; Radonavonic, D.; Ignjatovic, A. 2011	IIa	B	6

En la Tabla 2 se detallan algunas características generales de los trabajos incluidos en la revisión sistemática.

**Tabla 2.**

Artículo	Autor y año	Tipo de estudio	Participantes	Publicación
Comparison of the effects of an eight week push up program using stable versus unstable surfaces	Chulvi-Medrano I.; Martinez Ballester, E.; Masiá Tortosa, L. 2012	Estudio cuasiexperimental con grupo aleatorizado.	30 hombres deportista (sin historial lesivo): -10 flexión tradicional -10 flexión en BOSU® -10 flexión en T-Bow®	The International Journal of Sports Physical Therapy. Vol. 7, nº 6, pág 586-594
Effect of	Drinkwater,	Estudiocruzadoa	14 hombres.	International Journal of

Instability and Resistance on Unintentional Squat-Lifting Kinetics. Eric J. Drinkwater	E.J.;Pritchett, e.J.; Behm, D.G. 2007	leatorizado		Sports Physical and Performance, 2, 400-413. Humans Kinetics, Inc.
Comparison of Abdominal Muscle Activity During a Single-Legged Hold in the Hook-Lying Position on the Floor and on a Round Foam Roll	Kim, S.J; Kwan, O.Y.; Yi, C.H. 2011	Estudiocruzadoaleatorizado	11 hombres y 8 mujeres. Sin historial lesivo.	JournalAthletic Training 2001:46 (4): 403-408
Both Stable and Labile Surfaces Abdominal Muscle Response During Curl-ups	Vera-García, F.J.; Grenier, S.G; McGill, S.M. 2000	Estudio cruzado	8 hombre sin lesión previa	Journal of the American Physical Therapy Assotiation. Vol. 8, nº 6, pág. 564-569
Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability	Anderson, K.G; Bem, D.G. 2004	Estudio de crucealeatorizado	10 hombres	Journal of strength and conditioning research. 18 (3): 637-640
Muscle force and activation under stable and unstable conditions	Behm, D.G.; Anderson, K.G.; Curnew, R.S. 2002	Estudiocruzado	8 hombres	Journal of Strenght and Conditioning. 16 (3), 416-422
Muscle Force Output and Electromyographic Activity in squats with various unstable surfaces	Saeterbakken, A.H.; Fimland, M.G. 2010	Estudio de crucealeatorizado	15 hombres sin lesion previa	Journal of Strenght and Conditioning. 27 (1), 130-136
Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball	Lehman, G.J.; McMillan, B.; McIntyre, I. et al. 2006	Estudio de crucealeatorizado	13 hombres sin lesión previa	Dynamic Mediciene. BioMed Central. 5:7 doi: 10.1186/1476-5918-5-7
Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface	Imai, A.; Kaneoke, K.; Okubo, Y. et al. 2010	Estudiocontrolado de laboratorio	9 hombres sin lesion previa	Journal of Orthopaedic& Sports Physical Therapy. Vol. 40, nº 6, Pág 369-375. Doi: 10.2519/josspot.2010.234
Efectos de Diez Semanas de Entrenamiento para los Miembros	Kraemer, W.J.; Cressey, E.M.; West, C.A. et al 2007	Estudio de casos y controles aleatorizado	<u>19 hombres (sin lesión previa):</u> -10 experimental -9 control	Original: Journal of Strenght and Conditioning. Res: 21 (2): 561567 Traducido: G-SE

				PubliCE Premium
Inferiores en una Superficie Inestable sobre los Marcadores del Rendimiento Atlético				
Deadlift muscle force activation under stable and unstable conditions	Chulvi-Medrano, I.; Garcia-Massó, X.; Coledo, J.C. 2010	Estudio cruzado	31 hombres sin lesión previa	Journal of Strenght and Conditioning. Res: 24 (10)/2713-2730
Eight weeks of instability resistance training effects on muscular outputs	Marinkovic, M.; Radonavonic, D.; Ignjatovic, A. 2011	Estudiocruzado	10 hombres sin lesion previa	Physical education and sport. 9 (3)/ 321-327 UDC: 796.015:012.11

La Tabla 3 muestra los resultados de cada uno de los trabajos seleccionados, así como los ejercicios utilizados para evaluar a los deportistas. Cabe destacar que solo un autor encontró mejora de potencia y fuerza en el entrenamiento inestable y fue con deportistas recién iniciados, en cambio, solo un autor no encontró mejora en la activación muscular.

