

Romero-Franco, N.; Martínez-Amat, A. y Martínez-López, E.J. (2013) Efecto del entrenamiento propioceptivo en atletas velocistas / Effect of the proprioceptive training in sprinters. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. vol. 13 (51) pp. 437-451. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista51/artefecto393.htm>

## ORIGINAL

# EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO EN ATLETAS VELOCISTAS

## EFFECT OF THE PROPIOCEPTIVE TRAINING IN SPRINTERS

Romero-Franco, N.<sup>1</sup>; Martínez-Amat, A.<sup>2</sup> y Martínez-López, E.J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fisioterapeuta. Máster en Investigación y Docencia en Ciencias de la Actividad Física y Salud. Universidad de Jaén. España. [narf52@gmail.com](mailto:narf52@gmail.com)

<sup>2</sup>Profesor Contratado Doctor. Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad de Jaén. España. [amamat@ujaen.es](mailto:amamat@ujaen.es)

<sup>3</sup>Profesor Titular Universidad. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación - Universidad de Jaén. España. <http://www4.ujaen.es/~emilioml/> [emilioml@ujaen.es](mailto:emilioml@ujaen.es)

Los autores desean agradecer su colaboración en el estudio al Centro Andaluz de Medicina del Deporte. También mostrar el agradecimiento a todos los atletas que han participado en esta investigación.

**Código UNESCO / UNESCO code:** 2406.04 Biomecánica / Biomechanic

**Clasificación Consejo de Europa / European Council Classification:** 3. Biomecánica del deporte / Sports Biomechanic

**Recibido** 18 de junio de 2011 **Received** June 18, 2011

**Aceptado** 2 de octubre de 2012 **Accepted** October 2, 2012

### RESUMEN

El trabajo propioceptivo está cada vez más integrado en el entrenamiento deportivo, sin embargo sus efectos en este ámbito son poco conocidos. El propósito de este estudio fue determinar el efecto de 6 semanas de entrenamiento propioceptivo sobre el equilibrio, fuerza y velocidad de atletas velocistas. Participaron 33 atletas velocistas de nivel medio que fueron clasificados en dos grupos: *control* (n=17) y *experimental* (n=16). El grupo experimental incluyó en su sesión de entrenamiento un programa propioceptivo de 30 minutos/día utilizando BOSU® y Swiss ball. Antes y después del programa se realizaron test de estabilometría en plano transversal (X) y sagital (Y), squat jump, counter-movement jump y carrera de velocidad de 30 m. El análisis de varianza y covarianza reveló efectos de mejora en el equilibrio

postural de los atletas experimentales, así como incrementos moderados en la potencia de salto, que no se tradujeron en mejora de los resultados de velocidad de los atletas.

**PALABRAS CLAVE:** Propiocepción; velocidad; fuerza; estabilidad postural; swiss ball; rendimiento.

## ABSTRACT

Proprioceptive training is more and more integrated in sports performance, however effects in this area are not well-known. This study was aimed at determining the effect of 6 weeks of proprioceptive training on balance, strength and speed in sprinters. 33 medium-level sprinters were divided into two groups: a *control group* (no = 17) and an *experimental group* (no = 16). The training programme in the latter group included a proprioceptive programme consisting of 30 min/day using BOSU® and Swiss ball. Before and after the training programme, stabilometry tests were completed in the horizontal (X) and vertical (Y) planes, squat jump, counter movement jump and 30-metre sprint. Analysis of variance and covariance revealed beneficial impact on sprinter postural balance in the experimental group, as well as moderate increases in jump power with no impact on the sprinters' speed.

**KEY WORDS:** Proprioception; speed; strength; postural stability; swiss ball; performance.

## INTRODUCCIÓN

La velocidad en atletismo es una disciplina especialmente influenciada por la amplitud y frecuencia de cada uno de los movimientos corporales (Cometti, 2002). Para la mejora de ambas, es preciso entrenar mediante contracciones musculares a la máxima intensidad, realizar una correcta biomecánica del movimiento, y obtener cotas elevadas de estabilidad que permitan focalizar y maximizar la fuerza en el gesto de carrera (Cosio-Lima et al., 2003; Lin et al., 2007). Atendiendo a este último factor, ha sido demostrado que en condiciones de inestabilidad la producción de fuerza disminuye considerablemente (Marshall y Murphy, 2006), ya que una contracción precisa y eficaz requiere que el sistema nervioso reciba información adecuada sobre su situación desde los receptores de los músculos, ligamentos, articulaciones y piel (Behm et al., 2002 y 2003). Esta información recibe el nombre de propiocepción y contribuye a percibir las sensaciones conscientes e inconscientes del sentido muscular, el equilibrio postural y la estabilidad articular (Lephart & Fu, 2000).

