

Diferencias de comportamiento del tobillo funcionalmente recuperado en test de salto monopodales

Laura Martín-Casado¹, José M. Fernández Rodríguez², José L. López Elvira³, Xavier Aguado¹

¹Facultad de Ciencias del Deporte. Grupo de Biomecánica Humana y Deportiva. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo.

²Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia. Grupo de Biomecánica Humana y Deportiva. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo.

³Facultad de Ciencias Sociosanitarias. Centro de Investigación del Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche. Elche.

Recibido: 21.09.2012
Aceptado: 19.04.2013

Resumen

Objetivo: Analizar las diferencias en las fuerzas de reacción verticales intra-sujeto entre una extremidad que presentó signo de bostezo articular en el tobillo frente a la extremidad sin bostezo.

Métodos: Participaron 18 sujetos voluntarios (8 mujeres y 10 hombres), físicamente activos, con una media de edad, de $20,4 \pm 1,9$ años. Con una plataforma de fuerzas se midieron las fuerzas de reacción verticales, el tiempo de estabilización y el desplazamiento del centro de presiones en las caídas y estabilización de 3 test de salto en apoyo monopodal: salto hacia delante, salto lateral desde un escalón y saltos laterales continuos.

Resultados: En el test de salto hacia delante la extremidad sin bostezo presentó un 2º pico de fuerza mayor (bostezo = $1142,08 \pm 242,50$ N; no bostezo = $1213,39 \pm 299,89$ N) ($p < 0,05$). El tiempo de estabilización en el eje medio-lateral fue mayor en la extremidad con bostezo en el test de caída lateral desde un escalón (bostezo = $12,83 \pm 1,77$ s; no bostezo = $11,42 \pm 2,14$ s) ($p < 0,05$).

Conclusiones: La extremidad con bostezo presentó menores impactos verticales en el segundo pico de fuerza en la caída del test de salto hacia delante, compatible con una mayor amortiguación que pudiera obedecer a un mecanismo de protección. Se vieron aumentos en el tiempo de estabilización en el test de caída lateral desde un escalón en los tobillos que habían padecido esguince. No obstante no se observaron incrementos en las áreas barridas por el centro de presiones en ninguno de los tests. Los tests dinámicos funcionales son capaces de detectar déficits en los ejes específicos en los que se realiza el test y detectar déficits tras un esguince.

Palabras clave:

Esguince de tobillo. Caída.
Tiempo de estabilización.
Control postural.
Test dinámico funcional.
Biomecánica.

Behavioral differences of functional ankle sprain recoveries during single-leg jump test

Summary

Objective: To analyze within subject differences in ground reaction forces. The tests were carried out by comparing the ankle with a previous lateral ligament injury (with permanent ligament loosening) and the one without ligament loosening.

Material and methods: Eighteen volunteers were recruited for the study (8 women and 10 men), all of them physically active, with a mean age of 20.4 ± 1.9 . The vertical ground reaction forces, the time of stabilization and the path of the center of pressures were measured during the landing and posterior stabilization in 3 single-leg jump tests on a force platform: jump landing test, lateral drop jump test and side hop test.

Results: The second peak of the vertical force were greater in the uninjured limb during the jump landing test (injured = 1142.08 ± 242.50 N; uninjured = 1213.39 ± 299.89 N) ($p < 0.05$). The medio-lateral time of stabilization was greater in the uninjured limb during the lateral drop jump test (injured = 12.83 ± 1.77 s; uninjured = 11.42 ± 2.14 s) ($p < 0.05$).

Conclusions: The injured limb presented lower vertical impact at the second peak force during the jump landing test, compatible with a softly landing which could be a defense mechanics. The injured limb showed an increased in the time of stabilization during the lateral drop jump test. However, there were no changes in any of the 3 tests in the excursion area of the center of pressure. The dynamic functional tests are useful to detect deficits in the specific axis where the tests are performed, as well as deficits after and an ankle injury.

Key words:

Ankle sprain. Landing.
Time to stabilization.
Postural control.
Dynamic functional test.
Biomechanics.

