



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA ESTABILIDAD DEL CORE EN EL AUMENTO DEL RENDIMIENTO

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Trabajo Fin de Grado: FRANCISCO JOSÉ MESEGUER ÁLVAREZ

INDICE

1. Introducción	1
2. Método	1
2.1 Puntuación	2
3. Resultados	2
4. Discusión	5
4.1 Efecto sobre el rendimiento en el lanzamiento de balonmano y el golpeo en golf, tras el entrenamiento de estabilidad del core	5
4.2 Rendimiento en el sprint de natación al realizar un protocolo de entrenamiento de estabilidad del core.	6
4.3 Rendimiento en atletismo tras realizar un entrenamiento de estabilidad del core	7
4.4 Efecto del entrenamiento de estabilidad del core sobre los test de cualidades físicas relacionados con el rendimiento.	7
5. Conclusión	10
6. Bibliografía	11
7. Anexos	13

1. Introducción

Hoy en día, los deportistas están buscando constantemente mejorar su rendimiento, a través de la aplicación de diferentes métodos de acondicionamiento (Reed, Ford, Myer, & Hewett, 2012)

Uno de estos métodos de acondicionamiento, que está adquiriendo gran popularidad en los últimos años para la mejora del rendimiento deportivo, es el trabajo del core. La finalidad de este tipo de trabajo, a pesar de que se sabe poco sobre los efectos que tiene en el aumento del rendimiento, es el aumento de la estabilidad del core (Reed et al., 2012).

Pero antes de introducirnos en el objetivo de esta revisión, aclararemos el concepto de estabilidad del core. El core abarca tanto estructuras pasivas como activas, incluyendo los huesos, músculos y los ligamentos del raquis lumbar, pelvis y la cadera, siendo estos capaces de mantener la posición de nuestro core ante una determinada perturbación (Wilson, Dougherty, Ireland, & Davis, 2005; Willardson 2007). La estabilidad del core es la capacidad tanto de los estabilizadores pasivos como activos de la región lumbo-pélvica para mantener las correspondientes posiciones del core y de la cadera, el equilibrio y el control tanto en movimientos dinámicos como estáticos (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007; Mendiguchia, Ford, Quatman, Alentorn-Geli, & Hewett, 2011).

Hodges y Richardson demostraron que la activación del transverso del abdomen (TRA) precede a la del movimiento del brazo o de la pierna en aproximadamente 30 y 100 milisegundos, respectivamente (Hodges & Richardson, 1997). Con esta afirmación aparece la pregunta que abre el objetivo de esta revisión que es: sabiendo que el Transverso del abdomen se activa antes de que se produzcan los movimientos de las extremidades, ¿mejorando la estabilidad del core, con la finalidad de responder antes a cualquier desequilibrio o perturbación, se podría aumentar el rendimiento deportivo?

Esto nos lleva a observar que la introducción de este tipo de trabajo, el de estabilización del core, se está introduciendo en los programas de fuerza y acondicionamiento físico, puesto que se cree que con el aumento de estabilización del core, se puede mejorar la transferencia de la energía generada a las extremidades (Willardson, 2007).

La finalidad de esta revisión es analizar lo que dice la literatura experimental con respecto a los efectos de los programas de entrenamiento para la mejora de la estabilidad del core sobre el rendimiento deportivo y saber si realizar trabajo de estabilización del core, puede traer consigo un aumento del rendimiento, ya que no hay una corriente firme a la hora de definir si esta forma de entrenamiento podría ser eficaz o no.

2. Método

Para seleccionar los artículos de esta revisión, se utilizó la base de datos electrónica PUBMED, utilizando los siguientes términos en el buscador: “core stability” or “core training” and performance. Se eligieron los términos anteriormente citados con la intención de obtener aquellos artículos que pudieran estar relacionados con el objetivo de esta revisión, que era saber si la incorporación del trabajo de estabilidad del core como complemento al entrenamiento habitual de cada deporte produciría mejoras en la estabilidad de dicha musculatura llevando consigo un aumento en el rendimiento deportivo.

Al comenzar la búsqueda con dichos términos aparecen 78 artículos, de los cuales se comienzan a descartar aquellos que no cumplen los criterios de selección que se habían marcados, los cuales eran: seleccionar artículos experimentales cuyo protocolo de entrenamiento estuviese dirigido a la estabilidad de la musculatura del core y quisiesen observar la influencia de esta variable sobre el rendimiento deportivo.

De los 78 artículos iniciales, se descartaron aquellos que eran revisiones, aquellos que hablaban del dolor lumbar u otros temas no relacionados con la musculatura del core y/o el rendimiento deportivo. También fueron eliminados los que no eran experimentales (transversales, retrospectivos, etc), o por último aquellos que en la intervención mezclaban varios programas de entrenamiento los cuales no permitían inferir a que entrenamiento eran debido las posibles mejoras.

Una vez se han marcados los criterios de búsqueda y se eliminan aquellos artículos que no eran de interés, nos quedamos con siete artículos de los cuales, cuatro de ellos eran sujetos adultos y en tres de ellos se realizaba con adolescentes.

2.1 Puntuación

Los 7 artículos seleccionados recibieron una puntuación de 0 a 11, en función de los criterios que cumplieran siendo estos establecidos por la Physical Therapy Evidence Database (PEDro), con la intención de evaluar la validez interna y externa de cada estudio.

3. Resultados

Un total de 78 estudios fueron los encontrados al iniciar la búsqueda. 14 de ellos fueron eliminados por ser revisiones. 32 estudios de los restantes fueron desechados por no estar relacionados con la musculatura deseada o por hablar de otros temas ajenos al deseado. Por otro lado, se excluyeron siete estudios debido a que en dichas intervenciones se mezclaban diversos métodos de entrenamiento no quedando claro a qué se debía los resultados que se mostraban. Por último, fueron eliminados 18 artículos más, ya que estos no eran experimentales. Tras eliminar los 71 artículos anteriormente mencionados por no cumplir los requisitos marcados, se seleccionaron para el análisis final 7 artículos. De estos artículos, tres de los estudios presentados tuvieron un diseño aleatorizado, mientras los otros restantes no.

El promedio obtenido para todos los artículos en lo referente a la escala PEDro fue de 5, sin separar los artículos aleatorizados y no aleatorizados. Pues los artículos aleatorizados tenían por un lado una puntuación media de 6, mientras que en los no aleatorizados era de 4,25.

