

Relación de Lunge y Jack Test en la apófisis calcánea (Talalgia de Sever) en futbolistas jóvenes

Javier Alfaro Santafé¹, Antonio Gómez Bernal², José-Víctor Alfaro Santafé^{3*}, Carla Lanuza Cerzócimo⁴, Víctor-Luis Escamilla Galindo⁵ y Alejandro-Jesús Almenar Arasanz⁵

Recibido: 17 enero de 2017 / Aceptado: 3 de mayo de 2017

Resumen. La talalgia de Sever o apofisitis calcánea ocurre generalmente antes o durante el pico de crecimiento acelerado en niños y niñas. En ocasiones se presenta al practicar un nuevo deporte que implique desplazamientos y saltos como el fútbol. Fue descrita por el Doctor J. W. Sever, a causa de la detección de un dolor con sensibilidad localizada en la cara posterior del hueso calcáneo en jóvenes. El objetivo de este estudio es relacionar la incidencia de la talalgia de Sever con la restricción en los valores del Lunge test y con la incapacidad para activar el mecanismo de Windlass medido a través del test de Jack. Se realizaron los dos test a una muestra de 60 futbolistas jóvenes divididos en dos grupos (Sever = 30 jóvenes, de 10,84±0,79 años y 16,87±0,85 de IMC; No Sever = 30 jóvenes, de 10,87±0,80 y 17,58±1,41 de IMC). Los resultados muestran un test de Jack del pie derecho positivo en el 26,7% de los niños con Sever frente al 10,0% de los niños sin Sever (p=0,181). Mientras que, para el pie izquierdo, el 33,3% de los niños con Sever tiene el test de Jack positivo frente al 13,3% de los niños sin Sever (p=0,125). Por otro lado, el Lunge test para el pie derecho muestra una diferencia significativa (p<0,01) entre los niños con Sever (32,2±3,6) y los niños sin Sever (40,5±4,1). Lo mismo ocurre para el pie izquierdo, niños con Sever (32,1±3,6) y sin Sever (39,2±4,4) con una diferencia significativa (p<0,01). La restricción de la flexión dorsal (FD) de tobillo medida por medio del test de Lunge ha demostrado tener una relación significativa con la incidencia de la Talalgia de Sever. Mientras que el test de Jack no muestra una relación significativa.

Palabras clave: Talalgia de Sever; Fútbol; Biomecánica; Lunge test; Jack test.

[en] Relationship of Lunge and Jack test in calcaneal apophysitis (sever's disease) in young soccer players

Abstract. Sever's Disease or calcaneal apophysitis occur before or during the early growth in children. Experienced after a new practice of psychical activity that involve running or jumping as soccer. It was described by Dr. J. W. Sever, due to detection of pain with localized sensitivity in the posterior area of the calcaneus bone in young people. The aim of the study is relate the Sever's Disease incidence and restricted values of Lunge test. In the same way, the inability to activate the windlass mechanism measured through the Jack test related with Sever's Disease incidence. We performed both test to 60 young soccer players divided in two groups (Sever = 30 young players, 10,84±0,79 years old and 16,87±0,85 IMC values; No Sever = 30 young players, 10,87±0,80 years old and y 17,58±1,41 IMC values). The results shows that a 26,7% of Sever's Disease patient had a positive Jack test in right foot versus 10,0% of non Sever's Disease patient (p=0,181). While for left foot, a 33,3% of Sever's Disease patient had a positive Jack test versus 13,3% of non Sever's Disease patient (p=0,125). On the other hand, Lunge test for right foot show a significant difference (p<0,01)

¹ Diplomado en Podología. Máster Oficial en Gerontología Social (UNIZAR)
javieralfaro@podoactiva.com

² Diplomado en Podología. Máster Oficial investigación en Podología (URJC)
antoniojgomez@podoactiva.com

³ Diplomado en Podología. Máster Oficial en Gerontología Social (UNIZAR)
victoralfaro@podoactiva.com

