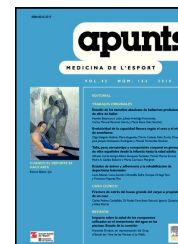


apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



## REVISIÓ

# Revisió de les repercussions dels esquinços de turmell sobre l'equilibri postural

Laura Martín-Casado\* i Xavier Aguado

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

Rebut el 29 de gener de 2011; acceptat el 19 d'abril de 2011

### PARAULES CLAU

Plataforma de forces;  
Control postural;  
Cinemàtica

**Resum** L'esquinç lateral de turmell és una de les lesions més comunes de l'esport i pot afectar diferents components del control postural. Aquesta revisió bibliogràfica analitza els estudis que avaluen el control postural de persones que han patit esquinços i persones amb turmells sans a partir de tests d'equilibri estàtic, dinàmic i dinamicofuncional, utilitzant metodologies quantitatives.

Els turmells lesionats presenten majors rangs de desplaçament del centre de pressions i majors temps de latència de la musculatura. També presenten més temps d'estabilització en l'eix anteroposterior i menor abast de les posicions extremes que pot adoptar el centre de pressions. Això no obstant, alguns treballs utilitzen mètodes poc objectius en la selecció de subjectes amb esquinç de turmell i altres utilitzen tests i variables poc sensibles per estudiar les seqüeles de dèficit de control postural després d'un esquinç.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

### KEYWORDS

Force platform;  
Postural control;  
Kinematics

### 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,

\*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: laura.martincasado@uclm.es (L. Martín-Casado).

in some of the studies found, less objective methods are used in the selection of the subjects with an ankle sprain, 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.

## Introducció

L'esquinç lateral de turmell és una de les lesions més comunes durant la pràctica d'activitat esportiva i representa el 16% del total de les lesions de l'esport<sup>1</sup>. El 85% són conseqüència d'un moviment forçat d'inversió<sup>2</sup>. Se sap que més del 80% recidiven i que fins a un 40% poden acabar en inestabilitat crònica<sup>3,4</sup> que comporta debilitat muscular, laxitud lligamentosa i dèficits propioceptius i de control postural<sup>5</sup> que condicionen el desenvolupament de l'activitat esportiva i fins i tot l'activitat quotidiana<sup>6</sup>.

L'estudi de l'equilibri postural després de l'esquinç ajuda a conèixer una part de les seqüeles d'aquesta lesió i ofereix informació per millorar la recuperació, disminuir les recidives i fins i tot poder prevenir els esquinços de les persones que no n'han patit mai. Aquestes són les raons que han motivat aquest article de revisió.

## L'equilibri postural després d'haver patit un esquinç

Freeman et al<sup>5</sup>, l'any 1965, foren uns dels primers en descriure les alteracions de l'estabilitat postural dels pacients que havien patit un esquinç. La inestabilitat lateral en l'articulació del turmell s'associa amb dèficits del control postural. Així, després d'un esquinç, tant si és una seqüela com una carència prèvia, se sol detectar una disminució de la capacitat de controlar l'estabilitat i l'orientació del cos en l'espai. El cos humà és un sistema sotmès a desequilibris constants, fins i tot quan està en recolzament bipodal i aparentment quiet requereix un sistema de control per establir-lo. Els moviments de correcció per mantenir l'equilibri postural i evitar una caiguda són resultat de la coordinació del sistema musculoesquelètic i del sistema neuronal<sup>7</sup>. Les alteracions del control postural, detectades després de patir un esquinç de turmell, podrien atribuir-se a dèficits en la transferència d'informació aferent com a conseqüència de danys en els mecanoreceptors dels lligaments i de la càpsula articular<sup>5</sup>. Això no obstant, l'esquinç de turmell també podria afectar indirectament el sistema de control postural per alteració de determinades capacitats com la força i la flexibilitat<sup>8</sup>.