Correspondencia: Laura Martín Casado
E-mail: laura.martincasado@gmail.com

Introducción

El esguince de tobillo es una de las lesiones más comunes que sufren los atletas y también, la población en general. En el deporte representa el 16% del total de las lesiones¹ y es habitual de deportes que implican un gran número de saltos, caídas y cambios bruscos de dirección y/o ritmo. El trauma por inversión es el responsable del 85% de los esguinces, siendo el ligamento lateral del tobillo el más afectado¹, y el ratio de recidivas se estima en más de un 80%². Además, un porcentaje superior al 30% de quienes sufren un esguince de tobillo muestran inestabilidad crónica³ que conlleva debilidad muscular, laxitud ligamentosa, y déficits propioceptivos y de control postural⁴ condicionando el desarrollo de la actividad deportiva e incluso de la actividad cotidiana⁵.

Ciertas características del equilibrio postural se han vinculado al origen de estas lesiones⁶. La mayoría de los estudios realizados relacionan déficits en el equilibrio con el riesgo de sufrir un esguince de tobillo⁷⁻⁹. En la última década, se han empezado a utilizar test funcionales para detectar estos déficits, como por ejemplo tests de caídas, de saltos laterales, de saltos hacia delante y de cambios de dirección^{3,10,11}. Los tests funcionales intentan acercarse a una situación real deportiva implicando estructuras y condiciones que se ven afectadas tras una lesión como la fuerza muscular, la coordinación neuromuscular y la estabilidad articular¹¹. Estos tests pueden explicar mejor que los típicos tests de equilibrio estático las debilidades de quienes ya han tenido un esguince y su mayor facilidad para que la lesión recidive^{1,6,11}.

Investigaciones previas han mostrado diferencias en los patrones de caída y la magnitud y distribución temporal de las fuerzas de reacción en tests de caída en sujetos con inestabilidad crónica de tobillo¹²⁻¹⁵. Noronha, *et al.*¹⁶ en un estudio con 60 voluntarios concluyeron que el control en el movimiento de inversión del tobillo tras una caída en apoyo monopodal, se ve afectado en aquellos sujetos que muestran inestabilidad crónica. El grupo con inestabilidad de tobillo mostró mayor grado de inversión de la articulación en la fase previa a la caída y mayor tiempo de estabilización tras la caída. Dayakidis y Boudolos³ analizando a 50 jugadoras de baloncesto realizando cambios de dirección y desplazamientos laterales, encontraron que aquellas jugadoras con tobillos inestables mostraban un mayor pico de fuerza al primer contacto con el suelo (F1) y menor tiempo en F1 que aquellas con tobillos sanos.

Desde que se estableciese un método válido y fiable para el cálculo del tiempo de estabilización (TTS) a partir de las fuerzas de reacción verticales en tests funcionales¹⁷, varios trabajos han utilizado esta variable para detectar déficits de equilibrio en personas con inestabilidad de tobillo. Por ejemplo, Ross y Guskiewicz¹⁵ realizaron un estudio con 28 sujetos comparando sanos con lesionados, todos ellos realizaron un test de caída desde un escalón con posterior estabilización. Observaron un mayor TTS tanto en el eje antero-posterior como en el eje medio-lateral, en el grupo con inestabilidad crónica de tobillo. La mayoría de los trabajos publicados coinciden en que los sujetos que han sufrido un esguince presentan mayor TTS al realizar un test funcional en apoyo monopodal en el eje antero-posterior^{2,10,14-16}. En los tests estáticos se atribuyen las estrategias reequilibradoras de tobillo al eje antero-posterior, mientras que se atribuye a la cadera las estrategias en el eje medio-lateral¹⁸. Hay que señalar que en los tests dinámicos, algunos autores no encuentran déficits en el eje medio-lateral^{2,14}.

La mayor parte de los estudios realizados comparan sujetos sanos con sujetos que hayan sufrido un esguince de tobillo^{10,13-15,19-22}, pudiendo verse influenciados los resultados por factores individuales. Sin embargo, son pocos los trabajos encontrados que comparen una extremidad sana frente a una extremidad lesionada en el mismo sujeto^{1,3,23}. La ventaja de la comparación intra-sujeto es que los resultados no se verán condicionados por diferencias en los sistemas visuales, vestibulares y en aprendizajes previos de equilibrios entre unos sujetos y otros. Por otro lado, a pesar de haber recuperado la funcionalidad de la articulación, el tobillo lesionado podría presentar carencias de control postural, que se podrían detectar en este modelo de estudios. Así podrían mejorarse los programas de recuperación y prevención de esguinces, con ejercicios que permitan mejorar aquéllos déficits observados en la extremidad previamente lesionada.

