



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



REVISIÓN

Revisión de las repercusiones de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural

Laura Martín-Casado* y Xavier Aguado

Facultad de Ciencias del Deporte, Grupo de Biomecánica Humana y Deportiva, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España

Recibido el 29 de enero de 2011; aceptado el 19 de abril de 2011

PALABRAS CLAVE

Plataforma de fuerzas;
Control postural;
Cinemática

KEYWORDS

Force platform;
Postural control;
Kinematics

Resumen El esguince lateral de tobillo es una de las lesiones más comunes ocurridas en deporte, pudiendo afectar a diferentes componentes del control postural. Esta revisión bibliográfica analiza los estudios en los que se evalúa el control postural a partir de tests de equilibrio estático, dinámico y dinámico funcional en personas que han sufrido un esguince y personas con tobillos sanos utilizando metodologías cuantitativas.

Los tobillos lesionados presentan mayores rangos de desplazamiento del centro de presiones y mayores tiempos de latencia de la musculatura. También presentan mayores tiempos de estabilización en el eje anteroposterior y menor alcance en las posiciones extremas que puede adoptar el centro de presiones. Sin embargo, algunos de los trabajos encontrados usan métodos poco objetivos en la selección de los sujetos con esguince de tobillo y otros utilizan tests y variables poco sensibles para el estudio de las secuelas de déficits de control postural después de un esguince.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Review of the repercussions of ankle sprains on postural balance

Abstract The lateral ankle sprain is one of the most common injuries in sports and can affect different components of postural control. This literature review analyses the studies that evaluate the postural control through static balance tests, dynamic balance tests and dynamic balance functional tests in subjects who have suffered an ankle sprain and healthy subjects using quantitative methods.

Injured ankles lead to a greater total path of the centre of pressure and an increased muscle latency time. Furthermore, the antero-posterior time of stabilisation increases and decreases the reach distance that can be taken by the centres of pressure. However, in some of the studies found, less objective methods are used in the selection of the subjects with an ankle sprain,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: laura.martincasado@uclm.es (L. Martín-Casado).

and in others, non-sensitive tests and variables are used to study the consequences of postural control deficits after an ankle sprain.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El esguince lateral de tobillo es una de las lesiones más comunes durante la práctica de actividad deportiva, representando el 16% del total de las lesiones en deporte¹. El 85% son consecuencia de un movimiento forzado de inversión². Se sabe que más del 80% recidivan y que hasta un 40% pueden acabar en inestabilidad crónica^{3,4} que conlleva debilidad muscular, laxitud ligamentosa y déficits propioceptivos y de control postural⁵ condicionando el desarrollo de la actividad deportiva e incluso de la actividad cotidiana⁶.

El estudio del equilibrio postural después del esguince ayuda a conocer una parte de las secuelas de esta lesión y nos ofrece información para mejorar la recuperación, disminuir las recidivas e incluso poder prevenir los esguinces en personas que no los hayan padecido nunca. Éstas son las razones que han motivado este artículo de revisión.

El equilibrio postural después de haber padecido un esguince

Freeman et al⁵ fue, en 1965, uno de los primeros en describir alteraciones en la estabilidad postural en pacientes que habían sufrido un esguince. La inestabilidad lateral en la articulación del tobillo se asocia con déficits en el control postural. Así, después de un esguince, ya sea como secuela o como una carencia previa, se suele detectar una disminución en la capacidad de controlar la estabilidad y la orientación del cuerpo en el espacio. El cuerpo humano es un sistema sometido a constantes desequilibrios, incluso cuando está en apoyo bipodal y aparentemente quieto, requiriendo de un sistema de control para estabilizarlo. Los movimientos de corrección para mantener este equilibrio postural y evitar una caída resultan de la coordinación del sistema musculoesquelético y del sistema neuronal⁷. Las alteraciones en el control postural, detectadas después de un esguince de tobillo, podrían atribuirse a déficits en la transferencia de información aferente como consecuencia de daños en los mecanorreceptores de los ligamentos y en la cápsula articular⁵. Sin embargo, el esguince de tobillo también podría afectar indirectamente al sistema de control postural por alteraciones de capacidades como la fuerza y la flexibilidad⁸.

Tecnologías y protocolos empleados en los tests

Desde los años setenta, la plataforma de fuerzas ha sido el método más utilizado para analizar el control postural en tests de equilibrio, ya que proporciona medidas a lo largo del tiempo de los lugares de origen de las fuerzas del suelo, lo que se denomina centro de presiones (COP). Los movimientos del COP son un reflejo del balanceo postural⁹⁻¹¹.