Se ha demostrado que los atletas se enfrentan a fatigas y perturbaciones continuas que alteran el sistema propioceptivo, de tal modo que la información que es enviada al sistema nervioso central está tergiversada

haciendo que la biomecánica se altere y el movimiento pierda su efectividad (Yasuda et al., 1999). Algunos autores coinciden que durante la carrera el huso neuromuscular es el receptor propioceptivo responsable de la ejecución de los movimientos, la postura y el mantenimiento del tono muscular (Fitzpatrick et al., 1994; Ganong, 2004), y por tanto el único modificable por el sistema nervioso central a partir de un entrenamiento propioceptivo (Ashton-Miller et al., 2001). En base a ello, gracias al trabajo propioceptivo y a la consecuente modificación del huso neuromuscular como principal propioceptor, se han hallado mejoras en la capacidad de fuerza del atleta al inicio de una acción isométrica (Gruber & Gollhofer, 2004), se ha perfeccionado la ejecución biomecánica en movimientos similares a los llevados a cabo durante el entrenamiento propioceptivo (Ashton-Miller et al., 2001; González et al., 2011), y se ha obtenido un mayor reclutamiento muscular durante la actividad contractil en ejercicios ejecutados sobre plataforma inestable (Behm et al., 2002, 2003; Marshall & Murphy, 2005; Anderson & Behm, 2005).

A pesar de los anteriores hallazgos obtenidos en deportistas, es escasa la evidencia científica que apoya este trabajo como parte del entrenamiento en velocistas. En los últimos años, se han llevado a cabo iniciativas de entrenamiento propioceptivo empleando para ello material alternativo como BOSU® y Swiss ball (Stanton et al., 2004; Wahl & Behm, 2008). Su incorporación ha ofrecido para el entrenamiento atlético un avance considerable respecto a nuevas formas de trabajo y mejoras en las señales aferentes propioceptivas, tiempo de reacción y fuerza muscular específica, así como en estabilización e incluso prevención de lesiones frecuentes como el esguince de tobillo (Gruber & Gollhofer, 2004; Yaggie & Campbell, 2006; Laudner & Koschnitzky, 2010), no obstante, aún quedan por descifrar múltiples aspectos relativos al tipo de ejercicios, volumen e intensidad.

En base a los argumentos precedentes, este estudio se propuso como principal objetivo estudiar los efectos de un programa de entrenamiento propioceptivo sobre el equilibrio, la fuerza, y la velocidad de atletas velocistas. Se hipotetizó que el entrenamiento propioceptivo mediante BOSU® y Swiss ball aumentaría el equilibrio corporal de los atletas, mejoraría la efectividad contráctil muscular del tren inferior, y disminuiría el tiempo empleado en recorrer la distancia de 30 metros.

## **MÉTODO**

Se trata de un estudio cuasiexperimental de 6 semanas de duración con dos medias de resultados (pre y post tratamiento). Se aplicó un protocolo de ejercicios propioceptivos específicos a un grupo de atletas velocistas durante 6 semanas en septiembre y octubre, meses en los que todos se encontraban en periodo de pretemporada y el entrenamiento consistía principalmente en potencia con pesas y resistencia aeróbica.

## Participantes

En el estudio participaron 33 atletas velocistas pertenecientes al club de atletismo Unicaja de Jaén ( $21,82 \pm 4,84$  años,  $1,76 \pm 0,07$  m,  $67,82 \pm 8,04$  kg,  $21,89 \pm 2,37$  kg/m<sup>2</sup>) de nivel medio, cuyas marcas les permitían asistir a campeonatos de Andalucía, todos ellos varones y procedentes de disciplinas de velocidad (100, 200 y 400 m, así como 110 y 400 m vallas). Se excluyeron aquellos que llevaron menos de un año de entrenamiento y/o hubieran realizado entrenamiento propioceptivo previo. Los atletas fueron distribuidos en 2 grupos por medio de un muestreo probabilístico aleatorio simple: *Grupo Control*, que se limitó a hacer su entrenamiento diario y estuvo formado por 17 sujetos ( $21,18 \pm 4,47$  años,  $1,75 \pm 0,08$  m,  $65,3 \pm 9,79$  kg,  $21,27 \pm 2,65$  kg/m<sup>2</sup>), y *Grupo Experimental*, formado por 16 sujetos ( $22,5 \pm 5,12$  años,  $1,77 \pm 0,06$  m,  $70,5 \pm 4,44$  kg,  $22,33 \pm 3,15$  kg/m<sup>2</sup>). Este último grupo añadió a su entrenamiento un protocolo de 6 semanas de ejercicios propioceptivos específicos.

## Instrumentos

Para el entrenamiento se utilizaron 6 Swiss ball de 75 cm de diámetro, 6 BOSU de la marca BOSU® Balance Trainer, 6 pares de mancuernas que permitían adaptar el peso a las características del atleta y 6 pares de tobilleras lastradas de 3 Kg. Para las mediciones en carrera de velocidad se utilizó un sistema de dos células fotoeléctricas de la marca OMRON® (Japón) con sus respectivos receptores y colocadas en la línea de salida y a los 30 metros de carrera. Del mismo modo, para las mediciones de saltos se empleó la plataforma de salto Ergo Tester Globus® (Italia). Finalmente, las pruebas de estabilidad postural en plano transversal y sagital fueron medidas mediante la plataforma baropodométrica EPS® (Italia).

