



Propuesta de intervención de un programa de estabilización de tronco cuantificado mediante Smartphone para la mejora del equilibrio unipodal y los cambios de dirección en futbolistas

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Alumno: Carlos Antón Gil

Tutor académico: David Barbado

Curso: 2015-2016

Contenido	
Introducción	2
Método	3
Participantes	3
Ejercicios de estabilización del tronco	4
Instrumentos y registro	5
Procedimiento	5
Tratamiento de datos	6
Análisis estadístico	7
Bibliografía	7
Anexos	9



Introducción

El core es un concepto funcional utilizado habitualmente para referirse de forma conjunta a las estructuras musculares y osteoarticulares de la parte central del cuerpo, principalmente, del raquis lumbo-dorsal, la pelvis y las caderas (López Marcos, 2015). En cuanto al término “core stability”, ha sido definido como: la capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares, coordinadas por el sistema de control motor, para mantener o retomar una posición o trayectoria del tronco, cuando este es sometido a fuerzas internas o externas (Vera-García, Barbado, Moreno-Pérez, Hernández-Sánchez, Juan-Recio & Elvira, 2014). Esto incluye tanto la capacidad de resistir fuerzas realizadas por los segmentos distales del cuerpo, como las perturbaciones externas esperadas e inesperadas (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007). Para la consecución de la estabilidad se requiere un elevado control neuromuscular que permita sincronizar la respuesta muscular ante las diversas perturbaciones integrado de tal forma la información sensorial que permita un control constante y dinámico de la posición o movimiento del cuerpo precisa (Butowicz, Ebaugh, Noehren, & Silfies, 2016; Jan Borghuis, Hof, & Lemmink, 2008).

Se cree que una adecuada estabilidad del core permite una mejor transmisión de fuerzas entre segmentos corporales (Snarr & Esco, 2014) lo cual parece relacionado con un incremento en el rendimiento deportivo (Jan Borghuis, Hof, & Lemmink, 2008; Juan-Recio, y otros, 2013; Snarr & Esco, 2014). Asimismo una inadecuada capacidad de resistir perturbaciones representa un mayor riesgo de sufrir lesiones no solo a nivel espinal, especialmente a nivel lumbar (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010; Snarr & Esco, 2014; Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2011; Huxel Bliven & Anderson, 2013; Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007; Butowicz, Ebaugh, Noehren, & Silfies, 2016), sino que a su vez puede comprometer la estabilidad de las extremidades inferiores durante acciones de cambio de dirección o recepción en apoyo unipodal. Por tanto, una baja estabilidad del core parece predisponer a sufrir más lesiones del tren inferior (Jan Borghuis, Hof, & Lemmink, 2008; Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007; Butowicz, Ebaugh, Noehren, & Silfies, 2016), especialmente de la rodilla ya que se incrementa la tensión de los ligamentos que componen esta articulación (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, & Cholewicki, 2007).

Si miramos en el ámbito deportivo, el 86% de las lesiones que ocurren durante su práctica son en las extremidades inferiores (Moreno Pascual, Rodríguez Pérez, & Seco Calvo, 2008). Además, de entre las modalidades deportivas nos encontramos que el fútbol es el que mayor índice de lesiones de tren inferior presenta suponiendo un 90% (Moreno Pascual, Rodríguez Pérez, & Seco Calvo, 2008; Llana Belloch, Pérez Soriano, & Lledó Figueres, 2010; Llana Belloch, Pérez Soriano, & Lledó Figueres, 2010).

Por todo esto, en los últimos años se están desarrollando diferentes metodologías para la reducción de lesiones. Entre ellas se está subrayando la importancia de desarrollar planes de entrenamiento que ayuden a fortalecer la musculatura del tronco las cuales incluyen ejercicios para la mejora de la estabilidad del core. Entre ellos los puentes son uno de los ejercicios más utilizados para entrenar la estabilidad (Vera-García, Barbado, Flores-Parodi, Alonso-Roque, & Elvira, 2013), ya que se utilizan para desarrollar patrones de coactivación muscular adecuados, lo que incrementa la estabilidad de la articulación (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2011; Jan Borghuis, Hof, & Lemmink, 2008). Dentro de estos ejercicios, destaca el entrenamiento con superficies inestables, el cual se ha visto que proporciona mayor activación muscular respecto al entrenamiento en superficies estables, tanto de los músculos del core (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2011), como de los músculos de las extremidades superiores (Campbell, Kutz, Morgan, Fullenkamp, & Ballenger, 2014). A pesar de las ventajas que este tipo de entrenamientos provoca, el hecho de que se realicen repeticiones de larga duración parece relacionado con una limitación en las ganancias de fuerza (Behm, Drinkwater, Willardson, &