Sin embargo, también se han utilizado otros métodos, como la electromiografía (EMG), para detectar cambios en la activación de la musculatura implicada en el equilibrio^{12,13}. Finalmente también se han realizado análisis cinemáticos mediante grabaciones en cine o vídeo para observar los cambios que se producen en los rangos de movimiento de la articulación o buscando diferencias en los patrones del movimiento de la extremidad inferior^{14,15}.

En cuanto a los tipos de tests y protocolos, los autores han usado tests de equilibrio estático, bien en apoyo monopodal o bipodal, con ojos abiertos y cerrados, y variando el tipo de superficie de apoyo¹⁶⁻¹⁸. También se han utilizado tests de equilibrio dinámico, como el Start Excursion Balance Test (SEBT), o aplicando sobre el sujeto diferentes desequilibrios mediante empujones o usando plataformas inestables^{10,19,20}. Y por último, se han utilizado tests funcionales que intentan acercarse lo más posible a una situación real, como por ejemplo caídas, saltos laterales y hacia delante o cambios de dirección^{11,21,22}.

Metodología

Bases de datos y revistas electrónicas consultadas

Se realizó una búsqueda de la bibliografía más relevante publicada hasta la actualidad desde el año 2000. Se consultaron las bases de datos MEDLINE, SportDiscus y CINAHL. Se usaron los siguientes términos de búsqueda: Esguince de tobillo, Control postural, Equilibrio, Equilibrio dinámico, Tests funcionales.

Se encontraron un total de 29 artículos en 14 revistas diferentes, incluyendo referencias cruzadas. La revista *Journal of Athletic Training* es en la que mayor número de artículos relacionados con este tema encontramos (10 artículos), seguida del *Journal of Sport Rehabilitation* y de *Clinical Biomechanics* (3 artículos en cada una).

Criterios de selección bibliográfica

Se incluyeron únicamente estudios comparativos de control postural con metodologías cuantitativas en los que:

- Se analizaron personas sanas frente a quienes habían sufrido un esguince de tobillo, o
- Se analizó el apoyo sobre la extremidad sana frente a la previamente lesionada.

Se excluyeron:

- Los estudios meramente descriptivos y no comparativos.
- Los estudios centrados en evaluar los cambios, al realizar intervenciones mediante programas de entrenamiento

y rehabilitación, sobre personas que han sufrido un esguince.

En función del test de equilibrio realizado se agruparon en 3 tipos diferentes:

- Tests de equilibrio estático, en los que se mantiene durante todo el test la misma base de sustentación.
- Tests de equilibrio dinámico, en los que se modifica la base de sustentación.
- Tests de equilibrio dinámico funcional, que incluyen tests cercanos a situaciones deportivas o cotidianas en los que se modifica la base de sustentación.

Resultados y discusión

El análisis de la bibliografía encontrada se realiza según los 3 tests de equilibrio usados en los estudios y que se presentan en sus respectivas tablas:

- Tests de equilibrio estático (tabla 1).
- Tests de equilibrio dinámico (tabla 2).
- Tests de equilibrio dinámico funcional (tabla 3).

Equilibrio estático

Se han encontrado 8 artículos que emplean tests de equilibrio estático (tabla 1). Cuatro de ellos comparan sujetos sanos frente a lesionados y 4 hacen la comparación de extremidad sana frente a lesionada del mismo sujeto. Por otro lado, 3 de los 8 artículos seleccionan el sujeto o la extremidad lesionada a partir de preguntas o cuestionarios. Esta forma de selección de un tobillo que haya padecido un esguince previo podría invalidar algunos estudios, pues podrían darse contradicciones respecto a formas de selección más objetivas basadas en la exploración.

Los estudios muestran mayores rangos de desplazamiento del COP en el eje anteroposterior en la extremidad lesionada durante la realización de un test de equilibrio estático en apoyo monopodal^{18,41}. Por otro lado, se ha descrito como un signo de inestabilidad una situación del COP más retrasada en el eje anteroposterior⁹. También se han observado mayores velocidades de desplazamiento del COP en los tests de apoyo monopodal sobre la extremidad lesionada al compararlos en un mismo sujeto sobre la extremidad sana^{9,24}. A pesar de ello, otros estudios han descrito umbrales de activación de la musculatura menores en los tobillos lesionados, que les llevaría a reaccionar más lentamente¹⁸. Los trabajos llevados a cabo con EMG muestran mayores tiempos de latencia frente a un estímulo externo en los sujetos que han sufrido un esguince de tobillo^{17,19}.