## Procedimiento




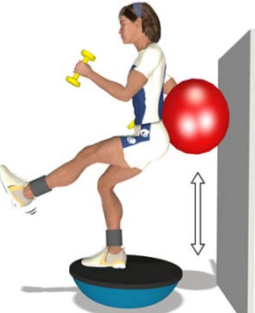
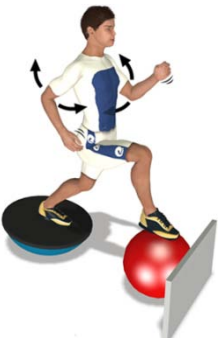

El estudio fue realizado entre los meses de septiembre y noviembre de 2010, que suponía un periodo de pretemporada en el que ninguno de los atletas tenía competiciones. Antes de la participación, todos los sujetos fueron instruidos convenientemente sobre la correcta ejecución de test y ejercicios, y firmaron el consentimiento informado, siendo sus padres o tutor legal los encargados de firmar en caso de atletas menores de edad, cumpliendo así con las normas de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de 1975 (actualización 2008).

Intervención: Entrenamiento propioceptivo

El programa específico propioceptivo fue realizado tres días / semana con una duración de aproximadamente 30 minutos cada sesión durante seis semanas. Cada sesión de entrenamiento incluía 5 ejercicios propioceptivos con dos fases (inicial y final). La primera fase de cada ejercicio se aplicó durante las

tres primeras semanas, la segunda o final fue aplicada en las tres semanas siguientes, y consistió en los mismos ejercicios pero con la utilización de cargas adicionales que permitieron incrementar la intensidad de cada ejercicio (figura 1). La correcta ejecución en los ejercicios de cada sesión y su intensidad fueron cuidadosamente supervisados por un especialista en fitness y por un fisioterapeuta especializado en lesiones deportivas, los cuales trabajaron con grupos de 10 - 12 atletas.

Se pidió a los participantes del grupo de control que no llevaran a cabo cambios en su entrenamiento e informaran si precisaron algún tipo de medicación durante las 6 semanas del periodo de intervención.

FASE INICIAL – Tres primeras semanas	FASE FINAL – Tres últimas semanas
<p><b>EJERCICIO 1</b>  <i>Fase inicial.</i> Braceos en la posición indicada.                       30" cada miembro</p> 	<p><b>EJERCICIO 1</b>  <i>Fase final.</i> Braceos con mancuernas de 2 kg, aumentando el peso 1,5 kg cada semana.                       30" cada miembro</p> 
<p><b>EJERCICIO 2</b>  <i>Fase inicial.</i> Flexión de cadera, rodilla y tobillo de la pierna apoyada, a la vez braceo al mismo ritmo.                       10 repeticiones cada miembro</p> 	<p><b>EJERCICIO 2</b>  <i>Fase final.</i> Ejecución con tobillera lastrada de 3 kg en la pierna libre y mancuerna de 2 kg en cada mano, aumentando el peso 1,5 kg cada semana.                       10 repeticiones cada miembro</p> 
<p><b>EJERCICIO 3</b>  <i>Fase inicial.</i> Braceos en la posición indicada.                       30" cada miembro</p> 	<p><b>EJERCICIO 3</b>  <i>Fase final.</i> Mantener la posición indicada, con una barra de 10kg que aumentará su peso en 2kg cada semana. La pierna retrasada se apoya sobre la cabeza de los metatarsianos.                       30" cada miembro</p> 

