



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



TREBALL ORIGINAL

## Efectivitat d'un programa d'entrenament neuromuscular del turmell aplicant l'Star Excursion Balance Test a jugadors de bàsquet durant 6 setmanes<sup>☆</sup>

Olga Borao<sup>a,\*</sup>, Antoni Planas<sup>b</sup>, Vicente Beltran<sup>b</sup>, Francisco Corbi<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Escola Universitària de Ciències de la Salut de Manresa, Manresa, Barcelona, Espanya

<sup>b</sup> INEFC Lleida, Universitat de Lleida (UdL), Lleida, Espanya

Rebut el 7 de novembre de 2014; acceptat el 23 de febrer de 2014

### PARAULES CLAU

Equilibri postural;  
Propiocepció;  
Entrenament;  
Bàsquet;  
Lesions de turmell

### Resum

**Introducció:** La majoria de lesions que es registren en la pràctica del bàsquet es localitzen a l'extremitat inferior, especialment al turmell, i són la causa principal d'absència a les sessions d'entrenament. Aquestes lesions poden repercutir en un augment del risc de recidiva de la lesió.

**Objectius:** Determinar si un programa d'entrenament propioceptiu, confeccionat a base d'exercicis propis del bàsquet, podria provocar un canvi de l'estabilitat dinàmica d'un grup de jugadors de bàsquet, emprant com a instrument de valoració l'Star Excursion Balance Test (SEBT). Determinar el nombre de repeticions que calen per interpretar correctament l'SEBT.

**Material i mètodes:** Estudi experimental. Es seleccionaren 17 jugadors de bàsquet (8 del grup experimental [GE] i 9 del grup control [GC]); GE = 15,12 ± 0,83 anys; GC = 14,67 ± 1,0 anys. El GE realitzà un programa d'entrenament específic durant l'escalfament, mentre que el GC seguia la seva rutina habitual. L'SEBT es realitzà abans i després de 6 setmanes de desenvolupar el programa. Per a l'anàlisi estadística s'emprà un MANOVA 2 × 2, per grup i temps.

**Resultats:** Únicament foren significatius els mesuraments de la direcció posterolateral en els 2 grups (GC: MDIF = 15,5; p = 0,002; IC 95%: 6,83-24,17 cm; GE: MDIF = 12,063; p = 0,014; IC 95%: 2,87-21,26 cm). No hi hagué diferències significatives entre els grups en les altres direccions.

**Conclusions:** Només calgué una repetició del test. La realització d'un programa específic de propiocepció per a jugadors de bàsquet sans no obtingué millores de l'equilibri.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

\* Autor per a correspondència.

Correu electrònic: oborao@umanresa.cat (O. Borao).

<sup>☆</sup> Una part d'aquest estudi fou presentada al congrés «Physical Activity in Science and Practice», Charles University, 19-21 de juny de 2013, Praga.

**KEYWORDS**

Postural balance;  
Proprioception;  
Training;  
Basketball;  
Ankle injuries

## Effects of a 6-week neuromuscular ankle training program on the Star Excursion Balance Test for basketball players

**Abstract**

**Background:** The largest percentage of injuries in basketball affect the lower limbs, specially the ankle joint, and this is the major cause of missed days of training during a season. Moreover, ankle injuries can increase the risk factor of recurrent injuries.

**Objectives:** To determine whether a training program, based on specific ankle exercises for basketball, causes a change in the dynamic stability of a healthy group of basketball players, using the Star Excursion Balance Test (SEBT). Also, to determine the ideal number of repetitions to obtain a reliable measure of the test.

**Materials and methods:** Experimental study. Seventeen uninjured basketball players participated (8 experimental [EG], 9 control [CG]) (EG = 15.12 yrs  $\pm$  0.83 yrs; CG = 14.67 yrs  $\pm$  1.0 yrs). The EG performed the training program during the warm-up, and the CG completed the regular warm-up. The SEBT was performed before and after the 6-week training program. In statistical analysis MANOVA 2\*2 was used per group and time.

**Results:** Only the measurements for the posterior-lateral direction were significant, namely in 2 groups (CG: Mdif = 15.5,  $P = .002$  [95% CI: 6.83-24.17 cm]; EG: Mdif = 12.063,  $P = .014$  [95% CI: 2.87-21.26 cm]). There were no differences in the SEBT between groups after the training protocol.

