

# TRABAJO FIN DE GRADO

## *“ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA DEL TRONCO EN RENDIMIENTO DEPORTIVO”*

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



Ismael García Martínez

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad Miguel Hernández

Curso 2014-2015

Francisco David Barbado Murillo





# ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>PÁG. 5</b>
<b>2. MÉTODO .....</b>	<b>PÁG. 7</b>
2.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA .....	PÁG. 7
2.2. PUNTUACIÓN PEDro .....	PÁG. 7
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>PÁG. 8</b>
<b>4. ARTÍCULOS .....</b>	<b>PÁG. 9</b>
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>PÁG. 11</b>
5.1. DEPORTE CÍCLICO VS ACÍCLICO .....	PÁG. 11
5.2. EJERCICIOS ESPECÍFICOS VS CONVENCIONALES .....	PÁG. 12
5.3. EJERCICIOS SOBRE BASE ESTABLE VS INESTABLE.....	PÁG. 14
<b>6. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>PÁG. 16</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>PÁG. 17</b>
<b>8. ANEXO .....</b>	<b>PÁG. 19</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la élite del mundo deportivo se mueve en unos valores ínfimos (salvando las distancias entre modalidades), por lo que el éxito viene determinado por la capacidad de “hilar fino”. Los ejercicios para el desarrollo de la musculatura del tronco son elementos habituales de los programas de entrenamiento deportivo y se utilizan principalmente con el propósito de prevenir lesiones y mejorar el rendimiento de los deportistas (Borghuis, Hof, & Lemmink, 2008; Reed, Ford, Myer, & Hewett, 2012).

En particular, en la última década ha incrementado el interés de los entrenadores, preparadores físicos y rehabilitadores por la utilización de ejercicios para la mejora de la estabilidad del tronco, conocida en ámbitos del entrenamiento y la medicina deportiva como estabilidad de la zona central o estabilidad del core (Borghuis, et al., 2008; Kibler, Press, & Sciascia, 2006; Reed, et al., 2012).

Autores como Kibler et al. (2006) han manifestado que el desarrollo de la estabilidad del core puede ayudar a la mejora del rendimiento deportivo, ya que este es el centro de las cadenas cinéticas que participan en numerosas acciones deportivas, facilitando la transmisión de las fuerzas generadas por los miembros inferiores hacia los miembros superiores y viceversa (Borghuis, et al., 2008; Kibler, et al., 2006). Otros autores también consideran que la estabilidad central es un componente clave del entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo (Jeffreys, 2002; Leetun, Ireland, Willson, Ballantyne, & Davis, 2004; McGill, 2001). En referencia a esta idea, se ha sugerido que la debilidad del core podría interrumpir la transferencia de fuerzas entre extremidades, resultando en una reducción del rendimiento (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2012). Sin embargo, no existen evidencias suficientes que nos permitan conocer en qué medida el entrenamiento del core está relacionado con un mayor rendimiento en el deporte (Reed, et al., 2012).

Antes de nada, deben quedar claro los términos, el core abarca tanto estructuras pasivas como activas, incluyendo los huesos, musculatura y ligamentos de la columna lumbar, pelvis y cadera (Wilson, Dougherty, Ireland, & Davis, 2005; Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007; Mendiguchia, Ford, Quatman, Alentorn-Geli, & Hewett, 2011; Willardson, 2007).

La fuerza del core puede ser definida como la capacidad de los músculos del core para generar y mantener una fuerza (Zazulak, et al., 2007; Mendiguchia, et al., 2011).

La estabilidad del core se puede definir como la capacidad de los estabilizadores de la región lumbopélvica, tanto activos como pasivos, para mantener el tronco, la postura de la cadera, el equilibrio y el control durante un movimiento tanto dinámico como estático (Zazulak, et al., 2007; Mendiguchia, et al., 2011).

En relación al rendimiento deportivo, la estabilidad del core ha sido definida como la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis y las piernas para permitir la óptima producción, transferencia y el control de la fuerza y de movimiento para los segmentos distales en actividades que integran una cadena cinética (Kibler, et al., 2006).

Teniendo en cuenta estas afirmaciones, el core es considerado como un objetivo del entrenamiento para el desarrollo del rendimiento. Pero realmente poco se sabe todavía acerca de los efectos directos del aumento de la fuerza y estabilidad del core sobre el rendimiento deportivo (Willardson, 2007; Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008).

Por lo que, teóricamente, un core fuerte podría facilitar la transmisión de potencia requerida en multitud de especialidades deportivas que requieren acciones de lanzamiento, salto, carrera, levantamiento y lucha-contacto.

Cabe destacar que es difícil diferenciar y establecer un límite entre qué ejercicios están dirigidos hacia el entrenamiento de la estabilidad y cuáles hacia el fortalecimiento del core (Reed, et al., 2012). Más difícil es aún la estandarización de técnicas y test para la evaluación de las mejoras en el core (Kibler, et al., 2006). Más adelante, tras seleccionar varios artículos, realizaremos una discusión acerca de este complejo tema.

