

## Propiocepción en esguinces de tobillo a partir de ejercicios y vendajes

Laura Cano Montalvo<sup>1\*</sup>

Recibido: 8 de junio de 2015 / Aceptado: 14 de noviembre de 2015

**Resumen.** Los esguinces de tobillo son las lesiones más frecuentes en el deporte, causando normalmente daños en los ligamentos laterales. Su recurrencia tiene como consecuencia habitual la inestabilidad permanente, y con ello, la afectación de la propiocepción. Esto, junto con los síntomas residuales, es lo que se conoce como inestabilidad crónica de tobillo, CAI, o FAI si es de carácter funcional. Este problema se intenta solucionar mejorando la propiocepción y la estabilidad de las distintas estructuras musculoesqueléticas a partir de la aplicación de vendajes y la realización de ejercicios. El objetivo de este trabajo ha sido revisar los artículos (metaanálisis, revisiones sistemáticas y revisiones) publicados en 2009-2015 en *PubMed*, *Medline*, *ENFISPO* y *BUCea*, empleando palabras clave como “*esguinces de tobillo*”, “*propiocepción en esguinces*”, “*inestabilidad crónica de tobillo*”. La evidencia indica que existe un déficit de propiocepción en pacientes con CAI. Como tratamiento, los ejercicios de rehabilitación están indicados porque generan una mejora subjetiva referida por el paciente y la aplicación de vendajes supone un método de prevención del esguince limitando el rango de movimiento, reduciendo la inestabilidad articular y aumentando la confianza del sujeto en dinámica. Como podólogos deberíamos recomendar la realización de ejercicios de propiocepción a todos los deportistas de forma preventiva, y a aquellos con CAI o FAI, con un fin rehabilitador, junto con la aplicación de vendajes. De todas formas, deben generarse más estudios en cuanto a tratamientos de mejora de la propiocepción, haciendo hincapié en la pauta de ejercicios que proporcionan el máximo beneficio.

**Palabras clave:** esguince de tobillo; propiocepción en esguinces; inestabilidad crónica de tobillo.

### [en] Proprioception in ankle sprain from exercises and bandages

**Abstract.** Ankle sprains are the most common injuries in sports, usually causing damage to the lateral ligaments. Recurrence has as usual result permanent instability, and thus loss of proprioception. This fact, together with residual symptoms, is what is known as chronic ankle instability, CAI, or FAI, if it is functional. This problem tries to be solved by improving musculoskeletal stability and proprioception by the application of bandages and performing exercises. The aim of this study has been to review articles (meta-analysis, systematic reviews and revisions) published in 2009-2015 in *PubMed*, *Medline*, *ENFISPO* and *BUCea*, using keywords such as “*sprain instability*”, “*sprain proprioception*”, “*chronic ankle instability*”. Evidence affirms that there does exist decreased proprioception in patients who suffer from CAI. Rehabilitation exercise regimen is indicated as a treatment because it generates a subjective improvement reported by the patient, and the application of bandages works like a sprain prevention method limiting the range of motion, reducing joint instability and increasing confidence during exercise. As podiatrists we should recommend proprioception exercises to all athletes in a preventive way, and those with CAI or FAI, as a rehabilitation programme, together with the application of bandages. However, further studies should be generated focusing on ways of improving proprioception, and on the exercise patterns that provide the maximum benefit.

**Keywords:** Ankle sprain; sprain proprioception; chronic ankle instability.

La autora declara no tener ningún tipo de interés económico o comercial.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Métodos. 3. Resultados. 4. Discusión. 5. Conclusiones. 6. Bibliografía.

**Cómo citar:** Cano Montalvo L. Propiocepción en esguinces de tobillo a partir de ejercicios y vendajes. *Rev. Int. Cienc. Podol.* 2017; 11(1): 50-62.

<sup>1</sup> Grado en Podología. Universidad Complutense de Madrid.  
E-mail: Laura.canomontalvo@gmail.com

\* Dirección de correspondencia: Laura Cano Montalvo. C/Abedul 62. E-28918 Leganés (Madrid)  
E-mail: laura.canomontalvo@gmail.com

## 1. Introducción

Los esguinces de tobillo son las lesiones más comunes asociadas a la actividad física y al deporte<sup>1</sup>, representando el 33-73% de las lesiones del tobillo<sup>2</sup> y suponiendo 1,6 millones de visitas al consultorio médico y más de 8.000 hospitalizaciones al año<sup>3</sup>.

En la mayoría de los esguinces se producen daños en las estructuras ligamentosas laterales (talo-fibular anterior, calcáneo-fibular y ligamento peroneo-astragalino posterior) después de un estrés en inversión y plantarflexión (supinación)<sup>4</sup>. Se clasifican por lo general según la gravedad, de leve (grado I) a grave (grado III), yendo desde ningún daño estructural significativo hasta la ruptura completa de las estructuras ligamentosas<sup>5</sup>.

Una grave consecuencia de los esguince es la inestabilidad permanente y la recurrencia del mismo<sup>6</sup>, aunque no se sabe qué predispone a un individuo a este cuadro<sup>7</sup>. Una hipótesis es que la propiocepción, que se refiere a un grupo de sensaciones incluyendo el movimiento, la posición de la articulación y la fuerza muscular<sup>8</sup>, se deteriora, produciendo la incapacidad para detectar la posición del pie en relación con el cuerpo debido a la alteración generada que resulta del daño en los mecanorreceptores<sup>9-11</sup>.

Los síntomas residuales de los esguinces de tobillo combinados con episodios repetidos de inestabilidad posterior se han denominado inestabilidad crónica del tobillo (CAI). Esta, puede ser mecánica o funcional (FAI). La inestabilidad mecánica se refiere a la laxitud de la articulación debido al daño en los tejidos ligamentosos<sup>12</sup>, mientras que FAI describe la percepción de un tobillo, más débil, más doloroso, o menos funcional tras este tipo de lesión<sup>13</sup>. Numerosos estudios publicados han identifica-

do diversas alteraciones sensoriomotoras asociadas a la inestabilidad tipo FAI como son: la alteración del equilibrio<sup>14-16</sup>, el aumento del tiempo de reacción peroneo<sup>17</sup>, y la disminución del sentido del movimiento articular<sup>18-19</sup>.

El manejo de estas lesiones es claramente problemático para los profesionales del ámbito deportivo<sup>(20)</sup>. Como parte de un programa de rehabilitación, los ejercicios propioceptivos pueden reducir la inestabilidad subjetiva, mejorando los resultados funcionales<sup>21</sup>. Además, la aplicación de vendajes o tobilleras son utilizadas como medio para prevenir una lesión mayor<sup>22</sup>, y se piensa que mejoran la agudeza propioceptiva por el aumento de la estimulación de los mecanorreceptores cutáneos<sup>23</sup>.