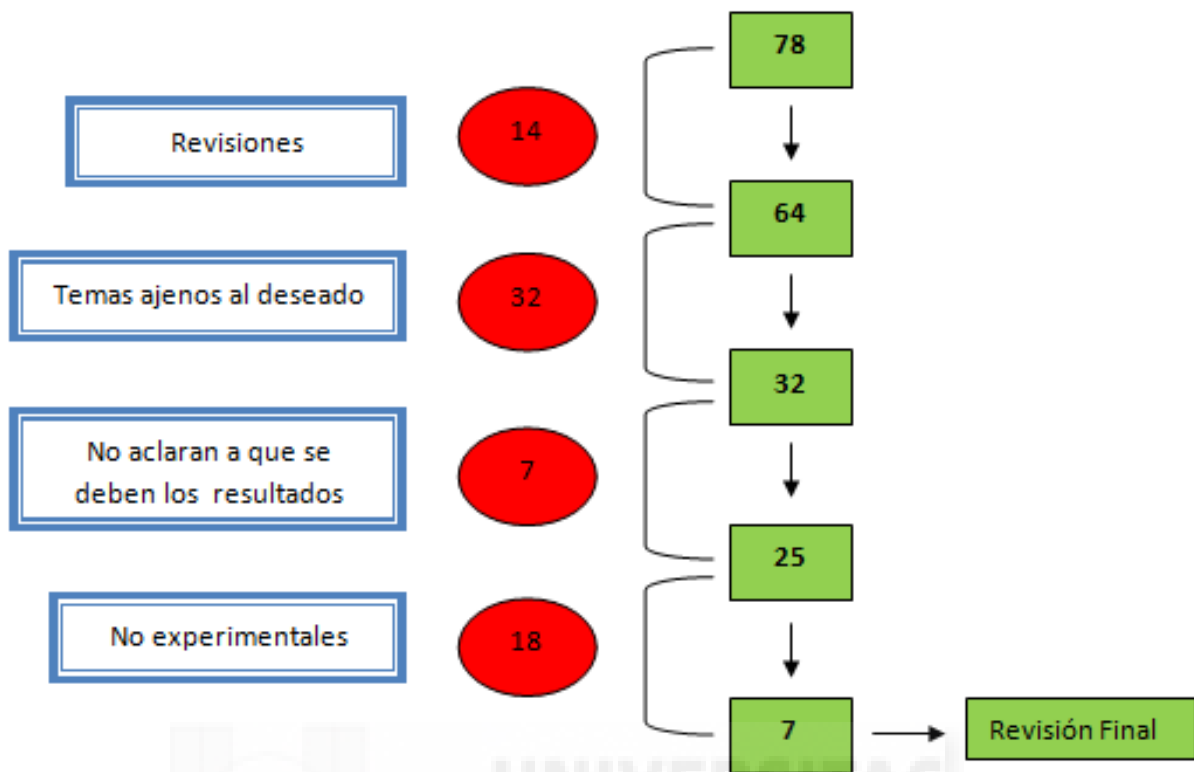


Figura 1. Resultados de la búsqueda bibliográfica realizada para el entrenamiento de la estabilidad del core. En ella se empleó la base de datos electrónica Pubmed, encontrando en ella 78 artículos inicialmente, de los cuales fueron seleccionados siete, ya que el resto no cumplía los criterios de selección. Siendo los círculos el número de artículos excluidos y los rectángulos de su izquierda la explicación de la exclusión de los mismos.

Tabla 1: Datos general de los artículos analizados

ESTUDIO (año)	Población	Nº de sujetos	Intervención	Medidas de rendimiento	Resultados	Escala PEDro
1) Weston et al. (2014)	Nadadores junior (nivel nacional)	20	Ejercicios tanto en isométrico como dinámico	Tiempo en recorrer 50 m nadando	a. Reducción del 1,4% en el tiempo	5
2) Weston et al. (2013)	Golfistas adultos	36	Ejercicios tanto en posición vertical como horizontal	a. Velocidad de la cabeza del palo. b. Parámetros de efecto de la bola. (backspin, sidespin) c. Variabilidad en los golpesos.	a. Velocidad cabeza del Palo: + b. Parámetros de efecto de la Bola: No evidencias de mejora. c. Variabilidad en los golpesos: 1. Velocidad de la cabeza del palo y Backspin: - 2. Sidespin:+	6
3) Parkhouse y Ball (2011)	Universitarios	12	2 grupos realizaron trabajo en fitball, 1 de ellos en estático y el otro en dinámico	Se realizaron 7 pruebas: a. 3 para observar la estabilidad del core b. 4 Test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento. (3 estáticas y 1 dinámica)	a. Estabilidad: + b. Test de Cualidades Físicas: 1.Estático: Mejoras 2.Dinámico: No mejoras	6
4) Saeterbakken et al. (2011)	Adolescentes	24	Ejercicios de cadena cinética cerrada en suspensión	Velocidad de lanzamiento	Aumento de un 4.9% en la velocidad de lanzamiento	6
5) Tse et al. (2005)	Remeros Universitarios	34	Ejercicios haciendo énfasis en la activación del transverso del abdomen	Se realizaron 10 pruebas: a. 4 para observar la estabilidad del core b. 6 Test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento.	a. Estabilidad del core: solo mejora en puentes laterales sin significación. b. Test de cualidades físicas: No se mejoro en ninguna de ellas.	4
6) Stanton et al. (2004)	Atletas adolescentes (futbol y baloncesto)	18	Progresión de ejercicios en fitball	a. Estabilidad del core b. Eficiencia en parámetros de V02 max	a. Estabilidad:+ b. Eficiencia en parámetros de V02 max: Sin cambios	2
7) Jamison et al. (2012)	Universitarios jugadores de futbol americano	22	Ejercicios cuasiestáticos, (Cuatrupedia, puentes, etc.)	a. Carga en la rodilla b. Fuerza del core c. Control del core d. Resistencia del core e. Fuerza en la piernas f. Test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento	a. Carga en la rodilla: Sin cambios b. Fuerza del core: + hacia el lado dominante c. Control del tronco: empeoro d. Resistencia del core:+ en el puente lateral e. Fuerza en las piernas:+ f. Test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento: Sin cambios	6

4. Discusión

El entrenamiento del core es un término heterogéneo, en el que al utilizar dichos términos nos podemos encontrar con una gran diversidad de estudios que nos habla de diferentes tipos de entrenamientos, para diferentes poblaciones y como consecuencia de ello, diferentes finalidades, haciendo que el obtener conclusiones sobre este tipo de entrenamiento sea muy complejo. (Reed et al. 2012)

El objetivo de esta revisión fue seleccionar artículos experimentales que realizaran trabajo de estabilización del core y observar que influencia tiene este tipo de entrenamiento en parámetros de rendimientos deportivo.