⁴ Diplomado en Podología. Máster Oficial en Gerontología Social (UNIZAR). Doctora por la Universidad Europea de Madrid
carlalanuza@podoactiva.com

⁵ Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
victorecamillagalindo@gmail.com

⁶ Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
aj.almenar@gmail.com

* Dirección de correspondencia: Antonio Gómez Bernal. Edificio Podoactiva. Parque Tecnológico Walqa, Ctra. N330a Km 566, 22197 Cuarte, Huesca.

between Sever's Disease patient ($32,2\pm 3,6$) and non Sever's Disease patient ($40,5\pm 4,1$). At the same way, in left foot between Sever's Disease patient ($32,1\pm 3,6$) and non Sever's Disease patient ($39,2\pm 4,4$) with a significant difference ($p<0,01$). The ankle dorsiflexion restriction measured by Lunge test is related with an incidence of Sever's Disease. While, Jack test do not show a significant relationship.

Keywords: calcaneal apophysitis; soccer; Biomechanics; Lunge test; Jack test.

Los autores declaran no tener ningún tipo de interés económico o comercial.

Sumario: 1. Introducción, 2. Resultados, 3. Discusión. Bibliografía

Cómo citar: Alfaro Santafé J, Gómez Bernal A, Alfaro Santafé J-V*, Lanuza Cerzócimo C, Escamilla Galindo V-L, Almenar Arasanz A-J. Coalición calcáneo-navicular asociada a pie plano rígido infantil. Relación de Lunge y Jack Test en la apófisis calcánea (Talgia de Sever) en futbolistas jóvenes. Rev. Int. Cienc. Podol. 2017; 11(2): 117-123.

1. Introducción

Una de las causas más comunes de dolor en el talón en jóvenes atletas es la talalgia de Sever o apofisitis calcánea. Esta condición ocurre generalmente antes o durante el pico de crecimiento acelerado en niños y niñas. Manifestándose en ocasiones poco después de comenzar a practicar un nuevo deporte o durante la sesión de entrenamiento. Está asociada normalmente a deportes que impliquen correr y saltar, como por ejemplo el fútbol¹.

La apofisitis calcánea del calcáneo, dado el trastorno en la osificación endocondral, que viene provocado por una necrosis avascular del cartílago de crecimiento del este hueso². Esta patología fue descrita por el Doctor J. W. Sever, a causa de la detección de un dolor con sensibilidad localizada en la cara posterior del hueso calcáneo en jóvenes físicamente activos, niños obesos y adolescentes^{3,4}.

La talalgia de Sever, es una enfermedad musculoesquelética común en niños, representando entre un 2 y un 16% de las consultas de medicina deportiva^{5,6,7}, presentándose como una condición limitante en edades comprendidas entre los 8 y 15 años^{8,9,10}. En la mayoría de los casos aparece de forma unilateral, un 51% de las veces, identificándose con el miembro dominante, no siendo rara la afectación bilateral, presente un 49% de las ocasiones¹¹. Considerado como dolor de crecimiento, cumple muchas de sus características, entre ellas, el cese de la sensación dolorosa una vez se ha completado la fusión del calcáneo, al final del desarrollo óseo del hueso, al término de la etapa de crecimiento corporal^{12,13}.

Muchos de los problemas que aparecen en la población joven activa, están asociados a pequeños traumatismos y/o a estrés repetitivo,

combinado con una biomecánica anormal del pie y del miembro inferior¹⁴. Otros las describen como un síndrome causado por sobreuso, debido a microtraumatismos repetitivos asociados a un incremento de la tracción sobre la apófisis, por una parte del tríceps sural y por otra parte de la fascia plantar. Acción, se cree, está ocasionada por la sollicitación de ambos elementos, principalmente el tríceps sural en acciones motrices como son la carrera y los saltos, muy demandadas en deportes como el fútbol^{15,16,17,18,19}.