Equilibrio dinámico

Se han encontrado 4 artículos que usaban tests de equilibrio dinámico (tabla 2). Uno de ellos compara a un grupo de sujetos sanos frente a otro de lesionados, otro artículo compara extremidad sana frente a lesionada y 2 artículos combinan la comparación de sujetos sanos (grupo control) frente a lesionados y a la vez la extremidad lesionada frente

a la sana de los mismos sujetos. Dos de los artículos encontrados seleccionan el haber padecido un esguince de tobillo mediante preguntas o cuestionarios.

Para medir la estabilidad dinámica los autores han utilizado en su mayoría el SEBT, que es una herramienta válida y fiable para detectar déficits de control postural⁴¹. Sin embargo, también se han encontrado trabajos realizados con otro tipo de tests dinámicos, como transiciones de apoyo bipodal a monopodal²⁹ o el Functional Reach Test (FRT)²⁸.

El esguince de tobillo provocaba alcanzar menores distancias en el balanceo de la pierna durante la realización del SEBT^{26,27} y del FRT²⁸. Van Deun et al²⁹ realizaron un estudio con EMG y encontraron déficits de control neuromuscular en tests con ojos abiertos y cerrados, en sujetos con lesión de tobillo al compararlos con sujetos sanos. No se ha encontrado ningún trabajo que contradiga estos resultados.

Equilibrio dinámico funcional

En los últimos años diferentes autores han utilizado tests dinámicos funcionales para medidas de estabilidad postural después de un esguince de tobillo. Se han encontrado 17 artículos que usaban estos tests de equilibrio (tabla 3). De ellos, 11 comparan sujetos sanos con lesionados; 2 la extremidad sana frente a la lesionada, y 4 comparan en el mismo sujeto extremidad sana y lesionada, y a su vez frente a un grupo control de sujetos sanos. Sólo 6 utilizan preguntas o cuestionarios para seleccionar a los sujetos lesionados o la extremidad lesionada.

En la bibliografía hallada se aprecia un conflicto entre los resultados de algunos trabajos en función del test practicado. En test de carrera, saltos en zigzag a la pata coja y en test de agilidad, no se han encontrado diferencias entre la extremidad sana y lesionada de un mismo sujeto¹ ni entre grupos de sujetos sanos y lesionados³¹. Sin embargo, en tests de caída desde un escalón y de salto hacia delante en apoyo monopodal sí se han observado déficits de control postural^{35,40}.

Desde que Ross y Guskiewicz⁴² estableciesen un método para el cálculo del tiempo de estabilización (TTS) a partir de las fuerzas de reacción verticales, se han encontrado varios trabajos que utilizan esta variable. Se ha visto que los sujetos que han sufrido un esguince de tobillo presentan mayor tiempo de estabilización al realizar un test funcional en apoyo monopodal en el eje anteroposterior^{21,32,34,38,39}. No obstante, algunos autores no han encontrado que estos déficits se den en el eje mediolateral^{32,39}.

Durante una caída, un salto o un cambio de dirección la estrategia anticipatoria de la musculatura encargada de la absorción del impacto es fundamental. En personas que han sufrido una lesión de tobillo, cobran gran importancia los músculos de la pierna (peroneos, tibial, soleo y gastrocnemios). En actividades funcionales la adecuada preactivación de esta musculatura podría prevenir las lesiones de tobillo. En un test de caída desde un escalón en apoyo monopodal se ha observado una disminución de la activación previa del peroneo largo (pronador) en sujetos que han sufrido un esguince, dejando la articulación en situación más vulnerable ante el riesgo de sufrir una nueva lesión^{33,35}. En cuanto al trabajo de la musculatura tras el impacto del pie en el suelo, Delahunt et al¹⁵ obtuvieron un aumento de la

Tabla 1 Tests de equilibrio estático. Tipo de estudio: 1, lesionados vs. sanos; 2, extremidad lesionada vs. sana. Los principales hallazgos se refieren a los encontrados en el grupo de lesionados o, en su defecto, en la extremidad lesionada