Tras la revisión bibliográfica se ha establecido como objetivo de este trabajo analizar las variaciones en las fuerzas de reacción verticales intra-sujeto entre una extremidad que presente un tobillo con bostezo articular, fruto de una lesión previa (aunque con funcionalidad recuperada), frente a una extremidad sin bostezo, en una batería de test de equilibrio dinámico funcional en apoyo monopodal.

Metodología

Sujetos

Se llevo a cabo un estudio experimental en el que tomaron parte voluntariamente 18 jóvenes estudiantes universitarios de Ciencias del Deporte y Fisioterapia (8 mujeres y 10 hombres), que practicaban deporte o actividad física un mínimo de 3 días a la semana. Con una media de edad, altura y masa corporal de $20,4 \pm 1,9$ años, $169,3 \pm 8,8$ cm, y $62,4 \pm 10,5$ kg, respectivamente.

Mediante anamnesis y exploración se descartaron posibles problemas neurológicos, musculoesqueléticos, visuales o vestibulares. Un fisioterapeuta realizó de forma cegada una exploración de ambos tobillos. Participaron en el estudio los sujetos a los que se les diagnosticó bostezo articular en sólo una de las extremidades (como consecuencia de un esguince de tobillo de 2º o 3er grado, sucedido al menos 2 años antes de la realización de este estudio), aunque con actividad funcional totalmente recuperada es decir, el sujeto ha recuperado su actividad deportiva cotidiana.

Todos los sujetos fueron informados de los objetivos y de las características del estudio y firmaron un consentimiento de participación en la investigación. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario de Albacete.

Instrumentos y protocolos

Para la medición de las características descriptivas se utilizó una báscula de pie modelo 220 (SECA, Alemania) y un tallímetro modelo 220 (SECA, Alemania). Se realizaron 3 tests que recogían caídas en apoyo monopodal de diferentes tipos de salto sobre una plataforma de fuerzas Athleth Jump (IBV, España) con una frecuencia de muestreo de 1500 Hz.

Todos los sujetos llevaron a cabo una sesión de familiarización previa a los tests. En ella contestaron también algunas preguntas sobre

la estabilidad de su tobillo, adaptadas del cuestionario utilizado por Docherty, et al.²⁴.

Previamente a la sesión de tests, se realizó un calentamiento que consistió en 5 min de pedaleo en cicloergómetro Egormedia 884 Ea (Monark, Suecia) a 75 rpm y 1 kp de resistencia (75 W), seguido de 5 min de estiramientos del tren inferior. La duración de los tests fue de 20s. Todos ellos se realizaron en apoyo monopodal y se comparó siempre la extremidad sana frente a la previamente lesionada con actividad funcional plenamente recuperada. Tanto el orden de los tests como el orden de la extremidad con la que se realizó el test se estableció de manera aleatoria.

Tests

Test de salto hacia delante y posterior estabilización

El sujeto partía en posición de pie en apoyo bipodal, mirando al frente, y con los brazos en la cintura a modo de jarra, a una distancia de 70 cm hasta el centro de la plataforma de fuerzas. Saltaba hacia delante y la caída la realizaba en apoyo monopodal sobre la extremidad testada (Figura 1a). Se pidió a los sujetos que trataran de estabilizarse lo más rápidamente posible y mantuvieran el equilibrio durante 20 s., con la mirada fija sobre una diana colocada a 230 cm del centro de la plataforma. Durante el periodo de estabilización el sujeto colocó la extremidad apoyada en el suelo con una mínima flexión de rodilla (5-10°) y la otra libre y flexionada.