Las medidas de rendimientos de los artículos seleccionados, tras el entrenamiento del core, tratan por un lado medidas de rendimientos de deportes específicos como puede ser el tiempo que se tarda en recorrer 50 metros en natación, (Weston, Hibbs, Thompson, & Spears, 2014), la forma de golpear en golf, (Weston, Coleman, & Spears, 2013), la eficiencia en atletismo, (Stanton, Reaburn, & Humphries, 2004) o la velocidad de lanzamiento en balonmano, (Saeterbakken, Van den Tillaar, & Seiler, 2011). Mientras que en el resto de artículos observamos, la utilización de test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento, como puede ser el salto vertical, el lanzamiento de balón medicinal o el tiempo en los sprints entre otros, en las que en función de los resultados obtenidos en dichas pruebas, se predice una mayor o menor capacidad de rendimiento (Parkhouse & Ball, 2011; Tse, McManus, & Masters, 2005; Jamison et al., 2012).

Los resultados que obtenemos se podrían separar en función de las mediciones que se hicieron, pues por un lado encontramos que en los estudios en los que se medían parámetros de rendimiento relacionados con deportes específicos, estos si mostraban mejoras a excepción de uno de ellos relacionado con el rendimiento en atletismo, pero por el contrario los artículos que se centraban en medir test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento para posteriormente suponer si esos resultados traerían consigo mejoras en el rendimiento, los resultados que muestran no están tan claros.

4.1 Efecto sobre el rendimiento en el lanzamiento de balonmano y el golpeo en golf, tras el entrenamiento de estabilidad del core.

Los artículos agrupados en este apartado fueron dos, y en ellos se habla de la aplicación de un programa de entrenamiento para mejorar la estabilidad del core, con la finalidad de conocer si dicho programa ayudaría a aumentar el rendimiento en deportes como son el golf o el balonmano.

En el primero de ellos, Saeterbakken et al., (2011) realizó un programa de entrenamiento con 24 jugadores de balonmano durante seis semanas. Estas fueron divididas a un grupo control y a uno experimental. El grupo experimental realizó un programa de seis ejercicios, siendo cinco de ellos en suspensión y el sexto, sobre una superficie inestable, como es un bosu. Este último ejercicio, hace referencia a las *“sentadillas realizadas sobre una pierna”* y aunque esté no es un ejercicio específico del core, los ejercicios se seleccionaron de artículos anteriores que tenían la misma finalidad (Saeterbakken et al., 2011). Los ejercicios realizados, fueron específicos de estabilidad y rotación del core (Saeterbakken et al., 2011).

Una vez finalizada la intervención, se midió la velocidad de lanzamiento de dichas jugadores, puesto que era la medición que indicaba el rendimiento en este programa, obteniendo un aumento en la velocidad del 4,9 % mientras que el grupo control no mostró ningún cambio en esta variable (Saeterbakken et al., 2011).

El segundo artículo de los seleccionados que habla de los lanzamientos empleando las extremidades del tren superior es el de Weston et al. (2013). En él, se hace referencia a un programa de entrenamiento realizado por 36 golfistas. Estos fueron divididos de forma aleatoria, dejando 18 sujetos en el grupo control y 18 en el experimental. El programa de estabilidad del core que siguieron, duró ocho semanas y estuvo formado por ocho ejercicios, éstos incluían ejercicios específicos de la estabilidad del core como pueden ser los “puentes” y ejercicios de estabilidad global, como el “*Double leg squat*” o las “*lunges*”. Estos ejercicios a partir de la cuarta semana se le aumentaba la dificultad a través de dos vías, como eran o bien aumentando los segundos de mantenimiento de las posiciones o introduciendo nuevos movimientos a las extremidades (Weston et al., 2013).

Las medidas de rendimiento que se midieron fueron la velocidad de la cabeza del palo, el efecto en los golpes Blackpin (efecto que realiza la bola de golf hacia atrás tras recibir el golpeo) y Sidespin (efecto lateral que realiza la bola tras el golpeo) y la variabilidad al realizar los mismos. Los resultados tras la intervención nos muestran un pequeño efecto beneficioso sobre la velocidad de la cabeza del palo, un efecto no muy claro sobre los beneficios del programa en los golpes Blackpin y Sidespin, pues no se encontraron diferencias entre los grupos y por último una reducción en la variabilidad sobre la velocidad de la cabeza del palo y el Blackpinun y un aumento de la mismo en lo referente al Sidespin (Weston et al., 2013).

4.2 Rendimiento en el sprint de natación, tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento de estabilidad del core.

El artículo seleccionado con el sprint de natación, fue el de Weston et al. (2014), éste llevo a cabo un programa de seis ejercicios del core para nadadores, que incluía tanto ejercicios en isométrico, como pueden ser los “puentes”, como en dinámico, siendo estos tanto en posición horizontal como en vertical, como por ejemplo, el “*straight-leg raise*” para la posición horizontal y el “*overread squat*” para la vertical, siendo éste, un ejercicios que aunque no es específico del core, debido a la gran cantidad de músculos que implica, provoca una gran activación del core, la cual superar el umbral suficiente para producir mejoras en la estabilidad del mismo (Weston et al., 2014). El grupo de nadadores estuvo formado por 20 sujetos, en el que la mitad de ellos fueron asignados a un grupo control y el resto a uno experimental. Estos últimos realizaron un programa de entrenamiento que constaba de seis ejercicios, y en el que cada dos semanas se le aumentaba el nivel de dificultad de los mismos, hasta completar las 12 semanas por las que estaba formado dicho entrenamiento. (Weston et al., 2014)

La medida principal de rendimiento de las que constaba esta intervención era el tiempo empleado en recorrer una distancia de 50 metros. Secundario a esta medida y como comprobación del efecto del programa de entrenamiento sobre la extensión del hombro y la resistencia del core, se realizó el “test a straight-arm latissimus dorsi pull-down” y el “puente frontal” respectivamente. Finalmente se midió la EMG del oblicuo externo, multifidus y dorsal ancho para observa la adaptación neuromuscular del entrenamiento (Weston et al., 2014).

Los resultados que se obtuvieron fueron una reducción en el grupo experimental del 1,4 % del tiempo en los 50 metros, siendo estas significativas entre grupos, pues el grupo control no experimento cambios en los tiempos. De pequeñas a moderadas mejoras tanto en “el puente frontal” como en el “*straight-arm latissimus dorsi pull-down*” y por otro lado de moderadas a grandes mejoras en las señales de la EMG del oblicuo externo, multifidus y en el dorsal ancho, es decir, aumentó su señal (Weston et al., 2014).

Los autores concluyeron que este estudio, es el primero que demuestra el efecto beneficioso del entrenamiento del core de forma aislada, teniendo transferencia al rendimiento en los 50 metros de natación sobre nadadores junior de nivel nacional (Weston et al., 2014).