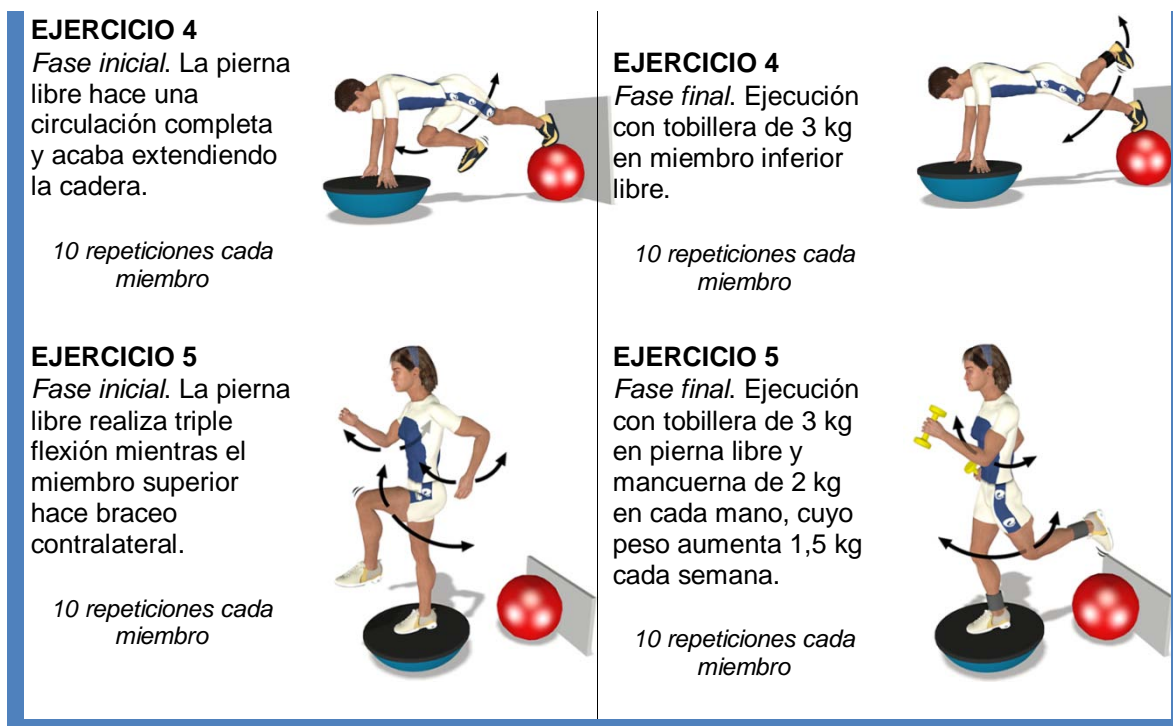


Figura 1. Programa de entrenamiento propioceptivo [Elaboración propia].

## Medidas de resultado

Las pruebas realizadas pre y post intervención incluyeron test pliométricos de squat jump (SJ) y counter movement jump (CMJ), estabilometría, y test de velocidad de 30 m con y sin salida de tacos. Previo a cada test, todos los atletas llevaron a cabo un calentamiento de 30 min. que consistió en 10 minutos de carrera suave y 20 minutos que incluían estiramientos, aceleraciones progresivas, sentadillas completas sin carga y saltos progresivos en altura.

### *Squat jump*

Este test fue realizado para medir la fuerza explosiva de los miembros inferiores del deportista (Cressey et al., 2007). El atleta era instruido para efectuar un salto vertical partiendo de una posición en la que la rodilla estuviera flexionada a 90°, el tronco recto y las manos en la cintura y llevándolo a cabo sin emplear contramovimiento y sin el auxilio de los brazos. Los atletas realizaron 3 intentos de SJ sobre una plataforma de contacto con una recuperación de 2 minutos entre cada salto. Se registró el mejor de los tres intentos.

### *Counter movement jump*

Este test fue realizado para medir la fuerza explosiva de los miembros inferiores del deportista (González et al., 2006). El atleta partía de una posición erguida con las manos en la cintura y realizó el salto vertical después de un

contramovimiento en el que las rodillas se flexionaban hasta 90°. Al saltar las rodillas debían extenderse hasta 180° sin hiperextender la cadera. Los atletas realizaron 3 intentos de CMJ en una plataforma de contacto con una recuperación de 2 minutos entre cada salto. Se registró el mejor de los tres intentos.

### *Estabilometría*

Esta prueba fue realizada para conocer la estabilidad postural del deportista en el plano sagital (Y) y transversal (X) según el recorrido de su centro de presiones (Hoffman & Payne, 1995). Estas variables informan sobre la posición media del centro de presiones del sujeto en su recorrido mediolateral para la variable X y en su recorrido anterolateral para la variable Y. Por tanto, la estabilidad será mejor cuanto más cercana a 0 sea en ambas variables. Cada atleta se posicionó dos veces sobre la plataforma baropodométrica: 1º con apoyo de ambos talones separados a 5 centímetros, y 2º con apoyo de pies formando un ángulo de 30°. En ambas, el atleta debía permanecer inmóvil durante 52 segundos. El software utilizado para el análisis de resultados de esta prueba fue FootChecker 4.0 (Italia).

### *Carrera de 30 metros*

La prueba de velocidad fue realizada para conocer la aceleración y velocidad máxima del deportista (Ronnestad et al., 2008, Mehmet et al., 2009). Consistió en recorrer 30 metros en una pista de atletismo a la máxima velocidad. Las células fotoeléctricas fueron colocadas en la línea de salida y al término de la carrera. Cada atleta realizó un primer intento sin tacos de salida, es decir, saliendo en posición semierguida con un pié de apoyo más adelantado y la mano contraria a pie adelantado apoyada en el suelo, sin hacer un contramovimiento desde esa posición. El segundo intento se realizó con tacos de salida. Entre cada carrera los atletas tuvieron una recuperación de 3 minutos.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó T de student para muestras independientes en la comparación inicial de variables entre grupos. Se realizó análisis descriptivo de datos, análisis de varianza ANOVA 2(Grupo) x 2(Tiempo), con ajuste del intervalo de confianza mediante Bonferroni, y análisis de covarianza ANCOVA. La normalidad de los datos se comprobó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó como variables dependientes (VDs) las medidas de salto, la estabilidad postural y la prueba de velocidad de carrera de 30 m, y como variable independiente (VI) el tipo de entrenamiento. También se realizó análisis de correlación de Pearson para establecer la relación entre VDs. Para todas las pruebas estadísticas se utilizó el nivel de significación de  $p < 0,05$ . Para el análisis estadístico se empleó el software SPSS v. 19.

