



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas de duración aplicado en el tobillo en la realización del Star Excursion Balance Test en jugadores de baloncesto[☆]

Olga Borao^{a,*}, Antoni Planas^b, Vicente Beltran^b, Francisco Corbi^b

^a Escola Universit ria de Ciències de la Salut de Manresa, Manresa, Barcelona, España

^b INEFC Lleida, Universitat de Lleida (UdL), Lleida, España

Recibido el 7 de noviembre de 2014; aceptado el 23 de febrero de 2014

PALABRAS CLAVE

Equilibrio postural;
Propiocepción;
Entrenamiento;
Baloncesto;
Lesiones de tobillo

Resumen

Introducción: La mayoría de lesiones que se registran en la práctica del baloncesto se localizan en la extremidad inferior, especialmente en el tobillo, y son la principal causa de ausencia en las sesiones de entrenamiento. Estas lesiones pueden repercutir en un aumento del riesgo de recidiva de la lesión.

Objetivos: Determinar si un programa de entrenamiento propioceptivo, confeccionado en base a ejercicios propios del baloncesto, podría provocar un cambio en la estabilidad dinámica de un grupo de jugadores de baloncesto, usando el Star Excursion Balance Test (SEBT) para su valoración. Determinar el número de repeticiones necesarias para la correcta interpretación del SEBT.

Material y métodos: Estudio experimental. Se seleccionaron 17 jugadores de baloncesto (8 grupo experimental [GE] y 9 grupo control [GC]); GE = 15,12 ± 0,83 años; GC = 14,67 ± 1,0 años. El GE realizó un programa de entrenamiento específico durante el calentamiento, mientras que el GC complet  su rutina habitual. El SEBT se realizó antes y después de 6 semanas de desarrollo del programa. Para el análisis estadístico se utilizó un MANOVA 2 × 2, por grupo y tiempo.

Resultados: Solo las mediciones para la dirección posterolateral fueron significativas en los 2 grupos (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 existieron diferencias significativas entre los grupos para las demás direcciones.

Conclusiones: Una repetic n del test fue suficiente. La realización de un programa específico de propiocepción para jugadores sanos de baloncesto no obtuvo mejoras en el equilibrio.

  2014 Consell Catal  de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: oborao@umanresa.cat (O. Borao).

[☆] Una parte de este estudio fue presentada en el congreso «Physical Activity in Science and Practice», Charles University, 19-21 de junio 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.

Introducción

La mayoría de lesiones que se producen en el baloncesto tienen lugar en la extremidad inferior^{1,2}. El mayor porcentaje de ellas afecta al pie, siendo el esguince de ligamento colateral la lesión más frecuente^{3,4}. Esta lesión afecta generalmente al ligamento talofibular anterior (LTFA) y es la principal causa de pérdida de días de entrenamiento durante la temporada (de 1 a 3,5). En un estudio con 1.094 jugadores Starkey³ describió las lesiones del tobillo como la causa principal de pérdida de días de entrenamiento (9,4%); Deitch et al.⁵ hallaron una relación similar (18% de todas las lesiones) con el seguimiento de jugadores profesionales (NBA, WNBA) durante 6 temporadas, y Borowski et al.¹ registraron 1.518 lesiones del pie (39,7%) en las ligas universitarias de baloncesto.

Además, las lesiones de tobillo pueden tener varias consecuencias. Desde un punto de vista funcional, cabe señalar que el factor de riesgo de lesiones recurrentes, como el riesgo de lesiones en individuos previamente lesionados de LTFA, se multiplica por cinco⁶. Desde un punto de vista morfológico, entre el 55 y el 72% de los casos conduce a una osteocondritis durante el año siguiente a la lesión⁷, y entre el 10 y el 50% experimentan dolor residual en la zona, debido al atrapamiento de los tejidos blandos de la articulación del tobillo⁸.