Esta revisión bibliográfica busca observar si el trabajo de la propiocepción en la inestabilidad crónica de tobillo mejora la biomecánica de la articulación dañada pudiendo emplearse con fines preventivos en esguinces crónicos, o si sería necesaria su combinación con la aplicación de vendajes o tobilleras para evitar dicha patología en deportistas.

## 2. Material y métodos

La pregunta clínica de esta revisión es generada usando el formato PICO<sup>24</sup>. La pregunta es: “¿Se encuentra tan dañada la propiocepción en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo como para no mejorarse con medidas como ejercicios y vendajes?”

Esta pregunta se separó en diferentes términos de búsqueda, realizándose en diferentes bases de datos electrónicas (*PubMed*, *Medline*, *BUCea*, *ENFISPO*) desde 2009-2015, empleando los términos de búsqueda con palabras clave (Tabla 1). Se limitó la búsqueda a meta-

Tabla 1. Resultados de la estrategia de búsqueda por palabras clave.

Término de búsqueda	Pubmed	Medline	BUCea
Sprained ankle instabilyti	61	0	1
Sprain ankle	25	46	71.471
Sprain instabilyti	68	0	0
Sprain propioception	2	0	4.866
Ankle sprain propioception	5	0	4.474
Chronic ankle instabilyti	16	0	9
Chronic ankle instabilyti propiopcion	3	0	2

análisis, revisiones sistemáticas y revisiones, a texto completo.

Resultado de la estrategia de búsqueda:

Se realizó una revisión de los estudios recuperados teniendo en cuenta una serie de criterios de elegibilidad (Tabla 2). De todos los artículos encontrados, había incertidumbre en los antecedentes. La lista de referencia de estos artículos también fue revisada y los artículos que no cumplían los criterios de inclusión fueron excluidos. Se obtuvieron ochenta y un mil cuarenta y nueve resultados; de estos, ochenta y un mil treinta y siete quedaron excluidos según los criterios de inclusión/exclusión.

Después de la revisión a texto completo, se seleccionaron once artículos de interés, de los

cuales, cinco publicaciones se incluyeron en la revisión (Figura 1). Se excluyeron seis publicaciones: una revisión de opinión del autor en cuanto al tratamiento<sup>5</sup> y cinco revisiones cuya fecha de publicación supera la estipulada en los criterios de inclusión<sup>11,12,18,19,25</sup>.

### 3. Resultados

Descripción del estudio:

El resumen de los artículos se encuentra recopilado en la Tabla 3.

Uno de los artículos describe estudios de metaanálisis, revisiones sistemáticas y revisiones (nivel 1), y aborda el efecto de los ejercicios de rehabilitación de la propiocepción

Tabla 2. Criterios de elegibilidad de los artículos.

Criterio de inclusión	Criterio de exclusión
Meta análisis	Series de casos
Revisión sistemática	Opinión de autor
Revisión	Ensayo clínico
Texto completo	Informe de casos
Humanos	Publicados con más de 5 años
Inglés	
Publicados en los últimos 5 años	

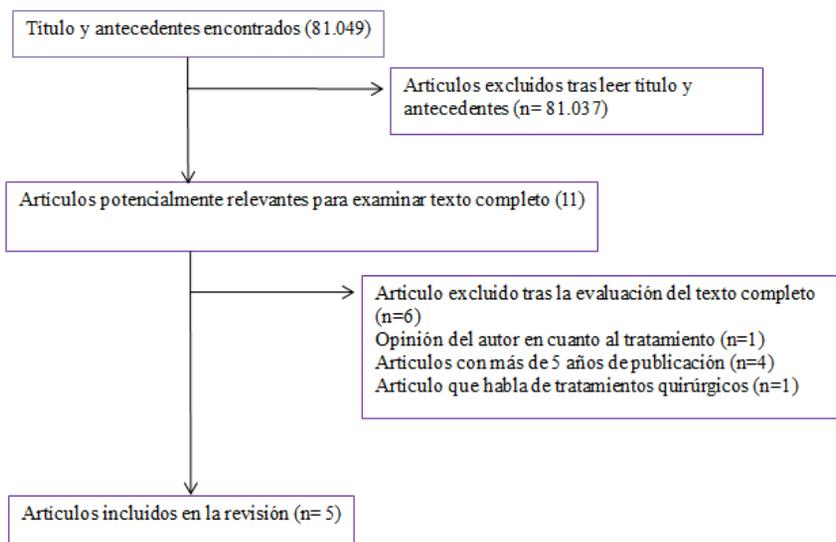


Figura 1. Inclusión de artículos en la revisión.

en adultos con esguince crónico de tobillo<sup>21</sup>. Dos artículos no refieren el tipo de estudios que emplean en sus revisiones sistemáticas y metaanálisis, trata el efecto del uso de cintas o vendajes comparado con el no uso de dichos vendajes y como influyen en la propiocepción en pacientes con historia de esguinces crónicos e inestabilidades de tobillo<sup>7</sup>, mientras que el otro artículo busca identificar los factores sensoriomotores asociados a los síntomas del esguince crónico de tobillo<sup>10</sup>. Otro de los artículos, que emplea estudios retrospectivos de caso control (nivel 3), busca variables precisas y consistentes sobre la identificación de la posición articular, para identificar los déficits de la propiocepción en individuos con esguince crónico de tobillo<sup>1</sup>. El último artículo revisado, no refiere el tipo de artículos utilizados, y tiene como objetivo evaluar las condiciones de la estabilidad del tobillo y su morfología relacionándolas con los factores predisponentes que pueden producir la inestabilidad crónica<sup>26</sup>.

En esta revisión, hacemos una distinción en dos categorías generales para presentar los resultados:

1. Efectos sobre el uso de ejercicios<sup>21</sup> y de vendajes o tobilleras<sup>7</sup> sobre la propiocepción.

2. Estrategias mecánicas que apuntan a la modificación de los factores mecánicos que afectan a la propiocepción. Estos incluyen las variables para identificar la posición articular<sup>1</sup>, la evidencia del déficit sensoriomotor<sup>10</sup>, y biomecánica y patomecánica de los ligamentos lesionados<sup>26</sup>.