## RESULTADOS

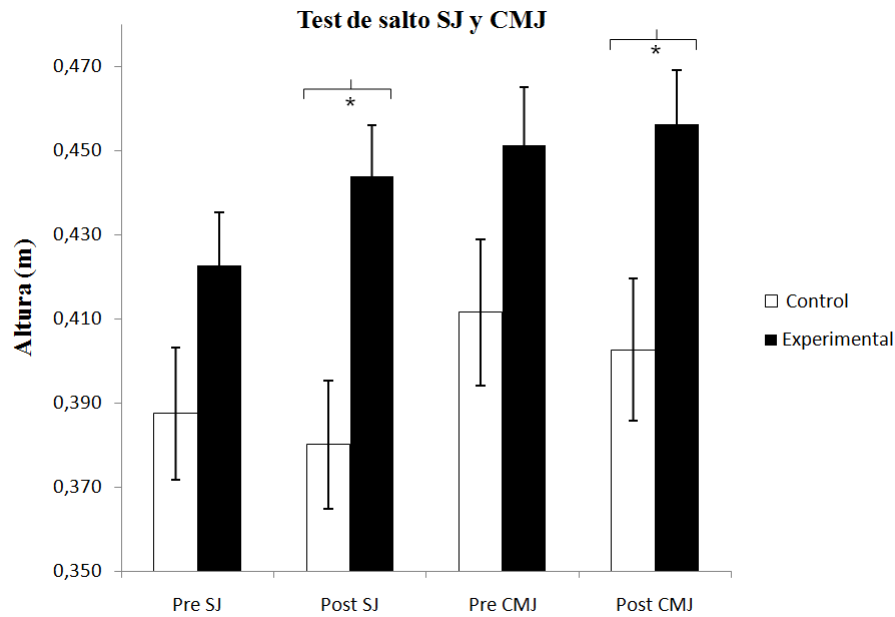
En la tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables de estudio durante el pretest. Todas las variables respondían a una distribución normal. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en las pruebas de carrera de 30 metros sin salida de tacos y la variable X de estabilometría ( $p = 0,014$  y  $p = 0,038$  respectivamente).

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos (media y desviación típica) de las variables de estudio al inicio y tras 6 semanas de aplicación del programa de entrenamiento propioceptivo.

<b>Medidas pre</b>			
<b>Variables (pre)</b>	<b>Experimental (n=16)</b>	<b>Control (n=17)</b>	<b>Significación</b>
<b>X (mm)</b>	1,83 ± 4,85	-1,88 ± 5,01	0,038*
<b>Y (mm)</b>	0,76 ± 5,51	3,31 ± 6,11	0,220
<b>30 m ST (seg.)</b>	4,31 ± 0,13	4,51 ± 0,28	0,014*
<b>30 m CT (seg.)</b>	4,44 ± 0,12	4,58 ± 0,29	0,091
<b>CMJ (m)</b>	0,45 ± 0,06	0,41 ± 0,07	0,087
<b>SJ (m)</b>	0,42 ± 0,05	0,39 ± 0,06	0,094
<b>Medidas tras 6 semanas de entrenamiento propioceptivo</b>			
<b>X (mm)</b>	-0,78 ± 4,31	2,30 ± 2,74	0,010*
<b>Y (mm)</b>	-1,10 ± 6,83	2,89 ± 4,78	0,076
<b>30 m ST (seg.)</b>	4,33 ± 0,12	4,39 ± 0,21	0,118
<b>30 m CT (seg.)</b>	4,40 ± 4,51	4,57 ± 0,27	0,072
<b>CMJ (m)</b>	0,46 ± 0,06	0,40 ± 0,07	0,047*
<b>SJ (m)</b>	0,44 ± 0,02	0,38 ± 0,07	0,032*
X (mm) = Estabilidad postural del deportista en el plano transversal (X)			
Y (mm) = Estabilidad postural del deportista en el plano sagital (Y)			
30 m ST (seg.) = Carrera de 30 metros sin tacos de salida			
30 m CT (seg.) = Carrera de 30 metros con tacos de salida			
CMJ (m) = Counter Movement Jump			
SJ (m) = Squat Jump			
*Diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ )			