**Tabla 3.**

Chulvi-Medrando et al (2012)	Drinkwater et al (2007)	Kim et al (2011)	Vera-García et al. (2004)	Anderson et al. (2004)	Behm et al (2002)
Flexiones en suelo, Bosu® (con el lado convexo hacia el suelo) y T-Bow®. 8 semanas/2días semana. Se analizaron los resultados individuales de cada uno y la desviación estándar: <b>resistencia</b> en suelo mejoró 4,78%, en BOSU® 14,37% y sobre el T-Bow® 13,49%; <b>fuerza</b> en suelo 0,49%, en BOSU® 4,97% y en T-Bow® 4,25%. No hubo una mejoría significativa ni en resistencia ni en fuerza comparando los grupos de diferentes superficies.	3 sets de 3 repeticiones de sentadillas sobre suelo, almohada de espuma y BOSU® a 10RM, 40% de 10RM y 20Kg. Resultados: al pasar de una base estable o poco inestable a una más inestable y cuanto mayor sea la carga, la pérdida de <b>potencia</b> se hace más evidente. La <b>fuerza</b> , al pasar de una base estable a una ligeramente inestable o muy inestable es muy probable que haya pérdida, mayor cuanto más carga. Al pasar de una base poco inestable a una muy inestable es muy poco probable que se aprecie una pérdida de <b>fuerza</b> . Muy probable notar descenso en <b>velocidad</b> cuanto mayor la inestabilidad	Elevación de pierna dominante sobre el suelo y sobre una almohada de espuma tres veces seguidas. Los resultados confirmaron mayor actividad de la <b>MVC</b> en superficie inestable: recto abdominal contralateral mejoró un 88% y el ipsilateral 108%, oblicuo externo contralateral 52% y el ipsilateral 97% y transverso y oblicuo interno contralateral 172% y el ipsilateral 119%.	Flexiones banco estable, tronco sobre un balón suizo, tronco sobre balón suizo con banco en pies y con tronco sobre plato de Bohler. Los abdominales sobre una base estable suponen nada más que 21% de <b>MVC</b> del recto abdominal. Los otros 3 ejercicios doblan casi la actividad muscular y el oblicuo externo la cuadruplico. En todos el recto abdominal estuvo más activo que los oblicuos, el oblicuo interno más que el externo (exceptuando el 2º ejercicio, pues hay mas inestabilidad y aparece co-contracción con el recto). La región superior del recto se activo más en el 4º ejercicio y la región inferior en el 2º.	Press de pecho en banco y balón suizo al máximo de la contracción isométrica, 75% de contracción isométrica y al 75% de 1RM. La <b>MVC</b> en isométrico en estabilidad superó la <b>fuerza</b> en inestable, siendo esta un 59,6% menor. La <b>activación muscular</b> no hubo cambio. Si varió en el tipo de contracción, el pectoral mayor 22,1% en excéntrico y 19,9% en isométrico, el deltoides 38,3% mayor en concéntrico y en tríceps no hubo variación.	Contracciones isométricas voluntarias de extensores de rodilla y flexores plantares sentados en banco o un balón suizo. 2-3 contracciones de cada grupo muscular. La <b>MVC</b> en situación inestable descendía un 70,5% en extensores y un 20,2% en flexores. En la extensión de rodilla sobre balón suizo el cuádriceps se activo un 44,3% menos, en cambio durante la flexión solo un 2,9%. La interacción agonista/antagonista los isquiotibiales incrementaron su activación en balón suizo un 30%, el cuádriceps decreció 11,3%; y flexores plantares redujeron 8,3%, el tibial anterior que incrementó 30%