Test de caída lateral desde un escalón y posterior estabilización

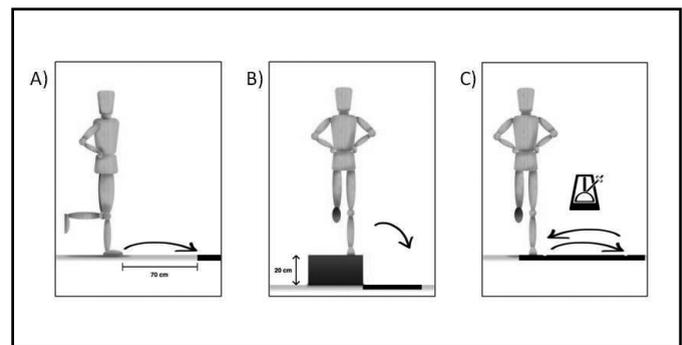
Se realizó un test de caída lateral desde un escalón y posterior estabilización sobre la plataforma de fuerzas. Para ello el sujeto se colocó en posición de pie en apoyo monopodal, mirando al frente, y con los brazos en la cintura a modo de jarra, sobre un escalón de 20 cm de altura colocado en un lateral de la plataforma. La caída se realizó en apoyo monopodal sobre la extremidad testada (la más cercana al centro de la plataforma) (Figura 1b). Se pidió a los sujetos que trataran de estabilizarse lo más rápidamente posible y mantuvieran el equilibrio durante 20 s., con la mirada fija sobre una diana colocada a 230 cm del centro de la plataforma. Durante el periodo de estabilización el sujeto colocó la extremidad apoyada en el suelo con una mínima flexión de rodilla (5-10°) y la otra libre y flexionada.

Test de saltos continuos

Sobre la plataforma de fuerzas había dos líneas paralelas separadas 30 cm. Se comenzó el test con el sujeto en posición de pie en apoyo monopodal sobre la pierna testada (la más cercana al centro de la plataforma), mirando al frente, y con los brazos en la cintura a modo de jarra. Se pedía a los sujetos que saltaran de un lado a otro de las líneas con la mayor estabilidad posible y siguiendo la frecuencia de un metrónomo modelo 816 K (Wittner, Alemania), colocado en el suelo frente a la plataforma (Figura 1c).

En los 2 primeros tests se consideraron válidos los saltos en los que el sujeto mantuvo los brazos en la cintura durante todo el test; el apoyo en la caída fue talón-punta en el 1, y punta-talón en el 2; y la posterior estabilización se realizó con la planta del pie totalmente apoyada en la

Figura 1. Los tres tests de salto: test de salto hacia delante y posterior estabilización (A), test de caída lateral desde un escalón y posterior estabilización (B) y test de saltos continuos (C).



plataforma, la pierna suspendida en el aire no debía tocar la plataforma ni la pierna apoyada y la desestabilización del sujeto no debía ser exagerada. En el test número 3, se consideraban nulos los saltos en los que el sujeto no alcanzaba la distancia marcada entre las dos líneas; no se seguía el ritmo de frecuencia marcada por el metrónomo, o si la pierna suspendida en el aire tocaba el suelo de la plataforma o la extremidad apoyada.

Variables

Se realizaron 5 repeticiones de cada tipo de salto, tanto sobre la extremidad sana como sobre la que mostró bostezo articular de tobillo, y se analizó su media aritmética. En los 2 primeros tests se obtuvo: el 1er y 2º pico de fuerza (F1 y F2), el tiempo en F1 y en F2 (T1 y T2), y el tiempo de estabilización (TTS) en el eje antero-posterior y medio-lateral (Tabla 1). En el 3er test se obtuvo: el rango de desplazamiento del Centro de Presiones (COP) en el eje antero-posterior y medio-lateral, la desviación típica (SD) en el eje antero-posterior y medio-lateral, y el área barrida por el COP (Tabla 2).

Estadística

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows (SPSS, Inc., USA). Para el estudio de la normalidad de las variables se usaron el test de Lilliefors y Kolmogorov-Smirnov. Se realizaron pruebas T para datos pareados, de una sola cola, para determinar las diferencias entre la extremidad con y sin bostezo articular de tobillo. Se estableció el nivel mínimo de significación de $p < 0,05$. La estadística descriptiva incluyó medias y desviaciones típicas.

Resultados

Se obtuvo una distribución normal en todas las variables estudiadas. Los valores de las variables estudiadas en los diferentes tests de salto se muestran en la Tabla 1 y 2.