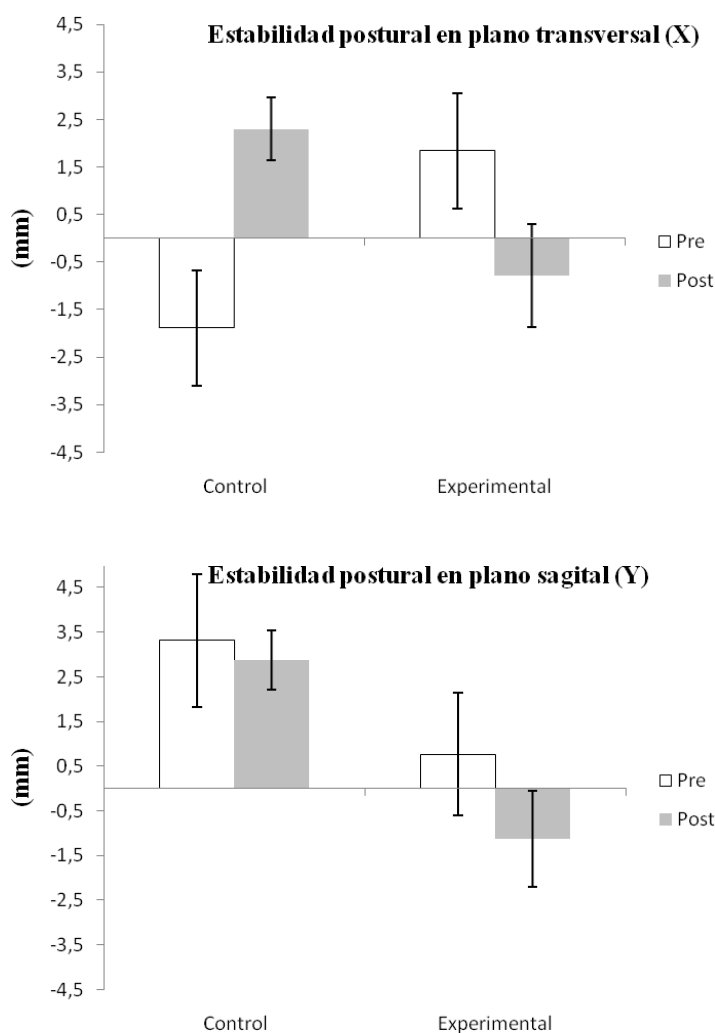
El análisis de varianza realizado sobre la medida de altura de salto SJ reveló que entre las medidas post el grupo experimental alcanzó una mayor altura de salto (Media = 0,44 ± 0,02 m) que el grupo de Control (Media = 0,38 ± 0,07 m), ( $p = 0,032$ ) (fig. 2). De forma similar al resultado anterior, el análisis de varianza realizado sobre la medida de altura de salto CMJ encontró que en las medidas Post el grupo experimental alcanzó una mayor altura de salto (Media = 0,46 ± 0,06 m) que el grupo control (Media = 0,40 ± 0,07 m) ( $p = 0,047$ ).





**Figura 2.** Representación gráfica de los resultados pre y post en grupos de Control y Experimental tras las pruebas squat jump (SJ) y counter movement jump (CMJ). \*  $p < 0,05$ .

Por otra parte, de las seis variables de estudio, dos de ellas (estabilométrica transversal X y velocidad 30 m sin salida de tacos) ofrecieron diferencias estadísticamente significativas en la medida pre entre los dos grupos de estudio. Para anular el efecto diferencial inicial se llevó a cabo un análisis ANCOVA, donde la covariante fue la medida pre de ambas variables. El análisis realizado sobre la estabilidad en plano X mostró diferencias significativas ( $p = 0,010$ ) en favor del grupo Experimental (Media =  $-0,78 \pm 4,31$ ) respecto al de Control (Media =  $2,30 \pm 2,74$ ) (fig. 3). El mismo análisis realizado sobre las medidas de velocidad 30 metros sin salida de tacos no halló diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de estudio ( $p = 0,118$ ). Finalmente, el análisis realizado sobre las medidas de velocidad (30 m) con salida de tacos y la prueba estabilométrica en plano Y no halló ningún efecto principal ni de interacción entre las variables involucradas ( $p > 0,05$ ).



**Figura 3.** Representación gráfica de los resultados pre y post en la prueba de estabilidad postural del deportista según el recorrido de su centro de presiones.

El análisis de correlación entre las variables de estudio mostró altas asociaciones estadísticamente significativas entre las medidas pre de la carrera de 30m ST y de la carrera de 30m CT ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,05$ ) y especialmente en la medida post ( $r = 0,86$ ,  $p < 0,01$ ). Las correlaciones entre las medidas de salto SJ y CMJ fueron muy elevadas tanto en las medidas pre ( $r = 0,88$ ,  $p < 0,001$ ) como post ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,001$ ).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente estudio fue diseñado con el objetivo de comprobar el efecto de un programa propioceptivo de seis semanas con Swiss ball y BOSU® en el rendimiento deportivo de atletas velocistas. Para ello se llevaron a cabo una prueba estabilométrica, test pliométricos de SJ y CMJ, y pruebas de velocidad de 30m con y sin tacos de salida. La fiabilidad de la carrera de 30m y los test pliométricos como indicadores en la evaluación de la condición física y el

rendimiento deportivo fue estudiada y demostrada por Martín et al., (2001). El programa fue bien tolerado por los atletas, no encontrándose ningún signo aparente de deterioro en su salud al final del tratamiento ni se contabilizó lesión alguna.

Los resultados obtenidos en la estabilometría arrojaron diferencias significativas en cuanto a la estabilidad transversal o lo que es lo mismo, en la estabilidad en el plano mediolateral de los atletas (X), apreciándose una mejora significativa en el grupo experimental, sin embargo, estas diferencias no fueron halladas en el plano anteroposterior (Y). Las mejoras posturales mostradas en el presente estudio coinciden con los resultados hallados por Schibek et al., (2001), Stanton et al., (2004), Gioftsidou et al., (2006), Yaggie & Campbell (2006), Huang & Lin, (2010) o Romero-Franco et al., (2012) cuyos estudios revelaron mejoras significativas en el equilibrio postural de diferentes deportistas en base a programas de entrenamiento que incluían el trabajo propioceptivo como ejercicio principal, y a las hallados por Bieé & Kuczinsky, (2010) en jóvenes futbolistas, donde también se observaron mejoras en la estabilidad en el plano mediolateral pero no en el plano anteroposterior. La explicación a estos resultados podría hallarse en que un periodo más prolongado de entrenamiento propioceptivo podría ser determinante ya que Hoffman & Payne, (1995) lograron obtener mejoras en el plano anteroposterior además del mediolateral tras un programa de 10 semanas de ejercicios propioceptivos dirigidos al tobillo.