## Tecnologies i protocols emprats en els tests

Des dels anys setanta la plataforma de forces ha estat el mètode més utilitzat per analitzar el control postural en els tests d'equilibri, ja que proporciona mesures al llarg del temps dels llocs d'origen de les forces del sòl, cosa que s'anomena centre de pressions (COP). Els moviments del COP són un reflex del balanceig postural<sup>9-11</sup>. No obstant

això, també han estat utilitzats altres mètodes com l'electromiografia (EMG) per detectar canvis en l'activació de la musculatura implicada en l'equilibri<sup>12,13</sup>. Finalment també han estat realitzades anàlisis cinemàtiques mitjançant gravacions de cinema o vídeo per observar els canvis que es produeixen en els rangs de moviment de l'articulació o cercant diferències en els patrons del moviment de l'extremitat inferior<sup>14,15</sup>.

Quant als tipus de tests i protocols, els autors han emprat tests d'equilibri estàtic, en recolzament monopodal o bipodal, amb els ulls oberts i tancats i variant el tipus de superfície de recolzament<sup>16-18</sup>. També, han estat utilitzats tests d'equilibri dinàmic, com l'Start Excursion Balance Tests (SEBT) o aplicant al subjecte diferents desequilibris amb empentes o emprant plataformes inestables<sup>10,19,20</sup>. Finalment, han estat realitzats tests funcionals que intenten apropar-se al màxim a una situació real, com per exemple caigudes, salts laterals i cap endavant o canvis de direcció<sup>11,21,22</sup>.

## Metodologia

### Bases de dades i revistes electròniques consultades

Es realitzà una cerca de la bibliografia més rellevant publicada des de 2000 fins a l'actualitat. Es consultaren les bases de dades MEDLINE, SportDiscus i CINAHL. Es van utilitzar els següents termes de cerca: esquinç de turmell, control postural, equilibri, equilibri dinàmic, tests funcionals.

Es localitzaren un total de 29 articles en 14 revistes diferents, incloent-hi referències creuades. El *Journal of Athletic Training* és la revista que proporcionà un nombre més gran d'articles relacionats amb aquest tema (10 articles), seguit de *Journal of Sport Rehabilitation and Clinical Biomechanics* (3 articles).

### Criteris de selecció bibliogràfica

S'incloueren únicament estudis comparatius de control postural amb metodologies quantitatives en què:

- S'analitzaven persones sanes enfront d'altres que havien patit un esquinç de turmell.
- S'analitzà el recolzament sobre l'extremitat sana enfront de la lesionada.

Es van excloure:

- Els estudis merament descriptius i no comparatius.

- Els estudis centrats en avaluar els canvis, en realitzar intervencions mitjançant programes d'entrenament i rehabilitació en les persones que havien patit un esquinç.

En funció del test d'equilibri realitzat es van agrupar en 3 tipus diferents:

- Tests d'equilibri estàtic, en què es manté durant tot el test la mateixa base de sustentació.
- Tests d'equilibri dinàmic, en què es modifica la base de sustentació.
- Tests d'equilibri dinàmic-funcional, que inclouen tests propers a situacions esportives o quotidianes en què es modifica la base de sustentació.

## Resultats i discussió

L'anàlisi de la bibliografia es realitzà segons els 3 tests d'equilibri usats en els estudis i presentats a les taules respectives:

- Tests d'equilibri estàtic (taula 1).
- Tests d'equilibri dinàmic (taula 2).
- Tests d'equilibri dinàmic-funcional (taula 3).

### Equilibri estàtic

S'han localitzat 8 articles que utilitzen tests d'equilibri estàtic (taula 1). Quatre comparen subjectes sans amb lesionats i els altres 4 comparen l'extremitat sana amb la lesionada del mateix subjecte. D'altra banda, 3 dels 8 articles seleccionen el subjecte o l'extremitat lesionada a partir de preguntes o qüestionaris. Aquesta forma de selecció d'un turmell que ha sofert un esquinç previ podria invalidar alguns estudis, atès que podrien haver-hi contradiccions respecte a formes de selecció més objectives basades en l'exploració.