Por tanto, el objetivo general de esta revisión, es clarificar si el entrenamiento del core mejora el rendimiento deportivo, así como qué diferencia en cuanto a la mejora del el rendimiento existe entre dirigir el entrenamiento hacia la estabilidad del tronco o hacia el fortalecimiento (fuerza y/o resistencia) del mismo.

Específicamente, esta revisión analizará estudios experimentales para saber qué diferencias se encuentran tras un programa de entrenamiento del core. Dentro de los estudios experimentales se ha realizado una selección de aquellos que tenían un programa de ejercicios que permitían identificar el efecto debido al programa de entrenamiento del core.



## 2. MÉTODO

### 2.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para realizar esta revisión bibliográfica sobre entrenamiento de la musculatura del tronco en rendimiento deportivo, se utilizó un enfoque sistemático en el que la base de datos electrónica empleada fue PUBMED (18/02/2015 – 05/03/2015) a través de términos como "core training" OR "core stability" OR "trunk stability" OR "core strength" OR "trunk stabilization" performance.

Se excluyeron aquellos estudios que no estaban relacionados con el rendimiento deportivo, sino que trataban sobre aspectos de salud y/o rehabilitación. Estos términos de búsqueda generales dieron lugar a varios estudios que estaban relacionados con el rendimiento pero a nivel funcional (referido a tareas cotidianas realizadas por personas mayores), por lo que también fueron excluidos.

También se descartaron artículos en los que solo estaba disponible el abstract, junto con varias revisiones.

Los criterios para la inclusión de los artículos fueron, en primer lugar, el carácter experimental del estudio, el cual debía estar escrito en lengua inglesa, así como la relación directa entre un entrenamiento del core con el rendimiento deportivo, indistintamente de la modalidad. Varios de los estudios identificados fueron excluidos porque no realizan una intervención dirigida (no experimentales), a pesar de tener medidas de resultado en el ámbito del rendimiento deportivo. Otro de los criterios a tener en cuenta, fue la edad de los sujetos que realizaban el estudio, la cual se establece por encima de los 15 y por debajo de los 50 años, presuponiendo que en esa franja de edad se desarrolla deportiva de cualquier sujeto.

Por último, también se incluyeron aquellos estudios en los que, el programa de ejercicios realizados permitía identificar el efecto de los programas de entrenamiento dirigidos al core. Es decir, que el motivo de las mejoras del programa de ejercicios se debía única y exclusivamente a una tipología de entrenamiento.

### 2.2. PUNTUACIÓN PEDro

A los estudios seleccionados se les asignó una puntuación utilizando la escala Physical Therapy Evidence Database (PEDro) (Centre for Evidence-Base Physiotherapy, The George Institute for Global Health, University of Sydney, NSW, Australia).

Las puntuaciones se asignan en relación al cumplimiento de 11 criterios diseñados para evaluar la variabilidad interna y externa de un ensayo. Los puntos se otorgan cuando un estudio cumple claramente los criterios, en una lectura literal del estudio. Una segunda puntuación confirma las ambigüedades. Las puntuaciones se presentan como un número bruto de un posible total de 11. Un ejemplo de este instrumento (escala PEDro) se puede observar en el Anexo.

### 3. RESULTADOS

De los 136 artículos encontrados en la primera búsqueda, solo 36 de ellos cumplían el criterio de ser experimentales, por lo que 100 de ellos fueron excluidos al tratarse tanto de revisiones como de estudios en los que no hay una manipulación artificial del factor. De esos 36 artículos fueron excluidos 15, ya que según el criterio de selección, el objeto de estudio que debían perseguir era el rendimiento deportivo, y estos no lo cumplían. Por consiguiente, seleccionamos 21 artículos, de los cuales 3 fueron desechados, ya que dos estaban orientados a la rehabilitación de lesiones de isquiosurales y el otro proponía un programa de prevención en jugadores de fútbol.

En consecuencia, el número de estudios se redujo a 18. Pero, según el criterio de edad anteriormente comentado, se descartaron 3 de ellos y el número de artículos disminuyó hasta los 15.

Por último, otro de los criterios de selección es el de “efecto aislado”, por lo que se descartaron 7 de los 15 artículos. Los 8 artículos finales son los que cumplen todos los criterios establecidos y de los que posteriormente realizaremos un análisis intra e inter-estudio, discutiendo todos los resultados obtenidos.