El desgarro del LTFA de la articulación del tobillo es causado por un mecanismo combinado de flexión plantar y supinación del tobillo, por lo general después del ciclo de salto-

aterrizaje^{1,9}. El baloncesto es el deporte con mayor riesgo de que esto ocurra¹⁰, y entre los factores de riesgo que pueden influir en esta lesión parece que se incluyen el sexo, la altura, el peso, la edad y los días de entrenamiento^{8,9,11}.

Teniendo en cuenta este problema, especialmente en individuos previamente lesionados, parece que una de las mejores soluciones es la prevención. Varios autores aconsejan la realización de un programa preventivo para reducir el riesgo de lesión de tobillo¹²⁻¹⁴. Freeman¹⁵ describió mejoras de estabilidad en los pacientes que seguían un programa de ejercicio en lugar de inmovilizar simplemente la zona. Eils y Rosenbaum¹⁶ y McGuine y Keene¹¹ hallaron una disminución de lesiones de entre el 35 y el 38% en sujetos que seguían un programa de propiocepción, y McKeon et al.¹⁷ registraron mejoras en las capacidades de recuperación del equilibrio.

Aunque los estudios revisados se refieren principalmente a las personas que habían sufrido previamente lesiones, no existe consenso sobre la eficacia de estos ejercicios preventivos, y por eso, como observan Fort y Romero¹⁸, es importante tener en cuenta los aspectos neuromotrices del entrenamiento. Por esta razón, pretendimos centrarnos en individuos sanos, con el fin de determinar la influencia que este tipo de ejercicio puede tener sobre los jugadores con estas características.

Por otra parte, Witchalls et al.¹⁹ detectaron que los déficits funcionales intrínsecos de la estabilidad estaban relacionados con un mayor riesgo de lesiones del tobillo. Por este motivo, un buen nivel de equilibrio del cuerpo debería

ser considerado como mecanismo de protección contra los esguinces de tobillo.

Los objetivos de este estudio fueron: en primer lugar, analizar el efecto de realizar un programa de ejercicio preventivo para mejorar la capacidad de equilibrio entre un grupo de jugadores de baloncesto sanos utilizando el Star Excursion Balance Test (SEBT), y en segundo lugar determinar el número de repeticiones que son necesarias para obtener un registro fiable.

Métodos

Veinte participantes hombres (10 del grupo experimental, 10 del grupo control) fueron reclutados de 4 equipos juveniles de competición del Bàsquet Manresa SAE (Liga española de baloncesto) para participar en este estudio. Siguiendo a Filipa et al.²⁰, el tamaño de la muestra se calculó antes del estudio²¹ y el resultado mostró que era preciso reclutar a 6 sujetos (3 de cada grupo), de modo que el poder estadístico fue del 80% y el error α , 0,05. En nuestro estudio se reclutaron 10 sujetos de cada grupo (experimental y control) para que la muestra estuviera nutrida adecuadamente y se incrementó el número de participantes para evitar que fuera demasiado pequeño, en caso de que algún sujeto abandonara el estudio.

Todos tenían niveles similares de actividad física, tanto en el entrenamiento como en su vida cotidiana. Todos los sujetos firmaron un documento de consentimiento informado y de protección de datos. El protocolo del estudio seguía las normas de la Declaración de Helsinki, y fue aprobado por el Comité de ética de investigaciones clínicas de la Administración deportiva de Cataluña.