Els estudis mostren majors rangs de desplaçament del COP en l'eix anteroposterior de l'extremitat lesionada durant la realització d'un test d'equilibri estàtic en recolzament monopodal<sup>18,41</sup>. Per altra banda, ha estat descrita com un signe d'instabilitat una situació del COP més retardada en l'eix anteroposterior<sup>9</sup>. També s'han observat velocitats de desplaçament del COP més grans en els tests de recolzament monopodal sobre l'extremitat lesionada en compararlos en un mateix subjecte sobre l'extremitat sana<sup>9,24</sup>. Malgrat això, altres estudis han descrit llindars d'activació de la musculatura menors en els turmells lesionats, que els portaria a reaccionar més lentament<sup>18</sup>. Els treballs duts a terme amb EMG mostren majors temps de latència enfront d'un estímul extern en els subjectes que han sofert un esquinç de turmell<sup>17,19</sup>.

### Equilibri dinàmic

S'han trobat 4 articles que empraven tests d'equilibri dinàmic (taula 2), un dels quals compara un grup de subjectes sans amb un altre de lesionats. Un altre article compara l'extremitat sana amb la lesionada i 2 articles combinen la comparació de subjectes sans (grup control) enfront dels

lesionats, i a la vegada, l'extremitat lesionada amb la sana dels mateixos subjectes. Dos dels articles seleccionen el fet d'haver patit un esquinç de turmell mitjançant preguntes o qüestionaris.

Per mesurar l'estabilitat dinàmica els autors han utilitzat majoritàriament el SEBT, que és una eina vàlida i fiable per detectar dèficits de control postural<sup>41</sup>. Això no obstant, també s'han trobat treballs realitzats amb un altre tipus de tests dinàmics, com transicions de recolzament bipodal a monopodal o el Functional Reach Test (FRT)<sup>28</sup>.

L'esquinç de turmell provocà assolir distàncies menors en el balanceig de la cama durant la realització del SEBT<sup>26,27</sup> i del FRT<sup>28</sup>. VanDeun et al<sup>29</sup> realitzaren un estudi amb EMG i van trobar dèficits de control neuromuscular en els tests amb ulls oberts i tancats, en subjectes amb lesió de turmell, en comparar-los amb subjectes sans. No s'ha trobat cap treball que contradigui aquests resultats.

### Equilibri dinàmic-funcional

En els últims anys diferents autors han utilitzat tests dinàmic-funcionals per mesurar l'estabilitat postural després d'un esquinç de turmell. S'han trobat 17 articles que han emprat aquests tests d'equilibri (taula 3), 11 dels quals comparen subjectes sans amb lesionats; 2 l'extremitat sana amb la lesionada, i 4 comparen l'extremitat sana i la lesionada del mateix subjecte, i a la vegada, enfront d'un grup control de subjectes sans. Només 6 utilitzen preguntes o qüestionaris per seleccionar els subjectes lesionats o l'extremitat lesionada.

En la bibliografia trobada s'aprecia un conflicte entre els resultats d'alguns treballs en funció del test practicat. En els tests de cursa, salts en zig-zag, a peu coix i en test d'agilitat no s'han trobat diferències entre l'extremitat sana i la lesionada del mateix subjecte<sup>1</sup> ni entre grups de subjectes sans i lesionats<sup>31</sup>. Això no obstant, en tests de caiguda des d'un esglaó i de salt endavant en recolzament monopodal s'han observat dèficits de control postural<sup>35,40</sup>.

Des que Ross i Guskiewicz<sup>42</sup> establiren un mètode per calcular el temps d'estabilització (TTS) a partir de les forces de reacció verticals, s'han trobat diversos treballs que utilitzen aquesta variable. S'ha vist que els subjectes que han patit un esquinç de turmell presenten major temps d'estabilització en realitzar un test funcional en recolzament monopodal en l'eix anteroposterior<sup>21,32,34,38,39</sup>. No obstant això, alguns autors no han trobat que aquests dèficits es donin en l'eix mediolateral<sup>32,39</sup>.