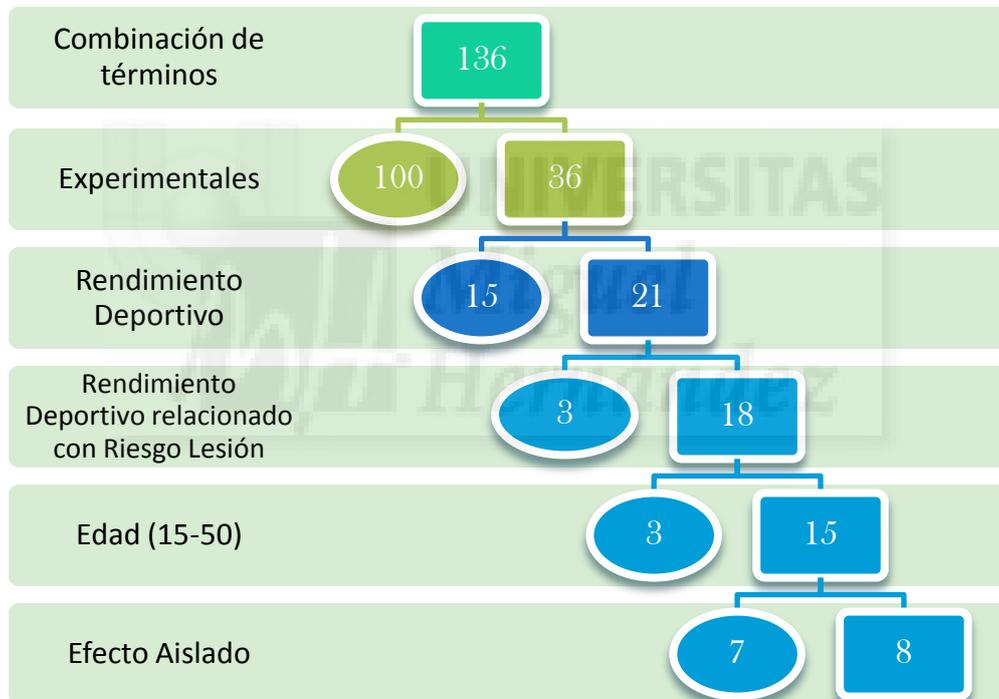


Figura 1. Resultados de la búsqueda de artículos. Se realizó en la bases de datos PUBMED y según términos, se encontraron 136 resultados. Los estudios fueron evaluados según título y resumen para su inclusión. Solo 15 de ellos cumplieron los criterios establecidos. Este número se redujo a 8 artículos según el criterio de efecto aislado. Los números en círculos representan la cantidad de estudios excluidos en cada etapa, según el criterio correspondiente.

Los artículos están realizados por una población físicamente activa de distintas modalidades deportivas, con sujetos de edad y sexo variado. El periodo en el que se lleva a cabo la intervención oscila entre las 6 y las 12 semanas.

A continuación, se presenta una tabla (Tabla 1) con los 8 artículos seleccionados para la discusión del problema en cuestión. Los artículos se distribuyen de forma descendente en la primera columna, siendo el primero la publicación más antigua y el último la publicación más reciente. El promedio de los 8 artículos seleccionados en la puntuación PEDro es de 5. En la Tabla 1, se encuentra un resumen de estos artículos junto con su puntuación PEDro.

#### 4. ARTÍCULOS

AUTORES Y AÑO	TÍTULO	POBLACIÓN	Nº SUJETOS	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	PEDro
(Stanton. et al., 2004)	The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy.	Jugadores de fútbol y baloncesto masculino (15 años)	18	6 semanas (2d/s) Evaluación: estabilidad del core, VO2máx. y economía de carrera. GE: 6 ejercicios con fitball GC	Mejoró la estabilidad del core, pero ningún parámetro relacionado con la economía carrera ni VO2 máx.	2
(Butcher. et al., 2007)	The effect of trunk stability training on vertical takeoff velocity.	Atletas de diversos deportes (21 - 24 años)	55	9 semanas (3d/s) Evaluación: DSLL, leg press y salto vertical. 4 Grupos: GC, EFTI, EET y ECFE (EET + EFTI)	Diferencia significativa entre EET y GC a la 3ª semana. Diferencia significativa entre cada uno de los 3 grupos y el control a las 9 semanas.	7
(Sato. et al., 2009)	Does core strength training influence kinetic efficiency, lower extremity stability, and 5000m performance in runners?	Atletas de 5000m (36 años)	28	6 semanas (4d/s) Evaluación: parámetros cinemáticos, equilibrio del tren inferior y tiempo de carrera 5000m. GE: 5 ejercicios con fitball GC	Mejoras en el tiempo de carrera 5000m y equilibrio.	5
(Saeterbakken. et al., 2011)	Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players.	Jugadoras de balonmano femenino (16 años)	24	6 semanas (2d/s) Evaluación: lanzamiento a portería. GE: 6 ejercicios con bosu y correas de suspensión GC	No diferencia entre GE y GC en la prueba previa. Aumento significativo de velocidad de lanzamiento en GE.	6

(Romero-Franco. et al., 2012)	Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters.	Velocistas masculinos (21 años)	33	6 semanas (3d/s) Evaluación: estabilidad con OA y OC, estabilidad postural y control del centro de gravedad. GE: 5 ejercicios con fitball y bosu GC	Mejora la estabilidad del core y el control del centro de gravedad.	4
(Weston. et al., 2013)	The effect of isolated core training on selected measures of golf swing performance.	Golfistas masculinos (47 años) Handicap 11	36	8 semanas Evaluación: club-head speed, backspin, sidespin, y resistencia del core GE: 8 ejercicios GC	Efecto beneficioso sobre el club-head speed. Una reducción de la variabilidad en club-head speed y backspin y aumento de la consistencia del swing.	6
(Imai. et al., 2014)	Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players	Jugadores de fútbol (16 años)	19	12 semanas (3d/s) Evaluación: equilibrio dinámico y estático, test de Cooper, test de agilidad, sprint, salto vertical y salto rebotado. EE: plancha frontal y lateral, cuadrúpeda puente, etc. EC: encorvamiento de tronco, extensión de espalda, etc.	EE son eficaces para mejorar el equilibrio estático y dinámico, el test de Cooper, y el salto rebotado. Ambos grupos mejoraron el sprint y el salto vertical.	6
(Weston. et al., 2015)	Isolated Core Training Improves Sprint Performance in National-Level Junior Swimmers	Nadadores juveniles nivel nacional (16 años)	20	12 semanas (3d/s) Evaluación: tiempo de 50m crawl GE: 6 ejercicios GC	Mejoras en pruebas de natación de 50 metros.	4