Por otro lado, también se ha observado que un periodo de rápida maduración puede derivar en la aparición de la talalgia de Sever. Ello se ha podido apreciar en jóvenes atletas que experimentan un crecimiento acelerado, apareciendo en ellos desequilibrios músculo-tendinosos. Donde aumentarán la rigidez y la tensión de los grupos musculares, debido al retraso del desarrollo muscular frente al óseo que se produce más rápido^{6,20}. Ello puede ser otra de las causas que lleven al aumento de la tracción y las fuerzas tensiles musculares sobre el calcáneo, por parte del tríceps sural²¹.

En relación con la biomecánica, Sever⁴ y Lewin²² establecieron que la apofisitis calcánea suele manifestarse con pie pronado. El 95% de los sujetos con enfermedad de Sever presentaron desequilibrios biomecánicos entre el antepié y el retropié varo²³.

Generalmente, los niños con Sever, presentan dolor que se ha ido convirtiendo en auto-limitante tras varias semanas de evolución^{24,11}.

En la exploración física, la palpación con sobrepresión digital reproduce el dolor cuando se realizan sobre las zonas: medial, lateral, posterior y plantar del talón. El dolor aumentará al provocar una flexión dorsal (FD) activa o

pasiva, así como ante una flexión plantar activa contra-resistencia^{24,8}.

La FD de tobillo en extensión de rodilla permite determinar la presencia de acortamiento de la musculatura posterior, mientras que, al realizarla con flexión de rodilla, permite descartar la presencia de un tope óseo entre astrágalo y tibia, que pudiera ser el culpable de la restricción de movimiento¹⁶.

El test de Lunge, es un protocolo de exploración utilizado en la literatura científica para valorar la restricción del rango de movimiento de la articulación talo-crural durante la FD. Es un método utilizado rutinariamente por especialistas dedicados a tratar patologías de miembro inferior, principalmente para evaluar las causas y los efectos que una movilidad reducida puede tener en el desempeño normal de la marcha^{25,26}. Las últimas investigaciones sugieren que los test de medición del movimiento articular del tobillo con carga en apoyo, proporcionan una mayor validez intra- e inter-examinador (ICC 0,97 – 0,98)²⁷. Siendo también una forma adecuada de valorar la longitud de los músculos gastrocnemio y sóleo^{28,29}. Se considera restricción cuando los valores son inferiores a 38-35° de FD³⁰.

Por otro lado, el test de Jack fue descrito por Ewen Jack³¹. Esta maniobra, favorece la elevación del Hallux restaurando el arco longitudinal interno, así como la obtención de una postura estable del pie, siempre y cuando el hundimiento del arco interno se haya producido en la articulación escafo-cuneana. Esta corrección lleva de forma automática a la solución del componente valgo a nivel de la articulación talo – navicular³¹.

En este instante el momento de fuerza neto que soporta el primer metatarsiano permiten la flexión plantar (FP), lo que permite iniciarse al Mecanismo de Windlass, el metatarsiano realiza FP, disminuyendo la longitud de la fascia elevando el arco y permitiendo que la primera articulación metatarsofalángica vaya a FD. Suavizándose la fuerza compresiva concentrada en las superficies articulares, mediante el deslizamiento de estas^{31,32}.

Puesto que el pie plano parece tener una relación con el desarrollo de la apofisitis calcánea, dado que incrementa la tensión de la fascia plantar, la realización del test de Jack como método complementario para el diagnóstico de la talalgia puede resultar fundamental^{4,33}.

La hipótesis de este estudio relaciona la incapacidad de activar el mecanismo de Win-

lass durante la FD de la primera articulación metatarsofalángica y la limitación de la dorsiflexión de tobillo con la mayor incidencia de la patología denominada Talalgia de Sever.

El objetivo de este estudio busca relacionar la limitación en la flexión dorsal de tobillo medida por medio del test de Lunge y la incorrecta activación del mecanismo de Windlass medido por medio del test de Jack con la presencia de la talalgia de Sever en jóvenes futbolistas.