**Conclusions:** One attempt seems to be sufficient for the completion of the test. The completion of a specific training program for healthy basketball players does not demonstrate improvements in the balance.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducció**

La majoria de lesions que es produeixen al bàsquet tenen lloc a l'extremitat inferior<sup>1,2</sup>. El major percentatge de les quals afecta el peu, essent la lesió més freqüent l'esquinç de lligament colateral<sup>3,4</sup>. Aquesta lesió generalment afecta el lligament talofibular anterior (LTFA) i és la causa principal de pèrdua de dies d'entrenament durant la temporada (d'1 a 3,5). En un estudi amb 1.094 jugadors, Starkey<sup>3</sup> descrigué les lesions de turmell com la causa principal de pèrdua de dies d'entrenament (9,4%); Deitch et al.<sup>5</sup> van trobar una relació similar (18% de totes les lesions) fent el seguiment de jugadors professionals (NBA, WNBA) durant 6 temporades, i Borowski et al.<sup>1</sup> registraren 1.518 lesions del peu (39,7%) a les lligues universitàries de bàsquet.

A més, les lesions de turmell poden tenir diverses conseqüències. Des d'un punt de vista funcional, cal assenyalar el factor de risc de lesions recurrents, perquè el risc dels individus lesionats prèviament d'LTFA es multiplica per cinc<sup>6</sup>. Des d'un punt de vista morfològic, entre el 55 i el 72% dels casos condueix a una osteocondritis durant l'any següent a la lesió<sup>7</sup>, i entre el 10 i el 50% experimenta dolor residual a la zona, degut a l'atrapament dels teixits tous de l'articulació del turmell<sup>8</sup>.

L'esquinç de l'LTFA de l'articulació del turmell és causat per un mecanisme combinat de flexió plantar i supinació del turmell, generalment després del cicle de salt-aterratge<sup>1,9</sup>. El bàsquet és l'esport amb major risc que això s'esdevingui<sup>10</sup>, i entre els factors de risc que poden influir en aquesta lesió

sembla que s'inclouen el sexe, l'alçada, el pes, l'edat i els dies d'entrenament<sup>8,9,11</sup>.

Tenint en compte aquest problema, especialment en individus lesionats prèviament, sembla que una de les millors solucions és la prevenció. Diversos autors aconsellen realitzar un programa preventiu per reduir el risc de lesió de turmell<sup>12-14</sup>. Freeman<sup>15</sup> descrigué millores d'estabilitat en els pacients que seguien un programa d'exercici per comptes d'immobilitzar simplement la zona. Eils i Rosenbaum<sup>16</sup> i McGuine i Keene<sup>11</sup> van trobar una disminució de lesions d'entre el 35 i el 38% en subjectes que seguien un programa de propiocepció, i McKeon et al.<sup>17</sup> registraren millores en les capacitats d'equilibri.

Tot i que els estudis revisats es refereixen principalment a persones que havien sofert lesions prèviament, no existeix consens sobre l'eficàcia dels exercicis preventius, i per això, com observen Fort i Romero<sup>18</sup>, és important tenir en compte els aspectes neuromotors de l'entrenament. Per aquesta raó, varem voler centrar-nos en individus sans, per tal de determinar la influència que aquest tipus d'exercici pot tenir en els jugadors d'aquestes característiques.

D'altra banda, Witchalls et al.<sup>19</sup> detectaren que els dèficits funcionals intrínsecs de l'estabilitat estaven relacionats amb un risc més gran de lesions de turmell. Per aquest motiu, caldria pensar en un bon equilibri corporal com a mecanisme de protecció contra els esquinços de turmell.

Els objectius d'aquest estudi foren: en primer lloc, analitzar l'efecte de seguir un programa d'exercici preventiu per millorar la capacitat d'equilibri entre un grup de juga-

dors de bàsquet sans aplicant l'Star Excursion Balance Test (SEBT) i en segon lloc determinar el nombre de repeticions que calen per obtenir un registre fiable.

## Mètode

Vint participants homes (10 del grup experimental, 10 del grup control) foren reclutats de 4 equips juvenils de competició del Bàsquet Manresa SAE (Lliga espanyola de basquetbol) per participar en aquest estudi. Seguint Filipa et al.<sup>20</sup>, la grandària de la mostra es calculà abans de l'estudi<sup>21</sup>, i el resultat mostrà que calia reclutar 6 subjectes (3 de cada grup), de manera que el poder estadístic fou del 80% i l'error  $\alpha$ , 0,05. En el nostre estudi es reclutaren 10 subjectes de cada grup (experimental i control) per tal que la mostra estigués nodrida adequadament i s'incrementà el nombre de participants per evitar que fos massa petita, en cas que algun subjecte abandonés l'estudi.