4.3 Rendimiento en atletismo tras realizar un entrenamiento de estabilidad del core

Se seleccionó este artículo con la intención de observar, si un programa de estabilidad del core, podría aumentar el rendimiento en el atletismo. El core está unido a la extremidad inferior por la articulación de la cadera e influyen en la estabilización y la transferencia de energía desde la extremidad inferior a todo el cuerpo durante los movimientos como de cuclillas o en el atletismo (Wilson, Dougherty, Ireland, & Davis, 2005; Faries & Greenwood 2007; McGill, 2010).

El artículo seleccionado fue el de Stanton et al. (2004). El objetivo del presente estudio fue examinar el efecto de un programa de entrenamiento de seis ejercicios en fitball, en los que cinco de ellos, eran propios de la estabilidad del core, tales como “*Supine Russian twist*” y el restante, de estabilidad global, siendo las “*lunges*”. El programa de entrenamiento tuvo una duración de 6 semanas y pretendía analizar la estabilidad del core y la economía de carrera en una población deportiva (Stanton et al., 2004).

Las mediciones que se realizaron para comprobar el efecto de este programa de entrenamiento fueron: “la prueba de estabilidad de Sahrman”, una prueba de la estabilidad del core con un fitball en posición prono “(SBPSCST)”, donde se media tanto el tiempo en mantener la posición como la señal electromiográfica del recto de abdomen (RA), oblicuo externo (EO) y el erector de la columna (ES), una carrera hasta el agotamiento en un cinta de correr motorizada para determinar parámetros del VO₂ máx y por último la posición del cuerpo durante la carrera (Stanton et al., 2004).

Los datos actuales sugieren que tras el entrenamiento en fitball mejora significativamente tanto la estabilidad del core medida a través del “*test de Sahrman*” y mejora también significativamente el tiempo hasta el agotamiento en el “*SBPSCST*”. Sin embargo, estas mejoras en la estabilidad del core se produce en ausencia de alteraciones significativas en el estado de fatiga electromiografía de la RA, EO, o ES (Stanton et al., 2004).

Por otra parte, a pesar de estas mejoras significativas en la estabilidad del core, el rendimiento de carrera, según lo medido por el VO₂ máx, velocidad a VO₂ máx (vVO₂max) o en la economía de carrera (RE) a velocidades de 60, 70, 80, o 90% vVO₂ máx, no muestran cambios estadísticamente significativos después de las 6 semanas de entrenamiento en fitball (Stanton et al., 2004).

Por último, no hubieron cambios significativamente estadísticos en la postura de carrera después del entrenamiento de pelota suiza (Stanton et al., 2004).

4.4 Efecto del entrenamiento de estabilidad del core sobre los test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento

Los tres artículos que a continuación se desglosan, tratan de analizar el efecto de diversos programas de entrenamiento de estabilidad del core aplicados a diversas poblaciones, sobre diversos test que valoran distintas cualidades físicas relacionadas con el rendimiento (Parkhouse & Ball, 2011; Tse et al., 2005; Jamison et al., 2012)

La selección de estas acciones de campo, se debe a que son consideradas acciones que desarrollan cualidades como la fuerza o la potencia, la cuales a su vez tienen una importante repercusión en las diversas acciones deportivas. Con ello, se puede deducir si dicho entrenamiento podrá favorecer el aumento del rendimiento en los diferentes deportes.

Algunos de estas acciones de pueden ser las fintas (Jamison et al., 2012) o el salto vertical, ya que mide la potencia del tren inferior (Parkhouse & Ball, 2011).

El primero de ellos, es el de Parkhouse & Ball (2011), en él, se buscaba comparar las influencias de dos programas de entrenamientos llevados a cabo sobre una base inestable como era un fitball y en el que uno de los grupos realizaba los ejercicios en estáticos *“puente lateral”* y los otros en dinámicos *“jackknife”*. Para ello, cada grupo de entrenamiento se realizó de forma aleatoria dejando en cada grupo seis individuos y teniendo una duración de seis semanas (Parkhouse & Ball, 2011).

Las mediciones que se emplearon en este estudio fueron, por un lado, tres ejercicios para observar si había mejorado la estabilidad del core, los cuales fueron: *“puentes”, “doblé leg lowering”* y *“la extensión de espada”*, mientras que por otro lado, había cuatro ejercicios que medían el rendimiento en el campo, con ejercicios tanto en estático como en dinámico, siendo el *“standing stork”* en el caso del estático y el *“salto vertical”, “sprint de 20 metros”* y el *“lanzamiento de balón medicinal”*, para el dinámico (Parkhouse & Ball, 2011).

Los resultados tras las semanas de entrenamiento mostraron que ambos grupos mejoraron significativamente en las tres pruebas que hacían referencia a la estabilidad del core, siendo mayores las mejoras en el grupo de ejercicios dinámicos (Parkhouse & Ball, 2011).

En lo referido a las pruebas de campo, ambos grupos mejoraron en la prueba estática, pero las mejoras del grupo que trabajó en estático fueron significativas, mientras que las del grupo que trabajó con ejercicios dinámicos, no lo fueron (Parkhouse & Ball, 2011).

Por último, en los ejercicios de campo dinámico, el grupo que trabajó en estático, mejoró en el salto vertical y en el lanzamiento de balón medicinal, pero estas mejoras no fueron significativas y por otro lado, el grupo que trabajó en dinámico mejoró solamente en el sprint de 20 metros, tampoco siendo estas mejoras significativas (Parkhouse & Ball, 2011).

Este estudio sugiere que las 6 semanas de entrenamiento tanto estático como dinámico mejoran la estabilidad del core ($P < 0,05$). Sin embargo, estas mejoras no muestran transferencias al rendimiento en las pruebas dinámicas relacionadas con el rendimiento deportivo ($P > 0,05$), (Parkhouse & Ball, 2011).

El segundo artículo relacionado con los test de cualidades físicas relacionados con el rendimiento y estabilidad del core es el de Tse et al. (2005), en el que nos habla de un programa de entrenamiento realizado a un grupo de 34 remeros universitarios, divididos en un grupo control y en uno experimental. La duración del programa de entrenamiento fue de ocho semanas y el enfoque principal de la investigación fue investigar la efectividad del programa de intervención para la mejora de la resistencia de la musculatura central enfatizando la activación del transverso del abdomen mediante el uso de esfinomanómetros (Tse et al., 2005).

Para ello, los pruebas que se realizaron fueron: cuatro ejercicios para observar la resistencia del core tras la intervención, entre las que estaban: *“los puentes laterales”, “fatiga abdominal”* y *“extensión de espalda”* y por otro lado, seis ejercicios para observar la mejora en los test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento, siendo estas: *“el salto vertical”, “salto de longitud”, “10 m ida y vuelta”, “40 m sprint”, “lanzamiento de balón medicinal”* y *“2000 m realizados en ergómetro”* realizando la acción del remo (Tse et al., 2005).