Durant una caiguda, un salt o un canvi de direcció és fonamental l'estratègia anticipatòria de la musculatura encarregada de l'absorció de l'impacte. Els músculs de la cama (peroneals, tibial, soli i gastrocnemis) de les persones que han sofert una lesió de turmell cobren una gran importància. La preactivació adequada d'aquesta musculatura podria prevenir les lesions de turmell en les activitats funcionals. En un test de caiguda des d'un esglaó en recolzament monopodal s'ha observat una disminució de l'activació prèvia del peroneal llarg (pronador) en subjectes que han sofert un esquinç i queda l'articulació en una situació més vulnerable davant el risc d'una nova lesió<sup>33,35</sup>. Pel que fa al treball de la musculatura després de l'impacte del peu a terra, Delahunt et al<sup>15</sup> obtingueren un augment de l'acti-

**Taula 1** Tests d'equilibri estàtic. Tipus d'estudi: 1, lesionats vs. sans; 2, extremitat lesionada vs. sana. Les troballes principals es refereixen a les trobades en el grup de lesionats o en el seu defecte a l'extremitat lesionada

Autor (any)	Mostra (edat)	Disseny	Test estàtic	Variables (metodologia)	Troballes principals
Hertel et al <sup>9</sup> (2001)	17 (21,8 ± 5,9 anys)	2	Monopodal amb braços al pit	COP (plataforma de forces)	↑ Velocitat, rang i recorregut del COP eix AP
Vaes et al <sup>19</sup> (2001)	17 (23,5 ± 5,0 anys)	1	Bipodal amb inversió sobtada del turmell (50°)	T latència del PL; retard electromiogràfic 1, 1er i 2n pic de desacceleració (EMG i acceleròmetre)	↑ T de latència del PL y ↓ T total de supinació
Vaes et al <sup>23</sup> (2002)	40 (25,7 ± 5,3 anys)	1	Bipodal amb sobtada inversió de turmell (50°)	T latència del PL; retard electromiogràfic i 1er i 2n pic de desacceleració (EMG i acceleròmetre)	Sense diferències
Evans et al <sup>24</sup> (2004)	28 (19,7 ± 1,4 anys)	2	Monopodal, braços al pit. Anàlisi els dies previs a l'esquinç i els dies 1, 7, 14, 21 i 28 després de la lesió	Velocitat COP i 2 qüestionari (plataforma de forces, ATOA i SF-12 Health Survey)	↑ Velocitat els dies 1, 7 i 21 ↑ Velocitat el dia 1 que el dia anterior en ambdues extremitats ↓ Puntuacions en tots dos qüestionaris els dies 1, 7 i 14 que en el dia anterior ↓ T en el test de límits d'estabilitat amb ulls oberts
Cimbiz i Bayazit <sup>25</sup> (2004)	60 (21,7 ± 1,5 anys)	2	Monopodal (superfície estable i minitramp) i límits d'estabilitat amb ulls oberts i tancats. Test de força manual	T equilibri i força muscular (escala de Lovett)	
Santos et al <sup>12</sup> (2008)	38 (36,8 ± 1,8 anys)	1	Bipodal amb un turmell en posició neutra i l'altre supina amb estimulació elèctrica	GRF, activació muscular, i cinemàtica de l'extremitat inferior (EMG, vídeo 3D)	↑ Variació en les GRF i T de latència
Brown et al <sup>17</sup> (2007)	40 (21,7 ± 0,5 anys)	1	Bipodal, mans als malucs. Sense i amb estimulació nerviosa del TA	COP; acceleració del TA (plataforma de forces, EMG i acceleròmetre)	↑ T d'estabilització en l'eix AP
Martin-Casado et al <sup>18</sup> (2010)	14 (19,9 ± 3,8 anys)	2	Monopodal, pla estable (plataforma), escuma, i amb estimulació elèctrica neuromuscular del TA	COP (plataforma de forces)	↑ Rang de desplaçament en l'eix AP (escuma) i, posició més medial (3 tests) i posterior (escuma) del COP ↓ Recorregut total i velocitat mitjana de desplaçament en el test amb electroestimulació

AP: anteroposterior; ATOA: The Athletic Training Outcomes Assessment; COP: centre de pressions; EMG: electromiografia; GRF: forces de reacció del sòl; PL: peroneal llarg; SF-12 Health Survey: Short-Form 12-Item Health Survey; T: temps; TA: tibial anterior.

vació mitjana del soli, recte femoral i tibial anterior després d'un test de salt lateral, possiblement degut a una excessiva supinació del turmell, mentre que en caure d'un salt endavant només es veié afectada l'activació del soli<sup>32</sup>.