3. Efectos sobre la propiocepción:

### Ejercicios<sup>21</sup>

La probabilidad de lesiones recurrentes es mayor en individuos que no siguen un programa de rehabilitación basado en la pauta de ejercicios propioceptivos, aunque esto no muestre diferencias significativas (OR 2.27, 95% CI 0,08 a 66,31; I<sup>2</sup>=81%). Se observa que la influencia de la postura frente a la sensación de la posición de la articulación tibioperoneo-astragalina se refleja mejoría con la pauta de ejercicios de propiocepción<sup>21</sup>.

### Vendajes<sup>7</sup>

1. Efecto de las cintas/vendaje en la propiocepción:

Cuando consideramos el efecto de las cintas/vendajes sobre la propiocepción, se observa que no aparecen efectos significativos del empleo de los mismos. La diferencia era de 0,08°,

Tabla 3. Resumen de los artículos empleados en la revisión.

Primer autor, año	Tipo de estudio	País/Población	Efecto de la intervención	Nivel de confianza (CI)	Nivel de evidencia
K. Postle, 2012 <sup>21</sup>	Revisión sistemática y meta análisis	Universidad de York (Inglaterra)	No referido	95%	1
J. Raymond, 2012 <sup>7</sup>	Revisión sistemática y meta análisis	Universidad de Sydney (Australia)	No referido	95%	1
J. McKeon, 2012 <sup>1</sup>	Meta análisis	Universidad de Kentuvky (Lexington)	P Value	95%	1
J. Munn, 2009 <sup>10</sup>	Revisión sistemática y Meta análisis	Universidad de Otago (Nueva Zelanda)	No referido	95%	1
F. Bonnel, 2010 <sup>26</sup>	Revisión	Francia	No referido	No referido	2

95% CI: -0,39 a 0,55. Había heterogeneidad significativa entre estudios ( $I^2=87\%$ ,  $p<0,001$ ).

## 2. Efecto de las cintas/vendajes sobre diferentes aspectos de la propiocepción:

Cuando la propiocepción es medida a partir de la sensación de posición articular o umbral de detección de movimiento, el uso de cintas/vendajes no muestra un efecto significativo. En los estudios de sensación de posición articular se encuentran diferencias de  $0,20^\circ$ , 95% CI: -0,49 a 0,88. Hay heterogeneidad entre los estudios ( $I^2=86\%$ ,  $p<0,001$ ). Para los estudios de detección de movimiento, se observan diferencias de  $-0,24^\circ$ , 95% CI: -0,71 a 0,23. Se encuentra heterogeneidad significativa entre los estudios ( $I^2=64\%$ ,  $p<0,001$ ).

## 3. Efecto de las cintas/vendajes en diferentes direcciones del movimiento dentro de cada aspecto de la propiocepción:

Respecto a los estudios que calculan la sensación de la posición articular, no hay efecto significativo sobre la articulación con el uso de cintas/vendajes, cuando la propiocepción es medida en el plano de inversión/eversión o en el plano de flexión plantar /flexión dorsal. Para la inversión/eversión la diferencia era de  $0,33^\circ$ , 95%CI: -0,37 a 1,03. Había heterogeneidad significativa entre los estudios ( $I^2= 87\%$ ,  $p<0,001$ ). Para la flexión plantar/ flexión dorsal, la diferencia era  $-1,04^\circ$ , 95% CI: -2,57 a 0,49. La  $I^2$  estadística no fue calculada en uno de los estudios que mide la sensación de la posición de la articulación en el plano de flexión plantar/flexión dorsal.

Los estudios que calculan la detección de movimiento, muestran efectos negativos con las cintas/vendas en el plano de inversión/eversión, pero no en el plano de flexión plantar/flexión dorsal. En inversión/eversión, la diferencia era  $-0,55$ , 95% CI: -1,00 a -0,10. No había evidencia de heterogeneidad entre estudios ( $I^2= 0\%$ ,  $p=0,380$ ). Para la flexión plantar/flexión dorsal, la diferencia era de  $-0,03^\circ$ , 95% CI: -0,17 a 0,11. La  $I^2$  estadística fue calculada en todos los estudios, menos en uno de los estudio que mida la detección de movimiento en el plano de flexión plantar/flexión dorsal.

## 4. Efecto de las cintas/vendajes en diferentes direcciones de movimiento:

Cuando consideramos el empleo de cintas/vendajes sobre la propiocepción, no había efectos significativos cuando era medida en el

plano de inversión/eversión o en el plano de la flexión plantar/flexión dorsal. Para la inversión/eversión, la diferencia era de  $0,17^\circ$ , 95% CI: -0,48 a 0,82. Había heterogeneidad significativa entre estudios ( $I^2=88\%$ ,  $p<0,001$ ). Para la flexión plantar/flexión dorsal, la diferencia era de  $-0,24^\circ$ , 95% CI: -1,04 a 0,56. No encontramos heterogeneidad significativa entre estudios ( $I^2=40\%$ ,  $p=0,19$ )<sup>7</sup>.

## Estrategias Mecánicas:

### Variables para identificar la posición articular<sup>1</sup>

Las variables que identifica este estudio son: (1) la comparación de una extremidad afectada con esguince crónico y la contra lateral sana, (2) la posición inicial del pie para describir claramente las pruebas, (3) el método usado para reposicionar la articulación (pasivo o activo), (4) las pruebas usadas de rango de movilidad (ROM), (5) la velocidad indicada para las pruebas y (6) el método de reducción de datos.

### – Resumen del efecto según las variables individuales del estudio:

Tres de las variables de estudio (estudio comparativo, posición inicial del pie, método de reposicionamiento) no muestran diferencias entre las variables individuales. En las tres variables restantes (pruebas ROM, pruebas de velocidad, método de reducción de datos) encontramos diferencias entre las variables individuales.

No se encuentran diferencias entre los subgrupos de la variable posición inicial del pie, ( $Q_6=9,67$ ,  $P=.14$ ). Cinco de las siete posiciones de inicio investigadas ( $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $42^\circ$  en plantar flexión) son traducidas, de pequeño a gran tamaño del efecto, con CIs que no abarcan el cero y dan lugar a diferencias entre CAI (inestabilidad crónica de tobillo) y no CAI. El efecto más pequeño de la muestra era diferente a partir de  $15^\circ$  de flexión plantar (muestra de efecto [95% CI]= 0.24 [0.02, 0.46],  $P=.03$ ). La posición inicial en  $30^\circ$  de flexión plantar demuestra un fuerte efecto para identificar déficits con CIs que no abarcan el cero (muestra de efecto [95% CI] = 0.5 [0.2, 0.8],  $P<.001$ ). Dos efectos sin diferencias son: a  $10^\circ$  de flexión dorsal (muestra de efecto [95% CI]= 0.40 [-0.10, 0.90],  $P=.12$ ) y  $10^\circ$  de flexión plantar (muestra de efecto [95% CI]=0.60 [-0.20, 1.40],  $P=.14$ ), demuestra efectos moderados con CIs que abarcan el cero.