Los criterios de inclusión para participar en este estudio fueron: no haber sufrido lesiones en las extremidades inferiores al menos durante los 6 últimos meses, sin antecedentes de cirugía de la extremidad inferior, no padecer trastornos vestibulares, ser diestro, asistir a las sesiones pre y post de todos los tests y ser capaz de incluir y llevar a cabo el programa de entrenamiento en su rutina diaria. La muestra final estuvo compuesta por 17 sujetos (8 sujetos en el grupo experimental [GE] y 9 sujetos en el grupo control [GC]) (GE hombres, edad 15,12 años, $s = 0,83$ años/estatura media 178,94 cm, $s = 9,50$ cm/peso medio 67,54 kg, $s = 13,21$ kg. GC media de edad 14,67 años, $s = 1,0$ años/estatura media 183,11 cm, $s = 8,44$ cm/peso medio 67,14 kg, $s = 10,45$ kg). No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos. Tres sujetos abandonaron el estudio antes de su finalización, porque no les fue posible asistir todos los días a las sesiones de entrenamiento (el poder estadístico calculado retrospectivamente desde $\alpha = 0,05$ se muestra en el análisis estadístico). Como parte del estudio también se midió la longitud de piernas, de la espina iliaca anterosuperior (EIAS) al maléolo lateral²². Para distribuir los sujetos en grupos (experimental/control), los participantes fueron agrupados en pares según la puntuación pretest SEBT y según valores antropométricos (con el objetivo que cada pareja fuera lo más similar posible), y finalmente la colocación aleatoria de cada miembro de la pareja, ya fuera en el grupo experimental o de control. Cuando se constituyeron los 2 grupos, no se observaron diferencias significativas iniciales entre ambos ($p > 0,05$) (tabla 1).

Antes de empezar el estudio, los candidatos, junto con sus padres o tutores legales, fueron informados de las condiciones de su participación. Todos los participantes y padres (en caso de los menores) recibieron un formulario y firmaron el consentimiento informado. Los participantes no recibieron ningún tipo de recompensa monetaria o en especie por haber participado en este estudio. El primer día, y antes de empezar el primer test, se registraron las medidas antropométricas de los participantes para confirmar que cumplían las condiciones necesarias para ser incluidos. Los participantes fueron distribuidos entre los grupos control y experimental. Estatura y peso fueron igualados para intentar evitar las alteraciones que pudieran haber causado las diferentes mediciones.

Los participantes del estudio realizaron el pretest durante la primera semana de la pretemporada. A partir de aquel momento, el grupo experimental hizo un programa de entrenamiento de propiocepción de 6 semanas a razón de 3 sesiones por semana. Este programa se llevó a cabo durante la sesión de calentamiento del entrenamiento y fue supervisado por un entrenador preparado específicamente, mientras el grupo control llevaba a cabo una sesión de calentamiento habitual. Los entrenadores previamente recibieron instrucciones del investigador principal sobre el programa de entrenamiento, y tuvieron unas sesiones de seguimiento con el investigador principal cada 2 semanas. Los participantes siguieron su rutina diaria sin variar ningún hábito y mantuvieron un nivel similar de actividad física y deporte. Después de 6 semanas se realizó la evaluación post-test.

El plan de entrenamiento consistió en realizar un programa que se componía de ejercicios conjuntos de coordinación, fuerza, equilibrio y habilidades específicas del baloncesto (tabla 2). Durante el curso del programa de entrenamiento, los ejercicios fueron más complejos porque se incrementó su duración en 15 s cada 2 semanas. Por ello, el tiempo se incrementó de los 30 s iniciales a los 45 s tras 2 semanas y finalizó con 1 min después de 4 semanas. El número de series también se incrementó, y se añadieron 2 series adicionales cada 2 semanas. Protocolos similares fueron propuestos por otros autores^{13-14,23}. La elección de ejercicios estuvo condicionada a que no implicara ningún coste económico.

Para evaluar el nivel de estabilidad dinámica, se utilizó el SEBT. Se colocaron 4 bandas de tiras pegadas al suelo, separadas 45 grados, formando una estrella. Los sujetos permanecieron en posición de pie, colocando su pie derecho desnudo (con la punta de la segunda falange) en el centro de la estrella, de manera similar a como se describió en estudios previos^{20,24-29}. Se les dijo que habían de mantener los brazos a lo largo del cuerpo.