Tots els jugadors tenien nivells similars d'activitat física, tant en l'entrenament com en la vida diària. Tots els subjectes firmaren un document de consentiment informat i de protecció de drets. El protocol de l'estudi seguia les normes de la Declaració d'Hèlsinki, i fou aprovat pel Comitè d'ètica d'investigacions clíniques de l'Administració esportiva de Catalunya.

Els criteris d'inclusió per participar en aquest estudi foren: no haver sofert lesions a les extremitats inferiors almenys durant els 6 darrers mesos, sense antecedents de cirurgia de l'extremitat inferior, no patir trastorns vestibulars, ser dretà, assistir a les sessions pre i post de tots els tests i ser capaç d'incloure i dur a terme el programa d'entrenament a la rutina diària. La mostra final estigué composta per 17 subjectes (8 subjectes en el grup experimental [GE] i 9 subjectes en el grup control [GC]) (GE homes, edat 15,12 anys,  $s = 0,83$  anys/alçada mitjana 178,94 cm,  $s = 9,50$  cm/pes mitjà 67,54 kg,  $s = 13,21$  kg. GC mitjana d'edat 14,67 anys,  $s = 1,0$  anys/alçada mitjana 183,11 cm,  $s = 8,44$  cm/pes mitjà 67,14 kg,  $s = 10,45$  kg). No es trobaren diferències significatives entre ambdós grups. Tres subjectes abandonaren l'estudi abans d'acabar-lo, perquè no pogueren assistir cada dia a les sessions d'entrenament (el poder estadístic calculat retrospectivament com  $\alpha = 0,05$  es mostra a l'anàlisi estadística). Com a part de l'estudi també es mesurà la longitud de cames, des de l'espina ilíaca anteriosuperior (EIAS) fins al mal·leol lateral<sup>22</sup>. Per tal de distribuir els subjectes en grups (experimental/control), els participants van ser agrupats per parelles segons la puntuació pretest SEBT i segons els valors antropomètrics (amb l'objectiu que cada parella fos el més similar possible) i, finalment, es col·locà aleatòriament cada membre de la parella, tant si era del grup experimental com del control. Quan es constituïren els 2 grups, no s'observaren diferències significatives inicials entre ambdós ( $p > 0,05$ ) (taula 1).

Abans de començar l'estudi, els candidats que hi participaven, juntament amb els seus pares o tutors legals, foren informats de les condicions de la participació. Tots els participants i pares (en cas dels menors) reberen un formulari i firmaren el consentiment informat. Els participants no reberen cap tipus de recompensa monetària o en espècie per

haver participat en aquest estudi. El primer dia, i abans de començar el primer test, es registraren les mesures antropomètriques dels participants per confirmar que complien les condicions necessàries per a ser-hi inclosos. Els participants foren distribuïts entre els grups control i experimental. L'alçada i el pes van ser igualats per intentar evitar les alteracions que poguessin haver causat els diferents mesuraments.

Els participants de l'estudi realitzaren el pretest durant la primera setmana de la pretemporada. A partir d'aquell moment, el grup experimental realitzà un programa d'entrenament de propiocepció de 6 setmanes a raó de 3 sessions per setmana. Aquest programa es dugué a terme durant la sessió d'escalfament de l'entrenament i fou supervisat per un entrenador preparat específicament, mentrestant el grup control duia a terme una sessió d'escalfament habitual. Els entrenadors reberen instruccions prèvies de l'investigador principal sobre el programa d'entrenament, i tingueren sessions de seguiment amb l'investigador cada 2 setmanes. Els participants seguiren la seva rutina diària sense variar cap hàbit i mantingueren un nivell similar d'activitat física i esport. Després de 6 setmanes es realitzà una avaluació post-test.

El programa d'entrenament consistí en realitzar un programa compost d'exercicis conjunts de coordinació, força, equilibri i habilitats específiques del bàsquet (taula 2). Durant el programa d'entrenament, els exercicis foren més complexos perquè se n'incrementà la durada en 15 s cada 2 setmanes. Per tant, el temps s'incrementà dels 30 s de l'inici als 45 s després de les 2 setmanes i finalitzà amb un 1 min després de 4 setmanes. El nombre de sèries també s'incrementà, i s'afegien 2 sèries addicionals cada 2 setmanes. Protocols similars foren proposats per altres autors<sup>13-14,23</sup>. La tria d'exercicis es condicionà a què no impliqués cap mena de cost econòmic.

