



**DIFERENCIAS EN TEST DE EQUILIBRIO  
DINÁMICO ENTRE LAS EXTREMIDADES CON Y  
SIN HISTORIAL PREVIO DE ESGUINCES DE LA  
ARTICULACIÓN DE TOBILLO MEDIDO CON  
PLATAFORMA ESTABILOMÉTRICA**

**Autor: JORGE VENCESLÁ JIMÉNEZ**

**Tutor: JOSE LUIS LÓPEZ ELVIRA**

**Fecha: Septiembre 2015**

## RESUMEN

**Objetivo:** Análisis de las diferencias en el equilibrio postural, en un test dinámico funcional, entre la extremidad con y sin historial previo de esguinces de tobillo, empleándose para el registro de datos una plataforma estabilométrica.

**Material y método:** Se valoró a un total de 12 participantes, hombres todos ellos, deportistas, con una media de edad de  $32.42 \pm 8.38$  años, de los cuales 5 participantes eran sanos (grupo control), y 7 habían sufrido episodios repetidos de esguinces de tobillo (grupo con historial previo de esguinces). Se empleó para el estudio una plataforma estabilométrica, midiendo el desplazamiento del centro de presiones durante 25.6 s tras un test dinámico (salto monopodal).

**Resultados:** Las diferencias de las variables independientes, velocidad media del centro de presiones (VmCOP), superficie de balanceo (SB), oscilación en eje antero-posterior (AP) y medio-lateral (ML), y longitud de balanceo (LB), entre la extremidad afectada y sana no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los grupos de participantes. El tamaño del efecto en el grupo HPE es medio para las variables SB ( $d=0.52$ ) y ML ( $d=-0.57$ ), y bajo para las variables VmCOP ( $d=-0.32$ ) y LB ( $d=-0.32$ ).

**Conclusiones:** No se encuentran diferencias estadísticamente significativas al comparar las distintas variables en ninguno de los grupos, por lo que la plataforma estabilométrica no parece ser una herramienta útil para discriminar la patología. En futuros estudios, sería interesante confirmar el grado de la patología sufrida por los participantes, así como preguntar por el número de lesiones padecidas durante el periodo de interés.

**Palabras clave:** Esguince de tobillo, centro de presiones, balanceo postural, plataforma estabilométrica, test dinámico funcional.

## INTRODUCCIÓN

La articulación del tobillo se considera compuesta por la articulación supraastragalina o tibioperoneoastragalina, y la articulación subastragalina. La articulación supraastragalina dota al tobillo de movimiento de flexión dorsal y movimiento de flexión plantar. Por otra parte, la articulación subastragalina dota al tobillo de un movimiento triplanar (Hertel, 2002; Nester et al., 2003; Dugan y Bhat, 2005) de plantaflexión/dorsiflexión en plano sagital, eversión/inversión en plano frontal, y abducción/aducción en plano transversal alrededor del eje de Henke o STJA (Subtalar Joint Axis). Un movimiento inadecuado de inversión de la articulación subastragalina puede dar lugar a una inestabilidad del tobillo, produciendo una distensión de sus ligamentos laterales, lo que se conoce como esguince lateral de tobillo.

El esguince lateral de tobillo es una de las patologías más comunes en deporte (Martín-Casado y Aguado, 2011), por ejemplo en voleibol (Bahr et al., 1994), o en atletismo (Karlsson et al., 1993), y también en actividades de la vida diaria (Rodríguez et al., 2002). Suponiendo un importante gasto económico para el sistema nacional de salud, así como a nivel laboral por los días de incapacidad laboral temporal que ello supone.

Existen una serie de factores que pueden aumentar el riesgo a sufrir este tipo de patologías, como son, un aumento en el balanceo postural (Witchalls et al., 2012), una menor propiocepción de la inversión (Bahr et al., 1994), un menor ratio de fuerza contráctil de eversión-inversión (Witchalls et al., 2012), y un menor ratio de flexión dorsal frente a flexión plantar de tobillo (Baumhauer et al., 1995; Witchalls et al., 2012). Otros estudios tratan distintos factores de riesgo según género, como un incremento del varo tibial y un incremento del rango de movimiento de eversión de la subastragalina en mujeres, y un incremento de la verticalidad del astrágalo en hombres (Beynon et al., 2001). A nivel deportivo, se ha estudiado el género (masculino o femenino) así como el tipo de deporte como posible factor de riesgo de sufrir esguinces de tobillo, obteniendo como resultado una mayor incidencia de esguinces de tobillo en el género femenino, frente al género masculino, y durante la práctica de

baloncesto frente a otros deportes como el lacrosse, con valores menores de 1 por cada 1000 días de práctica deportiva (Beynon et al., 2005).