Abreviaciones: \*d/s: días/semana \*GC: Grupo Control \*GE: Grupo Experimental \*DSSL: Modified Double Straight Leg-Lowering Test \*EFTI: Entrenamiento de Fuerza del Tren Inferior \*EET: Entrenamiento de la Estabilidad del Tronco \*ECEFE: Entrenamiento Combinado de Fuerza y Estabilidad \*EE: Ejercicios de Estabilización \*EC: Ejercicios Convencionales \*OA: Ojos Abiertos \*OC: Ojos Cerrados

Tabla 1. Resumen de los 8 artículos seleccionados sobre el entrenamiento del tronco en rendimiento deportivo. Los artículos se distribuyen de forma descendente en la primera columna, siendo el primero la publicación más antigua y el último la publicación más reciente. A lo largo de la fila, el estudio se desglosa en: tipo de población y nº de sujetos, las características de la intervención y sus respectivos resultados. En la última columna encontramos las respectivas puntuaciones PEDro.

## 5. DISCUSIÓN

El entrenamiento del core es un tema muy controvertido dentro del alto rendimiento, ya que varios autores sugieren que no hay evidencias significativas para apoyar este entrenamiento dentro del mundo deportivo. Sin embargo, hay otros estudios que están a favor, debido a que produce mejoras en el rendimiento, como es el estudio de Saeterbakken, Van den Tillaar, y Seiler, (2011) y Romero-Franco, Martínez López, Lomas-Vega, Hita-Contreras, y Martínez-Amat, (2012).

A continuación, discutiremos los resultados de los 8 estudios seleccionados. Se trata de estudios que presentan una amplia gama de modalidades (desde deportes individuales y colectivos, hasta deportes cíclicos y acíclicos, y programas de ejercicios realizados sobre base estable e inestable) en las que predominan los sujetos iguales o menores a 20 años.

### 5.1. DEPORTE CÍCLICO VS ACÍCLICO

Los estudios realizados por Sato, y Mokha, (2009) y Romero-Franco et al. (2012), analizaron sujetos en deporte individual y cíclico, en este caso eran atletas de 5000m y 100m, 200m, 400m, 110 y 400 obstáculos respectivamente. Ambos hicieron una intervención de 6 semanas de duración con un grupo control y otro experimental.

En el estudio de Sato et al. (2009), el grupo experimental realizó un programa de ejercicios del core (encorvamiento del tronco, extensión lumbar, puente, russian twist, etc.) con implementos de inestabilidad como fitball. Se produjeron mejoras en el equilibrio y en el tiempo de carrera (5000m). Mientras que en el estudio de Romero-Franco et al. (2012), el grupo experimental realizó un programa de 5 ejercicios específicos de propiocepción y estabilidad sobre base inestable como fitball y bosu. Los resultados fueron positivos, se encontró una mejora ligera en la estabilidad del core y algunos parámetros dinámicos, como el control del centro de gravedad.

En la misma línea, Weston, Hibbs, Thompson, y Spears, (2015), realizaron un estudio durante 12 semanas en nadadores juniors de nivel nacional, a través de un grupo control y un grupo experimental. El grupo experimental llevó a cabo un programa de ejercicios de planchas, perro de muestra, sentadilla, etc. Y se mostraron mejoras en los tiempos de la prueba de 50m en natación.

La mejoría en el rendimiento se observó en los tres estudios mencionados. La mejora en el estudio de Weston et al. (2015) se puede atribuir a varias hipótesis. En primer lugar, el periodo de intervención del estudio fue de 12 semanas, esto significa el doble de tiempo que el realizado en los estudios anteriores de Sato et al. (2009) y Romero-Franco et al. (2012), por lo que, los sujetos tuvieron más tiempo para mejorar. Por otro lado, esta mejora se pudo deber a que los sujetos del estudio de Weston et al. (2015), son niños de 16 años que apenas han tenido formación en el entrenamiento tanto específico de la modalidad como en este caso del core, por lo cual, cualquier mínimo entrenamiento del core producirá unas buenas mejoras, como en este caso, la reducción del tiempo de la prueba.

Las mejoras en el estudio de Sato et al. (2009) vienen matizadas por el hecho de que existían diferencias significativas en el tiempo de carrera (5000m) previo entre el grupo control y el experimental (con peores registros iniciales), que por lo tanto tenía mayor margen de mejora en el test de carrera.