Per avaluar el nivell d'estabilitat dinàmica, s'utilitzà l'SEBT. Es col·locaren 4 bandes de tires enganxades a terra, separades 45 graus, formant una estrella. Els subjectes restaren dempeus, descalços i col·locaren el peu dret (amb la segona falange) al centre de l'estrella, de manera similar a com havia estat descrita en estudis previs<sup>20,24-29</sup>. Se'ls digué que havien de mantenir els braços al llarg del cos.

Durant l'execució del test, es demanà als participants que toquessin amb la punta del dit gros del peu esquerre el punt més llunyà possible en cadascuna de les 5 direccions indicades (anterior [A], anterior lateral [AL], lateral [L], posterolateral [PL] i posterior [P]) (fig. 1). S'escolliren aquestes direccions per desequilibrar els individus lateralment, en desplaçar el centre de gravetat (CG) lateralment, i així forçar el mecanisme d'inversió del peu. Els músculs de la cadena cinètica pròxima juguen un paper d'estabilització important quan el CG es trasllada en direcció lateral respecte a la línia mitjana del cos<sup>30-31</sup>. Cada participant realitzà 3 assajos abans de registrar-los, i finalment féu 6 intents en totes les direccions, seguint les instruccions d'Hertel et al.<sup>26</sup>. Per assegurar l'execució correcta del test, els participants reberen 2 ordres directes: a) no aixecar el taló dret en cap moment, i b) no carregar tot el pes en el peu esquerre durant l'exercici. Per tal d'evitar que coneguessin el test no se'n feu cap demostració prèvia; els subjectes només foren encoratjats verbalment a assolir la

**Taula 1** Mesures antropomètriques de la mostra (n = 17)

Variable	Grup experimental <sup>a</sup>	Grup control <sup>a</sup>	p
Edat (anys)	15,12 ± 0,8	14,67 ± 1,0	0,17
Alçada (cm)	178,94 ± 9,5	183,11 ± 8,4	0,95
Massa (kg)	67,54 ± 13,21	67,14 ± 10,4	0,35

<sup>a</sup> Els valors expressen la mitjana ± DE.

**Taula 2** Programa d'entrenament realitzat durant l'escalfament, estructurat en 5 fases

Exercicis de marxa (línia de 15 m)	Exercicis de peu (recolzament)	Exercicis de peu unipodals (recolzament en cada membre)	Pliomètrics (5 repeticions en cada un)	Moviments de rendiment del bàsquet (línia de 15 m)
De puntetes	Sobre un coixinet	Sense cap element	Salt amb recepció cap endavant	Moviments com l'acció de defensa
Sobre els talons	Sobre una pilota de bàsquet	Amb una pilota de tennis sota el calcani	Salt amb recepció cap enrere	Moviments com l'acció de defensar-se d'un altre jugador
Sobre la part lateral del peu	Sobre un BOSU	Amb una pilota de tennis sota els metatarsians	Salt amb recepció des de la banda	Carrera cap enrere
Punta-taló			Salt amb recepció sobre un coixinet	Carrera cap enrere contra un altre jugador
Cap enrere	En parelles: millora el nivell de llançament de pilota	En parelles: millora el nivell de llançament de pilota (amb una pilota de tennis sota el taló/metatarsians)	Salt amb recepció sobre una màrfega en posició unipodal	En parelles: carrera lateral/cap enrere llançant la pilota
			Millorar el nivell llançant la pilota en rebre-la	

màxima distància possible, d'acord amb les recomanacions d'estudis anteriors<sup>13,32</sup>. La mostra no fou normalitzada per alçada o pes, donat que no es van trobar diferències significatives entre els 2 grups ( $p > 0,05$ ).

### Anàlisi estadística

El test Shapiro-Wilk mostrà la distribució normal de la mostra. L'estabilitat temporal (fiabilitat) fou analitzada en el pretest, i es compararen les diferents parelles de jugadors de bàsquet amb el rang del coeficient de correlació d'Spearman ( $\rho$ ) i el conjunt de 6 repeticions amb el coeficient de concordança de Kendall ( $W$ ). Es valorà la consistència interna amb el coeficient alfa de Cochran, des de la distància màxima registrada en el pretest en cada una de les direccions. Els mesuraments registrats en cada direcció es consideraren variables dependents. L'anàlisi de la grandària de la mostra es realitzà amb el programari G Power 3, i se suposà que la diferència mitjana podria ser una millora del 10% i la desviació estàndard, del 7,5%.