El análisis de los test pliométricos incluidos en esta investigación reveló mejoras en la altura de salto en el grupo experimental tanto en el SJ como en el CMJ. Algo similar encontraron Cressey et al., (2007), que encontraron mejoras en el grupo de sujetos que había incluido un entrenamiento propioceptivo en superficie inestable, pero hallando también dichas diferencias en el grupo que había hecho ese mismo entrenamiento en superficie estable. Tras el análisis de los resultados de estas variables, se observó una disminución al límite de la significación estadística en altura de salto por parte del grupo control que no estaba presente en los saltos de los experimentales. La explicación de esta diferencia podría sustentarse en la consideración de que el trabajo propioceptivo sea un atenuante en la disminución de fuerza explosiva de los atletas, que podría ser beneficioso a largo plazo, teniendo en cuenta que en el periodo de pretemporada, en el que fue realizado el estudio los entrenamientos consistían en un trabajo simultáneo de la potencia con pesas y la resistencia aeróbica, lo cual se ha evidenciado que disminuye la potencia de salto y la velocidad en esprín (Baechle & Earle, 2007).

Por otro lado, la carrera de 30 m fue elegida como prueba estándar para testar la velocidad de los atletas (García-López et al., 2001; Cometti, 2002; Fernández et al., 2007). Nuestros resultados de velocidad no revelaron diferencias significativas tras el entrenamiento propioceptivo. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cressey et al., en 2007 tras la aplicación de un entrenamiento de 10 semanas en plataforma inestable, donde tanto los controles como los experimentales mejoraron estadísticamente con respecto al

pretest, siendo el grupo control el que mayor porcentaje de mejora obtuvo en la prueba de 40 yardas (3,9% respecto a 1,8% del grupo experimental). En contraste con nuestros resultados, Yaggie & Campbell (2007), concluyeron que un programa de trabajo propioceptivo lograba mejoras en la capacidad de reacción de los deportistas, siendo éste un parámetro fundamental en el registro de la carrera de 30m y cuya mejora habría sido reflejada en los resultados del presente estudio. Esta diferencia en cuanto a resultados podría ser explicada una vez más por la presencia de entrenamientos de resistencia aeróbica que disminuyen la velocidad de esprín de los atletas (Baechle & Earle, 2007) y que podrían enmascarar posibles mejoras en este tipo de parámetros.

A pesar de los hallazgos anteriores, este estudio presenta varias limitaciones. Especialmente, consideramos que el tamaño muestral utilizado pudo ser insuficiente para la obtención de resultados más óptimos, ya que se observaron variables al límite de la significación como la prueba de estabilometría "Y" y la prueba de velocidad 30 m con salida de tacos, que muy probablemente habrían sido significativas con una muestra más grande; y por otra parte, el tiempo de intervención podría haber sido insuficiente para la adaptación necesaria en los atletas que provocara mejoras más notables en las variables de salto y velocidad.

En base a lo ya expuesto, podemos concluir que un programa de entrenamiento propioceptivo (3 días/semana) compuesto por ejercicios específicos para velocistas, llevado a cabo durante de 6 semanas, produce mejora del equilibrio de los atletas en el plano mediolateral. El entrenamiento propioceptivo mediante Swiss ball y BOSU produce incrementos moderados en la potencia de salto, sin embargo estas no se traducen en mejora de la velocidad de los atletas. Para estudios futuros, se recomienda prolongar en 12 semanas la intervención, así como incorporar otros niveles de competición e incluso de diferentes rangos de edad. La variedad de los ejercicios sería otro parámetro que podría resultar interesante en nuevas investigaciones de programas propioceptivos para atletas velocistas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, K. y Behm, D.G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30: 33-45.
- Ashton-Miller, J.A., Wojtys, E.M., Huston, L.J., Fry-Welch, D. (2001). Can Proprioception Really Be Improved by Exercises? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 9(3), 128-136.
- Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [Internet]. 2008 [citado 15 Abr 2011]. Disponible en: <http://www.wma.net/s/ethicsunit/helsinki.htm>
- Baechle, T.R. y Earle, R.W. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. Madrid: Panamerica.