Cowley, 2011), así como de potencia, de velocidad y el ROM (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010). Existe una especial importancia en entrenar la estabilidad del core ya que mejora la velocidad, aceleración, salto vertical y salto de longitud, así como es importante para el rendimiento óptimo del deporte, y especialmente en fútbol (Taskin, 2016). La combinación de entrenamiento de fútbol y de estabilidad del core en superficies estables e inestables mejora el rendimiento deportivo (Prieske, y otros, 2015).

No obstante, a pesar de existir una amplia variedad de ejercicios focalizados hacia la mejora de la estabilización del core, aún no se han desarrollado metodologías que permita cuantificar la carga de entrenamiento de estabilidad de cada ejercicio. Si bien, gracias a la electromiografía se puede cuantificar el esfuerzo muscular a través del análisis de la activación (Vera-García, Barbado, Flores-Parodi, Alonso-Roque, & Elvira, 2013; Snarr & Esco, 2014), esta metodología no nos da información del grado de control o estabilidad efectiva que es capaz de desarrollar cada individuo en cada ejercicio propuesto, y por tanto se desconoce la dificultad que suponen los ejercicios en términos de carga de estabilidad. Hay muchos estudios que analizan la resistencia o la fuerza muscular de la musculatura del tronco durante ejercicios de estabilidad, realizando dichos ejercicios hasta el fallo de la ejecución por ejemplo, pero estos índices, la duración o el número de repeticiones no son medidas de estabilidad en sí mismas, aunque pueden influir (Juan-Recio, y otros, 2013; Taskin, 2016; Butowicz, Ebaugh, Noehren, & Silfies, 2016; Prieske, y otros, 2015; Huxel Bliven & Anderson, 2013). Por tanto una limitación importante es la falta de literatura científica al respecto sobre aspectos como repeticiones, series, duración de ejercicios, etc... sobre ejercicios de estabilidad (Vera-García, y otros, 2014).

Por todo ello, el objetivo del presente trabajo es realizar una propuesta de intervención focalizado al entrenamiento de la estabilidad del core con objeto de mejorar la estabilidad dinámica del tren inferior en futbolistas. La novedad de la propuesta radica en que la carga de entrenamiento que suponen los ejercicios de estabilidad del core en futbolistas se realizará mediante el uso de un smartphone. Los resultados que se obtuviesen con esta propuesta proporcionaría a los entrenadores una manera de controlar la carga de sus deportistas en los distintos tipos de entrenamiento de estabilidad mediante puentes, y observar su transferencia al equilibrio dinámico unipodal, el cual podría ser fácilmente evaluado utilizando un test de campo denominado Y-balance test. Asimismo, como estudios previos han observado que la estabilidad del tronco puede mejorar el rendimiento deportivo, se evaluaría el efecto del programa de estabilidad sobre un test de cambios de dirección como es el Test de agilidad, el cual se considera específico en fútbol como medida de rendimiento.

Método

Participantes

Se propone un estudio en el que participarían de forma voluntaria 40 sujetos, todos ellos hombres con edades comprendidas entre 14 y 18 años del club Helike Athletic en las categorías de Cadete y Juvenil. Como criterios de exclusión para la muestra pondríamos: 1) Tener dolor lumbar u otras alteraciones en el aparato locomotor durante el registro o los tres meses previos al mismo.

Previamente a la realización de la propuesta, todos los sujetos deberán firmar un consentimiento informado y un cuestionario aprobado por el Comité de Ética de la Universidad, en el cual hace referencia a sus antecedentes médicos y deportivos para evaluar el estado de salud y la práctica habitual de actividad física.

Ejercicios de estabilización del tronco

Las sesiones de registro consistirán en la ejecución de diversas variaciones de los tres ejercicios propuestos para el entrenamiento de la estabilidad del tronco, que son: Puente frontal, puente lateral y puente dorsal. El incremento de la dificultad de los ejercicios se realiza mediante diversos estudios electromiográficos (Vera-García, Barbado, Flores-Parodi, Alonso-Roque, & Elvira, 2013) así como por parámetros mecánicos como pueden ser el brazo de resistencia, la masa del sujeto en sustentación, número de apoyos (López Marcos, 2015) o el uso de un implemento inestable (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010).