Material y métodos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la comunidad autónoma de Aragón (CEICA) emitiendo un dictamen favorable para la realización del proyecto con el acta nº 01/2017. Además, fue requerido un consentimiento informado con autorización de los padres para que los niños pudieran formar parte de la muestra del estudio

Fueron seleccionados 60 niños varones con edades comprendidas entre los 7 y 10 años de edad que practicaban fútbol como actividad extraescolar con una frecuencia mínima de 2 veces por semana. La muestra se clasifica en 30 niños asintomáticos y 30 niños sintomáticos con dolor en la zona correspondiente con el núcleo de osificación secundario del calcáneo.

Se registraron los datos demográficos de los participantes, incluyendo edad, altura, peso e índice de masa corporal (IMC). Rigurosamente tomamos como criterio de inclusión que los niños participantes en el estudio tuvieran un IMC normal, excluyendo a los niños con peso bajo peso o con sobrepeso.

De forma aleatoria se realizaron los test de Jack y test de Lunge al total de la muestra. Ambos test han sido validados y están diseñados para realizarlos en bipedestación (34, 35, 36). Para realizar el test de Lunge se pedía al paciente que se colocase en una posición de bipedestación retrasase un pie hasta una posición confortable y se le instruía para la realización de la FD de tobillo del pie adelantado midiendo con la aplicación móvil Tiltmeter (IntegraSoftHN – Carlos E. Hernández Pérez) los grados que alcanzaba la tibia en su parte anterior³⁷. Luego se realizaba el mismo protocolo para el otro miembro inferior, de esta forma se completaron tres intentos. Mientras que, para el test de Jack, se pidió a los pacientes que se colocaran en una posición de bipedestación, se les instruyó para que no ayudaran con su contracción

voluntaria y se realizó la FD de la primera articulación metatarsofalángica, realizando tres intentos para cada lateralidad. Los investigadores evaluaron el estado del mecanismo de Windlass, determinando negativo para los pies que si lo producían y positivo para los que no³⁸.

En total se realizaron tres mediciones de cada test para obtener su resultado como media (SD) con el objetivo de analizar si estos test son capaces o no de discriminar a los niños con Sever.

Los datos obtenidos fueron sometidos a cálculo estadístico utilizando SPSS Versión 22 para Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE.UU.) La normalidad en la distribución de resultados fue analizada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, indicando que si $p < 0,05$ se concluye que la variable no tiene una distribución normal. Se analizaron los datos demográficos y el Lunge test para comparar la incidencia de la patología mediante las pruebas estadísticas t-student para muestras independientes. El análisis de los resultados del test de Jack y su relación con la talalgia de Sever se evaluó analizando la significancia estadística mediante el test de Fisher. La significancia estadística se fijó en $p < 0,05$.

2. Resultados

La tabla 1 muestra los datos descriptivos de la muestra del estudio. La media de edad para los niños con Sever es $10,84 \pm 0,79$ años y para los niños sin Sever $10,87 \pm 0,80$ años, no existiendo diferencias significativas ($p=0,891$) entre los grupos en cuanto a edad. En cuanto a IMC, los valores medios son: $16,87 \pm 0,85$ para los niños con Sever y $17,58 \pm 1,41$ para los niños sin Sever, no existiendo diferencias significativas ($p=0,765$) en los grupos en cuanto a IMC.

Para los resultados del test de Jack en la muestra encontramos que, en el pie derecho, el 26,7% de los niños con Sever tiene Jack test positivo frente al 10,0% de los niños sin Sever, pero esta diferencia entre los grupos no es estadísticamente significativa ($p=0,181$) según el test de Fisher. En el pie izquierdo, el 33,3% de los niños con Sever tiene Jack test positivo frente al 13,3% de los niños sin Sever, pero esta diferencia entre los grupos no es estadísticamente significativa ($p=0,125$) según el test de Fisher. (Figura 1)