Altres autors han abordat aquest tema des del punt de vista cinemàtic. Així, Noronha et al<sup>38</sup> emprant 7 sensors electromagnètics col·locats en diferents punts del membre inferior durant la caiguda d'un esglaó, van trobar un augment de la supinació del turmell prèvia al contacte del peu amb el terra en subjectes que havien sofert un esquinç. En una anàlisi amb vídeo també s'observà un augment de la supinació del turmell en el període previ a la caiguda del salt<sup>35</sup>. Aquests treballs indiquen que els subjectes que han patit un esquinç tenen menor control del moviment de l'articulació del turmell en tests de caigudes.

### Carències metodològiques

Un punt crític que podria qüestionar els resultats d'alguns estudis és la forma de seleccionar els subjectes que han sofert un esquinç de turmell. La majoria d'autors utilitzen qüestionaris i eines de medicació de la inestabilitat com el The Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)<sup>38</sup>, el Foot and Ankle Disability Index (FADI)<sup>39</sup>, el The Ankle Joint Funcional Assessment Tool (AJFAT)<sup>32</sup> i preguntes que els subjectes contesten de manera subjectiva<sup>11,22,31</sup>. Aquests mètodes permeten seleccionar els subjectes segons els episodis d'inestabilitat que han sofert en el turmell, per exemple en pujar o baixar escales i no pel tipus d'esquinç. Això no obstant, hi ha autors que afirmen que una persona que ha sofert un esquinç de turmell, amb aparents limitacions funcionals, no necessàriament presenta falta de laxitud en els lligaments<sup>15</sup>. Per tant, caldria que els estudis utilitzessin mètodes de selecció més objectius, per permetre mesurar la laxitud dels lligaments amb exploracions com l'Anterior Drawer Test<sup>24</sup>, el test del badall articular<sup>18</sup> o fins i tot recorrent a l'anàlisi radiològica, en què després d'haver aplicat un moment de torsió estandarditzat a l'articulació del turmell es mesuren els rangs de moviment sobre la radiografia realitzada. Aquest darrer mètode, tot i ser més precís, comporta un major cost econòmic i l'ús de radiació; per tant, tot i ser més precís, és poc freqüent.

Segons l'especificitat del test d'equilibri emprat es detecten o no dèficits de control postural en un turmell lesionat. Els primers tests d'equilibri utilitzats foren estàtics, i molts autors, com Evans et al<sup>24</sup>, han continuat realitzant tests en recolzament monopodal amb braços al pit. L'inconvenient d'aquests tests és la baixa reproductibilitat, ja que requereixen un alt grau de concentració i qualsevol pertorbació pot falsejar les dades. A més, un test d'equilibri ha de ser el suficientment difícil per causar determinat estrès en els lligaments de l'articulació, sense arribar a produir dolor, lesió o pèrdua completa d'equilibri. En els últims anys els autors han utilitzat tests d'equilibri estàtic modificats<sup>12</sup>, tests d'equilibri dinàmic<sup>29</sup> i tests d'equilibri dinámico-funcional<sup>30,40</sup>, que s'apropen més a situacions de la vida quotidiana o esportiva. Això no obstant, en alguns casos les variables emprades no són el suficientment sensibles com per detectar dèficits en persones que han sofert un esquinç de turmell. Per exemple, Buchanan et al<sup>36</sup> realitzaren un test de salts repetits sobre una superfície amb diferents inclina-