Autor (año)	Muestra (edad)	Diseño	Test estático	Variables (metodología)	Principales hallazgos
Hertel et al ⁹ (2001)	17 (21,8 ± 5,9 años)	2	Monopodal con brazos pecho	COP (plataforma de fuerzas)	↑ Velocidad, rango y recorrido del COP eje A-P
Vaes et al ¹⁹ (2001)	17 (23,5 ± 5,0 años)	1	Bipodal con repentina inversión de tobillo (50°)	T latencia del PL; retardo electromiográfico, y 1.º y 2.º pico de deceleración (EMG y acelerómetro)	↑ T de latencia del PL y ↓ T total de supinación
Vaes et al ²³ (2002)	40 (25,7 ± 5,3 años)	1	Bipodal con repentina inversión de tobillo (50°)	T latencia del PL; retardo electromiográfico, y 1.º y 2.º pico de deceleración (EMG y acelerómetro)	Sin diferencias
Evans et al ²⁴ (2004)	28 (19,7 ± 1,4 años)	2	Monopodal, brazos pecho. Análisis en los días previos al esguince y 1, 7, 14, 21 y 28 tras la lesión	Velocidad COP y 2 cuestionarios (plataforma de fuerzas, ATOA y SF-12 Health Survey)	↑ Velocidad en los días 1, 7 y 21 ↑ Velocidad en el día 1 que en el día previo en ambas extremidades ↓ Puntuaciones en ambos cuestionarios en los días 1, 7 y 14 que en el previo
Cimbiz y Bayazit ²⁵ (2004)	60 (21,7 ± 1,5 años)	2	Monopodal (superficie estable y minitramp) y límites de estabilidad con ojos abiertos y cerrados. Test de fuerza manual	T equilibrio y fuerza muscular (escala de Lovett)	↓ T en el test de límites de estabilidad con ojos abiertos
Santos et al ¹² (2008)	38 (36,8 ± 1,8 años)	1	Bipodal con un tobillo en posición neutra y el otro supinado con estimulación eléctrica	GRF, activación muscular, y cinemática de la extremidad inferior (EMG, vídeo 3D)	↑ Variación en las GRF y T de latencia
Brown et al ¹⁷ (2007)	40 (21,7 ± 0,5 años)	1	Bipodal, manos en las caderas. Sin y con estimulación nerviosa del TA	COP; aceleración del TA (plataforma de fuerzas, EMG y acelerómetro)	↑ T de estabilización en el eje A-P
Martin-Casado et al ¹⁸ (2010)	14 (19,9 ± 3,8 años)	2	Monopodal, plano estable (plataforma), espuma, y con estimulación eléctrica neuromuscular del TA	COP (plataforma de fuerzas)	↑ Rango de desplazamiento en el eje A-P (espuma) y, posición más medial (3 tests) y posterior (espuma) del COP. ↓ Recorrido total y velocidad media de desplazamiento en el test con electroestimulación

COP: centro de presiones; A-P: anteroposterior; T: tiempo; PL: peroneo largo; EMG: electromiografía; ATOA: The Athletic Training Outcomes Assessment; SF-12 Health Survey: Short-Form 12-Item Health Survey; GRF: fuerzas de reacción del suelo; TA: tibial anterior.

activación media del soleo, del recto femoral y del tibial anterior tras un test de salto lateral, posiblemente debido a una excesiva supinación del tobillo, mientras que al caer de un salto hacia delante sólo se vio afectada la activación del soleo³².

Otros autores han abordado este tema desde el punto de vista cinemático. Así, Noronha et al³⁸, usando 7 sensores electromagnéticos colocados en diferentes puntos del miembro inferior durante la caída de un escalón, encontraron un aumento de la supinación del tobillo previa al contacto del pie con el suelo en sujetos que habían sufrido un esguince. En un análisis con vídeo también se observó un aumento de la supinación del tobillo en el periodo previo a la caída del salto³⁵. Estos trabajos nos indican que los sujetos que han sufrido un esguince tienen menor control del movimiento de la articulación del tobillo en tests de caídas.

Carencias metodológicas

Un punto crítico que podría cuestionar los resultados de algunos estudios es la forma en que se seleccionan los sujetos que han sufrido un esguince de tobillo. La mayor parte de los autores utilizan cuestionarios y herramientas de medición de la inestabilidad como el The Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)³⁸, el Foot and Ankle Disability Index (FADI)³⁹ o el The Ankle Joint Funcional Assessment Tool (AJFAT)³² y preguntas que los sujetos contestan de manera subjetiva^{11,22,31}. Estos métodos permiten seleccionar los sujetos según los episodios de inestabilidad que hayan sufrido en el tobillo por ejemplo al subir y bajar escaleras y no por el tipo de esguince. Sin embargo, hay autores que afirman que una persona que ha sufrido un esguince de tobillo, con aparentes limitaciones funcionales, no necesariamente presenta falta de laxitud en los ligamentos¹⁵. Por tanto, los estudios deberían utilizar métodos de selección más objetivos, que nos permitan medir la laxitud de los ligamentos con exploraciones como el Anterior Drawer Test²⁴, el test de bostezo articular¹⁸ o incluso recurriendo al análisis radiológico, en el cual tras aplicar un momento torsor estandarizado en la articulación del tobillo se miden los rangos de movimiento sobre la radiografía realizada. Este último método, aunque es más preciso, conlleva mayor coste económico y el uso de radiación, y por tanto su uso es poco frecuente.