Otros estudios hablan de la prevención de la inestabilidad de tobillo, por medio de la prevención del primer episodio de esguince, considerando un historial de esguinces de repetición como un factor predisponente a padecer dicha patología en el futuro (Witchalls et al., 2012), así como a un factor que incrementa el balanceo postural (Huurnink et al., 2014) o el desplazamiento del COP en los ejes medio-lateral y antero-posterior.

La mejora de la estabilidad de tobillo puede trabajarse mediante ejercicio de propiocepción (Ben-Moussa-Zouita et al., 2013). Existen estudios donde trabajan la propiocepción mediante el uso de borus (Gauffin et al., 1998), o incluso con sandalias modificadas (Michell et al., 2006). Otros estudios se centran en el tratamiento con ortesis plantares o soportes plantares prefabricados para alcanzar dicho objetivo (Hamlyn et al., 2012).

La herramienta más empleada para valorar la estabilidad de tobillo o el control postural son las plataformas de fuerza, que permiten evaluar a lo largo del tiempo la posición del centro de presiones como indicador de la estabilidad postural, habiendo sido empleadas en distintos estudios (Goldie et al., 1992; Ross et al., 2009; Ben-Moussa-Zouita et al., 2013).

La combinación de las plataformas de fuerza con test funcionales se ha empezado a utilizar en los últimos años (Martín-Casado et al., 2011), debido a que estos test replican de una forma más próxima situaciones reales de la vida diaria o de acciones deportivas; siendo el tiempo de estabilización del COP en el plano antero/posterior (AP), y medio/lateral (ML), junto con la desviación típica de la fuerza de reacción del suelo (FRS) las variables que con más exactitud valoran la inestabilidad de tobillo (Ross et al., 2009). En un estudio con 40 pacientes con inestabilidad de tobillo unilateral, y mediante el uso de plataformas de fuerza, (Hamlyn et al., 2012) concluyen que los participantes con inestabilidad de tobillo tienen una peor estabilidad o balanceo postural, y

que esta mejora con el uso de ortesis prefabricadas. En un estudio con 18 jugadores de campo de hockey con historial de esguinces de tobillo leves (Huurnink et al., 2014), y haciendo uso de plataformas de fuerza, no evidencian una disminución de la estabilidad o balanceo postural en pacientes con historial previa de esguinces de tobillo leve, sin embargo sí encuentran asociación de dicha disminución de estabilidad de tobillo en pacientes con historial de esguinces de tobillo severo.

En un estudio con 10 jugadores de fútbol con inestabilidad de tobillo, donde los participantes realizaron test estáticos, y mediante el uso de estabilometría, (Gauffin et al., 1998), concluyen que existe un aumento del balanceo postural en hombres con inestabilidad de tobillo, lo que según estos autores, está en línea con estudios previos. La ventaja de realizar test funcionales dinámicos es que estos test podrían asemejarse más a la práctica deportiva, y de esa forma dar una valoración del balanceo postural más cercana a la realidad. En cuanto al uso de las plataformas estabilométricas, estas son más accesibles para clínicas podológicas que las plataformas de fuerza, por la menor inversión económicas que requieren las primeras.

El objetivo del presente estudio es valorar la inestabilidad de tobillo mediante el uso de un test dinámico funcional, como es el salto lateral monopodal, y una plataforma estabilométrica, para determinar las diferencias de comportamiento de un tobillo sano y un tobillo que ha sufrido episodios de esguinces.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Participantes**

En el estudio participaron voluntariamente 12 participantes (12 hombres), con una media de edad, altura y masa corporal de  $32.42 \pm 8.38$  años, y  $173.5 \pm 5.13$  cm, y  $68.33 \pm 8.55$  kg, respectivamente (Tabla 1), de los cuales 5 participantes eran sanos, y 7 habían sufrido episodios repetidos de esguinces

de tobillo. A todos los sujetos se les informó del objetivo y metodología a seguir durante el estudio, firmando un consentimiento informado antes de inicio del mismo.