Los resultados encontrados tras el periodo de intervención, en referencia a las pruebas de resistencia del core, nos muestran solamente un aumento en los tiempos de los puentes laterales, no llegando a ser significativos comparándolo con el grupo control, mientras que en los test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento, nos dicen que no hubo diferencias entre el grupo control y el experimental en ninguna de las pruebas (Tse et al., 2005).

Una posible razón para las mejoras significativas en los puentes laterales, pero no en fatiga de los extensores para el grupo del core, es que los músculos flexores y extensores del tronco se utilizan muy a menudo en el movimiento de remo, y al no ser la flexión lateral un movimiento que se realice habitualmente, al introducir ejercicios de flexión lateral, pueden producir mejoras (Tse et al., 2005).

La ausencia de cambios significativos entre el pre-test y el post-test en ninguna de las pruebas, puede deberse a varios factores. El primero de ellos puede haberse debido a que el programa de intervención fuera demasiado corto para alcanzar el efecto significativo que se esperaba, por otro lado, el segundo motivo podría ser que si se hayan producidos cambios significativos en las pruebas de rendimiento pre y post, pero que nuestros métodos de medición no sean capaces de recoger esos pequeños cambios (Tse et al., 2005).

El último artículo relacionado con los test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento y la estabilidad del core es el de Jamison et al. (2012). Este estudio tuvo de duración seis semanas y para llevarlo a cabo, se dividió los 22 sujetos que participaron en el estudio a un grupo de estabilización cuasiestática (TS), o a un grupo control que solo realiza ejercicios contra-resistencia (RT). El grupo (TS), incluía ejercicios propios de estabilización del core, como por ejemplo, "ejercicios en cuatrupedia", y ejercicios de estabilidad global, como son las "lunges", mientras que los ejercicios del grupo (RT), incluía ejercicios que involucraban grandes grupos musculares, como por ejemplo "press de banca" o "deadlift". La finalidad era saber en qué medida el programa llevado a cabo por el grupo experimental mejoraría las medidas de rendimiento del core, fuerza en las piernas, la agilidad y la carga dinámica de la rodilla en comparación con el grupo que solo realizaba ejercicios contra-resistencia (Jamison et al., 2012)

Las pruebas que se realizaron fueron, por un lado "cambios de dirección", "el control, fuerza y resistencia del core", y por otro lado y como test de cualidades físicas relacionadas con el rendimiento, encontramos "el test de los tres conos", "20 m prueba de ida y vuelta" y el "salto de longitud". Aunque dentro de las finalidades del estudio no estaba la de analizar la fuerza de las piernas, finalmente se terminó realizando dicha medición través del "peso muerto" (Jamison, et al., 2012).

Durante los cambios de dirección el grupo TS no mostró cambios significativos en la abducción de la rodilla o en la rotación interna de la rodilla, mientras que por el contrario, el grupo TR, aumento en ambos parámetros, pero solo llegando a ser significativo en la abducción (Jamison et al., 2012).

Con respecto a la fuerza del core, el grupo TS mejoro significativamente al tirar hacia el lado dominante y mostró una tendencia de mejora hacia delante (Jamison et al., 2012).

Por otro lado, ambos grupos aumentaron el ángulo del core después de la liberación durante la prueba de "liberación repentina de fuerza", es decir, empeoró su control del tronco (Jamison et al., 2012).

Al hacer referencia a la resistencia del core, sólo el grupo TS mostró una tendencia hacia una mayor resistencia, pero esto solamente se produjo en el puente lateral, siendo significativa esta diferencia, pues el grupo TS aumento el tiempo, mientras que el grupo RT lo disminuyo (Jamison et al., 2012).

Al hablar de la fuerza en las piernas, se observo que ambos grupos aumentaron significativamente su 1 RM en peso muerto (Jamison et al., 2012).

Finalmente con respecto a las pruebas del rendimiento atlético, las cuales eran "20 metros ida y vuelta", "el salto de longitud" y el "test de los tres conos", se observo que el grupo RT experimentó cambios significativos en las pruebas de rendimiento deportivo, pero estos

cambios no fueron significativamente diferentes con respecto al grupo TS (Jamison et al., 2012).

El grupo RT aumentó significativamente la distancia de salto y mostró una tendencia hacia una disminución del tiempo en los 20 metros ida y vuelta (Jamison et al., 2012).

5. Conclusión

El entrenamiento de estabilidad del core, se suele utilizar como complemento al entrenamiento habitual que se realiza en cada deporte. Pero la inclusión de este tipo de entrenamiento, en la mayoría de casos, se incluye sin saber a ciencia cierta si produce mejoras o no.

Como conclusión a la revisión bibliográfica realiza, podemos concluir los siguientes aspectos:

En primer lugar, vemos que los entrenamientos realizados en cada estudio, son diferentes con respecto a duración, intensidad y ejercicios realizados, aun teniendo la misma finalidad, como era la mejora de la estabilidad del core para el aumento del rendimiento deportivo. Esto nos hace sacar las dos primeras conclusiones sobre esta revisión, la cuales son, por un lado la falta de protocolos estandarizados para la mejora de la estabilidad del core, con respecto a las variables anteriormente nombradas, y la segunda de ellas, es que a pesar de las mejoras en la estabilidad del core que se producen a través de los diferentes ejercicios, estas mejoras en la estabilización no siempre van acompañadas de mejoras en el rendimiento deportivo en acciones dinámicas.

Otra conclusión que obtenemos y que está relacionada con la anterior, es que el entrenamiento en suspensión a parte de conseguir mejoras en la estabilización del core, produce mejoras en la potencia del tren superior, como son los lanzamientos. Mientras que el entrenamiento realizado en fitball, analizando ambas cosas igualmente, solo consigue mejorar en la estabilización del core.

Por otro lado, vemos que a la hora de realizar el entrenamiento de estabilización del core, la adaptación de esos ejercicios al tipo de deporte que realiza una determinada persona, si que produce beneficios en los parámetros de rendimiento de ese deporte, mientras que si el programa de entrenamiento de estabilización del core, no está relacionado con ningún deporte en particular, esa mejora en la estabilización no tiene transferencia a acciones dinámicas.

Una de las limitaciones que encontramos a la hora de la interpretación de los resultados obtenidos se debe a que algunos autores consideran ciertos ejercicios o test adecuados para el trabajo de resistencia del core, mientras que otros los utilizan para la estabilidad del mismo. Esto nos hace obtener como conclusión que no hay un consenso entre que ejercicios o test valoran específicamente la estabilidad o la resistencia del core, pues un mismo ejercicio como puede ser los puentes, son empleados para trabajar o medir ambas cualidades. Investigaciones futuras deberían consensuar que ejercicios están más dirigidos hacia unas cualidades u otras.