S'utilitzà l'anàlisi de variàncies de mesures repetides (ANOVA 2 × 2: en els 2 grups [experimental i control] i de 2 vies [preentrenament i postentrenament]. El nivell de sig-

nificació estadística fou  $p = 0,05$ . Per a l'anàlisi estadística s'utilitzà el programa PASW Statistics v18.0<sup>®</sup> (IBM Corporation, NY, EUA) i Microsoft Excel 2007<sup>®</sup> (2011 Microsoft Corporation, EUA).

### Resultats

L'anàlisi estadística de l'estudi no mostrà diferències significatives entre els 2 grups (GC, GE) o entre 2 temps diferents (pre o post) en les següents direccions: anterior (GC: Mdif = 1,82,  $p = 0,508$ ; GE: Mdif = 0,063,  $p = 0,983$ ); anterolateral (GC:  $p = 0,697$ , Mdif = 1,11; GE: Mdif = 0,312,  $p = 0,918$ ); lateral (GC: Mdif = 1,33,  $p = 0,591$ ; GE: Mdif = 0,563,  $p = 0,830$ ) i posterior (GC: Mdif = 6,33,  $p = 0,163$ ; GE: Mdif = 7,06,  $p = 0,163$ ). Malgrat aquests resultats, hi hagué diferències significatives entre els temps en la direcció posterolateral (GC: Mdif = 15,5,  $p = 0,002$  [IC 95%: 6,83-24,17 cm]; GE: Mdif = 12,  $p = 0,014$  [IC 95%: 2,87-21,26 cm]), essent el grup control l'únic que mostrà una millora significativa en el postest (taula 3).

A més, les mesures mostraren resultats similars en tots els casos, llevat dels intents 1-6 de les mesures AL ( $\rho$ )

**Taula 3** Mitjana i desviació estàndard de les distàncies assolides (cm) segons el grup (experimental o control) i el temps (pre o post). Nivell de significació (p) de la intervenció per grup i temps

Pretest (n = 17)		Posttest (n = 17)		Magnitud de l'efecte			Evolució	
GC (n = 9)	GE (n = 8)	GC (n = 9)	GE (n = 8)	Efectes principals		Interacció	GC	GE
				Grup (p)	Temps (p)			
<i>ANT<sup>a</sup></i>								
81,2 ± 9,55	83,19 ± 8,92	83,11 ± 7,21	83,13 ± 12,91	F = 0,049 p = 0,828 PE = 0,055	F = 0,201 p = 0,660 PE = 0,071	F = 0,231 p = 0,638 PE = 0,074	Mdiff = 1,82 p = 0,508 PE = 0,097	Mdiff = 0,063 p = 0,983 PE = 0,050
<i>AL<sup>a</sup></i>								
73,67 ± 9,46	77,25 ± 10,92	74,78 ± 6,01	76,94 ± 12,80	F = 0,427 p = 0,524 SP = 0,094	F = 0,038 p = 0,848 SP = 0,054	F = 0,122 p = 0,732 SP = 0,062	Mdiff = 1,11 p = 0,697 SP = 0,051	Mdiff = 0,312 p = 0,918 SP = 0,066
<i>L<sup>a</sup></i>								
64,94 ± 10,46	66,37 ± 7,34	66,28 ± 5,11	66,94 ± 7,96	F = 0,092 p = 0,766 SP = 0,059	F = 0,287 p = 0,600 SP = 0,079	F = 0,047 p = 0,831 SP = 0,055	Mdiff = 1,33 p = 0,591 SP = 0,048	Mdiff = 0,563 p = 0,830 SP = 0,055
<i>PL<sup>a</sup></i>								
86,39 ± 9,64	86,94 ± 13,00	101,89 ± 11,14	99,00 ± 12,65	F = 0,06 p = 0,811 SP = 0,056	F = 21,606 p < 0,0005 <sup>b</sup> IC 95%: 7,46-20,1; SP = 0,991	F = 0,336 p = 0,571 SP = 0,084	Mdiff = 15,5 p = 0,002 <sup>b</sup> IC 95%: 6,83-24,17; SP = 0,945	Mdiff = 12,063 p = 0,014 <sup>b</sup> IC 95%: 2,87-21,26; SP = 0,743
<i>POST<sup>a</sup></i>								
102,83 ± 17,36	99,06 ± 13,22	109,17 ± 8,82	106,13 ± 11,66	F = 0,386 p = 0,544 SP = 0,090	F = 4,099 p = 0,061 SP = 0,474	F = 0,012 p = 0,914 SP = 0,051	Mdiff = 6,33 p = 0,163 SP = 0,257	Mdiff = 7,06 p = 0,163 SP = 0,279

AL, anterolateral; ANT: anterior; GC: grup control; GE: grup experimental; L: lateral; PE: poder estadístic; PL, posterolateral; POST: posterior.