Saeterbaken et al (2013)	Lehman (2006)	Imai et al. (2010)	Kraemer et al. (2007)	Chulvi-Medrano et al (2010)	Marinkovic et al. (2011)
<p>Sentadillas en suelo estable, BOSU®, tabla de Bohler y plato de Freeman. No hay gran diferencia de <b>activación muscular</b> entre las diferentes superficies, excepto recto femoral, mayor activación cuanto más estable y el soleo que su activación fue mayor sobre el BOSU®. La <b>fuerza</b>, en comparación con la superficie estable fue decreciendo de este modo: tabla de Bohler 93%, BOSU® 81% y tabla de Freeman 71%.</p>	<p>Flexiones con pies en un banco y sobre balón suizo, con las manos sobre banco y sobre balón suizo y flexiones plus con banco en las manos y balón suizo. Tríceps mejoró <b>activación</b> un 43% y 29,6% en flexiones plus con balón en las manos, con balón en los pies mejor resultado en base estable. Recto del abdomen mejoró con balón en mano en flexiones (22,6%) y flexiones plus (25,4%), sin cambios con balón en los pies. Oblicuo externo sin mejora en superficie estable ni inestable de flexiones, si en flexiones plus de inestable con 23,9%. Pectoral mayor sin cambios.</p>	<p>Puente codos-pies en el suelo o con brazos en balón suizo, puente lumbar en suelo o con BOSU®, mano-rodilla en suelo o sobre BOSU®, puente lateral en suelo o con BOSU® y abdominales en suelo o en BOSU®. Codos-pies en inestable el recto, oblicuo externo, erector espinal y transverso bilaterales los mejores resultados y multífido izquierdo. Mano-rodilla solo mejoraron oblicuo externo y recto bilateral, y el erector espinal ipsilateral. Puente lateral solo mejoró recto en inestabilidad. Abdominales mejoró oblicuo externo. Puente lumbar sin cambios.</p>	<p>Los deportistas continuaron con su entrenamiento tradicional. Grupo experimental se añadió DynaDisc® al entrenamiento de sobrecarga. Estocadas con mancuernas. <b>Potencia</b> en saltos con caída, en situación estable mejoró 3,2% y en inestable 0,8% y con salto en contramovimiento (estable 2,4% de mejora y 0% en inestabilidad). <b>Velocidad</b> solo mejoró en estable (redujeron un 3,9% el tiempo en 40 yardas y 7,6% en 10 yardas) frente a inestable (1,8% en 40 yardas y 4% en 10 yardas de reducción). La <b>agilidad</b> no hubo cambio.</p>	<p>Peso muerto sobre base estable, T-Bow® y BOSU® (parte convexa hacia arriba) de forma isométrica y dinámica La primera forma solo había una mejora significativa de <b>fuerza</b> realizándolo sobre la superficie estable respecto a los dos materiales inestables, lo mismo ocurre con la forma dinámica. En cuanto a la <b>activación muscular</b> de los multifidos torácico y lumbar y erectores espinal y torácico solo hubo una mejora en situación estable.</p>	<p>3-6 repeticiones de press banca con balón suizo en la cintura escapular y sentadillas sobre BOSU®. Con el press de banca <b>potencia</b> y <b>velocidad</b> se vieron mejoradas al realizarlas en inestabilidad (11,25% y 7,7% respectivamente), pero la <b>fuerza</b> y la <b>1RM</b> no obtuvieron un cambio significativo. En cuanto a las sentadillas, mejoraron la <b>potencia</b> y <b>1RM</b> (16,2% y 4,37% respectivamente) y la <b>fuerza</b> y la <b>velocidad</b> no obtuvieron resultados significativos.</p>

## DISCUSIÓN

Esta revisión sistemática se ha realizado con el propósito de verificar si el uso de bases inestable en entrenamientos deportivos es de utilidad para lograr un mayor rendimiento de los deportistas. Se han incluido en esta revisión sistemática doce estudios en total compartiendo todos ellos un mismo objetivo, analizar los resultados de la práctica deportiva sobre diferentes superficies inestables para valorar si el rendimiento final está favorecido con respecto a la práctica sobre una superficie estable, y dentro de la inestabilidad conocer cuál de todas ellas sería la más adecuada para ello.