Durante la ejecución del test, se pidió a los participantes que tocaran con la punta del dedo gordo del pie izquierdo el punto más lejano posible en cada una de las 5 direcciones indicadas (anterior [A], anterior lateral [AL], lateral [L], posterior lateral [PL] y posterior [P]) (fig. 1). Se escogieron estas direcciones para desequilibrar a los individuos lateralmente, desplazando su centro de gravedad (CG) lateralmente, y de este modo forzar el mecanismo de inversión del pie. Los músculos inversores de la cadena cinética próxima juegan un papel importante de estabilización

Tabla 1 Medidas antropométricas de la muestra (n = 17)

Variable	Grupo experimental ^a	Grupo control ^a	p
Edad (años)	15,12 ± 0,8	14,67 ± 1,0	0,17
Altura (cm)	178,94 ± 9,5	183,11 ± 8,4	0,95
Masa (kg)	67,54 ± 13,21	67,14 ± 10,4	0,35

^a Los valores expresan la media ± DE.

Tabla 2 Programa de entrenamiento realizado durante el calentamiento, estructurado en 5 fases

Ejercicios de marcha (línea de 15 m)	Ejercicios de pie (sostenimiento)	Ejercicios en pie unipodales (sostenimiento con cada miembro)	Pliométricos (5 repeticiones con cada uno)	Movimientos de rendimiento del baloncesto (línea de 15 m)
De puntillas	Sobre una almohadilla	Sin ningún elemento	Salto con recepción hacia atrás	Movimientos como la acción de defensa
Sobre los talones	Sobre una pelota de baloncesto	Con una pelota de tenis bajo el calcáneo	Salto con recepción hacia atrás	Movimientos como la acción de defenderse de otro jugador
Sobre la parte lateral del pie Punta-talón	Sobre un BOSU	Con una pelota de tenis bajo los metatarsos	Salto con recepción desde la banda	Carrera hacia atrás
Hacia atrás	En parejas: mejorar el nivel lanzando el balón	En parejas: mejorar el nivel lanzando el balón (con una pelota de tenis bajo el talón/metatarsos)	Salto con recepción sobre una colchoneta en posición unipodal	Carrera hacia atrás contra otro jugador
			Mejorar el nivel lanzando el balón a la recepción	En parejas: carrera lateral/hacia atrás lanzando el balón.

cuando el CG se traslada en dirección lateral con respecto a la línea media del cuerpo^{30,31}. Cada uno de los participantes realizó 3 ensayos antes de registrarlos, y finalmente hizo 6 intentos en todas las direcciones, siguiendo las instrucciones de Hertel et al.²⁶. Para asegurar la ejecución correcta del test los participantes recibieron 2 órdenes directas: a) no levantar el talón derecho en ningún momento, y b) no cargar todo el peso en el pie izquierdo durante el ejercicio. Con el fin de evitar que se conociera el test, no se hizo ninguna demostración previa; los sujetos solo fueron alentados verbalmente a alcanzar la máxima distancia posible, de acuerdo con las recomendaciones hechas en estudios anteriores^{13,32}. La muestra no fue normalizada según la estatura o peso, dado que no se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos ($p > 0,05$).

Análisis estadístico

El test Shapiro-Wilk mostró la distribución normal de la muestra. La estabilidad temporal (fiabilidad) fue analizada en el pretest, comparando diferentes parejas de jugadores de baloncesto con el rango del coeficiente de correlación de Spearman (ρ) y el conjunto de 6 repeticiones con el

coeficiente de concordancia de Kendall (W). Se valoró la consistencia interna con el coeficiente alfa de Cochran, desde la distancia máxima registrada en el pretest en cada una de las direcciones. Las mediciones registradas en cada dirección se consideraron como variables dependientes. El análisis del tamaño de la muestra se realizó con el software G Power 3, suponiendo que la diferencia media podría ser una mejora del 10% y que la de la desviación estándar, del 7,5%.