<sup>a</sup> Mitjana de 6 intents expressada en cm (± DE).

<sup>b</sup> Nivell de significació p < 0,05.



**Figura 1** Un participant realitzant l'Star Excursion Balance Test.

d'Spearman = 0,287) i intents 3-6 de les mesures PL ( $\rho$  d'Spearman = 0,464).

Quant a la valoració de la consistència interna, es trobà una associació estadísticament significativa entre els ítems, sense cap tipus de redundància entre ells (alfa de Cronbach = 0,803).

## Discussió

L'Star Excursion Balance Test (SEBT) ha estat emprat àmpliament com a mesura de valoració del grau d'estabilitat dinàmica perquè té unes aplicacions tècniques i instrumentals senzilles. En aquest test s'han reportat intervals de confiança de 0,84 a 0,92<sup>27</sup>, de 0,82 a 0,87<sup>29</sup> i de 0,80 a 0,93<sup>13</sup>. Quant a la fiabilitat del test, fou estudiada l'estabilitat temporal de la mostra analitzada i donà com a resultat una alfa de Cronbach de 0,803. Diversos autors han emprat aquest mètode com a test predictiu d'aparició de lesions<sup>28</sup>, i també per a l'anàlisi de l'estabilitat dinàmica de les extremitats inferiors<sup>24,32-33</sup>. Segons Munn et al.<sup>30</sup>, els subjectes amb lesions anteriors de turmell tenen un dèficit excèntric de la musculatura del turmell en els moviments d'inversió, cosa que produeix una inestabilitat més gran. De la mateixa ma-

nera, Wilkerson i Nitz<sup>31</sup> suggeriren que en aquesta posició, quan el CG es desplaça lateralment, aquest tipus de contracció muscular actua com a estabilitzador del peu en els moviments de la cadena cinètica tancada, i així evita la caiguda del peu en inversió, cosa que generalment produeix lesions. Durant l'execució de les direccions seleccionades, el peu sempre intenta estar pla i en contacte amb el terra. Quan el CG es trasllada lateralment, els músculs inversors comencen el treball excèntric per mantenir l'arc longitudinal medial del peu i la part posterior del peu en contacte amb el terra. Aquesta contracció disminueix el desplaçament lateral del cos del CG i compensa el moment de la força generada (*torque*) evitant la posició d'inversió. En aquest estudi foren avaluades 5 de les possibles direccions, considerant que en aquestes direccions els músculs inversors del peu efectuen un treball excèntric. Malauradament, no es trobaren millores significatives.

Sembla que els nivells de millora es manifesten entre la quarta i la vuitena setmana d'entrenament específic, segons el nombre d'hores setmanals aplicades al programa, essent el més comú de 3 a 5 dies per setmana<sup>10,14,17</sup>. Per altra banda, Hubscher et al.<sup>23</sup> suggeriren que cal efectuar un mínim de 10 min per sessió, més d'una vegada a la setmana i durant un mínim de 3 mesos perquè la millora sigui visible. Matsusaka et al.<sup>34</sup> trobaren que la millora màxima s'esdevé durant la sexta setmana del programa, quan es fan 5 sessions per setmana. Al nostre estudi s'establí un programa que s'aplicà 3 vegades per setmana durant 6 setmanes, i es féu coincidir amb el nombre de sessions d'entrenament setmanal de la pretemporada dels diferents equips en què jugaven els diferents participants de l'estudi. Tot i que Gribble et al.<sup>35</sup> en la seva darrera revisió confirmaren l'efecte positiu d'un programa d'entrenament implementant l'SEBT fins i tot en subjectes sans, cal tenir en compte que els subjectes d'aquells estudis no eren esportistes en actiu, cosa que pot explicar que al nostre estudi no es donaren aquests canvis. El fet de no trobar diferències significatives entre els 2 grups pot ser degut a diversos motius. Tal com afirmaren Steffen et al.<sup>36</sup>, la intensitat dels exercicis pot no ser un estímul suficient per generar canvis de l'equilibri a la nostra mostra. Aquest fet suggereix que és essencial tenir en compte ambdós tipus de subjectes que participen en el test, així com el seu nivell de condicionament quan es creen programes específics per millorar l'equilibri. Com remarquen a la seva revisió Fort i Romero<sup>18</sup>, l'entrenament específic escollit, d'acord amb la mostra de l'estudi i les habilitats esportives dels subjectes, és un factor molt important que cal tenir en compte quan es dissenyen els protocols de prevenció i rehabilitació. Yaggie i Campbell<sup>14</sup> suggeriren que la inestabilitat crònica del turmell (ICT) pot ser la causa de no haver trobat cap canvi. Conclusions similars foren elaborades per Demura i Yamada<sup>24</sup> i Munro i Herrington<sup>27</sup>, que no van trobar diferències significatives en comparar els registres obtinguts per participants sans. Caldria incloure el *core* en els programes d'entrenament per facilitar millors resultats<sup>35</sup>.