**Taula 2** Tests d'equilibri dinàmic. Tipus d'estudi: 1, lesionats vs. sans; 2, extremitat lesionada vs. sana; 3, extremitat lesionada vs. sana vs. grup control. Les troballes principals es refereixen a les localitzades en el grup de lesionats o en el seu defecte a l'extremitat lesionada

Autor (any)	Mostra (edat)	Disseny	Test dinàmic	Variables (metodologia)	Troballes principals
Olmsted et al <sup>26</sup> (2002)	40 (19,8 ± 1,4 anys)	3	SEBT	Distància en l'eix AP, ML, AM, PM, AL i P-L	↓ Recorregut en totes direccions
Gribble et al <sup>27</sup> (2004)	30 (22,3 ± 2,6 anys)	3	SEBT abans i després de 5 condicions de fatiga: situació control, gambaada i 3 en isocinètic (flexoextensió de turmell, genoll i maluc)	Distància en l'eix anterior, posterior i lateral, i angles de turmell, genoll i maluc (vídeo 3D)	↓ Recorregut extremitat lesionada però ↑ del grup control en l'eix anterior, posterior i lateral ↑ Angle de flexió de genoll en el recorregut lateral i anterior. ↓ Angle de flexió de maluc en l'eix posterior i ↑ en l'eix anterior en el grup de lesionats i extremitat lesionada
Mohammad et al <sup>28</sup> (2006)	30 (22,8 ± 4,8 anys)	2	SEBT i FRT amb ulls oberts i tancats	Distàncies, índex d'equilibri i límits d'estabilitat	↓ Recorregut extremitat lesionada ↓ Índex d'equilibri extremitat lesionada, ulls tancats i obert
Van Deun et al <sup>29</sup> (2007)	40 (21,9 ± 0,9 anys)	1	Transició monopodal a bipodal, ulls oberts i tancats	Activació muscular (EMG)	↑ T d'inici de resposta del PL, TA, MG, Tensor de la fascia lata i GM; ulls oberts i tancats

AL: anterolateral; AM: anteromedial; AP: anteroposterior; EMG: electromiografia; FRT: Functional Reach Test; GM: gluti mitjà; MG: gastronecni medial; ML: mediolateral; P-L: posterolateral; PL: peroneal llarg; PM: posteromedial; SEBT: Start Excursion Balance Test; TA: tibial anterior.

**Taula 3** Tests d'equilibri dinàmico-funcional. Tipus d'estudi: 1, lesionats vs. sans; 2, extremitat lesionada vs. sana; 3, extremitat lesionada vs. sana vs. grup control. Les troballes principals es refereixen a les localitzades en el grup de lesionats o en el seu defecte en l'extremitat lesionada