Se utilizó el análisis de variancias de medidas repetidas (ANOVA 2 × 2: para los 2 grupos (experimental-control) y 2 vías (preentrenamiento y postentrenamiento). El nivel de significación estadística fue $p = 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa PASW Statistics v18.0[®] (IBM Corporation, NY) y Microsoft Excel 2007[®] (2011 Microsoft Corporation).

Resultados

El análisis estadístico del estudio no mostró diferencias significativas entre los 2 grupos (GC, GE) o entre 2 tiempos diferentes (pre o post) en las direcciones siguientes: anterior

Tabla 3 Media y desviación estándar de las distancias alcanzadas (en cm), según el grupo (experimental o control), y el tiempo (pre o post). Nivel de significación (p) de la intervención por grupo y tiempo.

	Pretest (n = 17)			Posttest (n = 17)			Magnitud efecto			Evolución		
	GC (n = 9)	GE (n = 8)	GE (n = 8)	GC (n = 9)	GE (n = 8)	GE (n = 8)	Efectos principales		Interacción	GC	GE	
							Valor p grupo	Valor p tiempo				
ANT ^a	81,2 ± 9,55	83,19 ± 8,92	83,13 ± 12,91	83,11 ± 7,21	83,13 ± 12,91	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	
AL ^a	73,67 ± 9,46	77,25 ± 10,92	76,94 ± 12,80	74,78 ± 6,01	76,94 ± 12,80	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	
L ^a	64,94 ± 10,46	66,37 ± 7,34	66,94 ± 7,96	66,28 ± 5,11	66,94 ± 7,96	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	
PL ^a	86,39 ± 9,64	86,94 ± 13,00	99,00 ± 12,65	101,89 ± 11,14	99,00 ± 12,65	99,00 ± 12,65	F = 0,06 p = 0,811 SP = 0,056	F = 21,606 p < 0,0005 ^b IC 95%: 7,46-20,1; SP = 0,991	F = 0,336 p = 0,571 SP = 0,084	Mdiff = 15,5 p = 0,002 ^b IC 95%: 6,83-24,17; SP = 0,945	Mdiff = 12,063 p = 0,014 ^b IC 95%: 2,87-21,26; SP = 0,743	
POST ^a	102,83 ± 17,36	99,06 ± 13,22	106,13 ± 11,66	109,17 ± 8,82	106,13 ± 11,66	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: grupo control; GE: grupo experimental; L: lateral; PE: poder estadístico; PL: posterolateral; POST: posterior.

^a Media de 6 intentos expresada en cm (± DE).

^b Nivel de significación, p < 0,05.



Figura 1 Un participante realizando el Star Excursion Balance Test.

(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, $p = 0,830$) y posterior (GC: Mdif = 6,33, $p = 0,163$; GE: Mdif = 7,06, $p = 0,163$). A pesar de estos resultados, existieron diferencias significativas entre los tiempos en la dirección posterior lateral (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]), siendo el grupo control el único que mostró una mejora significativa en el postest (tabla 3).

Asimismo, las medidas mostraron resultados similares en todos los casos, excepto en los intentos 1-6 de las medidas AL (ρ de Spearman = 0,287) e intentos 3-6 en las medidas PL (ρ de Spearman = 0,464).

En cuanto a la valoración de la consistencia interna, se halló una asociación estadísticamente significativa entre los ítems, sin ningún tipo de redundancia entre ellos (alfa de Cronbach = 0,803).