A partir de los criterios anteriormente referidos, establecemos una progresión de los distintos ejercicios con 5 niveles de dificultad para cada uno (López Marcos, 2015; Martínez Romero, 2015). La progresión es de la siguiente forma:

- Puente Corto
- Puente Largo
- Puente Largo con un apoyo
- Puente Largo con inestabilidad (Bosu)
- Puente largo con un apoyo en inestabilidad (Bosu)










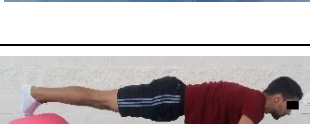
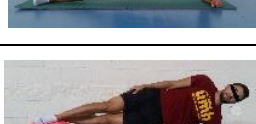




Nivel de Dificultad	Puente Frontal	Puente Lateral	Puente Dorsal
1			
2			
3			
4			
5			

Figura 1. Progresión de los puentes frontal, lateral y dorsal.

Instrumentos y registro

Cada sujeto realizaría 3 meses de entrenamiento de estabilidad del tronco dentro de sus propias sesiones de entrenamiento, y se registraría una valoración antes de comenzarlo a todos los sujetos de un equipo. Cada día se valorara a 3 jugadores para ir ajustando la carga a un porcentaje óptimo (un equipo medio tiene 18 jugadores, por lo que cada dos semanas se ajustaría la carga individual).

El registro se llevaría a cabo en el propio lugar de entrenamiento de cada jugador, mediante un cinturón en la zona lumbar que sujetara un Smartphone con el programa “*accelerometer analyzer*”, el cual mide las oscilaciones en los diferentes ejes de la región lumbar. En los ejercicios que se usa inestabilidad, se usara un BOSU (modelo Togu; 54x24 cm de diámetro).



Figura 2. Aplicación móvil “accelerometer analyzer” durante la ejecución de un ejercicio.

Procedimiento

Realizaremos una sesión para valorar a los sujetos en el test Y-balance, consiste en un test para valorar el control dinámico de los miembros inferiores en apoyo unipodal al límite de la estabilidad (Figura 7), así como en el Test T de agilidad, que consiste en un test con cuatro conos en forma de T para medir la agilidad de los miembros inferiores en una acción dinámica (Figura 5), para poder comparar con los resultados finales. (Gribble, Hertel, & Plisky, 2012; Paule, Madole, Garhammer, Lacourse, & Rozenek, 2000)

Se realizan tres meses de entrenamiento de estabilidad del tronco integrado en el entrenamiento habitual de los sujetos, como se ha comentado anteriormente, con tres sesiones semanales. Este entrenamiento consistirá en la ejecución de los diferentes puentes de la siguiente manera: Dos series de 15” en cada ejecución, en la que el tiempo de descanso será el usado en cambiar de posición a otro tipo de puente propuesto (Ej.: Se realizan 15” del puente frontal largo, cambio a puente lateral largo, a puente dorsal, y realizamos de nuevo los 3).

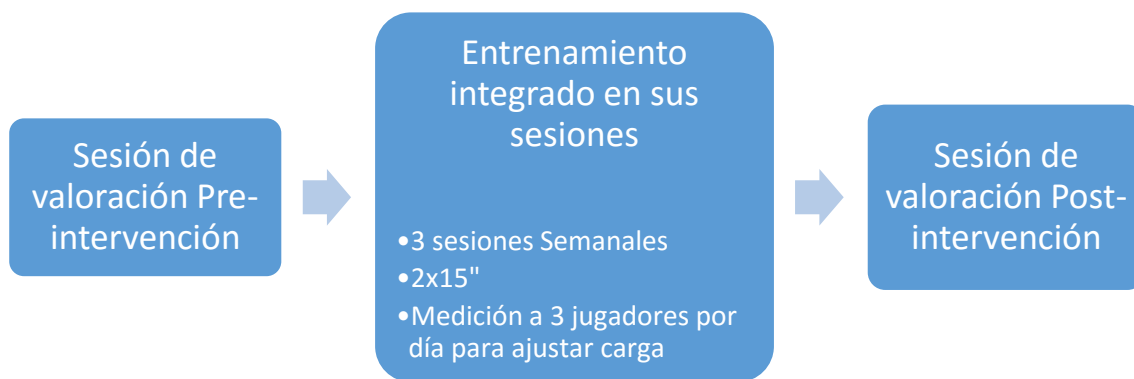


Figura 3. Diagrama sobre la Temporalización del procedimiento.