Según la especificidad del test de equilibrio usado se detectan o no déficits de control postural en un tobillo lesionado. Los primeros tests de equilibrio utilizados fueron estáticos, y muchos autores han continuado, como Evans et al²⁴, quienes realizaron un test en apoyo monopodal con brazos en el pecho. El inconveniente de estos tests es su baja reproducibilidad, ya que requieren un alto grado de concentración y cualquier perturbación puede falsear los datos. Además, un test de equilibrio debe ser lo suficientemente difícil para causar cierto estrés en los ligamentos de la articulación, sin llegar a producir dolor, lesión o pérdida completa de equilibrio. En los últimos años los autores han utilizado tests de equilibrio estático modificados¹², tests de equilibrio dinámico²⁹ y tests de equilibrio dinámico funcional^{30,40}, que se acercan más a situaciones de la vida cotidiana o deportiva. Sin embargo, en algunos casos las variables usadas no son lo suficientemente sensibles como para detectar déficits en personas que han sufrido un

Tabla 2 Tests de equilibrio dinámico. Tipo de estudio: 1, lesionados vs. sanos; 2, extremidad lesionada vs. sana; 3, extremidad lesionada vs. sana vs. grupo control. Los principales hallazgos se refieren a los encontrados en el grupo de lesionados o, en su defecto, en la extremidad lesionada

Autor (año)	Muestra (edad)	Diseño	Test dinámico	Variables (metodología)	Principales hallazgos
Olmsted et al ²⁶ (2002)	40 (19,8 ± 1,4 años)	3	SEBT	Distancia en el eje A-P, M-L, A-M, P-M, A-L y P-L	↓ Recorrido en todas las direcciones
Gribble et al ²⁷ (2004)	30 (22,3 ± 2,6 años)	3	SEBT antes y después de 5 condiciones de fatiga: situación control, zancada y 3 en isocinético (flexoextensión de tobillo, rodilla y cadera)	Distancia en el eje anterior, posterior y lateral, y ángulos de tobillo, rodilla y cadera (vídeo 3D)	↓ Recorrido extremidad lesionada pero ↑ que el grupo control en el eje anterior, posterior y lateral ↑ Ángulo de flexión de rodilla en el recorrido lateral y anterior. ↓ Ángulo de flexión de cadera en el eje posterior y ↑ en el eje anterior en el grupo de lesionados y extremidad lesionada
Mohammad et al ²⁸ (2006)	30 (22,8 ± 4,8 años)	2	SEBT y FRT con ojos abiertos y cerrados	Distancias, índice de equilibrio y límites de estabilidad	↓ Recorrido extremidad lesionada ↓ Índice de equilibrio extremidad lesionada, ojos cerrados y abiertos
Van Deun et al ²⁹ (2007)	40 (21,9 ± 0,9 años)	1	Transición monopodal a bipodal, ojos abiertos y cerrados	Activación muscular (EMG)	↑ T de inicio de respuesta del PL, TA, MG, Tensor de la fascia lata y GM; ojos abiertos y cerrados

SEBT: Start Excursion Balance Test; A-P: anteroposterior; M-L: mediolateral; A-M: antero-medial; P-M: posteromedial; A-L: anterolateral; P-L: posterolateral; P-L: posterolateral; P-L: posterolateral; FRT: Functional Reach Test; EMG: electromiografía; PL: peroneo largo; TA: tibial anterior; MG: gastrocnemio medial; GM: glúteo medio.