En total se han incluido cinco análisis de ejercicios realizados sobre la extremidad inferior, cuatro sobre la extremidad superior y cuatro sobre el tronco. Casi en la mitad de ellos únicamente se ha realizado la comparativa entre la base inestable y la base estable<sup>2 14 17 21 22 24</sup>. Sin embargo, el resto de autores han incluido, a parte de la superficie estable, diferentes superficies inestables<sup>6 13 18 19 20 23</sup> o han cambiado la base de lugar<sup>6 23</sup> para ver los posibles diferentes efectos que pueden llegar a crear dependiendo de en qué lugar se cree la inestabilidad en un mismo ejercicio o como afecta una inestabilidad mayor o menor en el resultado final.

Como se puede comprobar anteriormente, los resultados son poco efectivos en cuanto al trabajo de fuerza en estas condiciones de inestabilidad<sup>17-21</sup>, ya que cuanto más inestabilidad exista menor producción de fuerza se conseguirá, por tanto, la potencia tampoco mejorará sus resultados. En cambio, la activación muscular se mantiene o incrementa y la de la musculatura antagonista se eleva a modo protector en la articulación involucrada<sup>22-25</sup>. En cuanto a la potencia, Marinkovic<sup>14</sup> es el único autor que destaca una mayor producción de ella junto con la fuerza.

Tras analizar todos los resultados que se han obtenido en las investigaciones incluidas aquí, los datos más efectivos a la hora de trabajar en inestabilidad son los de tronco

como medida preventiva de cara a evitar la lesión, sobre todo en zona lumbar<sup>22-25</sup> pero ello puede conllevar rigidez del tronco creando una disminución de la coordinación, algo totalmente contraproducente en el área deportiva<sup>24</sup>. En este sentido, Vera-García<sup>23</sup>, además, destaca un aumento de estrés en la columna vertebral, lo que puede causar lesiones en este nivel. En cuanto al resto de parámetros ningún resultado que han obtenido es totalmente efectivo o concluyente para programar entrenamientos como mejora de la fuerza o la velocidad, no por lo menos sobre bases con una inestabilidad demasiado elevada como puede ser el BOSU®, puesto que al ser necesario un control mayor de equilibrio no se pueden desarrollar ni la fuerza, ni la velocidad, ni la resistencia, ni la potencia. Según Chulvi-Medrano<sup>19</sup> la fuerza y la resistencia se mantienen comparando el ejercicio realizado sobre el suelo con las dos bases inestables, y quizás para entrenamientos adaptados y con el fin de no perder esos parámetros podrían ser adecuados<sup>21</sup>. Pero Lehman<sup>6</sup> advierte de que la posición de realización, el mismo ejercicio y la situación en la que se pongan las bases puede variar los resultados activándose diferentes zonas musculares, por tanto, con un solo estudio no se puede afirmar categóricamente que sea o no beneficioso el entrenamiento en estas circunstancias.

Chulvi-Medrano<sup>20</sup> se plantea si a la hora de realizar el ejercicio sobre una base ligeramente inestable o con una sola dirección de inestabilidad, como podría ser el T-Bow®, los efectos serían más positivos hacia las superficies inestables, ya que en su estudio detectaron una disminución tanto de fuerza como de la estimulación paravertebral con materiales inestables en las dos direcciones. Cabe destacar que los estudios se suelen realizar con superficies que conllevan una gran inestabilidad y la bibliografía encontrada con unas superficies menos inestables han sido en entrenamientos del equilibrio<sup>15</sup>. Otros autores además señalan<sup>1423</sup> que programar un

entrenamiento con una base ligeramente inestable y con una carga pequeña podría ser efectivo a la hora de mejorar el rendimiento deportivo. El primero<sup>14</sup> afirma que, trabajando con estas condiciones descritas anteriormente, un deportista sin experiencia previa en entrenamientos de resistencia puede mejorar al inicio del programa deportivo tanto la potencia como la fuerza.