Otro aspecto a concluir, es que debido a la inclusión de ejercicios de estabilidad global, como por ejemplo *“double leg squast”* o las *“lunges”*, en cinco de los siete estudios revisados, no podemos concluir que las mejoras obtenidas tanto en la estabilidad del core como en acciones deportivas, tales como los 50 metros en natación (Weston et al., 2014), la velocidad de golpeo en golf (Weston et al., 2013) o la velocidad de lanzamiento de balonmano (Saeterbakken et al., 2011), se deban a los ejercicios específicos de la estabilidad del core,

como los “puentes” o “*bent-leg curl*” entre otros, o a la inclusión de ejercicios de estabilización global.

Finalmente una de las conclusiones más importante que sacamos con esta revisión, es que a pesar de las mejoras observadas en algunos estudios, estas ideas no se pueden generalizar a toda la población, pues los sujetos que se utilizan en los estudios no fueron profesionales en sus deportes, y quizás la aplicación de protocolos de entrenamiento para la mejorar de la estabilización del core, en deportistas profesionales no produciría mejoras en su rendimiento.

6. Bibliografía

- (1) Weston, M., Hibbs, A. E., Thompson, K. G., y Spears, I. R. (2014). Isolated Core Training Improves Sprint Performance in National-Level Junior Swimmers. *International journal of sports physiology and performance*, 10, 204-210.
- (2) Weston, M., Coleman, N. J., y Spears, I. R. (2013). The effect of isolated core training on selected measures of golf swing performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(12), 2292-2297.
- (3) Parkhouse, K. L., y Ball, N. (2011). Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. *Journal of bodywork and Movement Therapies*, 15(4), 517-524.
- (4) Saeterbakken, A. H., Van den Tillaar, R., y Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 712-718.
- (5) Tse, M. A., McManus, A. M., y Masters, R. S. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 547-552.
- (6) Stanton, R., Reaburn, P. R., y Humphries, B. (2004). The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 522-528.
- (7) Jamison, S.T., Mcneilan, R. J., Young, G. S., Givens, D. L., Best, T. M. y Chaudhari, A. M. W. (2012). Randomized Controlled Trial of the Effects of a Trunk Stabilization Program on Trunk Control and Knee Loading. *The American College of Sports Medicine*, 44(10),1924-34.
- (8) Reed, C. A., Ford, K. R., Myer, G. D., y Hewett, T. E. (2012). The effects of isolated and integrated ‘core stability’training on athletic performance measures. *Sports medicine*, 42(8), 697-706.
- (9) Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., y Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(5), 316-325.
- (10) Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.
- (11) Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., y 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.
- (12) Mendiguchia, J., Ford, K. R., Quatman, C. E., Alentorn-Geli, E., y Hewett, T. E. (2011). Sex differences in proximal control of the knee joint. *Sports Medicine*, 41(7), 541-557.

- (13) Hodges, P. W., y Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*, 77(2), 132-142.
- (14) Hodges, P. W., y Richardson, C. A. (1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research*, 114(2), 362-370.
- (15) Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.
- (16) Faries, M. D., y Greenwood, M. (2007). Core training: stabilizing the confusion. *Strength and Conditioning Journal*, 29(2), 10-25.
- (17) McGill, S. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), 33-46.

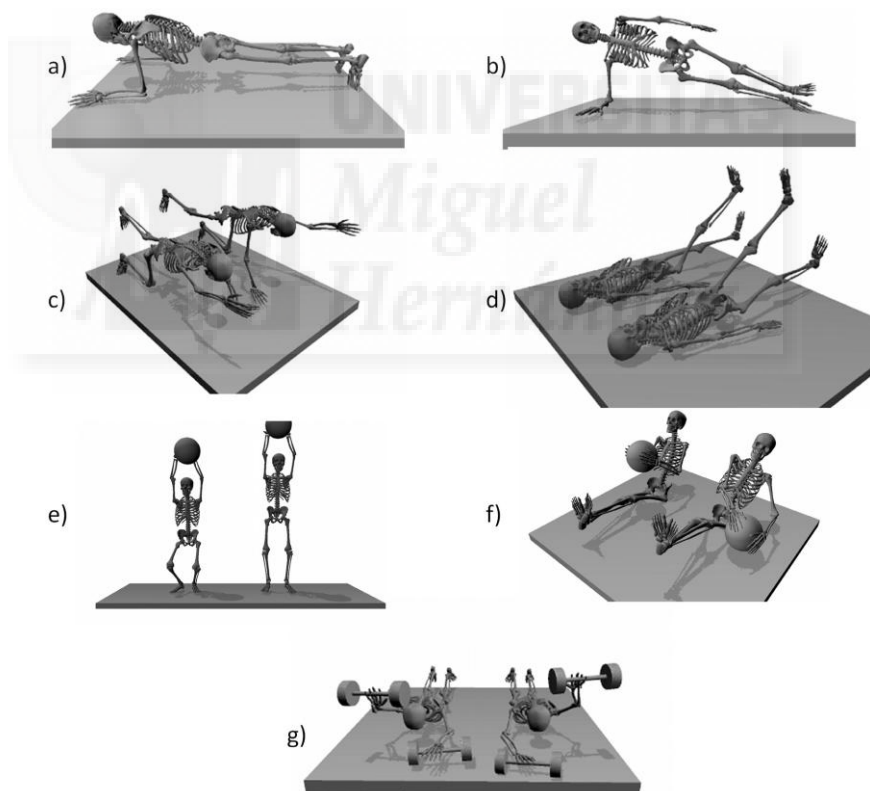


Anexo 1: Puntuación de los artículos seleccionados según los criterios de la escala PEDro.