Autor (any)	Mostra (edat)	Disseny	Test funcional	Variables (metodologia)	Troballes principals
Caulfield et al <sup>30</sup> (2002)	24 (24,6 ± 2,8 anys)	1	Caiguda esglaó monopodal	Desplaçament angular i T inici turmell i genoll (plataforma de forces, vídeo 2D)	↑ Desplaçament angular turmell i genoll (eix sagital) en el pre i postimpacte
Munn et al <sup>1</sup> (2002)	15 (22,4 ± 3,6 anys)	2	Salts monopodal en zig-zag. Cursa anar i tornar	Distància total en el test de salts i T total en el de cursa	Sense diferències
Demeritt et al <sup>31</sup> (2002)	40 (20,1 ± 0,4 anys)	1	Contracció test, cursa anar i tornar i test d'agilitat	T en completar els tests i puntuació dels errors (cronòmetre manual)	Sense diferències
Brown et al <sup>32</sup> (2004)	20 (21,5 ± 4,9 anys)	1	Salt monopodal cap endavant	Sensació de la posició de l'articulació GRF i activitat electromiogràfica (dinamòmetre isocinètic, plataforma de forces i EMG)	↑ TTS eix AP
			Flexoextensió i pronosupinació del turmell		↑ Amplitud en l'activació del SL
Caulfield et al <sup>13</sup> (2004)	22 (25,7 ± 1,1 anys)	1	Caiguda esglaó monopodal	Activació muscular (EMG)	↓ Activació del PL preimpacte
Caulfield et al <sup>33</sup> (2004)	24 (24,6 ± 2,8 anys)	1	Caiguda esglaó monopodal	GRF (plataforma de forces)	↓ T en assolir el pic de la força lateral interior ↑ Força ML (30-40 ms), AP (44-50 ms) i vertical (24-36 y 85-50 ms) postimpacte
Ross et al <sup>34</sup> (2004)	28 (21,9 ± 0,2 anys)	1	Caiguda esglaó monopodal	GRF (plataforma de forces)	↑ TTS AP i ML
Ross et al <sup>21</sup> (2005)	20 (21,4 ± 0,8 anys)	1	Salt monopodal cap endavant	GRF (plataforma de forces)	↑ TTS i ↑ TTS ML que AP
Docherty et al <sup>22</sup> (2005)	60 (22,4 ± 4,9 anys)	1	Salts monopodals: figura de 8, laterals, pujar i baixar i salt cap endavant	T en completar el test i distància assolida (cronòmetre manual)	Correlació entre la inestabilitat funcional de turmell i els salts laterals en la figura de 8
Dayakidis et al <sup>11</sup> (2006)	49 (24,4 ± 0,8 anys)	2	Canvi direcció o desplaçaments laterals	GRF i T d'impacte (plataforma de forces, EMG i vídeo 2D)	↑ F1 i ↓ T1. En el canvi de direcció també a l'extremitat lesionada
Delahunt et al <sup>35</sup> (2006)	48 (23,5 ± 2,1 anys)	1	Caiguda esglaó monopodal	GRF, activació muscular, i desplaçament i velocitat angular de turmell, genoll i maluc (plataforma de forces, EMG i vídeo 3D)	↓ Activació muscular del PL preimpacte ↑ Supinació preimpacte i ↓ extensió postimpacte (turmell); i ↓ rotació externa preimpacte (maluc). ↓ Velocitat angular (turmell) preimpacte ↑ GRF vertical i posterior, i en ↓ T. ↑ Força medial

(Continua)

**Taula 3** Tests d'equilibri dinàmic-funcional. Tipus d'estudi: 1, lesionats vs. sans; 2, extremitat lesionada vs. sana; 3, extremitat lesionada vs. sana vs. grup control. Les troballes principals es refereixen a les localitzades en el grup de lesionats o en el seu defecte en l'extremitat lesionada (*continuació*)

Autor (any)	Mostra (edat)	Disseny	Test funcional	Variables (metodologia)	Troballes principals
Delahunt et al <sup>15</sup> (2007)	50 (24,1 ± 2,1 anys)	1	Salt lateral en recolzament monopodal	GRF, activació muscular i desplaçament i velocitat angular a l'extremitat inferior (plataforma de forces, EMG i vídeo 3D)	↓ Força en l'eix posterior ↑ Activació del RF, TA i SL pre i postimpacte
Buchanan et al <sup>36</sup> (2008)	40 (21,3 ± 0,6 anys)	3	Salts monopodals amb diferents inclinacions i salts en circuit de tanques	T en completar els tests (cronòmetre electrònic)	↑ T en completar el test sobre superfície
Brown et al <sup>37</sup> (2008)	63 (26,5 ± 12,0 anys)	2	Marxa, cursa, caiguda esglaó, pujar-baixar l'esglaó i marxa-aturada-salt	GRF i cinemàtica extremitat inferior (plataforma de forces i sensors, i sensors electromagnètics)	↓ Desplaçament del turmell en el pla sagital i ↑ en el frontal ↓ Flexió i ↑ pronació a la caiguda
Noronha et al <sup>38</sup> (2008)	60 (31,5 ± 19,1 anys)	3	Caiguda monopodal	GRF, cinemàtica i activació muscular (plataforma de forces, sensors electromagnètics, EMG)	↑ TTS; i ↑ supinació turmell en el preimpacte
Gribble et al <sup>39</sup> (2009)	38 (21,7 ± 2,0 anys)	3	Salt monopodal cap endavant	GRF i cinemàtica de turmell, genoll i maluc (plataforma de forces, dispositiu de registre electromagnètic)	↑ TTS eix A-P ↓ Flexió genolls en contacte amb el sòl
Brown et al <sup>40</sup> (2010)	48 (26,5 ± 12,0 anys)	1	Salt monopodal cap endavant, lateral i medial	GRF, límits d'estabilitat i índex d'estabilitat dinàmica (plataforma de forces)	↑ GRF verticals i índex d'estabilitat salt anterior i lateral