- Bauersfeld A. (1983). Studien zu ausgewählten Probleme des Schnelligkeit. *Wissenschaftliches Zeitschrift er DHFK*, 24 (3), 45-64.
- Behm, D.G., Anderson, K., Currnew, R.S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *Journal of Stregth and Conditional Research*, (16), 416-422.
- Behm, D.G., Leonard, A., Young, W., Bonsey, A., Mackinnon, S. (2003). Trunk muscle EMG activity with unstable and unilateral exercises. *Canadian Journal of Applied Physiology*, (28)30, 326-341.
- Bieé, E. y Kuczynski, M. (2010). Postural control in 13-year-old soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, (110), 703-708.
- Cometti, G. (2002). El entrenamiento de la velocidad. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Cosio-Lima, L.M., Reynolds, K.L., Winter, C., Paolone, V., Jones, M.T. (2003). Effects of Physioball and Conventional Floor Exercises on Early Phase Adaptations in Back and Abdominal Core Stability and Balance in Women. *Journal of Strength and Conditional Research*, 17(4), 721-725.
- Cressey, E.M., West, C.A., Tiberio, D.P., Kraemer, W.J., Maresh, C.M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Stregth and Conditional Research*, 21(2), 561-567.
- Fernández, J.C., Beas, M.A., Martín, F.J., Reina, A. (2007). Fatiga y rendimiento en la velocidad y salto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 7(26), 99-110. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista26/artfatiga50.htm>
- Fitzpatrick, R. y McCloskey, D.I. (1994). Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *The Journal of Physiology*, (478), 173-186.
- Ganong, W. (2004). Fisiología médica. México: Editorial El manual moderno.
- García-López, J., Villa, J.G., Morane, J.C., Moreno, C. (2001). Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts. Rendimiento y Entrenamiento*, (63), 46-52.
- Gioftsidou, A., Malliou, P., Pafis, G., Beneka, A., Godolias, G., Maganaris, C.N. (2006). The Effects of Soccer Training and Timing of Balance Training on Balance Ability. *European Journal of Applied Physiology*, 96(6), 659-664.
- González, G., Oyarzo, C., Ficsher, M., De La Fuente, M.J., Diaz, V., Berral, F.J. (2011). Entrenamiento específico del balance postural en jugadores juveniles de fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(41), 95-114. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista41/artentrenamiento192.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista41/artentrenamiento192.htm)
- González, J.M., Machado, L., Navarro, F.J., Vilas-Boas, J.P. (2006). Acute affects of strenght training from heavy loads and static stretching training on squat jump and countermovement jump. *Revista internacional de Ciencias del Deporte*, 2(4), 47-56.
- Gruber, M. y Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, (92), 98-105.

- Hoffman, M. y Payne, V.G. (1995). The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 21(2), 90-93.
- Huang, P.Y. y Lin, C.F. (2010). Effects of balance training combined with plyometric exercises in postural control: application in individuals with functional ankle instability. *Department of Physical Therapy, Medical College, Tainan City, Taiwan. Vol. 31.*
- Laudner, K.G. y Koschnitzky, M.M. (2010). Ankle muscle activation when using the Both Side Utilized (BOSU) balance trainer. *Journal of Strength and Conditional Research*, 24(1), 218-222.
- Lephart, S.M. y Fu, F.H. (2000) *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics.
- Lin, D.H., Lin, Y.F., Chai, H.M., Han, Y.C., Jan, M.H. (2007). Comparison of proprioceptive functions between computerized proprioception facilitation exercise and closed kinetic chain exercise in patients with knee osteoarthritis. *Clinical Rheumatology*, 26: 520–528.
- Mattacola, C.G. y Lloyd, J.W. (1997). Effects of a 6-Week Strength and Proprioception Training Program on Measures of Dynamic Balance: a Single Case Design. *Journal of Athletic Training*, 32(2), 127-135.
- Marshall, P., Murphy, B. (2006). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31: 376-383.
- Marshall, P., Murphy, B. (2005). Core stability exercises on and off a Swiss Ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2), 242-249.
- Martín, R., Fernández, M., Veiga, J.V., Otero, X.J., Rodríguez, F.A. (2001). Fiabilidad de las pruebas de fuerza en salto vertical y velocidad de carrera en escolares de 6 a 8 años. *Apunts. Rendimiento y Entrenamiento*, (63), 40-45.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (2004). *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Madrid: McGraw –Hill.
- Mehmet, K., Alper, A., Coçkun, B., Caner, A. (2009). Relationship among jumping performances and sprint parameters during maximum speed phase in sprinters. *Journal of strength and condition Research*, (23), 2272-2279.
- 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.
- Ronestad, B., Kvammen, N., Sunde, A., Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (22), 773 – 788.
- Schibek, J.S., Guskiewicz, K.M., Prentice, W.E., Mays, S., Davis, J.M. (2001). The effect of core stabilization training on functional performance in swimming. *Master's thesis, University of North Carolina, Chapel Hill.*
- 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 Conditional Research*, 18(3), 522-528.

- Vance, A., Ferrigno, L., Brown, E., Murray, D.P. (2007). *Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez*. Badalona: Paidotribo.
- Wahl, M.J. y Behm, D.G. (2008). Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. *Journal of Stregth and Conditional Research*, 22(4), 1360-1370
- Weinek, J. (1986). *Functional Anatomy in Sports*. Chicago: Year Book Medical Publishers.
- Wilmore, J.H. y Costill, D.L. (2007). *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Yaggie, J.A. y Campbell, B.M. (2006). Effects of balance training on selection skills. *Journal of Stregth and Conditional Research*, 20(2), 422-428.
- Yasuda, T., Nakagawa, T., Inoue, H., Iwamoto, M. (1999). The role of labyrinth, proprioception and plantar mechanosensors in the maintenance of an upright posture. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, (256), 27-32.

**Referencias totales / Total references:** 40 (100%)

**Referencias propias de la revista / Journal's own references:** 2 (5%)