Discusión

El Star Excursion Balance Test (SEBT) ha sido usado ampliamente como medida de valoración del grado de estabilidad

dinámica debido a la simplicidad de sus aplicaciones técnicas e instrumentales. En este test se han reportado intervalos de confianza de 0,84-0,92²⁷, de 0,82 a 0,87²⁹ y de 0,80 a 0,93¹³. Referente a la fiabilidad del test, fue estudiada la estabilidad temporal de la muestra analizada, dando como resultado un alfa de Cronbach de 0,803. Distintos autores han usado este método como test predictivo de aparición de lesiones²⁸ y también por el análisis de la estabilidad dinámica de las extremidades inferiores^{24,32-33}. Según Munn et al.³⁰, los sujetos con lesiones anteriores de tobillo tienen un déficit excéntrico de la musculatura del tobillo durante los movimientos de inversión, lo cual produce una mayor inestabilidad. Del mismo modo, Wilkerson y Nitz³¹ sugirieron que en esta posición, cuando el CG se desplaza lateralmente, este tipo de contracción muscular actúa como estabilizador del pie en los movimientos de la cadena cinética cerrada, evitando la caída aguda del pie en inversión, lo que por lo general produce lesiones. Durante la ejecución de las direcciones seleccionadas, el pie siempre intenta estar plano y en contacto con el suelo. Cuando el CG se traslada lateralmente, los músculos inversos empiezan el trabajo excéntrico para mantener el arco longitudinal medial del pie y del retropié en contacto con el suelo. Esta contracción ralentiza el desplazamiento lateral del cuerpo del CG, compensando el momento de la fuerza generada (*torque*) y evitando la posición de inversión. En este estudio fueron evaluadas 5 de las posibles direcciones, suponiendo que en estas direcciones los músculos inversores del pie efectuaran un trabajo excéntrico. Desgraciadamente, no se hallaron mejoras significativas.

Parece que los niveles de mejora se manifiestan entre la cuarta y la octava semana de entrenamiento específico, según el número de horas semanales aplicadas al programa, siendo lo más común de 3 a 5 días por semana^{10,14,17}. Por otro lado, Hubscher et al.²³ sugirieron que es preciso efectuar un mínimo de 10 min por sesión, más de una vez por semana y durante un mínimo de 3 meses para que sea visible la mejora. Matsusaka et al.³⁴ hallaron que la mejora máxima tiene lugar durante la sexta semana del programa, si se realizan 5 sesiones por semana. En nuestro estudio, se estableció un programa que se aplicó 3 veces por semana durante 6 semanas y se hizo coincidir con el número de sesiones de entrenamiento semanal de la pretemporada de los diferentes equipos en que jugaban los distintos participantes del estudio. Aunque Gribble et al.³⁵ en su última revisión confirman el efecto positivo de un programa de entrenamiento implementando el SEBT incluso en sujetos sanos, hay que tener en cuenta que los sujetos de estos estudios no eran deportistas en activo, lo que puede explicar que en nuestro estudio no tuvieran lugar estos cambios. El hecho de no encontrar diferencias significativas entre los 2 grupos puede ser debido a varias razones. Como afirmaron Steffen et al.³⁶, la intensidad de los ejercicios puede que no sea un estímulo suficiente para generar cambios en el equilibrio de nuestra muestra. Este hecho sugiere que es esencial tener en cuenta ambos tipos de sujetos que participan en el test, así como su nivel de condicionamiento cuando se crean programas específicos para mejorar el equilibrio. Como subrayan en su revisión Fort y Romero¹⁸, el entrenamiento específico elegido, de acuerdo con la muestra del estudio y las habilidades deportivas de los sujetos, es un factor muy im-

portante que debe considerarse cuando se diseñan los protocolos de prevención y rehabilitación. Yaggie y Campbell¹⁴ sugirieron que la inestabilidad crónica del tobillo (ICT) puede ser la causa de no encontrar ningún cambio. Conclusiones similares fueron elaboradas por Demura y Yamada²⁴ y Munro y Herrington²⁷, que no encontraron diferencias significativas al comparar los registros obtenidos por participantes sanos. Debería incluirse el core en los programas de entrenamiento para proporcionar mejores resultados³⁵.