Entre los dos subgrupos de métodos de reposicionamiento ( $Q_1 = 1.0$ ,  $P = .32$ ), no se encuentran diferencias. Ambos, activo y pasivo, demuestran moderados efectos con estrecho CI, que reflejan diferencias entre CAI y no CAI. El método activo (muestra de efecto [95% CI] = 0.57 [0.29, 0.86],  $P < .001$ ) era un poco más fuerte que el método pasivo (muestra de efecto [95% CI] = 0.46 [0.32, 0.60],  $P < .001$ ), pero el método pasivo presenta estrecho CI. El bajo límite entre el CI activo y pasivo era casi idéntico; de manera que, el límite más alto del método de reposicionamiento activo, adquiere un gran efecto de muestra, mientras que el límite más alto del método de reposicionamiento pasivo era moderado.

Encontramos diferencias entre los grupos de pruebas ROM ( $Q_8 = 16.4$ ,  $P = .04$ ). Cinco de los nueve rangos de movilidad a evaluar demuestran efectos pequeños a moderados, con CIs que no abarcan el cero y resultados diferentes entre condiciones de CAI. Inversión-ALL (muestra de efecto [95% CI] = 0.92 [0.52, 1.31],  $P < .001$ ) e inversión-MID (muestra de efecto [95% CI] = 0.60 [0.28, 0.91],  $P < .001$ ) demuestran déficits en el reconocimiento de la posición articular (JPR) en personas con CAI: de gran o moderado, a gran muestra de efecto, respectivamente, y CIs que no cruzan el cero. Cuando varios ROM para la flexión dorsal con movimientos en el plano frontal, y la flexión plantar fueron probados, se combinaron los datos, y los déficits identificados fueron los más inconsistentes.

Hallamos diferencias entre los tres subgrupos de pruebas de velocidad ( $Q_3 = 8.48$ ,  $P = .04$ ). De las tres categorías de velocidad, de menor a mayor efecto de muestra, con CIs que no cruzan el cero, demuestran déficits en JPR en personas con CAI. El mayor efecto se identifica en pruebas de velocidad lenta ( $< 2^\circ/s$ ), con efecto que se debilita según se incrementa la velocidad de la prueba (muestra de efecto [95% CI] = 0.72 [0.25, 1.19],  $P = .002$ ). De tal manera que, la precisión de medida, como se indica por el ancho del CI, aumenta al incrementar la velocidad de la prueba.

Entre los seis métodos de reducción de datos ( $Q_5 = 15.91$ ,  $P = .007$ ), también se observan diferencias. Cinco de los seis métodos de reducción de datos que fueron examinados, demostraron un efecto de muestra ascendente, con CIs que no abarcan el cero, y dando lugar a diferencias entre las condiciones de CAI. El error de replicación (efecto de muestra [95%

CI] = 1.12 [0.57, 1.67],  $P < .001$ ) y la diferencia en la reproducción junto con los ángulos dados (1.02 [0.28, 1.77],  $P = .006$ ) tienen el mayor efecto de muestra. El error absoluto medio, da como resultado un tamaño del efecto moderado, pero tenía el CI más preciso de todas de las medidas examinadas (efecto de muestra [95% CI] = 0.55 [0.34, 0.75],  $P < .001$ ). El método de errores totales tuvo el efecto más débil y también el CI más amplio, que abarca el cero (efecto de muestra [95% CI] = -0.02 [-0.42, 0.37],  $P = .91$ ).

#### – Resumen general del efecto:

A través de múltiples estudios y de las seis variables examinadas, el efecto general es de 0.50 (95% CI = 0.36, 0.64;  $P < .001$ ). Esto indica que las condiciones del CAI, independientemente de comparación entre miembros o grupos, demuestra un déficit moderado en JPR a favor de CAI<sup>1</sup>.

#### **Evidencia del déficit sensoriomotor<sup>10</sup>**

Se estudian diferentes variables para observar si realmente se aprecia un déficit sensoriomotor en individuos con antecedentes de esguince crónico de tobillo e inestabilidad lateral. Estas variables son: el tiempo de reacción muscular tras una perturbación (en musculatura peronea y tibial anterior)<sup>17,29-33</sup>, la detección de movimientos pasivos (PMD)<sup>18,19,38-41</sup>, el reconocimiento pasivo y activo de la posición articular (JPR)<sup>11,42-48</sup>, y las medidas de control postural sensoriomotor<sup>15,27,32,49-55</sup>.

#### – Tiempo de reacción muscular tras una perturbación<sup>17,29-33</sup>:

Se evalúa el grupo muscular peroneo y adicionalmente el tibial anterior. Para el tiempo de reacción de la musculatura peronea en una perturbación en inversión<sup>17,29-33</sup>, no había diferencias en el tiempo de reacción entre sujetos con FAI (inestabilidad funcional de tobillo) y los sujetos sanos (diferencia de medidas (MD) = 7.8 ms, 95% CI: -1.4 a 17.1,  $p = 0.10$ ). En el tiempo de reacción del tibial anterior<sup>17</sup> en individuos con FAI y sujetos control sanos, se encuentra un retraso de la reacción muscular en individuos con inestabilidad. Cuando evaluamos sujetos con inestabilidad unilateral, no se muestran diferencias para la reacción muscular de los peroneos (MD = 4.5ms, 95% CI: -2.0 a 11.0,  $p = 0.17$ )<sup>17,28,34-37</sup> ni para los estudios individuales de la reacción del tibial anterior<sup>17,28</sup>.

– Detección del movimiento pasivo<sup>18,19,38-41</sup>:

Se examinan movimientos en el plano frontal<sup>19,39-41</sup> y sagital<sup>40</sup>. Los estudios informan de resultados dicotómicos de la sensación de movimiento en flexión plantar<sup>18,38</sup>. Para el PMD en el plano frontal, la detección del movimiento se reduce en individuos con FAI. En cuanto a la detección del movimiento pasivo combinado con flexión plantar y dorsal, se observa que ésta no se encuentra disminuida en sujetos con FAI<sup>40</sup>. Para la flexión plantar pasiva<sup>18,38</sup>, se observa significativamente la reducción de la detección del movimiento en el miembro afectado comparado con el contra lateral en individuos con inestabilidad unilateral. Sin embargo, los estudios del PMD realizados en el plano sagital, eran generalmente de calidad baja.