Tabla 3 Tests de equilibrio dinámico funcional. Tipo de estudio: 1, lesionados vs. sanos; 2, extremidad lesionada vs. sana; 3, extremidad lesionada vs. sana vs. grupo control. Los principales hallazgos se refieren a los encontrados en el grupo de lesionados o en su defecto en la extremidad lesionada

Autor (año)	Muestra (edad)	Diseño	Test funcional	Variables (metodología)	Principales hallazgos
Caulfield et al ³⁰ (2002)	24 (24,6 ± 2,8 años)	1	Caída escalón monopodal	Desplazamiento angular y T inicio tobillo y rodilla (plataforma de fuerzas, vídeo 2D)	↑ Desplazamiento angular tobillo y rodilla (eje sagital) en el pre y post-impacto
Munn et al ¹ (2002)	15 (22,4 ± 3,6 años)	2	Saltos monopodal en zigzag. Carrera ida y vuelta	Distancia total en el test de saltos y T total en el de carrera	Sin diferencias
Demeritt et al ³¹ (2002)	40 (20,1 ± 0,4 años)	1	Cocontraction test, carrera ida y vuelta, y test de agilidad	T en completar los tests y puntuación de errores (cronómetro manual)	Sin diferencias
Brown et al ³² (2004)	20 (21,5 ± 4,9 años)	1	Salto monopodal hacia delante. Flexoextensión y prono-supinación del tobillo	Sensación de la posición de la articulación, GRF y actividad electromiográfica (dinamómetro isocinético, plataforma de fuerzas y EMG)	↑ TTS eje A-P ↑ Amplitud en la activación del SL
Caulfield et al ¹³ (2004)	22 (25,7 ± 1,1 años)	1	Caída escalón monopodal	Activación muscular (EMG)	↓ Activación del PL pre-impacto
Caulfield et al ³³ (2004)	24 (24,6 ± 2,8 años)	1	Caída escalón monopodal	GRF (plataforma de fuerzas)	↓ T en alcanzar el pico de la fuerza lateral y anterior. ↑ Fuerza M-L (30-40 ms), A-P (44-50 ms) y vertical (24-36 y 85-50 ms) post-impacto
Ross et al ³⁴ (2004)	28 (21,9 ± 0,2 años)	1	Caída escalón monopodal	GRF (plataforma de fuerzas)	↑ TTS A-P y M-L
Ross et al ²¹ (2005)	20 (21,4 ± 0,8 años)	1	Salto monopodal hacia delante	GRF (plataforma de fuerzas)	↑ TTS y ↑ TTS M-L que A-P
Docherty et al ²² (2005)	60 (22,4 ± 4,9 años)	1	Saltos monopodales: figura de 8, laterales, subir-bajar escalón, y salto hacia delante	T en completar el test y distancia alcanzada (cronómetro manual)	Correlación entre la inestabilidad funcional de tobillo y los saltos laterales, y la figura de 8
Dayakidis et al ¹¹ (2006)	49 (24,4 ± 0,8 años)	2	Cambio dirección y desplazamientos laterales	GRF y T de impacto (plataforma de fuerzas, EMG y vídeo 2D)	↑ F1 y ↓ T1. En el cambio de dirección también en la extremidad lesionada
Delahunt et al ³⁵ (2006)	48 (23,5 ± 2,1 años)	1	Caída escalón monopodal	GRF, activación muscular, y desplazamiento y velocidad angular de tobillo, rodilla y cadera (plataforma de fuerzas, EMG y vídeo 3D)	↓ Activación muscular del PL pre-impacto ↑ Supinación pre-impacto y ↓ extensión post-impacto (tobillo); Y ↓ rotación externa pre-impacto (cadera). ↓ Velocidad angular (tobillo) pre-impacto ↑ GRF vertical y posterior, y en ↓ T. ↑ Fuerza medial