Para la ejecución de este entrenamiento, primero hemos de realizar una medición pre-propuesta, en la cual mediremos mediante la aplicación del Smartphone las oscilaciones que realiza cada sujeto en los ejercicios propuestos anteriormente, respecto a su máxima oscilación (cuando no puede aguantar y se cae) o respecto al ejercicio con mayor dificultad propuesto. El primer segundo de cada ejecución se desecha ya que para el comienzo de la misma golpearemos el móvil con el dedo. A partir de esta medición estableceremos tres grupos de trabajo de la siguiente manera:

- Grupo al 40%
- Grupo al 60%
- Grupo al 80%

Durante los tres meses de entrenamiento, realizaremos la medición de nuevo a 3 jugadores cada día, por lo que cada dos semanas se realizaría una medición a cada sujeto, para ajustar la carga de entrenamiento y que este en el porcentaje asignado desde un principio.

Al acabar los tres meses de entrenamiento se realizarán dos test: Y-balance test y el Test T de agilidad. Ya que son dos test en los que la estabilidad del tronco juega un papel importante, así como test predictores de rendimiento en el fútbol, se cree que mejoran en ambos test respecto a sus valores iniciales.

Tratamiento de datos

Los datos obtenidos mediante la aplicación del Smartphone anteriormente comentada se tomarán a una frecuencia de 50 datos por segundo. El primer segundo de cada ejecución se desechan ya que para el comienzo de la misma golpeamos el móvil. En la figura que se muestra a continuación (figura 4) se muestra el módulo de la aceleración de los tres ejes en valores absolutos comparando el puente frontal, dorsal y lateral.

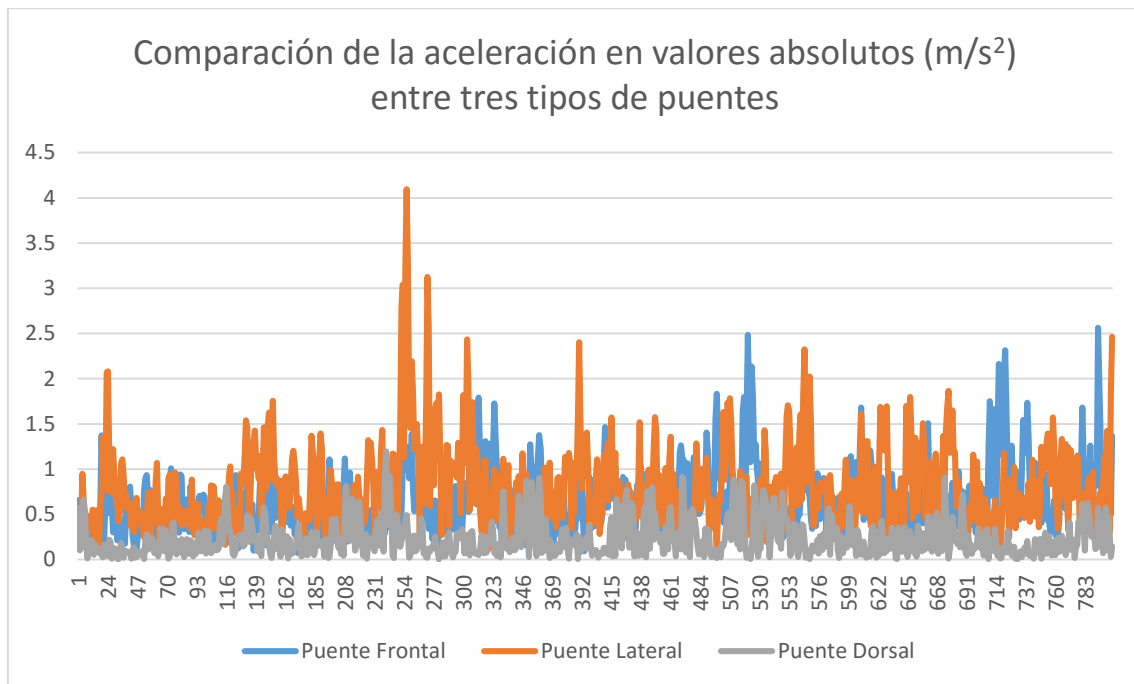


Figura 4. Comparación de la oscilación de los tres tipos de puente en el nivel dos de dificultad para todos los ejercicios (Puente largo). Los valores de aceleración (eje de abscisas) se encuentran en m/s².