El 2º pico de fuerza de la extremidad sin bostezo fue significativamente mayor en el test de salto hacia delante y posterior estabilización ($p < 0,05$). El TTS en el eje medio-lateral fue significativamente mayor en

Tabla 1. Promedios y desviaciones típicas del 1er y 2º pico de fuerza, del tiempo en F1 y en F2, y del tiempo de estabilización en el eje antero-posterior y medio-lateral, durante la realización del test de salto hacia delante y posterior estabilización y del test de caída lateral desde un escalón y posterior estabilización. Los niveles de significación se establecen comparando las extremidades con y sin bostezo articular de tobillo.

	Extremidad con bostezo		Extremidad sin bostezo	
	Salto hacia delante (n=12)	Caída lateral (n=18)	Salto hacia delante (n=12)	Caída lateral (n=18)
F1 (N)	1026,34 (268,15)	683,44 (218,80)	1000,33 (344,72)	685,30 (205,25)
T1 (s)	0,0402 (0,0204)	0,0161 (0,0050)	0,0371 (0,0187)	0,0161 (0,0047)
F2 (N)	1142,08 (242,50)*	2467,81 (438,96)	1213,39 (299,89)	2464,27 (446,95)
T2 (s)	0,0822 (0,0345)	0,0645 (0,0066)	0,0760 (0,0317)	0,0644 (0,0094)
TTS eje AP (s)	8,41 (2,27)	7,12 (1,99)	7,85 (1,87)	7,47 (2,12)
TTS eje ML (s)	9,92 (2,14)	12,83 (1,77)*	9,82 (1,97)	11,42 (2,14)

F1: primer pico de fuerza en la caída; F2: segundo pico de fuerza en la caída; T1: tiempo en alcanzar el primer pico de fuerza; T2: tiempo en alcanzar el segundo pico de fuerza; TTS: tiempo de estabilización; AP: antero-posterior; ML: medio-lateral. *Nivel de significación: $p < 0,05$.

Tabla 2. Rango de desplazamiento del centro de presiones en el eje antero posterior y medio lateral y sus desviaciones típicas. Desviaciones típicas en el eje antero posterior y medio lateral y sus desviaciones típicas. Área barrida por el centro de presiones y sus desviaciones típicas. Los niveles de significación se establecen las variables entre las extremidades con y sin bostezo articular de tobillo durante el test de saltos continuos.

	Test de Saltos continuos (n=18)	
	Extremidad con bostezo	Extremidad sin bostezo
Rango de desplazamiento AP (mm)	177,23 (19,49)	174,08 (18,61)
Rango de desplazamiento ML (mm)	131,81 (17,17)	130,88 (16,21)
SD eje AP	34,28 (4,44)	34,43 (5,42)
SD eje ML	13,93 (1,68)	14,63 (1,62)
Área de barrida (mm ²)	10313,86 (1992,25)	9895,63 (1964,31)

SD: desviación típica; AP: antero-posterior; ML: medio-lateral.

la extremidad con bostezo en el test de caída lateral desde un escalón y posterior estabilización ($p < 0,05$).

Discusión

De los 18 sujetos de estudio, 11 (el 61% de los sujetos) no llevaron a cabo ningún programa de rehabilitación tras el esguince. Catorce (el 78% de los sujetos) indicaron haber sufrido sensación de inestabilidad durante su práctica de actividad física, caminando sobre una superficie o subiendo y bajando escalones. El hecho de no realizar adecuadamente una adaptación a la vida cotidiana y deportiva tras una lesión, podría ser una de las causas principales de inestabilidad crónica y de recidivas del esguince lateral de tobillo^{25,26}.

El 61% de los sujetos de nuestro estudio sufrieron la lesión en la extremidad no dominante. Que se lesione más la extremidad no dominante podría estar relacionado con déficits de fuerza o coordinación en

dicha extremidad, los cuales no han sido objeto de estudio y podrían abordarse en próximos trabajos.

Para la discusión de este trabajo hemos dividido 4 apartados, agrupando los resultados de los tests según las variables estudiadas: (1) los picos de fuerza en la caída, (2) el tiempo de estabilización tras el impacto en los tests de salto hacia delante y el de caída desde un escalón, (3) la amplitud del rango de desplazamiento del COP en el test de saltos continuos y (4) las áreas barridas por el COP en el test de saltos continuos.