A més, els nivells d'equilibri dinàmic dels participants d'aquest estudi mesurats durant la realització del pretest foren similars, cosa que afirma l'homogeneïtat de la mostra. Algunes variacions poden observar-se analitzant els resultats del posttest en la direcció PL, en ambdós grups, experimen-

tal i control. La mostra fou exclusivament masculina, perquè sembla que no hi ha evidència que el gènere de la mostra tingui un impacte en els resultats del test<sup>8,27</sup>.

D'altra banda, els resultats del nostre estudi sembla que indiquen l'existència d'una bona consistència interna en els diferents registres obtinguts, amb un bon equilibri entre les 5 direccions mesurades, cosa que reforça la mostra utilitzada a l'estudi i confirma que el test elegit és una eina fiable. El resultat obtingut en aquest estudi coincideix amb els estudis d'Olmsted et al.<sup>28</sup> i McKeon et al.<sup>17</sup>, que manifestaren que les direccions lateral posterior i posteromedial eren ideals per demostrar l'evolució de l'equilibri, probablement perquè impliquen la torsió del tors. Resultats similars foren també obtinguts per Filipa et al.<sup>20</sup>, McKeon et al.<sup>17</sup> i Yaggie i Campbell<sup>14</sup>, que trobaren millores no significatives en les direccions lateral posterior i posteromedial en els seus respectius estudis, però no a les altres direccions examinades. En canvi, Sefton et al.<sup>32</sup> no trobaren diferències significatives en el test referit a subjectes sense lesions i subjectes amb un turmell inestable, donat que l'estratègia, la força i el control muscular són importants per a l'execució correcta.

Quant als nostres resultats, podem afirmar que les sessions d'entrenament foren un estímul adequat per incrementar la capacitat de reequilibri dels jugadors sans. Si no havien d'emprar un temps específic en desenvolupar aquesta capacitat, podien entrenar altres aspectes relatius a la tècnica de l'esport. En aquest sentit, tanmateix, és important remarcar que l'entrenament pot reduir els factors de risc de lesió<sup>18</sup>, perquè les tasques específiques de la mostra cal que hi girin a l'entorn. Amb els resultats obtinguts al nostre estudi podem afirmar que només calgué un intent per assolir un registre fiable, i la realització de més repeticions podia conduir a l'aparició de la fatiga, cosa que s'esdevé especialment en els músculs del maluc<sup>33,37</sup>. En comprovar l'estabilitat temporal, es pot comprovar que tots els intents foren fiables en cadascuna de les direccions (A: Kendall's W = 0,941; AL: Kendall's W = 0,685; L: Kendall's W = 0,825; PL: Kendall's W = 0,806; P: Kendall's W = 0,907). Aquests resultats concorden amb els obtinguts per Hertel et al.<sup>26</sup> i Demura i Yamada<sup>24</sup>, però contradiuen les troballes reportades per Munro i Herrington<sup>27</sup>, que consideraren que els mesuraments no s'estabilitzaren fins al quart assaig i van recomanar 18 sessions de 6 intents cadascuna per assolir un resultat fiable. La fatiga pot explicar algun dels nostres resultats<sup>33</sup> (intents 1-6 AL:  $\rho$  d'Spearman = 0,287; intents 3-6 PL:  $\rho$  d'Spearman = 0,464).

Aquest estudi tingué la limitació de no usar tècniques d'electromiografia. Tot i haver trobat petites millores amb l'SEBT, en el nostre estudi podrien aparèixer altres canvis en el model de contracció del múscul. Caldria realitzar futurs estudis amb electromiografia.