AP: anteroposterior; EMG: electromiografia; F1: primer pic de força en la caiguda; GRF: forces de reacció del sòl; ML: mediolateral; PL: peroneal llarg; RF: recte femoral; SL: soli; T: temps; T1: temps en assolir el primer pic de força en la caiguda; TA: tibial anterior; TTS: temps d'estabilització.

cions a 20 subjectes amb inestabilitat del turmell. Van mesurar amb un cronòmetre manual el temps total en completar el test i no van trobar diferències significatives entre subjectes sans i lesionats.

## Conclusions

Amb l'anàlisi bibliogràfica plantejada en aquesta revisió s'arriba a les conclusions següents:

- En els tests d'equilibri estàtic la majoria dels turmells lesionats presenten majors rangs de desplaçament del centre de pressions. Malgrat això, no existeix uniformitat en els resultats de la velocitat de desplaçament del centre de pressions.
- En els tests d'equilibri dinàmic a l'extremitat lesionada l'abast és menor en les posicions extremes que pot adoptar el centre de pressions i s'aprecien dèficits neuromusculars.
- En els tests d'equilibri dinàmic-funcional els turmells lesionats presenten un major temps d'estabilització en l'eix anteroposterior. En l'eix mediolateral existeixen resultats contradictoris. D'altra banda, en aquests tests els subjectes lesionats presenten un menor control del moviment del turmell durant els tests de caiguda (menor activació del peroneal llarg i augment de la supinació).
- S'ha vist que alguns treballs presenten formes poc objectives en la selecció de turmells lesionats. D'altra banda, s'ha trobat que en alguns tests i variables emprades mancava especificitat o sensibilitat per detectar canvis en els turmells que havien sofert un esquinç enfront dels turmells sans.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

## Bibliografia

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. Morrison KE, Kaminski TW. Foot characteristics in Association with inversion ankle injury. *J Athl Train.* 2007;42:135-42.
3. Karlsson J, Lansinger O. Lateral instability of the ankle joint. *Clin Orthop.* 1992;276:653-61.
4. Vanmeerhaeghe AF, Tutusaus 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.
5. Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg.* 1965;47:678-85.
6. 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.
7. 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.
8. Riemann BL. Is there a link between chronic ankle instability and postural instability? *J Athl Train.* 2002;37:386-93.
9. Hertel J, Buckley WE, Denegar CR. Serial testing of postural control after acute lateral ankle sprain. *J Athl Train.* 2001;36:363-8.
10. 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.
11. Dayakidis MK, Boudolos K. Ground reaction force data in functional ankle instability during two cutting movements. *Clin Biomech.* 2006;21:405-11.
12. Santos JM, Liu H, Liu W. Unloading reaction in functional ankle instability. *Gait Posture.* 2008;27:589-94.
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. Santos JM, Liu W. Unloading reaction to electrical stimulation at neutral and supinated ankle positions. *Gait Posture.* 2007;26:106-12.
15. Delahunt 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.
16. Paillard TH, Noé F. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16:345-8.
17. Brown CN, Mynark R. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2007;42:367-73.
18. 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.
19. 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.
20. Olmsted LC, Carcia 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Evans T, Hertel J, Sebastianelli W. Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot Ankle Int.* 2004;25:833-9.
25. 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.
26. Olmsted LC, Carcia 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.
27. 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.
28. Mohammad A, Karimi H, Farahini H, Faghihzadeh S. Balance problems after unilateral ankle sprains. *JRRD.* 2006;43:819-24.
29. 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.