– Reconocimiento de la posición articular (JPR)<sup>11,42-48</sup>:

Para la JPR pasiva<sup>42-46</sup> se observa que en sujetos con inestabilidad se reduce (MD = 0.7°, 95% CI: 0.2 a 1.2°, p= 0.004) comparada con los controles sanos. Ocurre de manera similar, para la JPR activa, encontrando un déficit de medida de 0.6° (95% CI: 0.2 a 1.0, p= 0.002) en individuos con FAI comparados con los sujetos control. En cuanto a los resultados de la agrupación de los datos para la sensación de la posición articular activa<sup>11,45,47,48</sup>, se emplean las diferentes extremidades en individuos con inestabilidad unilateral (MD = 0.5°, 95% CI: 0.3 a 0.7°, p<0.0001), hallando resultados similares a los comparados con el otro grupo.

– Medidas sensoriomotoras del control postural<sup>15,27,32,49-55</sup>:

Incluyen: el tiempo de estabilización a una pierna, el *Star Excursion Balance Test (SEBT)*, el *Balance Error Scoring System (BESS)*, y la velocidad de balanceo postural y zona de desplazamiento en una sola pierna.

Los estudios de control postural muestran una combinación de datos<sup>15,27,32,49-55</sup> que en PS-D (pies planos en bipedestación) es mayor en individuos con FAI comparados con sujetos control sanos (SMD= 0.6, 95% CI: 0.2 a 1.0, p=0.002). Los estudios representan la comparación entre extremidades en sujetos con FAI unilateral<sup>27,32,56,57</sup>, y no se observan diferencias entre extremidades (SMD= 0.2, 95% CI: -0.3 a 0.7, p=0.53). Tampoco se hallan diferencias entre, PS-D con FAI comparados con los sujetos del grupo control, al trasladarlos a una plataforma<sup>58</sup>. Las distancias de alcance fueron

mayores para los controles en comparación con sujetos con FAI (SMD = 0.4, 95% CI: 0.1 a 0.7, p= 0.009). No se encuentra diferencia entre las distancias de alcance cuando se comparan la extremidad inestable y las no afectadas en sujetos con inestabilidad unilateral (SMD = 0.3, 95%CI: -0.1 a 0.6, p=0.1).

Los estudios que investigan TTS (tiempo de estabilización) para una sola pierna<sup>47,53,59-61</sup> refieren a nivel medio lateral (M-L) y antero-posterior (A-P) los tiempos de estabilización (ms). Fueron significativamente más rápidos en el tobillo control sano, en comparación con los sujetos con FAI para las direcciones M-L (MD=0.6 ms, 95% CI: 0.4 a 0.8, p<0.0001) y A-P (MD= 0.7 ms, 95% CI: 0.4 a 1.0, p<0.0001).

Las medidas menos comunes de control postural, incluyen el tiempo de balanceo<sup>(62, 63)</sup>, *BESS*<sup>64,65</sup>, la percepción subjetiva y la observación del control del balance y el dominio del tándem postural<sup>44</sup>. Estas medidas mostraron resultados inconsistentes para el déficit sensoriomotor en articulaciones inestables.

Biomecánica y patomecánica de los ligamentos lesionados<sup>26</sup>:

Distinguimos dos tipos principales de inestabilidad: la inestabilidad mecánica relacionada con anomalías anatómicas de la articulación, y usualmente asociada a laxitud ligamentosa, y la inestabilidad funcional relacionada con defectos en la adaptación del tendón o músculo, normalmente asociado con déficits de la propiocepción<sup>66-68</sup>.

– Inestabilidad funcional:

Existen cuatro tipos de receptores en la articulación: el huso neuromuscular, los órganos tendinosos de Golgi, los mecanorreceptores articulares de Ruffini, y los mecanorreceptores cutáneos plantares.

Durante el mecanismo de inversión forzada, los músculos peroneos y extensores del pie están bajo presión, induciendo tensión de esa musculatura en relación a la musculatura del tibial posterior y flexores. Los órganos tendinosos de Golgi, localizados en el tendón, regulan la tensión muscular para proteger al tendón del exceso de tensión. Los mecanorreceptores articulares (los cuales son sensibles a la velocidad, dirección, y rango de movimiento), solo se estimulan durante movimientos extremos. Estos reflejos son esenciales para proteger la articulación<sup>26</sup>. Sin embargo, después del estudio de Thonnard<sup>69</sup>, muchos autores<sup>33,70</sup> demuestran

que ninguna de las respuestas neuromusculares a varo de tobillo, que se producen en 30 ms, eran lo suficientemente rápidas para evitar la lesión del ligamento. Los mecano-receptores cutáneos involucrados en la propiocepción están bien identificados y poseen su propia función: algunos son más sensibles a las tensiones de la piel (Merkel, Ruffini), y otros son más sensibles a la vibración (Paccini). Wang y Li<sup>71</sup> notaron que la inestabilidad crónica aumenta si se reduce la sensibilidad plantar, especialmente con los ojos cerrados<sup>26</sup>.

#### 4. Discusión

Esta revisión ha identificado, que ha habido una metodología rigurosa en cuanto a la evidencia generada para observar el nivel de pérdida de la propiocepción tras esguinces crónicos de tobillo, que desemboquen en una inestabilidad crónica, tras procesos o cuadros de esguinces. La evidencia disponible en cuanto al efecto de los ejercicios (nivel de evidencia 1) nos indica que hay una reducción subjetiva de la inestabilidad comparada con la ausencia de rehabilitación. También encontramos evidencia en cuanto al empleo de vendajes para mejorar la inestabilidad tras esguinces crónicos (nivel de evidencia 1), pero no se observa que realmente produzca esta mejora ya que suelen estar más destinados a prevenir el esguince que a mejorar sus consecuencias. El metaanálisis no se realizó debido a la variabilidad de los datos recogidos durante esta revisión, por lo tanto, las conclusiones se han basado en una síntesis crítica narrativa.