Teniendo en cuenta la limitación anterior en los resultados de Sato et al. (2009), otra de las hipótesis es que, en los estudios de Sato et al. (2009) y Romero-Franco et al. (2012), realizados con atletas, un entrenamiento del core mejorará la estabilidad pero no producirá mejoras a nivel general en el rendimiento del deportista, ya que estas modalidades están más marcadas por aspectos fisiológicos del entrenamiento.

Mientras que en el estudio de Weston et al. (2015), llevado a cabo con nadadores, en el gesto técnico se producen rolidos constantes y no se debe perder la linealidad del cuerpo ya que eso incide en la pérdida de velocidad de desplazamiento. Por lo que, un entrenamiento del core puede ser muy beneficioso para mantener el gesto del rolido lo más estable posible y hacer que el cuerpo mantenga un perfil constante en el agua.

En cuanto a una intervención en deporte colectivo y acíclico, encontramos los estudios realizados por Stanton, Reaburn, y Humphries, (2004) y Saeterbakken, Van den Tillaar, y Seiler, (2011), en los que se realizaba una intervención de 6 semanas, con un grupo control y otro experimental.

El estudio de Stanton et al. (2004), se realizó con jugadores de baloncesto y fútbol en el que, el grupo experimental ejecutó una serie de ejercicios (lunge, superman, puente, russian twist, etc.) bajo una superficie inestable como el fitball. Se observaron mejoras significativas de la estabilidad central y del tiempo hasta la fatiga (medida mediante el test de estabilización prona sobre fitball). No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la economía de carrera a velocidades submáximas (medida en VO<sub>2</sub> máx.). La falta de mejora en el rendimiento pudo ser debido a que estas variables están más influenciadas por el entrenamiento específico de resistencia.

Mientras, Saeterbakken et al. (2011), en su estudio realizado en jugadoras de balonmano, el grupo experimental llevó a cabo una serie de ejercicios (encorvamiento del tronco, superman, sentadilla a una pierna, flexiones, etc.) mediante implementos de inestabilidad como correas de suspensión y bosu. Se encontraron mejoras en la velocidad de lanzamiento. Esto pudo ser debido a que el lanzamiento se produce gracias al control y transmisión de impulsos desde el tren inferior al superior y esto es gracias al nexo de unión como es el core.

No obstante, se podría pensar que el entrenamiento del core se puede llevar a cabo con garantías de mejora en el rendimiento en modalidades donde las cadenas cinéticas tengan una alta influencia, generalmente se trata de deportes acíclicos. Mientras que en deportes cíclicos de larga duración como por ejemplo el atletismo, la mejora del rendimiento viene determinada por adaptaciones fisiológicas y enzimáticas, y apenas por el entrenamiento del core.

## 5.2. EJERCICIOS ESPECÍFICOS VS CONVENCIONALES

En la mayoría de los estudios seleccionados se utilizó un tipo de intervención en los que el grupo experimental ejecutaba una serie de ejercicios convencionales y generalizados (como por ejemplo; la plancha frontal y lateral, el puente, etc.), sin tener en cuenta la especificidad de la modalidad deportiva.

Se podría pensar que el tipo de ejercicios convencionales y generalizados como las planchas, tanto frontales como laterales, el puente, el perro de muestra, etc. pueden tener beneficios y mejoras al realizarlos por primera vez y durante las primeras semanas, pero tras ese periodo de adaptación podría ser que, en vez de tener un carácter de estabilidad, fuera más enfocado a la resistencia.

En el estudio de Weston et al. (2015), el grupo experimental llevó a cabo este tipo de ejercicios (planchas tanto frontales como laterales, el puente, el perro de muestra, sentadilla, russian twist etc) a lo largo de 12 semanas, enfocado a nadadores en la prueba de 50 metros. Teniendo en cuenta la idea anterior, no tendría ninguna trascendencia llegar a realizar ejercicios de plancha durante 2 minutos a las 12 semanas de intervención, si la prueba consiste en realizar un prueba de 50 metros que tiene un carácter nulo en resistencia.

Sin embargo, se produjeron mejoras en los tiempos de 50 metros. Esto se podría explicar por el simple hecho de que los sujetos tenían 16 años, por lo que poseían una baja experiencia en entrenamiento del core y cualquier tipo de ejercicio, aunque no tenga el mismo componente (fuerza, estabilidad y/o resistencia) que su modalidad, producirá mejoras significativas.

Apoyando esta idea, también se encontró el estudio realizado por Weston, Coleman, y Spears, (2013) en sujetos golfistas a lo largo de 8 semanas. El grupo experimental realizó el mismo tipo de ejercicios (plancha frontal y lateral, puente, superman, sentadilla, lunge). Se podría pensar que no tiene ninguna especificidad, ya que la tarea de los golfistas consiste en realizar un golpeo transfiriendo a la bola la mayor fuerza posible, a través de una cadena cinética. Este movimiento nada tiene que ver con la capacidad de resistencia, por lo que los ejercicios de la intervención no tenían especificidad alguna. Sin embargo, los sujetos del estudio de 47 años, mostraron mejoras sobre el club-head speed, una reducción de la variabilidad en club-head seep y backspin, así como un aumento de la consistencia del swing. Dado que la investigación del entrenamiento del core sobre el rendimiento es reciente, sumado a la edad avanzada de los sujetos, las mejoras se pueden explicar porque estos nunca han realizado un entrenamiento del core en su carrera deportiva.