En cuanto al test Y-balance, se desecharon las ejecuciones en las que el sujeto apoye ambos pies o levante el pie de apoyo. Se realizaron dos pruebas con cada pie. En el Test T, se desecharon las repeticiones en las que salga antes de tiempo, es este test realizara 3 intentos y se cogera la media de ellos. Los datos obtenidos serán normalizados por la longitud de la pierna de cada participante con objeto medida desde la articulación coxo-femoral hasta el maléolo medial del tobillo.

Análisis estadístico

Se calcularan los estadísticos descriptivos (media y valor absoluto) para diferentes variables. Con el fin de establecer el nivel de carga de entrenamiento que supone unas mayores mejoras en estabilidad del core (ejercicios valorados mediante el Smartphone), equilibrio unipodal (Y-balance test) y rendimiento (T-test de agilidad) se realizaría un ANOVA mixto, siendo la fase del entrenamiento el factor intrasujeto (Dos niveles: pre y post entrenamiento) y grupo el factor intersujeto de 3 niveles (entrenamientos al 40, 60 y 80%).

Bibliografía

- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *NRC Research Press*, 91-108.
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2011). The role of instability rehabilitative resistance training for the core musculature. *Strenght and conditioning Journal* , 71-81.
- Butowicz, C. M., Ebaugh, D., Noehren, B., & Silfies, S. P. (2016). Validation of two clinical measures of core stability. *The International Journal of sports physical therapy*, 15-23.

- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess Dynamic Postural-Control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 339-357.
- Huxel Bliven, K. C., & Anderson, B. E. (2013). Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health*.
- Jan Borghuis, A., Hof, A. L., & Lemmink, K. (2008). The Importance of Sensory-Motor Control in providing core stability: Implications for measurement and Training. *Sports Medicine*, 893-916.
- 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*, 451-465.
- Llana Belloch, S., Pérez Soriano, P., & Lledó Figueres, E. (2010). La Epidemiología en el fútbol: Una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 22-40.
- Lopéz Marcos, I. d. (2015). *Desarrollo de una progresión de ejercicios de core stability mediante un análisis del control postural sobre plataforma de fuerzas* (Trabajo Fin de Master, Universidad Miguel Hernández de Elche, Laboratorio de Biomecánica y Salud, Elche, España).
- M. Campbell, B., R. Kutz, M., L. Morgan, A., M. Fullenkamp, A., & Ballenger, R. (2014). An evaluation of upper-body muscle activation during coupled and uncoupled instability resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 1833-1838.
- Martínez Romero, M. (2015). *Validación de la escala OMNI-CORE de percepción de la dificultad de los ejercicios de estabilización del tronco* (Trabajo Fin de Master, Universidad Miguel Hernández de Elche, Laboratorio de Biomecánica y Salud, Elche, España).
- Moreno Pascual, C., Rodríguez Pérez, V., & Seco Calvo, J. (2008). Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*, Vol. 30 Núm. 01.
- Moreno-Navarro, P. (2014). *Activación de la musculatura del tronco en ejercicios de puente frontal con diferentes grados de inclinación* (Trabajo Fin de Master, Universidad Miguel Hernández de Elche, Laboratorio de Biomecánica y Salud, Elche, España).
- Pauole, K., Madole, k., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and Validity of the T-test as a Measure of agility, leg power, and leg speed in College-aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning research*, 443-450.
- Snarr, R. L., & Esco, M. R. (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 3298-3305.
- Taskin, C. (2016). Effect of Core training program on physical functional performance in female soccer players. *International Education Studies*, Vol.9 No.5.
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Flores-Parodi, B., Alonso-Roque, J., & Elvira, J. (2013). Activación de los músculos del tronco en ejercicios de estabilización raquídea. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 673-685.

Vera-García, F., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. (2014). Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista andaluza de medicina del deporte* , 130-137.

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves , P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the trunk predict knee injury risk. *The american Journal of sports medicine*.

Anexos



Figura 5. Protocolo de ejecución del T-test de agilidad.



Figura 6. Protocolo de colocación del Smartphone para la medición, tanto en la zona lumbar como lateral.



Figura 7. Protocolo para la medición del Y-balance Test.