Los resultados de esta revisión pueden arrojar luz en cuanto al nivel de pérdida de propiocepción hallada tras una historia de esguince crónico. Los factores de riesgo asociados a la inestabilidad se clasifican en intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son esencialmente morfológicos, con sus variaciones (huesos, ligamentos y postura) y los factores extrínsecos se asocian a estímulos ambientales (las lesiones ocurren normalmente en el contexto del deporte sea o no profesional). La interrelación puede explicar el paso de esguince crónico a síndrome de inestabilidad. Asociado a estas lesiones, podemos encontrar el daño de nervios sensitivos (ramas de los nervios fibulares superficiales y sural, que participan en la inervación capsular) o del tendón fibular<sup>(26)</sup>. Por ello, las alteraciones cinestésicas de la arti-

culación y las estructuras circundantes pueden verse dañadas y producir alteraciones a nivel de los mecanorreceptores de la articulación<sup>9,10</sup>. Teniendo en cuenta esto, se debe prestar atención al tratamiento de la inestabilidad crónica, sobre todo, al realineamiento para obtener un correcto equilibrio muscular<sup>26</sup>.

Tras episodios repetidos de esguinces, se observa que hay poca evidencia en cuanto a la reacción de la musculatura peronea ante una perturbación, aunque dicha reacción no está disminuida<sup>10</sup>. Es poco probable que la reacción del músculo peroneo a la inversión sea la adecuada para prevenir la lesión del complejo de ligamentos laterales<sup>10</sup>, esto indica que, puede ser importante para evaluar la función sensoriomotora, observar la actividad muscular preparatoria en los tobillos inestables, debido a que los períodos de tiempo que tienen para reaccionar ante las fuerzas, son extremadamente cortos, durante las tareas funcionales<sup>73</sup>. Las alteraciones cinestésicas de la articulación y las estructuras circundantes pueden verse alteradas y producir alteraciones a nivel de los mecanorreceptores de la articulación<sup>9,10</sup>. Encontramos datos para la cinestesia, que nos informan que en el plano frontal, dicha cinestesia y propiocepción se encuentran disminuidas<sup>10</sup>. En el contexto del control postural a una sola pierna, también se encuentra disminuida en sujetos con FAI comparados con los sanos. Esta prueba presenta un efecto medio<sup>72</sup> para diferencias entre sujetos con inestabilidad articular, comparado con controles sanos, y de pequeño efecto<sup>72</sup>. Los movimientos en sujetos con JPS, se producen de forma muy lenta, sugiriendo que el test a velocidades lentas puede no tener relación significativa con los mecanismos asociados al esguince de tobillo<sup>73</sup>, a velocidades que rondan el 0.5-2°/s<sup>10</sup>. Normalmente los esguinces de tobillo ocurren por momentos de movimiento rápidos en inversión, pero la importancia de esas medidas en cuanto a la inestabilidad que generan es incierta<sup>10</sup>. Algunos autores<sup>40</sup> investigaron el movimiento en el plano sagital, y observaron que no había déficits de la cinestesia. Por esta razón, se piensa que para las medidas de la propiocepción o la cinestesia, hay planos específicos de movimiento que si son afectados<sup>74</sup>; siendo probable que se requiera preparación de la actividad muscular para prevenir los esguinces de tobillo<sup>73,75</sup>.

La posición inicial del pie se coge como variable que indica la posición neutral entre la

flexión plantar y la flexión dorsal, ofreciendo la estimación más consistente de los déficits JPR en personas con CAI. La flexión plantar a 20° es la que demuestra los déficits más grandes. Si tenemos en cuenta los rangos de movimiento medio de flexión plantar y la gama media de la inversión, parecen estar más afectados en las personas con CAI. La velocidad a la que se realiza el movimiento, muestra que, a medida que aumenta la velocidad, la detección de umbral de movimiento disminuye. A pesar de que producen sustancialmente mayores errores, las velocidades más lentas podrían ser necesarias para encontrar mayores déficits de JPR, ya que, a medida que aumenta la velocidad, otros receptores de otras estructuras del tobillo, como los husos musculares, podrían ponerse en juego y nublar la capacidad de detectar los déficits de los receptores de las articulaciones. La velocidad de movimiento que produce los mayores efectos en la detección de los déficits JPR en personas con CAI parece existir a menos de 5°/s, aunque este déficit de JPR se pueden detectar entre las personas con y sin CAI. En cuanto a si el reposicionamiento de la articulación debe ser activo o pasivo, a la hora de realizar las pruebas, se observa que el reposicionamiento activo podría ser el mejor para detectar déficits en las personas con CAI, ya que, podría tener en cuenta la relación contextual dentro de las vías sensoriomotoras, es decir, los receptores musculotendinosos, mientras que la técnica pasiva no<sup>1</sup>.

Si hablamos de algún método o tratamiento que nos ayude a mejorar la propiocepción en pacientes con esguince crónico, observamos que no se encontraron efectos significativos con cintas de tobillo / vendajes<sup>7</sup>. Mientras que estos vendajes/cintas de tobillo si han demostrado que se pueden emplear para reducir el riesgo de recidiva del esguince<sup>22</sup>. Esta reducción del riesgo, no es probable que sea debido a una mayor propiocepción, si no que, el mecanismo para conseguir este efecto probablemente esté en la restricción de rango de movimiento articular<sup>78,79</sup>, reducir la inestabilidad mecánica<sup>80</sup> o la mejora de la confianza durante las tareas funcionales<sup>81</sup>. Una explicación alternativa para las diferencias encontradas entre estudios de detección de posición conjunta y estudios de detección de movimiento, puede estar relacionado con el tipo y la forma en que se aplicó la cinta / vendaje<sup>7</sup>. En cuanto a los

ejercicios como posibilidad de mejora de la inestabilidad, pueden producir cierta mejora y reducir de manera subjetiva dicha inestabilidad<sup>21</sup>.

En general, la identificación de los déficits en el control sensoriomotor asociado con la inestabilidad del tobillo, puede ayudar a orientar las estrategias de intervención hacia estos impedimentos para la rehabilitación<sup>10</sup>, aunque los ejercicios como posible método de mejora de la propiocepción muestran que los resultados del efecto que producen son inciertos<sup>21</sup>. En cuanto al control postural, hay evidencia de que el equilibrio y la coordinación son eficaces para los resultados funcionales, tales como, la prevención de esguince recurrente y reducir los síntomas de la inestabilidad<sup>76,77</sup>. El efecto que tienen estos déficits en la capacidad funcional de las personas con esta patología no se entiende completamente<sup>1</sup>.

## 5. Conclusiones

En esta revisión, observamos que la propiocepción en casos de esguince crónico de tobillo que generen inestabilidad, se va a encontrar disminuida por el daño producido ante el exceso de fuerzas en inversión, que generan distensión de los ligamentos del complejo lateral, y con ello la alteración de los mecanorreceptores de la articulación. La incorporación de rehabilitación con ejercicios tras un episodio de esguince es importante, ya que aunque sea de manera subjetiva, se observa que mejoran la propiocepción aunque no se sepa cuantificarla ni saber porque se produce dicha mejora. En esta rehabilitación también debe contemplarse el control postural, ya que los estudios demuestran que son eficaces en estos casos. Por otro lado, el empleo de vendajes o cintas se podrían emplear con un fin de prevención de un nuevo esguince, evitando la pérdida de más mecanorreceptores, ya que a nivel de propiocepción articular no presentan efecto.