Por el contrario, se encontró un estudio con un programa de ejercicios específicos de la modalidad (Romero-Franco, et al., 2012), en el que los sujetos son sprinters de 100m, 200m, 400m; 110 y 400 obstáculos, con los que se realizó un entrenamiento del core, comprometiendo la estabilidad a través de 5 ejercicios específicos de propiocepción y estabilidad sobre base inestable como fitball y bosu. Se aumentó la dificultad de los ejercicios, se realizó el mismo gesto técnico pero comprometiendo la estabilidad, incorporando lastres tanto en los tobillos como en las muñecas. Los resultados fueron positivos, se mejoraba ligeramente la estabilidad del core y algunos parámetros dinámicos, como el control del centro de gravedad.

En la misma línea, en el estudio de Saeterbakken et al. (2011) con jugadoras de balonmano, el tipo de ejercicios que llevó a cabo el grupo experimental (encorvamiento del tronco, superman, sentadilla a una pierna, flexiones, etc.), estuvo enfocado a la estabilidad del core, con un componente específico y estableciendo una progresión en la dificultad de mantener estable la zona abdominal, a través del aumento del brazo de resistencia, disminuyendo los apoyos, incluso con la utilización de un bosu y correas colgantes para realizar el ejercicio en suspensión. Se hallaron mejoras en la velocidad de lanzamiento de balonmano.

En todos los estudios mencionados anteriormente, realizarán un tipo de ejercicio más o menos específico, se produjeron mejoras en todos los grupos experimentales con respecto a los grupos controles. Aunque se podría venir abajo la idea de que la especificidad no tiene ninguna importancia, cabe destacar, que todos los estudios anteriores se realizaron con sujetos de una edad comprendida entre los 16 y 20 años (exceptuando el realizado por Weston et al. 2013) y que seguramente no han realizado un entrenamiento del core en su corta trayectoria deportiva, por lo que, con cualquier tipo de entrenamiento con más o menos especificidad, producirá mejoras significativas en su rendimiento. Mientras que en el estudio anterior de Weston et al. (2013), las mejoras que se produjeron en los sujetos de 47 años, se pueden justificar pensando que el estudio del entrenamiento del core y su efecto en el rendimiento es relativamente joven, por lo que estos sujetos nunca han recibido entrenamiento de este tipo.

### 5.3. EJERCICIOS SOBRE BASE ESTABLE VS INESTABLE

Varios de los artículos seleccionados utilizaron en su intervención un programa de ejercicios en los que se incluyeron implementos para crear inestabilidad a la hora de ejecutarlos, ya sea mediante fitball, bosu o correas para trabajar en suspensión.

Estudios como el realizado por Stanton et al. (2004), en sujetos entrenados en la modalidad de fútbol y baloncesto, se observó el efecto de 6 semanas de entrenamiento con ejercicios (lunge, superman, puente, russian twist, etc.) bajo una superficie inestable como el fitball. Las mejoras se analizaron sobre parámetros como la estabilidad del core, el VO2 máx. y la economía de carrera. Se observaron mejoras significativas de la estabilidad central y del tiempo hasta la fatiga (medida mediante el test de estabilización prona sobre fitball). No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la economía de carrera a velocidades submáximas (medida en VO2 máx.). Esta ausencia de mejora en el rendimiento podría estar asociada al nivel de entrenamiento de los sujetos o simplemente a que el aumento del VO2 máx. viene determinado por la respuesta mitocondrial y enzimática, que solo se consigue con el entrenamiento por encima del umbral y no a través de ejercicios de estabilidad.

Por el contrario, en el estudio realizado por Sato et al. (2009) se evaluó la efectividad de un programa de entrenamiento del core a través de la utilización del fitball en ejercicios como encorvamiento del tronco, extensión lumbar, puente, russian twist, etc., en corredores entrenados en 5000 metros. El programa duró 6 semanas, entrenando 4 veces por semana. Los sujetos debían realizar 5 ejercicios distintos de 2 a 3 series de 10-15 repeticiones. Se hizo un pre y post-evaluación para ver las mejoras sobre parámetros cinemáticos, equilibrio del tren inferior y tiempo de carrera en los 5000m. Se mostraron mayores mejoras significativas en el tiempo de carrera (5000m) y test del equilibrio en el grupo experimental. Aunque esta mejora en el rendimiento no es del todo cierta, ya que existían previas diferencias significativas en el rendimiento de carrera previo entre el grupo control y experimental, por lo que el grupo experimental tenía mayor margen de mejora.