Escala PEDro-Español	Weston et al. (2014)	Weston et al. (2013)	Parkhouse y Ball (2011)	Saeterbakken et al. (2011)	Tse et al. (2005)	Stanton et al. (2004)	Jamison et al. (2012)
1. Los criterios de elección fueron especificados	X	X	X	X	X	X	X
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)		X	X				X
3. La asignación fue oculta							X
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes				X	X		
5. Todos los sujetos fueron cegados							X
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados							
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados							
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	X	X	X	X			
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"	X	X	X				
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X	X	X	X	X	X	X
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X	X	X	X	X		X
	5	6	6	5	4	2	6

Table 1 Core-Exercise Progression Over the 12-Week Training Regimen

Exercise	Progression	Weeks 1-2		Weeks 3-4		Weeks 5-6	
		Repetitions	Sets	Repetitions	Sets	Repetitions	Sets
Prone bridge	Volume	30-s hold	2	60-s hold	2	90-s hold	2
Side bridge	Volume	30-s hold	2	60-s hold	2	90-s hold	2
Bird dog	Volume	10	3	15	3	20	3
Leg raise	Volume	10	3	15	3	20	3
Overhead squat	Resistance	10 (3 kg)	3	10 (4 kg)	3	15 (5 kg)	3
Sit twist	Resistance	15 (3 kg)	3	15 (4 kg)	3	15 (5 kg)	3
Shoulder press	Volume	10	3	10	4	15	4
		Weeks 7-8		Weeks 9-10		Weeks 11-12	
Prone bridge	Volume	90-s hold	3	120-s hold	2	120-s hold	3
Side bridge	Volume	90-s hold	3	120-s hold	2	120-s hold	3
Bird dog	Volume	25	3	25	4	30	3
Leg raise	Volume	25	3	25	4	30	3
Overhead squat	Resistance	20 (6 kg)	3	20 (7 kg)	4	25 (7 kg)	3
Sit twist	Resistance	20 (6 kg)	3	20 (7 kg)	4	25 (7 kg)	3
Shoulder press	Volume	20	3	20	4	25	3



Anexo 3: Ejercicios y progresiones del artículo de Weston et al. (2013)

<u>Ejercicio</u>	<u>Imagen</u>	<u>Progresión</u>
Double leg squast		Levantarse los brazos durante la realización del mismo
Bent-leg curl		Tocar el talón durante su ejecución
Superman		Brazos contra laterales y levantamiento de la pierna al ejecutarlo
Puente supino		Levantamiento de una pierna al realizarlo
Puente prono		Extension de cadera durante la ejecución del mismo
Puente lateral		Abducción de la cadera al realizarlo
Quadruped		Brazos y la piernas contralateral durante su ejecución
Lunge		Rotacion lenta del core mientras se ejecuta

Anexo 4: Ejercicios y progresiones del artículo de Parkhouse y Ball (2011)

Table 1 Static core stability program. Exercise, frequency, duration and applied progression and overload for each week.







Exercise		Side plank ^a	Shoulder bridge	Full plank	Birddog ^a	Diagonal crunch ^a	Reverse hyper-extension
Week 1	Time – secs (sets)	25 (2)	30 (2)	25 (2)	30 (2)	20 (2)	15 (2)
	Instruction	On elbow, Top arm by side	Arms to side, feet wide, knees bent	Knees dropped, on elbows	1 leg only	Hands on knees	Hands by side
Week 2	Time – secs (sets)	35 (2)	45 (2)	35 (2)	40 (2)	30 (2)	25 (2)
	Progression	Increase time	Forearms up, increase time	Increase time	Increase time	Increase time	Increase time
Week 3	Time – secs (sets)	25 (2)	35 (2)	35 (2)	30 (2)	25 (2)	35 (2)
	Progression	Top arm in air	1 leg straight	On elbows, legs straight	Opposite arm & leg	Hands on chest	Arms on chest
Week 4	Time – secs (sets)	25 (2)	35 (2)	45 (2)	40 (2)	35 (2)	45 (2)
	Progression	Bottom arm on hand, top arm by side	Both legs straight, heels on ball	Increase time	Increase time	Increase time	Increase time
Week 5	Time – secs (sets)	35 (2)	40 (2)	40 (2)	30 (2)	30 (2)	30 (2)
	Progression	Increase time	Arms off floor, increase time	On hands with legs straight	Both arms and 1 leg	Hands by temples	Hands by temples
Week 6	Time – secs (sets)	35 (2)	40 (2)	45 (2)	40 (2)	40 (2)	40 (2)
	Progression	Top arm in air	Lift 1 leg off the ball	Increase time	Increase time	Increase time	Increase time

^a = each side.

Table 2 Dynamic core stability program. Exercise, frequency, duration and applied progression and overload for each week.

Exercise		Jack knife	Russian twist ^a	Reverse hyper-extension	Lateral roll ^a	Hip crossover ^a	Reverse crunch
Week 1	Reps (sets)	8 (2)	8 (2)	25 (2)	8 (2)	8 (2)	20 (2)
	Instruction	Hands wide, knees on ball	Hands together, wide feet	Arms by side	Wide feet	Arms by side	Arms on knees
Week 2	Reps (sets)	12 (2)	10 (2)	35 (2)	12 (2)	10 (2)	30 (2)
	Progression	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps
Week 3	Reps (sets)	12 (2)	10 (2)	35 (2)	12 (2)	12 (2)	25 (2)
	Progression	Hands narrow	Narrow feet	Hands on chest	Narrow feet	Increase reps	Arms on chest
Week 4	Reps (sets)	8 (2)	12 (2)	45 (2)	8 (2)	8 (2)	35 (2)
	Progression	Toes on ball	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Elbows up, hands on chest	Increase reps
Week 5	Reps (sets)	12 (2)	10 (2)	40 (2)	10 (2)	10 (2)	30 (2)
	Progression	Increase reps	Add weight plate	Arms in front	Lift 1 leg	Increase reps	Hands by temples
Week 6	Reps (sets)	16 (2)	12 (2)	45 (2)	12 (2)	12 (2)	40 (2)
	Progression	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps

^a = each side.

Dinámico		Estático	
Jack Knife		Puente lateral	
Rusian twist		Shoulder bridge	
Reverse hiper-extendion		Full plank	(todos los puentes)
Hip crossover (movimientos hacia los lados)		Birddog	
Reverse crunch (arriba y abajo)		Diagonal crunch	
Lateral roll		Reverse hiper-extendion	

Anexo 5: Ejercicios y progresiones del artículo de Saeterbakken et al. (2011)