## Conclusions

Els resultats obtinguts en el nostre estudi no mostren diferències significatives entre els grups control i experimental de l'SEBT en les direccions A, AL, L i P. Tanmateix, hi ha diferències significatives en la direcció PL en el posttest en tots 2 grups. Sembla que n'hi hagi prou amb un intent per

assolir el test. Sembla que la direcció PL sigui la més important per mostrar la possible evolució dels diferents registres de les proves obtingudes en el pretest i posttest.

El protocol d'aquest estudi fou aprovat pel Comitè d'ètica d'investigacions clíniques de l'Administració esportiva de Catalunya.

## Conflicte d'interessos

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

## Agraïments

Agraïm l'esforç del Club de Bàsquet Manresa SAE, i permetre'ns treballar amb els equips juvenils del club (edats 14-18); sense ells aquest estudi no hauria estat possible.

## Bibliografia

1. Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med.* 2008;36:2328-35.
2. Nelson AJ, Collins CL, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. Ankle injuries among United States high school sports athletes, 2005-2006. *J Athl Train.* 2007;42:381-7.
3. Starkey C. Injuries and illnesses in the national basketball association: A 10-year perspective. *J Athl Train.* 2000;35:161-7.
4. Swenson DM, Collins CL, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of U.S. high school sports-related ligamentous ankle injuries, 2005/06-2010/11. *Clin J Sport.* 2013;23:190-6.
5. Deitch JR, Starkey C, Walters SL, Moseley JB. Injury risk in professional basketball players: A comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *Am J Sports Med.* 2006;34:1077-83.
6. McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: Injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.* 2001;35:103-8.
7. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37:364-75.
8. Beynon BD. First-time inversion ankle ligament trauma: The effects of sex, level of competition, and sport on the incidence of injury. *Am J Sports Med.* 2005;33:1485-91.
9. Fong DTP, Chan Y-Y, Mok K-M, Yung PSH, Chan K-M. Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *Sport Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2009;1:1-14.
10. Emery C, Cassidy JD, Klassen T, Rosychuk R, Rowe B. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: A cluster randomized controlled trial. *Can Med Assoc J.* 2005;172:749-54.
11. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med.* 2006;34:1103-11.
12. Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: A cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2010;44:555-62.
13. Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37:303-11.

14. Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selected skills. *J Strength Cond Res.* 2006;20:422-8.
15. Freeman MAR. Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. *J Bone Jt Surg.* 1965;47B:661-8.
16. Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;33:1991-8.
17. McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:1810-9.
18. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts Med Esport.* 2013;48:109-20.
19. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2012;45:515-23.
20. Filipa A, Byrnes R, Paterno M, Myer G, Hewett T. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:551-8.
21. Faul F, Faul E, Erdfelder E, Lang A, Buchner A. G\*3 Power: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39:175-91.
22. Casajús JA. Cineantropometría. A: Guillén del Castillo M, Linares D, editors. *Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano.* Madrid: Médica Panamericana; 2002. p. 31-9.
23. Hubscher M, Zech A, Pfeifer K, Hansel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:413-21.
24. Demura S, Yamada T. Proposal for a practical star excursion balance test using three trials with four directions. *Sport Sci Health.* 2010;6:1-8.
25. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2003;7:89-100.
26. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted Kramer L, Olmstedkramer LC. Simplifying the star excursion balance test: Chronic ankle instability. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2006;36:131-7.
27. Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of the star excursion balance test. *Phys Ther Sport.* 2010;11:128-32.
28. 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.
29. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2006;36:911-9.
30. Munn J, Beard D, Refshauge K, Lee RYW. Eccentric muscle strength in functional ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:245-50.
31. Wilkerson GB, Nitz AJ. Dynamic ankle stability: Mechanical and neuromuscular interrelationships. *J Sport Rehabil.* 1994;3:43-57.
32. Sefton JM, Hicks-little CA, Hubbard TJ, Clemens MG, Yengo CM, Kocaja DM, et al. Sensorimotor function as a predictor of chronic ankle instability. *Clin Biomech.* 2009;24:451-8.
33. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR. Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the star excursion balance test. *Int J Sports Med.* 2007;28:236-42.
34. Matsusaka N, Yokoyama S, Tsurusaki T, Inokuchi S, Okita M. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med.* 2001;29:25-30.
35. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47:339-57.
36. Steffen K, Bakka HM, Myklebust G, Bahr R. Performance aspects of an injury prevention program: A ten-week intervention in adolescent female football players. *Scand J Med Sci Sport.* 2008;18:596-604.
37. Bizid R, Margnes E, François Y, Jully JL, Gonzalez G, Dupui P, et al. Effects of knee and ankle muscle fatigue on postural control in the unipedal stance. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106:375-80.