Finalmente, Drinkwater<sup>24</sup> y Anderson<sup>21</sup> especifican que si los ejercicios se aplican con un inestabilidad propia que ocurra durante la práctica deportiva en la que se va a emplear el entrenamiento puede existir una mejora significativa, es decir, recrear las exigencias del deporte en su terreno de juego para trabajar y mejorar la producción de la fuerza, la potencia y la velocidad.

Por su parte, Anderson<sup>21</sup> y Vera-García<sup>23</sup> explican que al haber encontrado solo la mejora en la activación de los músculos estabilizadores de la articulación implicada en el ejercicio, Anderson<sup>21</sup> especifica aún más diciendo que existe una activación mayor de los estabilizadores globales que de los locales, pudiendo ser utilizadas estas condiciones de inestabilidad con un programa de ejercicios adecuado, para no aumentar en exceso el estrés de la articulación, en el ámbito de la rehabilitación.

Por todo ello, se puede deducir que en el ámbito del deporte profesional o con gente activa deportivamente, un programa de entrenamiento sobre una superficie inestable no supone una gran ayuda a la hora de mejorar ni su rendimiento físico ni la práctica deportiva, a no ser que la inestabilidad que se le provoque al realizar los ejercicios llegue a recrear una situación probable que pueda surgir durante la práctica del deporte, como explica Behm<sup>5</sup>. No en cambio, en gente recién iniciada en el entrenamiento deportivo, puede servirle a modo de mejorar su rendimiento de una forma más rápida y eficaz que sobre una superficie estable, por no hablar de la mejora en cuanto a la estabilidad, sin llegar a causar la rigidez de la que habla Chulvi-Medrano<sup>20</sup>.

Está claro, que los resultados más concluyentes son el uso de la inestabilidad a la hora de la rehabilitación. Al existir, sobre todo, una demanda mayor de los músculos antagonistas, creará en la articulación implicada en la musculatura trabajada una mayor estabilidad y mejorará la propiocepción evitando un mayor número de lesiones posteriores<sup>18 21 22</sup>.

Sin embargo, el equilibrio también es un parámetro que se puede entrenar, como confirma Emery<sup>15</sup>, quien obtuvo una mejora tanto en equilibrio estático como en dinámico. Sin embargo, los estudios incluidos en esta revisión se han realizado en intervenciones de periodos cortos de tiempo (incluso de una única sesión), sin existir la posibilidad de mejorarlo. Por lo que no se puede concluir que a largo plazo, con una mayor estabilidad sobre estas bases inestables, aunque sea ligera, las mejoras no sean más significativas o mejores que trabajando en zonas estables<sup>6 15</sup>.

En cuanto a los sujetos que han sido seleccionados para hacer los estudios, cabe destacar que en todos ellos solo se han realizado con hombres, exceptuando uno de ellos<sup>22</sup>. En esta revisión sistemática se ha acotado la edad pensando en deportistas tanto de nivel amateur como profesional, y a nivel profesional los deportistas son jóvenes o adultos de mediana edad. Aun así, el resto de bibliografía encontrada dirigida a gente de mayor edad o con una media de edad más amplia estaba dirigida de forma preventiva o rehabilitadora. Sin embargo, cada vez son más las personas interesadas que practican deporte de forma amateur y con una edad más avanzada, y por ello se debería realizar algún estudio con unos criterios un poco más amplios en cuanto a la selección de sujetos, abarcando una población un poco más grande y pudiendo cubrir todos los sectores de edad y sexo.