Picos de fuerzas en la caída

Las fuerzas de reacción verticales en el momento de primer pico (F1) y en el momento de segundo pico (F2), presentan valores similares entre la extremidad con y sin bostezo, tanto en el test de salto hacia delante como en el test de caída lateral. Las mayores diferencias se obtuvieron en F2, que fue significativamente menor en el test de salto hacia delante en la extremidad con bostezo ($p < 0,05$) (Tabla 1). Puede que el

sujeto experimente cierto miedo o precaución que le lleve a disminuir el valor de las fuerzas de reacción de la extremidad con bostezo como mecanismo de protección durante una amortiguación, de manera que se reduzca así el riesgo de sufrir una nueva lesión.

Se han visto déficits en la realización de un test dinámico entre sujetos con inestabilidad de tobillo¹¹. Por ejemplo, Dayakidis y Boudolos³ realizaron un test de cambio de dirección en un grupo de sujetos con y sin inestabilidad crónica de tobillo, obtuvieron un primer pico de fuerza significativamente mayor en el grupo con inestabilidad. O Delahunt, et al.²⁰, quienes observaron que durante un test de caída desde un escalón los sujetos con inestabilidad de tobillo mostraron un mayor pico de fuerza y menor tiempo en F1 que el grupo sin inestabilidad. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos que analizan las fuerzas de reacción verticales durante tests dinámicos, comparan sujetos sanos con sujetos que han sufrido un esguince de tobillo^{10,20-22}.

Al comparar en un mismo sujeto la extremidad sana con la extremidad lesionada durante la realización de un test dinámico, no se han encontrado diferencias en la magnitud y distribución temporal de las fuerzas de reacción^{3,23}. En nuestro estudio, la extremidad con bostezo retrasó el instante en el que se da F2 ($p=0,07$) disminuyendo significativamente su valor ($p<0,05$), durante el test de salto hacia delante. Trabajos previos han encontrado correlaciones entre el aumento del tiempo hasta F2 y la reducción del valor de F2²⁷. Registrar valores menores de F2 en la amortiguación reduce el estrés en las articulaciones de la extremidad inferior. El incremento de la amortiguación en la extremidad lesionada podría indicar la existencia de un mecanismo de protección causado por el esguince. El hecho de no haber encontrado déficits de estabilidad en la extremidad con bostezo articular de los sujetos que han sufrido un esguince de tobillo, y que estos déficits si se hayan detectado al comparar grupos de sujetos sanos y lesionados, podría indicar una adaptación, por parte de los sujetos de nuestro estudio, de los patrones de movimiento para conseguir una técnica adecuada de caída imprescindible para estabilizar el tobillo durante una amortiguación.

Tiempo de estabilización

Para ambos tests de salto el TTS fue mayor en el eje medio-lateral (Tabla 1). Las mayores diferencias se obtuvieron en el test de caída desde un escalón, que fue significativamente mayor en la extremidad con bostezo ($p<0,05$). Varios autores han observado que los sujetos que han sufrido un esguince de tobillo presentan mayor TTS al realizar un test funcional en apoyo monopodal en el eje medio-lateral^{11,10,15}. No obstante, otros autores no han encontrado que se den déficits en este eje^{2,14}. En nuestro estudio las mayores diferencias se observaron en el test de caída desde un escalón, el esguince lateral de tobillo suele producirse como consecuencia de un movimiento forzado de inversión por ello parece lógico que los movimiento laterales produzcan un mayor estrés en las estructuras afectadas por el esguince.

En el test de salto hacia delante el TTS en el eje antero-posterior fue mayor en la extremidad con bostezo (bostezo = $8,42 \pm 2,27$ s.; no bostezo = $7,85 \pm 1,87$ s.) (n/s) mientras que, en el test de caída desde un escalón fue similar para ambas extremidades (con y sin bostezo). La mayoría de los trabajos encontrados muestran que los sujetos que han sufrido un esguince de tobillo presentan mayor TTS al realizar un test funcional en

apoyo monopodal en el eje antero-posterior^{2,10,14-16}. Así, Brown, et al.¹⁴ compararon un grupo de 20 sujetos con y sin inestabilidad de tobillo, realizando un salto hacia delante, y observaron mayores TTS en el eje antero-posterior en el grupo con inestabilidad. O. Gribble y Robinson² quienes al realizar un salto hacia delante, observaron mayores TTS en el eje antero-posterior en la extremidad lesionada comparado con la extremidad sana de un mismo sujeto.