En esta línea, Romero-Franco et al. (2012), realiza un entrenamiento del core con sujetos sprinters de 100m, 200m, 400m; 110 y 400 obstáculos, comprometiendo la estabilidad a través de 5 ejercicios específicos de propiocepción y estabilidad sobre base inestable como fitball y bosu. Tras 3 semanas de intervención, se aumenta la dificultad de los ejercicios comprometiendo la estabilidad, incorporando lastres tanto en los tobillos como en las muñecas. Los resultados fueron positivos, se mejoraba ligeramente la estabilidad del core y algunos parámetros dinámicos, como el control del centro de gravedad.

Siguiendo este tipo de ejercicios del core, Saeterbakken et al. (2011), realizaron un programa de 6 semanas en jugadoras de balonmano. En él, se ejecutaron ejercicios de estabilidad del core a través de trabajo en suspensión y mediante bosu, todos ellos con diferentes niveles de dificultad. Aunque en la evaluación previa no hubo diferencias significativas en la velocidad de lanzamiento, tras el programa, el grupo experimental mostró diferencias significativas en un aumento de la velocidad de lanzamiento.

Por último el estudio de Butcher et al. (2007) es de los pocos que ha podido demostrar claramente la mejora del rendimiento en la velocidad de despegue en el salto vertical, en sujetos desentrenados, mediante el entrenamiento de la estabilidad central con superficies inestables. Durante la intervención se realizaron 4 grupos, el grupo control, un grupo que trabajaba la fuerza en el tren inferior, otro la estabilización del core y otro grupo que combinaba el fortalecimiento de piernas y estabilización del tronco.

Los resultados mostraron que, tras las 9 semanas, todos los grupos mejoraron, algo evidente y predecible si tenemos en cuenta que se trata de sujetos desentrenados y cualquier tipo de entrenamiento les hará mejorar. El grupo que más mejoró fue el que realizaba un entrenamiento combinado de la estabilidad del core y trabajo de fuerza del tren inferior. Pero si tenemos en cuenta la diferencia de mejora entre los grupos que hacían solo estabilidad o solo piernas, este último mejoró más. Por lo que es lógico pensar que la mejora del entrenamiento combinado se deba más al componente de fuerza del tren inferior que al de estabilidad del core. Y por consiguiente, en el rendimiento de la velocidad de despegue en el salto vertical.

Mientras que en otros estudios (Weston, et al., 2013; Weston, et al., 2015; Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2014), se realizó un entrenamiento sobre base estable.

En concreto, el estudio dirigido por Weston et al. (2013) durante 8 semanas en golfistas, a través de la realización de 8 ejercicios de plancha frontal y lateral, puente, superman, sentadilla, lunge, etc. mejoró el club-head speed y se produjo una reducción de la variabilidad club-head speed y backspin, así como, un aumento de la consistencia del swing.

En otro estudio llevado a cabo por Imai et al. (2014) sobre futbolistas durante 12 semanas, se hicieron dos grupos, un grupo hacia ejercicios de estabilización (planchas, puentes, etc.) y el otro ejercicios convencionales (crunch, extensiones lumbares, etc.), todos ellos sobre base estable. Se mostraron mejoras en la estabilidad dinámica y estática a través de los ejercicios de estabilización, así como, mejoras en el sprint y el salto vertical en ambos tipos de ejercicios.

Por último, Weston et al. (2015), diseñó un estudio en nadadores durante 12 semanas en el que realizaron ejercicios de plancha, perro de muestra, etc. en base estable. En él, se observaron mejoras en los tiempos de 50 metros en natación.

En todos los estudios, exceptuando el de Weston et al. (2013), sea cual sea el tipo de ejercicios e intervención, se mostraron mejoras. Se podría pensar que es debido a la edad de los sujetos, los cuales tienen muy poca experiencia en el entrenamiento del core, por lo que cualquier tipo y dificultad del ejercicio mostrará mejoras. Aunque en el estudio de Weston et al. (2013), los sujetos tienen 47 años, las mejoras pueden deberse a que, dada la reciente investigación e importancia del core en el entrenamiento, estos nunca hayan realizado un entrenamiento del core.

## 6. CONCLUSIONES

Tras analizar y discutir los resultados de los estudios, se puede concluir que, los programas de intervención dirigidos al fortalecimiento de la zona central, producen mejoras de rendimiento (variables primarias o secundarias de cada modalidad) en el deporte.

La diferencia entre los resultados que se obtienen a través de un entrenamiento dirigido a la estabilidad del tronco o dirigido al fortalecimiento del core no están del todo claras, ya que se necesita de más investigaciones que comparen ambos. Aún más, si tenemos en cuenta que la mayoría de estudios se realizan con deportistas con baja experiencia deportiva, por lo que cualquier tipo de ejercicios, producirá mejoras en su rendimiento.

Sin embargo, cuando el deportista ya ha adquirido una experiencia y adaptación básica en el entrenamiento del core, sea cual sea la modalidad, lo que determina en gran parte el margen de mejora es el componente de la especificidad. Por lo que, está claro que el entrenamiento del core debe tener el máximo grado de especificidad posible con la modalidad deportiva.

Se ha podido observar que, el entrenamiento del core es más efectivo en aquellos deportes donde se producen continuas cadenas cinéticas como lanzamientos, golpes, etc. Mientras que en deportes de larga duración, como el atletismo, la mejora en el rendimiento deportivo viene determinada por el entrenamiento específico sobre el carácter fisiológico y enzimático de la modalidad.