Finalmente, los ensayos han sido realizados con gente deportista, pero el único artículo centrado en un deporte concreto ha sido el de Kraemer<sup>2</sup> con jugadores de fútbol

americano. Cada disciplina difiere mucho de las otras en cuanto a ejercicios de entrenamiento, musculatura implicada en la práctica, superficie de terreno de juego... Quizás se deberían centrar algunos ensayos en algún deporte concreto teniendo en cuenta todas las variables que se puede encontrar un deportista a la hora tanto de entrenar como de jugar para, así, poder valorar que tipo de inestabilidad es la más adecuada, que tipo de ejercicio conviene realizar sobre que superficie y, en caso de obtener un resultado positivo, qué parámetros se pueden mejorar en estas nuevas condiciones de inestabilidad: fuerza, potencia, velocidad, resistencia.

### **Glosario:**

**MVC:** Contracción máxima voluntaria

**1RM:** 1 repetición de la repetición máxima

### **Agradecimientos:**

A David Casamichana, director de este trabajo y a Ana Aranguren, Javier Bustamante y Sergio López por haberme ayudado durante estos años.

## REFERENCIAS :

1. Wagner H, Blickhan R, Stabilizing Function of Skeletal Muscles: an Analytical Investigation. *J. theor. Biol.* 1999 199, 163 } 179n°. *Jtbi.* 1999.0949, Se puede encontrar en: <http://e.guigon.free.fr/rsc/article/WagnerBlickhan99.pdf>
2. Kraemer WJ, Cressey EM, West CA, Tiberio DP, Maresh CM. Efectos de Diez Semanas de Entrenamiento para los Miembros Inferiores en una Superficie Inestable sobre los Marcadores del Rendimiento Atlético. *Journal of Strength and Conditioning.* 2007. Res: 21 (2): 561-567. Se puede encontrar en: <http://gse.com/es/biomecanica/articulos/efectos-de-diez-semanas-de-entrenamiento-para-los-miembros-inferiores-en-una-superficie-inestable-sobre-los-marcadores-del-rendimiento-atletico-883>
3. Norwood J, Anderson GS, Gaetz M, Twist P, Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *Journal of strength and conditioning research*, 2007; 21(2), 000-000
4. Park SY, Yoo WG, Kwon H, Kim DH, Lee SE, Park MJ, Scapulothoracic Muscle Activation on Stable and Unstable Support Surfaces. *International journal of Athletic Therapy & training.* 2013. 18(1), pp. 25-29. Se puede encontrar en: <http://research.cgu.edu.tw/ezfiles/14/1014/img/651/99073P.pdf>
5. Behm DG, Anderson KG, The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, 20(3), 716–722. Se puede encontrar en: [http://www.researchgate.net/publication/6850677\\_The\\_role\\_of\\_instability\\_with\\_resistance\\_training](http://www.researchgate.net/publication/6850677_The_role_of_instability_with_resistance_training)
6. Lehman GJ, McMillan B, McIntyre I, Chivers M, Flutter M. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dynamic*