Dedicar un mayor tiempo para disipar y controlar las fuerzas de reacción tras un salto, ya sea en el plano frontal o sagital, indica déficits en la capacidad de estabilización² y por tanto, mayor riesgo de sufrir una lesión. En nuestro estudio las mayores diferencias se obtuvieron en los ejes específicos en los que se realizó el salto, en el test de caída desde un escalón fueron en el eje medio-lateral mientras que en el test de salto hacia delante fueron en el eje antero-posterior. Por tanto, los movimientos laterales y frontales son capaces de detectar déficits de estabilidad al comparar una extremidad que ha sufrido un esguince de tobillo pero con funcionalidad recuperada respecto a la extremidad sana de un mismo sujeto. Estos resultados podrían ayudar al desarrollo de programas de recuperación del tobillo con tests que puedan actuar específicamente, aumentando la inestabilidad en ejes diferentes en función de las necesidades.

Amplitud

En el test de saltos continuos se obtuvieron mayores rangos de desplazamientos del COP en el eje antero-posterior y medio-lateral en la extremidad con bostezo, aunque sin significación estadística (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con los de Brown, et al.²³, quienes obtuvieron rangos de desplazamiento del COP mayores en el grupo con inestabilidad de tobillo al compararlo con un grupo control durante la realización de diferentes tests dinámicos funcionales. Son muy pocos los trabajos donde se analizan los rangos desplazamientos del COP²³, y no se ha encontrado ninguno que compare la extremidad sana con la lesionada de un sujeto con esguince lateral de tobillo. Sin embargo nuestros resultados, a pesar de no ser significativos, podrían apuntar hacia una pérdida de control postural durante la realización de actividades funcionales del tobillo con bostezo articular. Quizás incrementando la dificultad del test, como por ejemplo espaciando la distancia horizontal de los saltos pudieran verse mayores diferencias entre las extremidades.

La desviación típica en el eje antero-posterior presentó valores similares para ambas extremidades (con y sin bostezo). Sin embargo, en el eje medio-lateral la desviación típica fue menor en la extremidad con bostezo (bostezo = $13,93 \pm 1,63$; no bostezo = $14,63 \pm 1,63$; $p=0,06$; ns). Nuestros resultados indican una disminución en la variabilidad del movimiento en el eje medio-lateral de la extremidad con bostezo, ya que desviaciones estándar mayores indican un incremento²⁸. En los tests estáticos se atribuyen las estrategias reequilibradoras de cadera al eje ML¹⁸. Durante la realización de un test dinámico funcional, la extremidad lesionada podría utilizar más las estrategias de cadera para compensar los déficits en las estructuras del tobillo y así poder disminuir la variabilidad del movimiento en este eje.

Áreas barridas por el centro de presiones

Las áreas barridas por el COP en el test de saltos continuos fueron mayores en la extremidad con bostezo, aunque sin significación esta-

dística (Tabla 2). La extremidad con bostezo presentó un aumento del 4,05% en el área respecto a la extremidad sin bostezo.

Al interpretar los resultados de este estudio surge la dificultad de no encontrar trabajos en los que se analicen las áreas barridas por el COP durante la realización de test dinámicos funcionales⁶. No obstante, durante tests de equilibrio estático aplicando estimulación neuromuscular en el tibial anterior, se han observado mayores áreas en la extremidad con bostezo articular de tobillo^{29,30}. Extrapolando estos datos, podríamos intuir que la extremidad con bostezo de los sujetos de nuestro estudio presentó déficits de control postural durante la realización de saltos continuos, lo que podría aumentar el riesgo de sufrir una lesión.

Destacamos como principal limitación de este estudio el no haber realizado un seguimiento previo de la historia del esguince, por lo que no se han tenido en cuenta las variables de evolución. No obstante sí se ha valorado el grado de esguince por personal sanitario cualificado.