Delahunt et al ¹⁵ (2007)	50 (24,1 ± 2,1 años)	1	Salto lateral en apoyo monopodal	GRF, activación muscular y, desplazamiento y velocidad angular en la extremidad inferior (plataforma de fuerzas, EMG y video 3D)	<p>↓ Fuerza en el eje posterior.</p> <p>↑ Activación del RF, TA y SL pre y post-impacto</p> <p>↑ T en completar el test sobre superficie</p>
Buchanan et al ³⁶ (2008)	40 (21,3 ± 0,6 años)	3	Brincos monopodal con diferentes inclinaciones y brincos en circuito de vallas	T en completar los tests (cronómetro electrónico)	
Brown et al ³⁷ (2008)	63 (26,5 ± 12,0 años)	2	Marcha, carrera, caída escalón, subir-bajar escalón y marcha-parada-salto	GRF y cinemática extremidad inferior (plataforma de fuerzas y sensores electromagnéticos)	<p>↓ Desplazamiento del tobillo en el plano sagital y ↑ en el frontal</p> <p>↓ Flexión y ↑ pronación en la caída</p>
Noronha et al ³⁸ (2008)	60 (31,5 ± 19,1 años)	3	Caída monopodal	GRF, cinemática y activación muscular (plataforma de fuerzas, sensores electromagnéticos, EMG)	<p>↑ TTS; Y ↑ supinación tobillo en el pre-impacto</p>
Gribble et al ³⁹ (2009)	38 (21,7 ± 2,0 años)	3	Salto monopodal hacia delante	GRF y cinemática de tobillo, rodilla y cadera (plataforma de fuerzas, dispositivo de registro electromagnético)	<p>↑ TTS eje A-P</p> <p>↓ Flexión rodillas al contacto con el suelo</p>
Brown et al ⁴⁰ (2010)	48 (26,5 ± 12,0 años)	1	Salto monopodal hacia delante, lateral y medial	GRF, límites de estabilidad e índices de estabilidad dinámica (plataforma de fuerzas)	<p>↑ GRF verticales e índice de estabilidad salto anterior y lateral</p>

T: tiempo; GRF: fuerzas de reacción del suelo; EMG: electromiografía; TTS: tiempo de estabilización; A-P: anteroposterior; SL: soleo; PL: peroneo largo; M-L: medio-lateral; F1: primer pico de fuerza en la caída; T1: tiempo en alcanzar el primer pico de fuerza en la caída; RF: recto femoral; TA: tibial anterior.

esguince de tobillo. Por ejemplo, Buchanan et al³⁶ realizaron un test de saltos repetidos sobre una superficie con diferentes inclinaciones a 20 sujetos con inestabilidad en el tobillo. Midieron con un cronómetro manual el tiempo total en completar el test, y no encontraron diferencias significativas entre sujetos sanos y lesionados.

Conclusiones

Del análisis bibliográfico planteado en esta revisión se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- En tests de equilibrio estático la mayoría de los tobillos lesionados presentan mayores rangos de desplazamiento del centro de presiones. Sin embargo, no existe uniformidad en los resultados de la velocidad de desplazamiento del centro de presiones.
- En tests de equilibrio dinámico la extremidad lesionada presenta menor alcance en las posiciones extremas que puede adoptar el centro de presiones y se aprecian déficits neuromusculares.
- En tests de equilibrio dinámico funcional los tobillos lesionados presentan un mayor tiempo de estabilización en el eje anteroposterior. En el eje mediolateral existen resultados contradictorios. Por otro lado, en estos tests los sujetos lesionados presentan un menor control del movimiento del tobillo durante tests de caída (menor activación del peroneo largo y aumento de la supinación).
- En algunos trabajos se han apreciado formas poco objetivas en la selección de los tobillos lesionados. Por otro lado, alguno de los tests y las variables empleadas se han visto carentes de especificidad o sensibilidad para detectar cambios en los tobillos que han padecido un esguince frente a los tobillos sanos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Munn J, Beard DJ, Refshauge KM, Lee RWY. Do functional-performance tests detect impairment in subjects with ankle instability? *J Sport Rehabil.* 2002;11:40–50.
- Morrison KE, Kaminski TW. Foot characteristics in Association with inversion ankle injury. *J Athl Train.* 2007;42:135–42.
- Karlsson J, Lansinger O. Lateral instability of the ankle joint. *Clin Orthop.* 1992;276:653–61.
- Vanmeerhaeghe AF, Tütusaus LC, Ruiz PA, Ortigosa NM. Efectos de un entrenamiento propioceptivo sobre la extremidad inferior en jóvenes deportistas jugadoras de voleibol. *Apunts Med Esport.* 2008;157:5–13.
- Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg.* 1965;47:678–85.
- Monrey G. Contribución de la biomecánica al entendimiento de la estabilización del tobillo y del pie. En: Pérez P, Llana S, editores. *Biomecánica aplicada a la actividad física y al deporte. Capítulo XI.* Valencia: Ayuntamiento de Valencia; 2007.
- Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil.* 2002;11:51–66.
- Riemann BL. Is there a link between chronic ankle instability and postural instability? *J Athl Train.* 2002;37:386–93.
- Hertel J, Buckley WE, Denegar CR. Serial testing of postural control after acute lateral ankle sprain. *J Athl Train.* 2001;36:363–8.
- Rietdyk S, Patla AE, Winter DA, Ishac MG, Little CE. Balance recovery from medio-lateral perturbations of the upper body during standing. *J Biomech.* 1999;32:1149–58.
- Dayakidis MK, Boudolos K. Ground reaction force data in functional ankle instability during two cutting movements. *Clin Biomech.* 2006;21:405–11.
- Santos JM, Liu H, Liu W. Unloading reaction in functional ankle instability. *Gait Posture.* 2008;27:589–94.
- Caulfield B, Crammond T, O'Sullivan A, Reynolds S, Ward T. Altered ankle-muscle activation during jump landing in participants with functional instability of the ankle joint. *J Sport Rehabil.* 2004;13:189–200.
- Santos JM, Liu W. Unloading reaction to electrical stimulation at neutral and supinated ankle positions. *Gait Posture.* 2007;26:106–12.
- Delahunty E, Monaghan K, Caulfield B. Ankle function during hopping in subjects with functional instability of the ankle joint. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:641–8.
- Paillard TH, Noé F. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16:345–8.
- Brown CN, Mynark R. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2007;42:367–73.
- Martín-Casado L, Avendaño-Coy J, Fernández JMR, Alegre LM, Aguado X. Diferencias en test de equilibrio estático entre las extremidades con y sin bostezo articular de tobillo. *Apunts Med Esport.* 2010;45:161–8.
- Vaes P, Gheluwe BV, Duquet W. Control of acceleration during sudden ankle supination in people with unstable ankles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:741–52.
- Olmsted LC, Garcia CR, Hertel J, Shultz S. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37:501–6.
- Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *J Athl Train.* 2005;40:298–304.
- Docherty CL, Arnols BL, Gansneder BM, Hurwitz S, Gieck J. Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train.* 2005;40:30–4.
- Vaes P, Duquet W, Van Gheluwe B. Peroneal reaction time and eversion motor response in healthy and unstable ankles. *J Athl Train.* 2002;37:475–80.
- Evans T, Hertel J, Sebastianelli W. Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot Ankle Int.* 2004;25:833–9.
- Cimbiz A, Bayazit V. Evaluation of balance and muscle strength in physical education students with recovered lower limb injuries. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2004;17:111–6.
- Olmsted LC, Garcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the Star Excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37:501–6.
- Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train.* 2004;39:321–9.
- Mohammad A, Karimi H, Farahini H, Faghihzadeh S. Balance problems after unilateral ankle sprains. *JRRD.* 2006;43:819–24.
- Van Deun S, Staes FF, Stappaerts KH, Janssens L, Levin O, Peers KKH. Relationship of chronic ankle instability to muscles activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. *Am J Sports Med.* 2007;35:274–81.