- Medicine. BioMed Central. 2006. 5:7 doi: 10.1186/1476-5918-5-7. Se puede encontrar en: <http://www.dynamic-med.com/content/pdf/1476-5918-5-7.pdf>
7. Anderson KG, Behm DG, Trunk Muscle Activity Increases With Unstable Squat Movement. Canadian Society for Exercise Physiology. 2005. 30(1): 33-45
  8. Behm DG, St-Pierre DMM, Fatigue Mechanisms in Trained and Untrained Plantar Flexors. Journal of Strength and Conditioning Research: 12(3): 166-172, 1998
  9. Andersen JL, Aagaard P, Myosin heavy chain IIx overshoot in human skeletal muscle. Muscle and nerve, 2000; 23: 195-1104
  10. Zaras K, Spengos K, Methenitis S, Papadopoulos C, Karapatsos G, Georgiadis G, et al. Effects of Strength vs. Ballistic-Power Training on Throwing Performance. Journal of Sports Science and Medicine 2013 12, 130-137. Se puede encontrar en: <http://www.jssm.org/vol12/n1/18/v12n1-18text.php>
  11. Tan B, manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. Journal of strength and conditioning research 1999 13 (3): 289-304
  12. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU, Developing maximal neuromuscular power. Part 2-Training consideration for improving maximal power production. Sports Med 2011; 41 (2): 125-146
  13. Drinkwater EJ, Pritchett EJ, Behm DG, Effect of Instability and Resistance on Unintentional Squat-Lifting Kinetics. International Journal of Sports Physical and Performance, 2007. 2, 400-413. Humans Kinetics, Inc. Se puede encontrar en: <http://regioncore.webcindario.com/efectobosu.pdf>
  14. Marinkovic M, Radonavic D, Ignjatovic A, Eight weeks of instability



- resistance training effects on muscular outputs. *Physical education and sport*. 2011. 9 (3)/ 321-327 UDC: 796.015:012.11. Se puede encontrar en: <http://sjss-sportsacademy.edu.rs/archive/details/effects-of-8-week-instability-resistance-training-on-maximal-strength-in-inexperienced-young-individuals-334.html>
15. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuck RJ, Rowe BH, effectiveness of a home-based sports – related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized control trial. *CMAJ* 2005; 172 (6)
16. Newton RB, Kraemer WJ, Häkkinen K, Humphires BJ, Murphy AJ, Kinematics, kinetics and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of applied biomechanics* 1996 ; 12:13-43
17. Behm DG, Anderson KG, Curnew RS, Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning*. 2002. 16 (3), 416-422
18. Saeterbakken AH, Fimland MG, Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning*. 2013. 27 (1), 130-136
19. Chulvi-Medrano I, Martinez Ballester E, Masiá Tortosa L, Comparison of the effects of an eight week push up program using stable versus unstable surfaces. 2012. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol. 7, nº 6, pág 586-594. Se puede encontrar en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3537455/>
20. Chulvi- Medrano I, Garcia-Massó X, Coledo JC, Deadlift muscle force activation under stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning*. 2010. Res: 24 (10)/2713-2730. Se puede encontrar en: [http://www.motricidadhumana.com/deadlift\\_stable\\_unstable\\_Bratislava\\_Congres](http://www.motricidadhumana.com/deadlift_stable_unstable_Bratislava_Congres)

s\_Chulvi\_Psalman\_Ribera\_nov\_2010.pdf

21. Anderson KG, Bem DG, Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *Journal of strength and conditioning research*. 2004. 18 (3): 637-640. Se puede encontrar en:  
[http://www.researchgate.net/publication/8390730\\_Maintenance\\_of\\_EMG\\_activity\\_and\\_loss\\_of\\_force\\_output\\_with\\_instability](http://www.researchgate.net/publication/8390730_Maintenance_of_EMG_activity_and_loss_of_force_output_with_instability)
22. Kim SJ, Kwan OY, Yi CH, Comparison of Abdominal Muscle Activity During a Single-Legged Hold in the Hook-Lying Position on the Floor and on a Round Foam Roll. *Journal Athletic Training* 2011. 46 (4): 403-408. Se puede encontrar en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3419152/>
23. Vera-García FJ, Grenier SG, McGill SM, Both Stable and Labile Surfaces Abdominal Muscle Response During Curl-ups. *Physical Therapy Assotiation*. 2000. Vol. 8, nº 6, pág. 564-569. Se puede encontrar en:  
<http://physicaltherapyjournal.com/content/80/6/564.full>
24. Imai A, Kaneoke K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2010. Vol. 40, nº 6, Pág 369-375. Doi: 10.2519/jospt.2010.234. Se puede encontrar en:  
<http://www.kinex.cl/casosClinicos/Tobillo-Pie/Superficie%20estable%20vs%20inestable.pdf>