Por todo ello, deberían generarse más estudios que contemplen mejores estrategias de tratamiento para recuperar la propiocepción a nivel articular y que nos indiquen realmente a que nivel esta dañada, ya que los estudios no dejan claro si la propiocepción que observan disminuida es realmente de la propia articulación o influyen los mecanorreceptores de estructuras adyacentes.

## 6. Bibliografia

1. McKeon JMM, McKeon PO. Evaluation of joint position recognition measurement variables associated with chronic ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train.* 47(4):444–56.
2. Fong DT-P, Hong Y, Chan L-K, Yung PS-H, Chan K-M. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007 Jan. 37(1):73–94.
3. Praemer A, Furner S, Rice DP. Musculoskeletal Conditions in the United States. *Am Acad Orthop Surg.* American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1999;182.
4. Ferran NA, Maffulli N. Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex. *Foot Ankle Clin.* 2006 Sep. 11(3):659–62.
5. Kaminski TW, Hertel J, Amendola N, Docherty CL, Dolan MG, Hopkins JT, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: conservative management and prevention of ankle sprains in athletes. *J Athl Train.* 48(4):528–45.
6. Van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RMD, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SMA. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med.* 2008 Apr. 121(4):324–31.e6.
7. Raymond J, Nicholson LL, Hiller CE, Refshauge KM. The effect of ankle taping or bracing on proprioception in functional ankle instability: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2012 Sep. 15(5):386–92.
8. Gandevia SC. Kinesthesia - Comprehensive Physiology Roles for Afferent Signals and Motor Commands. Oxford Univ Press. 1996. 4.
9. Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965 Nov. 47(4):678–85.
10. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: A systematic review with meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2010 Jan. 13(1):2–12.
11. Gross MT. Effects of recurrent lateral ankle sprains on active and passive judgements of joint position. *Phys Ther.* 1987 Oct. 67(10):1505–9.
12. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):364–75.
13. Lentell G, Katzman LL, Walters MR. The Relationship between Muscle Function and Ankle Stability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1990 Jan. 11(12):605–11.
14. Leanderson J, Ekstam S, Salomonsson C. Taping of the ankle — the effect on postural sway during perturbation, before and after a training session. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 1996 Mar. 4(1):53–6.
15. Tropp H, Odenrick P. Postural control in single-limb stance. *J Orthop Res.* 1988 Jan. 6(6):833–9.
16. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1988 Apr. 9(2):141–4.
17. Löfvenberg R, Kärrholm J, Sundelin G, Ahlgren O. Prolonged reaction time in patients with chronic lateral instability of the ankle. *Am J Sports Med.* 23(4):414–7.
18. Garn SN, Newton RA. Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Phys Ther.* 1988 Nov. 68(11):1667–71.
19. Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. Deficits in detection of inversion and eversion movements among subjects with recurrent ankle sprains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003 Apr. 33(4):166–73.
20. Kaminski TW, Hertel J, Amendola N, Docherty CL, Dolan MG, Hopkins JT, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: conservative management and prevention of ankle sprains in athletes. *J Athl Train.* 48(4):528–45.
21. Postle K, Pak D, Smith TO. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: a systematic literature and meta-analysis. *Man Ther.* 2012 Aug. 17(4):285–91.
22. Verhagen EA, van Mechelen W, de Vente W. The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. *Clin J Sport Med.* 2000 Oct. 10(4):291–6.
23. Feuerbach JW, Grabiner MD, Koh TJ, Weiker GG. Effect of an ankle orthosis and ankle ligament anesthesia on ankle joint proprioception. *Am J Sports Med.* 22(2):223–9.
24. Huang X, Lin J, Demner-Fushman D. Evaluation of PICO as a knowledge representation for clinical questions. *AMIA Annu Symp Proc.* 2006 Jan. 359–63.
25. Guillo S, Bauer T, Lee JW, Takao M, Kong SW, Stone JW, et al. Consensus in chronic ankle instability: Aetiology, assessment, surgical indications and place for arthroscopy. *Orthop Traumatol Surg Res.* Elsevier Masson SAS; 2013;99(8 S):S411–9.

26. Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Jun. 96(4):424–32.
27. Bernier JN, Perrin DH, Rijke A. Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J Athl Train.* 1997 Jul. 32(3):226–32.
28. Ebig M, Lephart SM, Burdett RG, Miller MC, Pincivero DM. The effect of sudden inversion stress on EMG activity of the peroneal and tibialis anterior muscles in the chronically unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997 Aug. 26(2):73–7.
29. Khin-Myo-Hla, Ishii T, Sakane M, Hayashi K. Effect of anesthesia of the sinus tarsi on peroneal reaction time in patients with functional instability of the ankle. *Foot ankle Int.* 1999 Sep. 20(9):554–9.
30. Shima N, Maeda A, Hirohashi K. Delayed latency of peroneal reflex to sudden inversion with ankle taping or bracing. *Int J Sports Med.* Jan. 26(6):476–80.
31. Vaes P, Van Gheluwe B, Duquet W. Control of acceleration during sudden ankle supination in people with unstable ankles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001 Dec. 31(12):741–52.
32. Konradsen L, Ravn JB. Prolonged peroneal reaction time in ankle instability. *Int J Sports Med.* 1991 Jun. 12(3):290–2.
33. Vaes P, Duquet W, Van Gheluwe B. Peroneal Reaction Times and Eversion Motor Response in Healthy and Unstable Ankles. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):475–80.
34. Javed A, Walsh HPJ, Lees A. Peroneal reaction time in treated functional instability of the ankle. *Foot Ankle Surg.* 1999 Jan. 5(3):159–66.
35. Karlsson J, Andreasson GO. The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability. An electromyographic study. *Am J Sports Med.* Jan. 20(3):257–61.
36. Rosenbaum D, Becker H-P, Gerngroß H, Claes L. Peroneal reaction times for diagnosis of functional ankle instability. *Foot Ankle Surg.* 2000 Jan. 6(1):31–8.
37. Schmidt R, Benesch S, Hald R et al. Die inzidenz und wertigkeit des propriozeptiven defizites bei patienten mit chronischer instabilitaet des oberen sprunggelenkes. Incidence and relevance of proprioceptive deficits in patients with chronic ankle instability le. *Dtsch Z Sport.* 2005;11(56):378–82.
38. Forkin DM, Koczur C, Battle R, Newton RA. Evaluation of kinesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996 Apr. 23(4):245–50.
39. Hubbard TJ, Kaminski TW. Kinesthesia Is Not Affected by Functional Ankle Instability Status. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):481–6.
40. Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Jan. 32(1):10–5.
41. Lentell G, Baas B, Lopez D, McGuire L, Sarrels M, Snyder P. The contributions of proprioceptive deficits, muscle function, and anatomic laxity to functional instability of the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995 Apr. 21(4):206–15.
42. Boyle J, Negus V. Joint position sense in the recurrently sprained ankle. *Aust J Physiother.* 1998 Jan. 44(3):159–63.
43. Assessing functional ankle instability with joint position sense, time to stabilization, and electromyography .
44. Fu ASN, Hui-Chan CWY. Ankle joint proprioception and postural control in basketball players with bilateral ankle sprains. *Am J Sports Med.* 2005 Aug. 33(8):1174–82.
45. Ya-wen L, Shiow-chyn J, Lee a JY. The influence of ankle sprains on proprioception. *J Exerc Sci Fit.* 2005. 3(1):33–8.
46. Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and Muscle Strength in Subjects With a History of Ankle Sprains and Chronic Instability. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):487–93.
47. Halasi T, Kynsburg A, Tállay A, Berkes I. Changes in joint position sense after surgically treated chronic lateral ankle instability. *Br J Sports Med.* 2005 Nov. 39(11):818–24.
48. Konradsen L, Magnusson P. Increased inversion angle replication error in functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000 Jan. 8(4):246–51.
49. You SH, Granata KP, Bunker LK. Effects of circumferential ankle pressure on ankle proprioception, stiffness, and postural stability: a preliminary investigation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004 Aug. 34(8):449–60.
50. Baier M, Hopf T. Ankle orthoses effect on single-limb standing balance in athletes with functional ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998 Aug. 79(8):939–44.

51. Hiller CE, Refshauge KM, Beard DJ. Sensorimotor control is impaired in dancers with functional ankle instability. *Am J Sports Med.* Jan. 32(1):216–23.
52. Performance in Static, Dynamic, and Clinical Tests of Postural Control in Individuals With Recurrent Ankle Sprains.
53. Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. *Clin J Sport Med.* 2004 Nov. 14(6):332–8.
54. Rozzi SL, Lephart SM, Sterner R, Kuligowski L. Balance training for persons with functionally unstable ankles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999 Aug. 29(8):478–86.
55. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1985 Jun. 6(3):180–2.
56. Isakov E, Mizrahi J. Is balance impaired by recurrent sprained ankle? *Br J Sports Med.* 1997 Mar. 31(1):65–7.
57. Tropp H. Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1986 Oct. 7(5):291–4.
58. Pintaar A, Brynhildsen J, Tropp H. Postural corrections after standardised perturbations of single limb stance: effect of training and orthotic devices in patients with ankle instability. *Br J Sports Med.* 1996 Jun. 30(2):151–5.
59. Ross SE GK. Effect of Coordination Training With and Without Stochastic Resonance Stimulation on Dynamic Postural Stability of Subjects With Functional Ankle Instability and Subjects With Stable Ankles. *Clin J Sport Med.* 2006. 16(4):323–8.
60. Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *J Athl Train.* Jan. 40(4):298–304.
61. Wikstrom EA, Tillman MD, Borsa PA. Detection of dynamic stability deficits in subjects with functional ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Feb. 37(2):169–75.
62. Chrintz H, Falster O, Roed J. Single-leg postural equilibrium test. *Scand J Med Sci Sports.* 2007 Jan 30. 1(4):244–6.
63. Ryan L. Mechanical stability, muscle strength and proprioception in the functionally unstable ankle. *Aust J Physiother.* 1994 Jan. 40(1):41–7.
64. Docherty CL, Valovich McLeod TC, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. *Clin J Sport Med.* 2006 May. 16(3):203–8.
65. Jerosch J BM. proprioceptive capabilities of the ankle in stable and unstable joint. *Sport Exerc Inj.* 1996. 2(4):167–71.
66. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):364–75.
67. Tropp H. Commentary: Functional Ankle Instability Revisited. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):512–5.
68. Beynnon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review. *J Athl Train.* 2002 Dec. 37(4):376–80.
69. JL. T. Pathogénie de l'entorse du ligament latéral externe de cheville. 1988.
70. JD. R. The effect of functional ankle instability on peroneal reflex latency. *UAHSJ.* 2006. 3:16–9.
71. Wang T-Y, Lin S-I. Sensitivity of plantar cutaneous sensation and postural stability. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2008 May. 23(4):493–9.
72. J C. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. 1988.
73. Wikstrom EA, Tillman MD, Chmielewski TL, Borsa PA. Measurement and evaluation of dynamic joint stability of the knee and ankle after injury. *Sports Med.* 2006 Jan. 36(5):393–410.
74. Refshauge KM. Proprioception and joint pathology. In: Gandevia SC, Proske U, Stuart DG, editors. *Sensorimotor control of movement and posture.* London: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2002.
75. Delahunt E. Peroneal reflex contribution to the development of functional instability of the ankle joint. *Phys Ther Sport.* 2007. 8(2):98–104.
76. Van der Wees PJ, Lenssen AF, Hendriks EJM, Stomp DJ, Dekker J, de Bie RA. Effectiveness of exercise therapy and manual mobilisation in ankle sprain and functional instability: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2006 Jan. 52(1):27–37.
77. Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med.* 2004 Sep. 32(6):1385–93.

78. Delahunt E, O'Driscoll J, Moran K. Effects of taping and exercise on ankle joint movement in subjects with chronic ankle instability: a preliminary investigation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009 Aug. 90(8):1418–22.
79. Purcell SB, Schuckman BE, Docherty CL, Schrader J, Poppy W. Differences in ankle range of motion before and after exercise in 2 tape conditions. *Am J Sports Med.* 2009 Feb. 37(2):383–9.
80. Hubbard TJ, Cordova M. Effect of ankle taping on mechanical laxity in chronic ankle instability. *Foot ankle Int.* 2010 Jun. 31(6):499–504.
81. Sawkins K, Refshauge K, Kilbreath S, Raymond J. The Placebo Effect of Ankle Taping in Ankle Instability. *Med Sci Sport Exerc.* 2007 May. 39(5):781–7.