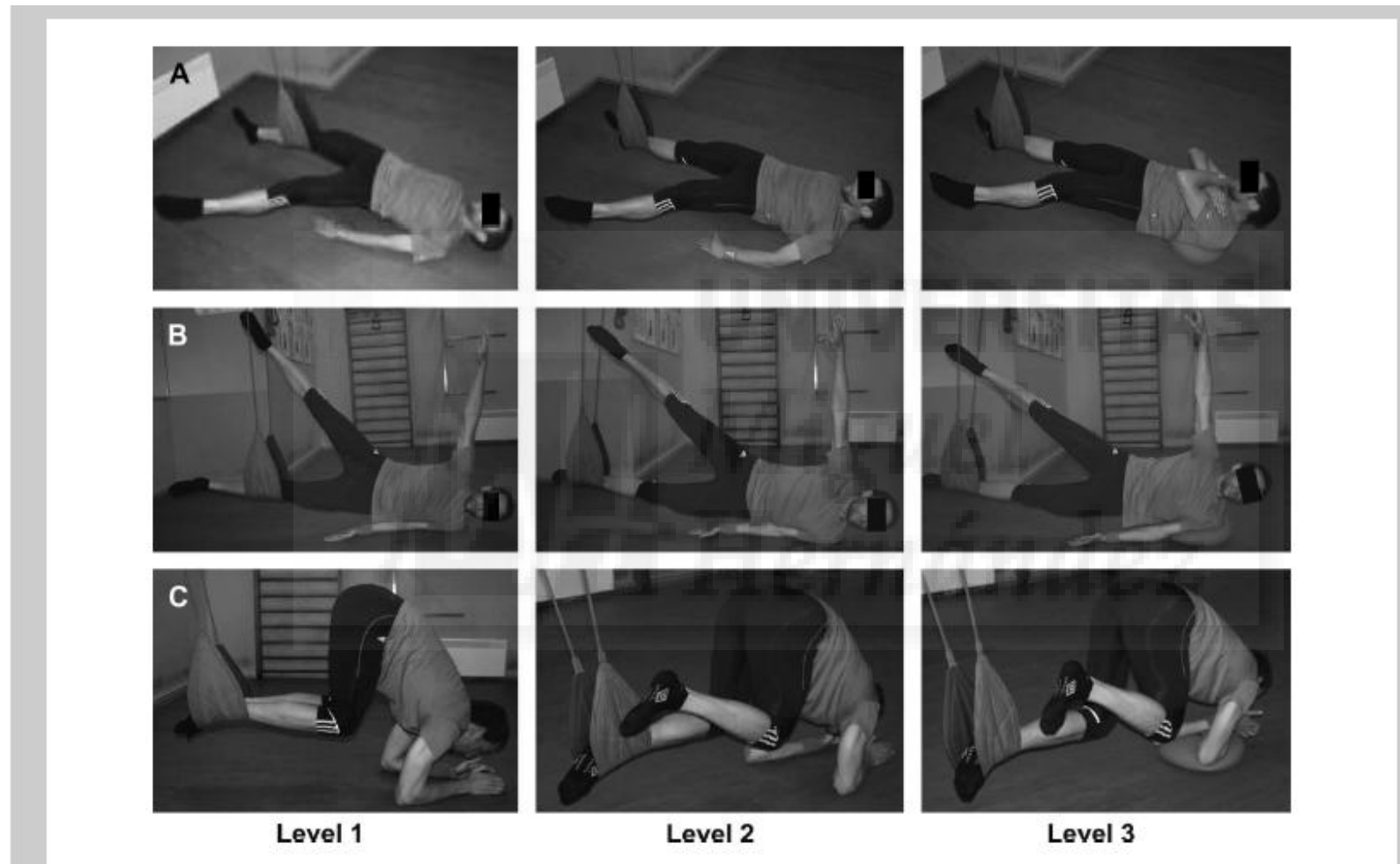


Figure 2. Core stability exercises with their different levels. (A) *Spine abduction exercise*: Only the scapula and the head touch the floor while the rest of the body was fixated. The height of the sling was 20 cm from the floor. One foot was abducted in a 45° angle before performing an explosive medial rotation of the hip like a throw. The subjects returned controlled in the 45° angle before returning to the starting position. (B) *Side-lying Plank with foot and arm abduction*: The height of the sling was 20 cm from the floor, and both legs were placed in it. Only one arm was in contact with the floor. The arm and foot were abducted to a maximal joint angle while not being in contact with the sling ropes. The position was held for 2 seconds before returning to the starting position. (C) *Dynamic crunch*: The height of the sling was 20 cm. The arms were placed forward and were not in contact with each other. The rest of the body was fixated in a horizontal position for 2 seconds before a new contraction.









Figure 3. Core stability exercises with their different levels. (A) *Superman*: The heights of the slings were identical as that of the chin. The subjects sat on their knees with a fixated body at all times. The subjects leaned forward as far as possible without buckling in the core. (B) *One-leg squat*: A one-leg squat performed with a 90° flexion in the knee. The position was held for 2 seconds before quickly returning to the starting position without falling. (C) *Push-ups*: For push-ups in the slings, the body was fixated in a horizontal position.

Anexo 6: Ejercicios y progresiones del artículo de Stanton et al. (2004)

TABLE 1. Swiss Ball training program.*

		Ultimate strength and conditioning											
		1		2		3		4		5		6	
Exercise	Week:	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Workout Date:	Sept. 4	Sept. 6	Sept. 11	Sept. 13	Sept. 18	Sept. 20	Sept. 25	Sept. 27	Oct. 2	Oct. 4	Oct. 9	Oct. 11
Lunge (tick as completed)	Weight	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sets	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	Reps	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	Tempo	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1
Supine lateral roll (tick as completed)	Weight	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sets	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	Reps	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	Tempo	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1
Alternating superman (tick as completed)	Weight	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sets	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	Reps	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	Tempo	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1
Forward roll on knees (tick as completed)	Weight	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sets	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	Reps	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	Tempo	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1
Supine 2 leg bridge (tick as completed)	Weight	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sets	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	Reps	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	Tempo	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1
Supine Russian twist (tick as completed)	Weight	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sets	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	Reps	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	Tempo	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1

Lunge	
Supine lateral roll	
Alternating superman	
Forward roll on knees (con fitball)	
Supine 2 leg bridge	
Supine Russian twist	


Anexo 7: Ejercicios tanto del grupo control como del experimental del artículo de Jamison et al. (2012)








TABLE 1. List of exercises performed during training.

Workout 1	Workout 2	TS
Bench press	Front squat/back squat	Prone planks (6)
Deadlift	Bent-over row	Side planks (5)
Pull-ups	Romanian deadlift	Front, back, and side lunges ^a
Double-leg hamstring curls	Incline chest press	Sagittal abdominal curls (2)
Overhead press	Step-ups	Diagonal abdominal curls (2)
Lat pulldown	Single-leg hamstring curls	Hip abduction (2)
Bicep curls	Lying triceps extensions	Quadruped exercises (2)
		Supine bridge (2)

Workouts 1 and 2 were performed on alternating days. The RT group performed four sets of each standard workout exercise. The TS group started with four exercises from the TS program before completing three sets of the each standard workout exercise. The first four and last four listed in the TS program were grouped together and performed on alternating days. Number of phases for each exercise noted in parentheses.

^a Indicates difficulty was increased by holding heavier dumbbells.

Workout 1	Workout 2
	
	
	
	
	
	
	

TS group	
Puente prono	
Puente lateral	
Puente supino	
Lunge (delante, atrás y lados)	
Sagittal abdominal curls	
Diagonal abdominal curls	
Hip abduction exercise	
Quadruped exercises	