**Tabla 1.** Media  $\pm$  Desviación Típica de las características descriptivas de la población.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad (años)	12	20	48	32.42	8.38
Peso (kg)	12	60	85	68.33	8.55
Altura (cm)	12	168	183	173.5	5.13

## Protocolos

Los datos se obtuvieron de un total de 12 participantes, que se dividieron en dos grupos de 7 participantes con historial previo de esguinces (HPE), y 5 participantes sanos incluidos en el grupo control (GC). Todos ellos cumpliendo los criterios de inclusión y no estando afectados por los criterios de exclusión marcados para cada uno de los grupos.

Los criterios de inclusión del grupo HPE son:

- Historial clínico de esguince de tobillo unilateral con alta médica inferior a 12 meses, de grado I o II.
- Activo desde el punto de vista deportivo (mínimo 3 días de entrenamiento semanal en su disciplina deportiva, con un mínimo de 30 min por sesión (Riemann et al., 2000)).
- Participante no medicado.
- Mayor de 18 años.

Los criterios de exclusión del grupo HPE son:

- Estar en tratamiento con algún tipo de soporte plantar.

- Historial quirúrgico previo de las extremidades inferiores.
- Padecer alguna patología que pueda afectar al equilibrio postural.

Por otro lado, los criterios de inclusión del grupo control (GC) son:

- Activo desde el punto de vista deportivo (mínimo 3 días de entrenamiento semanal en su disciplina deportiva, con un mínimo de 30 min por sesión (Riemann et al., 2000)).
- Participante no medicado.
- Mayor de 18 años.

Los criterios de exclusión del grupo control (GC) son:

- Historial clínico de esguince de tobillo.
- Estar en tratamiento con algún tipo de soporte plantar.
- Historial quirúrgico previo de las extremidades inferiores.
- Padecer alguna patología que pueda afectar al equilibrio postural.

Previamente a la realización del test dinámico funcional se realizó una valoración clínica a los participantes de ambos grupos, por parte de una podóloga con más de 10 años de experiencia profesional en exploración clínica y biomecánica deportiva. En esta valoración clínica se midieron algunos parámetros que, según la literatura, se consideran factores de riesgo de padecer esguinces de tobillo. Los parámetros medidos fueron, la flexión plantar de tobillo, la flexión dorsal de tobillo, cuantificándolos mediante el uso de un goniómetro analógico, y tomando como valor final la media de tres mediciones realizadas de forma consecutiva sobre cada participante.

Todos los participantes, previamente al test dinámico funcional, realizaron un calentamiento así como una familiarización con el citado test. El calentamiento consistió en 5 min de carrera en cinta a una velocidad de 9 km/h. En lo que respecta a los estiramientos, consistieron en 5 min de estiramientos de la musculatura de las extremidades inferiores (Martín-Casado, et al., 2013).

Para la realización del test, cada participante se colocó próximo a la plataforma estabilométrica FUSYO (Medicapteurs, Francia) a una distancia de un 33% de su altura (Riemann BL et al., 2000) descalzo, en apoyo monopodal, y los brazos en jarra. Se les pidió que realizaran el salto lateral sobre la plataforma estabilométrica con una frecuencia de muestreo de 40 Hz durante 25,6 s (el tiempo de registro de datos viene programado por el fabricante de la plataforma estabilométrica FUSYO), sin apoyo de la extremidad contralateral, e intentando estabilizarse con la mayor celeridad posible, y mirando una diana colocada en la pared de enfrente a una distancia de 200 cm, y con los ojos abiertos en todo momento. Indicar que, al contrario que en otros estudios (Sell, 2011), no se hizo a los participantes saltar por encima de ningún obstáculo, debido a las limitaciones de uso de la plataforma estabilométrica.

Se tomaron como nulos aquellos saltos que, durante los 25,6 s en los que se realizó la medición, se apoyó la extremidad contralateral, o se perdió la posición de los brazos en jarra. El orden de realización del test fue aleatorio, de forma que unos participantes realizaron primero test con la pierna sana, y otros con la pierna afectada.

### **Análisis de datos**

Tras el registro del desplazamiento del centro de presiones se calculó la velocidad media del centro de presiones ( $V_{mCOP}$ ) medido en mm/s, la superficie de balanceo (SB) medida en  $mm^2$  haciendo encajar el 90% de los datos en una elipse (Duarte y Freitas, 2010), la oscilación en el balanceo en el eje antero-posterior (AP-y) y medio-lateral (ML-x) medido en mm, y la longitud del balanceo o camino recorrido (LB) medido en mm, tanto para el miembro sano (s), como para el miembro afecto (a).