En deportes explosivos donde se involucre la acción del tren inferior, se mejora significativamente más si se realiza un entrenamiento combinado de estabilización del tronco con fortalecimiento de piernas.

Las mejoras de fuerza y estabilidad central tras un programa de entrenamiento del core (mediante ejercicios en entornos estables o inestables) no siempre se correlacionan con mejoras de rendimiento en actividades deportivas. Algunas de las causas pueden estar en la carencia de especificidad de los protocolos de entrenamiento realizados por los estudios.

En esta revisión encontramos algunas limitaciones que pueden alterar o influir en los resultados obtenidos en los distintos estudios.

Sin duda, algunos de los problemas pueden estar en la especificidad biomecánica y validez científica de los test utilizados para medir la estabilidad central, ya que no existe un test universal de referencia para la valoración de la misma, y por otro, en la escasa especificidad de los protocolos de entrenamiento utilizados para transferir la supuesta mejora al gesto deportivo.

Por otro lado, los sujetos en la mitad de los estudios no superan los 20 años, por lo que las mejoras del rendimiento con cualquier tipo de ejercicio pueden deberse a su inexperiencia. También se necesita de una muestra mucho más grande y variada en cuanto a la edad, para poder generalizar los resultados obtenidos. Por último, sería interesante que el tiempo de intervención fuera más prolongado ya que ningún estudio supera las 12 semanas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Behm, D.G., Drinkwater, E.J., Willardson, J., & Cowley, P.M. (2012). Declaración de posición de la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio. La utilización de la inestabilidad para el entrenamiento del núcleo (CORE) en el acondicionamiento de poblaciones deportivas y no deportivas. G-SE. 2/02/2012. g-se.com/a/1385

Borghuis, J., Hof, A.L., & Lemmink, K.A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: Implications for measurement and training. *Sports Medicine*, 38(11), 893-916.

Butcher, S.J., Craven, B.R., Chilibeck, P.D., Spink, K.S., Grona, S.L., & Sprigings, E.J. (2007). The effect of trunk stability training on vertical takeoff velocity. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(5), 223-231.

Hibbs, A.E., Thompson, K.G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine*, 38(12), 995-1008.

Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 47-57.

Jeffreys, I. (2002). Developing a progressive core stability program. *Strength and Conditioning Journal*, 24(5), 65-66.

Juan-Recio, C., Barbado, D., Lopez-Valenciano, A., López-Plaza, D., Montero-Carretero, C., & Vera García, F.J. (2013). Condición muscular y estabilidad del tronco en judocas de nivel nacional e internacional. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 8(2), 451-465.

Kibler, W.B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198.

Leetun, D., Ireland, M., Willson, J., Ballantyne, B., & Davis, M. (2004). Core stability measures as a risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 926-934.

McGill, S. (2001). Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sports Science Review*, 29(1), 26-31.

Mendiguchia, J., Ford, K.R., Quatman, C.E., Alentorn-Geli, E., & Hewett, T.E. (2011). Sex differences in proximal control of the knee joint. *Sports Medicine*, 41(7), 541-557.

Reed, C.A., Ford, K.R., Myer, G.D., & Hewett, T.E. (2012). The effects of isolated and integrated "core stability" training on athletic performance measures. A systematic review. *Sports Medicine*, 42(8), 697-706.

Romero-Franco, N., Martínez López, E., Lomas-Vega, R., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2012). Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2071-2077.

Saeterbakken, A.H., Van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 712-718.

Sato, K., & Mokha, M. (2009). Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000m performance in runners?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 133-140.

Stanton, R., Reaburn, P.R., & Humphries, B. (2004). The effect of short-term swiss ball training on core stability and running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 522–528.

Wang, X.Q., Zheng, J.J., Yu, Z.W., Bi, X., Lou, S.J., Liu, J., Cai, B., Hua, Y.H., Wu, M., Wei, M.L., Shen, H.M., Chen, Y., Pan, Y.J., Xu, G.H., & Chen, P.J. (2012). A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PLoS ONE*, 7(12): e52082. doi:10.1371/journal.pone.0052082

Weston, M., Coleman, N.J., & Spears, I.R. (2013). The effect of isolated core training on selected measures of golf swing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(12), 2292-2297.

Weston, M., Hibbs, A.E., Thompson, K.G., & Spears, I.R. (2015). Isolated core training improves sprint performance in national-level junior swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 204-210.

Willardson, J.M. (2007). Core stability training: Applications to sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.

Wilson, J.D., Dougherty, C.P., Ireland, M.L., & Davis, I.M. (2005). Core stability and it's relationship to lower extremity function and injury. *Journal American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(5), 316-325.

Zazulak, B.T., Hewett, T.E., Reeves, N.P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). The effects of core proprioception on knee injury: A prospective biomechanical-epidemiological study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(3), 368-373.



## 8. ANEXO

### Escala PEDro-Español

- |   |   |        |
|---|---|--------|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 3. La asignación fue oculta   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (*Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012