30. Caulfield BM, Garrett M. Functional instability of the ankle differences in patterns of ankle and knee movement prior to and post landing in a single leg jump. *Int J Sports Med.* 2002;23:64–8.
31. Demeritt KM, Shultz SJ, Docherty CL, Gansneder BM, Perrin D. Chronic ankle instability does not affect lower extremity functional performance. *J Athl Train.* 2002;37:507–11.
32. Brown C, Ross S, Mynark R, Guskiewicz K. Assessing functional ankle instability with joint position sense, time to stabilization, and electromyography. *J Sport Rehabil.* 2004;13:122–34.
33. Caulfield B, Garrett M. Changes in ground reaction force during jump landing in subjects with functional instability of the ankle joint. *Clin Biomechs.* 2004;19:617–21.
34. Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. *Clin J Sport Med.* 2004;14:332–8.
35. Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Changes in lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. *J Orthop Res.* 2006, doi:10.1002/jor.20235.
36. Buchanan AS, Docherty CL, Schrader J. Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group. *J Athl Train.* 2008;43:342–6.
37. Brown C, Padua D, Marshall SW, Guskiewicz K. Individuals with mechanical ankle instability exhibit different motion patterns than those with functional ankle instability and ankle sprain copers. *Clin Biomech.* 2008;23:822–31.
38. Noronha M, Refshauge KM, Crosbie J, Kilbreath SL. Relationship between functional ankle instability and postural control. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2008;38:782–9.
39. Gribble PA, Robinson RH. Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2009;44:350–5.
40. Brown CN, Bowser B, Orellana A. Dynamic postural stability in females with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2010, doi:10.1249/MSS.0b013e3181e40108.
41. Hertel J, Miller S, Denegar C. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil.* 2000;9:104–16.
42. Ross SE, Guskiewicz KM. Time to stabilization: a method for analyzing dynamic postural stability. *Athl Ther Today.* 2003;8:37–9.