## Análisis estadístico

Los datos fueron tratados mediante el paquete estadístico SPSS 18.0.0 para Windows (SPSS, Inc., USA). Se realizó la prueba Kolmogorov Smirnov (K-S) a todas las variables, para valorar la distribución normal de los datos analizados. Se realizaron pruebas T para muestras relacionadas, para determinar las diferencias entre la extremidad afectada de la sana de ambos grupos, y se calculó el tamaño del efecto de la lesión, en extremidad derecha e izquierda, para cada una de las variables mediante la *d Cohen*. Se estableció un nivel mínimo de significación de  $p < 0.05$ . La estadística descriptiva incluyó media y desviación típica.

## BIBLIOGRAFÍA

Bahr R, Karlsen R, Lian O, Ourrbo RV. Incidence and mechanisms of acute ankle inversion injuries in volleyball. *Am J Sport Med* 1994; 22(5): 595-600.

Baumhauer JF, Alosa DM, Renström AF, Trevino S, Beynon B. A prospective study of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med*. 1995 Sep-Oct;23(5):564-70.

Ben Moussa Zouita A, Majdoub O, Ferchichi H, Grandy K, Dziri C, Ben Salah FZ. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Ann Phys Rehabil Med*. 2013 Dec;56(9-10):634-43.

Beynon BD, Renström PA, Alosa DM, Baumhauer JF, Vacek PM. Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. *J Orthop Res*. 2001 Mar;19(2):213-20.

Beynon BD, Vacek PM, Murphy D, Alosa D, Paller D. First-time inversion ankle ligament trauma: the effects of sex, level of competition, and sport on the incidence of injury. *Am J Sports Med*. 2005 Oct;33(10):1485-91. Epub 2005 Jul 11.

Duarte, M. and Freitas, S.M.S.F. (2010) Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 14(3), 183-192.

Dugan, S A, Bhat K P. Biomechanics and analysis of running gait. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2005: 16(3), 603-621.

Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med*. 1988 Apr;9(2):141-4

Goldie PA, Evans OM, Bach TM. Steadiness in one-legged stance: development of a reliable force-platform testing procedure. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992 Apr;73(4):348-54.

Guillebastre B, Calmels P, Rougier P. Effects of muscular deficiency on postural and gait capacities in patients with Charcot-Marie-Tooth disease. *J Rehabil Med.* 2013 Mar;45(3):314-7.

Hamlyn C, Docherty CL, Klossner J. Orthotic intervention and postural stability in participants with functional ankle instability after an accommodation period. *J Athl Train.* 2012 Mar-Apr;47(2):130-5.

Hertel, J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of athletic training.* 2002; 37(4), 364.

Huurnink A, Fransz DP, Kingma I, Verhagen EA, van Dieën JH. Postural stability and ankle sprain history in athletes compared to uninjured controls. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2014 Feb;29(2):183-8.

Karlsson J, Lansinger O. Chronic lateral instability of the ankle in athletes. *Sports Med* 1993; 16(5): 355-365

Martín L. "Repercusión de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural" [Tesis doctoral]. Toledo: Universidad de Castilla La Mancha; 2013.

Martín-Casado L, Aguado X. Revisión de las repercusiones de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural. *Apunts Med Esport.* 2011; 46(170); 97-105.

Michell TB, Ross SE, Blackburn JT, Hirth CJ, Guskiewicz KM. Functional balance training, with or without exercise sandals, for subjects with stable or unstable ankles. *J Athl Train.* 2006 Oct-Dec;41(4):393-8.

Nester CJ, Findlow AF, Bowker P, Bowden PD. Transverse plane motion at the ankle joint. *Foot Ankle Int.* 2003 Feb;24(2):164-8.

Payne C, Munteanu S, Miller K. Position of the subtalar joint axis and resistance of the rearfoot to supination. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003 Mar-Apr;93(2):131-5.

Rodriguez MC, Echegoyen S. Manejo conservador de los esguinces de tobillo. *Rev Fac Med UNAM.* 2002; 45 (6):243-244.

Ross SE, Guskiewicz KM, Gross MT, Yu B. Balance measures for discriminating between functionally unstable and stable ankles. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Feb;41(2):399-407.

Riemann BL, Guskiewicz K. Contribution of the peripheral somatosensory system to balance and postural equilibrium. In S. M. Lephart, & F. H. Fu (Eds.), *Proprioception and neuromuscular control in joint stability.* Champaign, IL: Human Kinetics. 2000; 37-51.

Sell TC. An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. *Physical Therapy in Sport*. 2012; 13: 80-86.

Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2012 Jun;46(7):515-23.

Winter, D A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture* 1995; 3 (4): 193-214.