Además, los niveles de equilibrio dinámico de los participantes de este estudio, medidos durante la realización del pretest, fueron similares, lo que confirma la homogeneidad de la muestra. Algunas variaciones pueden observarse analizando los resultados del postest en la dirección PL, en ambos grupos, experimental y control. La muestra fue exclusivamente masculina, puesto que parece que no hay evidencia de que el género de la muestra tenga ningún impacto en los resultados del test^{8,27}.

Por otro lado, los resultados de nuestro estudio parecen indicar la existencia de una buena consistencia interna en los distintos registros obtenidos, con un buen equilibrio entre las 5 direcciones medidas, hecho que refuerza la muestra utilizada en el estudio y confirma que el test elegido es una herramienta fiable. El resultado obtenido en este estudio coincide con los estudios de Olmsted et al.²⁸ y McKeon et al.¹⁷, quienes manifestaron que las direcciones lateral posterior y posteromedial eran ideales para demostrar la evolución del equilibrio, probablemente porque implican la torsión del torso. Resultados similares fueron también obtenidos por Filipa et al.²⁰, McKeon et al.¹⁷ y Yaggie y Campbell¹⁴, quienes hallaron mejoras significativas en las direcciones lateral posterior y posteromedial en sus respectivos estudios, pero no en las otras direcciones examinadas. En cambio, Sefton et al.³² no hallaron diferencias significativas del test referido a sujetos sin lesiones y sujetos con un tobillo inestable, puesto que la estrategia, la fuerza y el control muscular son importantes para su ejecución correcta.

Referente a nuestros resultados, podemos sugerir que las sesiones de entrenamiento fueron estímulos suficientes para incrementar la capacidad de rebalanceo de los jugadores sanos. Aunque no tuvieron que emplear un tiempo específico para desarrollar esta capacidad, podían entrenar otros aspectos concernientes a la técnica de este deporte. Sin embargo, a este respecto es importante remarcar que es posible que el entrenamiento pueda reducir los factores de riesgo de lesión¹⁸, y ello es porque las tareas específicas de la muestra deben estar centradas en ello. Con los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos decir que fue suficiente un intento para alcanzar un registro fiable, y la realización de más repeticiones podía conducir a la aparición de fatiga, lo que ocurre especialmente en los músculos de la cadera^{33,37}. Al comprobar la estabilidad temporal, puede demostrarse que todos los intentos fueron muy fiables en cada una de las direcciones (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). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Hertel et al.²⁶ y Demura y Yamada²⁴, pero contradicen los hallazgos reportados por Munro y Herrington²⁷, quienes consideraron que las mediciones no se estabilizaron hasta el cuarto intento y recomendaron 18 sesiones de 6 intentos cada una para alcanzar

un resultado digno de confianza. La fatiga puede explicar alguno de nuestros resultados³³ (intentos 1-6 AL ρ de Spearman = 0,287; intentos 3-6 PL ρ de Spearman = 0,464).

Este estudio tuvo la limitación de no usar técnicas de electromiografía. A pesar de hallar pequeñas mejoras del SEBT en nuestro estudio, podrían aparecer otros cambios en el modelo de contracción del músculo. Deberían realizarse futuros estudios usando electromiografía.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en nuestro estudio no muestran una diferencia significativa entre los grupos control y experimental del SEBT en las direcciones A, AL, L y P. Sin embargo, existen diferencias significativas en la dirección PL en el postest de ambos grupos. Un intento parece ser suficiente para finalizar el test. La dirección PL parece que es más importante para mostrar la posible evolución de los diferentes registros de las pruebas obtenidas en el pretest y el postest.

El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de ética de investigaciones clínicas de la Administración deportiva de Cataluña.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos al Club de Bàsquet Manresa SAE su esfuerzo y permitirnos trabajar con los equipos juveniles del club (edades 14-18 años); sin ellos este estudio no hubiera sido posible.

Bibliografía

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. Beynnon 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. En: Guillén del Castillo M, Linares D, editores. *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, Koceja 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.