Conclusiones

1. Las extremidades que presentaban signo de bostezo articular retrasaron el instante en el que se da el segundo pico de fuerza vertical, disminuyendo significativamente su valor durante el test de salto hacia delante. El sujeto que ha sufrido un esguince podría presentar, a modo de mecanismo protector, una adaptación de los patrones de movimiento en la caída.
2. El tiempo de estabilización de las extremidades con bostezo fue significativamente mayor en el eje medio-lateral en el test de caída desde un escalón. Los movimientos laterales podrían producir un mayor estrés en las estructuras afectadas por el esguince cuyo mecanismo de lesión suele ser consecuencia de un movimiento forzado de inversión.
3. No se han encontrado diferencias en los rangos de desplazamiento ni en las áreas barridas por el centro de presiones en el test de saltos continuos en apoyo monopodal. En futuros trabajos, sería interesante incrementar la dificultad de los test que pudiesen detectar mayores diferencias entre la extremidad con y sin bostezo articular de tobillo.
4. Los tests dinámicos funcionales son capaces de detectar déficits en los ejes específicos en los que se realiza el test al comparar la extremidad con y sin bostezo articular de tobillo en un mismo sujeto. Así, los programas de recuperación podrían desarrollarse más específicamente aumentando la inestabilidad en ejes diferentes en función de nuestras necesidades.
5. Cuando en una valoración se detecte signo de bostezo articular en un tobillo funcionalmente recuperado, probablemente presentará un peor control postural. En caso de confirmarse recomendaríamos realizar más trabajo físico, bajo las pautas de un profesional, para mejorar su estabilidad y en consecuencia poder prevenir posibles caídas.

Bibliografía

1. 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.

2. Gribble PA, Robinson RH. Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2009;44(4):350-5.
3. Dayakidis MK, Boudolos K. Ground reaction force data in functional ankle instability during two cutting movements. *Clin Biomech*. 2006;21:405-411.
4. Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg*. 1965;47(4):678-85.
5. 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*, Valencia: Ayuntamiento de Valencia. 2007. Cap. XI.
6. 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.
7. Isakov E, Mizrahi J. Is balance impaired by recurrent sprained ankle? *Br J Sports Med*. 1997;31:65-7.
8. Hertel J, Buckley WE, Denegar CR. Serial testing of postural control after acute lateral ankle sprain. *J Athl Train*. 2001;36(4):363-8.
9. Akbari M, Karimi H, Farahini H, Faghihzadeh S. Balance problems after unilateral ankle sprains. *Rehab R&D*. 2006;43:819-24.
10. Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *J Athl Train*. 2005;40(4):298-304.
11. Docherty CL, Arnolds BL, Gansneder BM, Hurwitz S, Gieck J. Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train*. 2005;40(1):30-4.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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(6):332-8.
16. Noronha M, Refshauge KM, Crosbie J, Kilbreath SL. Relationship between functional ankle instability and postural control. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2008;38(12):782-9.
17. Ross SE, Guskiewicz KM. Time to stabilization: a method for analyzing dynamic postural stability. *ATT*. 2003;8(3):37-9.
18. Baydal-Bertomeu JM, Barbera R, Soler-García M, Peydro de Moya MF, Prat JM, Guzmán B. Determinación de los patrones de comportamiento postural en la población sana española. *Acta Otorinolaringol Esp*. 2004;55:260-9.
19. 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(4):507-11.
20. Delahun 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.
21. Delahun 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.
22. 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.
23. 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 coppers. *Clin Biomech*. 2008;23:822-31.
24. Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL, Hurwitz SR. Development and reliability of the ankle instability instrument. *J Athl Train*. 2006;41(2):154-8.
25. Zoch C, Fialka-Moser V, Quittan M. Rehabilitation of ligamentous ankle injuries: a review of recent studies. *Br J Sports Med*. 2003;37(4):291-5.
26. La Touche R, Escalante K, Martín JA. Actualización en el tratamiento fisioterápico de las lesiones ligamentosas del complejo articular del tobillo. *Fisioterapia*. 2006;28(2):75-86.
27. Abian J, Alegre LM, Lara AJ, Rubio JA, Aguado X. Landing differences between men and women in a maximal vertical jump aptitude test. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48:305-10.
28. James CR, Dufek JS, Bates BT. Effects of injury proneness and task difficulty on joint kinetic variability. *Med Sci Sport Exerc*. 2000;32:1833-44.
29. Brown CN, Mynark R. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2007;42(3):367-73.
30. 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(167):161-8.