Los resultados para el Lunge test muestran que, en el pie derecho, se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre los pacientes con Sever y los pacientes sin Sever. Los valores medios del Lunge test en pie derecho son $32,2 \pm 3,6$ y $40,5 \pm 4,1$ respectivamente, inferior para los pacientes con Sever. En el pie izquierdo, se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) según el test de T de Student entre los pacientes con Sever y los pacientes sin Sever. Los valores medios del Lunge test en pie izquierdo son $32,1 \pm 3,6$ y $39,2 \pm 4,4$ respectivamente, inferior para los pacientes con Sever. (Figura 2)

3. Discusión

La limitación en la FD de tobillo representa uno de las causas que aumentan el riesgo de lesión del miembro inferior⁴⁰. Se ha relacionado esta limitación con patologías de rodilla y de cadera⁴¹. En este estudio se ha identificado esta limitación como un factor predisponente de la Talalgia de Sever, la realización del test de Lunge como método de evaluación de la dorsiflexión es una herramienta eficaz para valorar si existe una limitación^{34,35}.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra. (IMC = índice de masa corporal; Sever = presencia de Talalgia de Sever; No Sever = no presencia de talalgia de Sever).

Patología	IMC	Edad	Jack positivo derecha	Jack positivo Izquierda	Grados Lunge derecha	Grados Lunge izquierda
Sever	16,87	10,84	26,7%	33,3%	32,2	32,1
No Sever	17,58	10,87	10,0%	13,3%	40,5	39,2

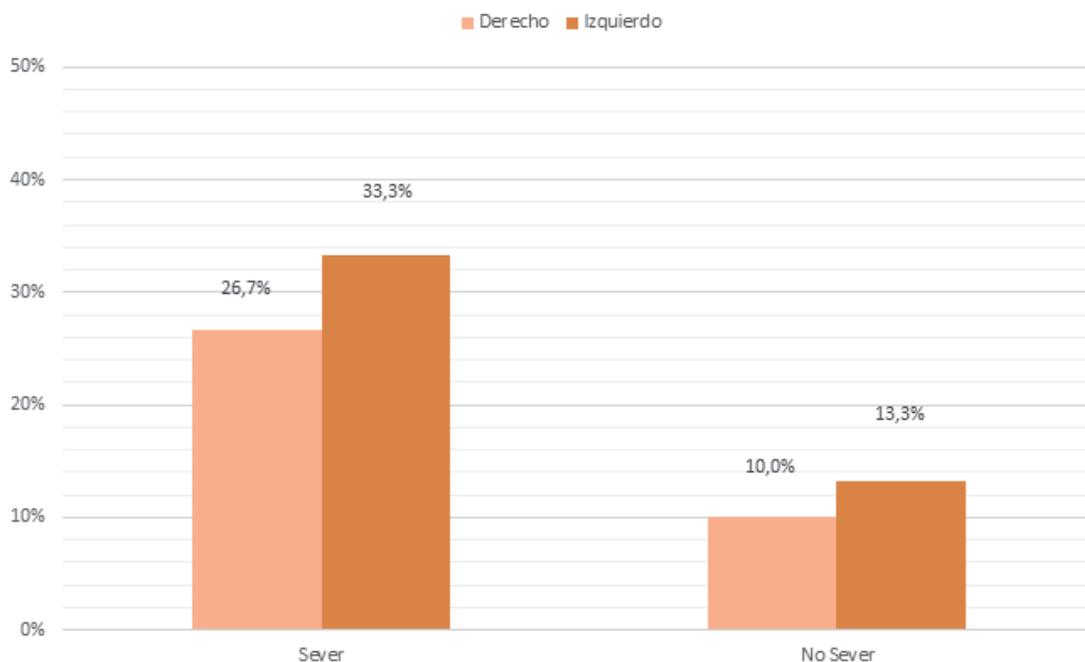


Figura 1. Pacientes que presentaban positivo en el Test de Jack, para las condiciones (Sever = pacientes con la Talalgia de Sever; No Sever = pacientes sin Talalgia de Sever) y según la lateralidad (derecho = pie derecho; izquierdo = pie izquierdo).

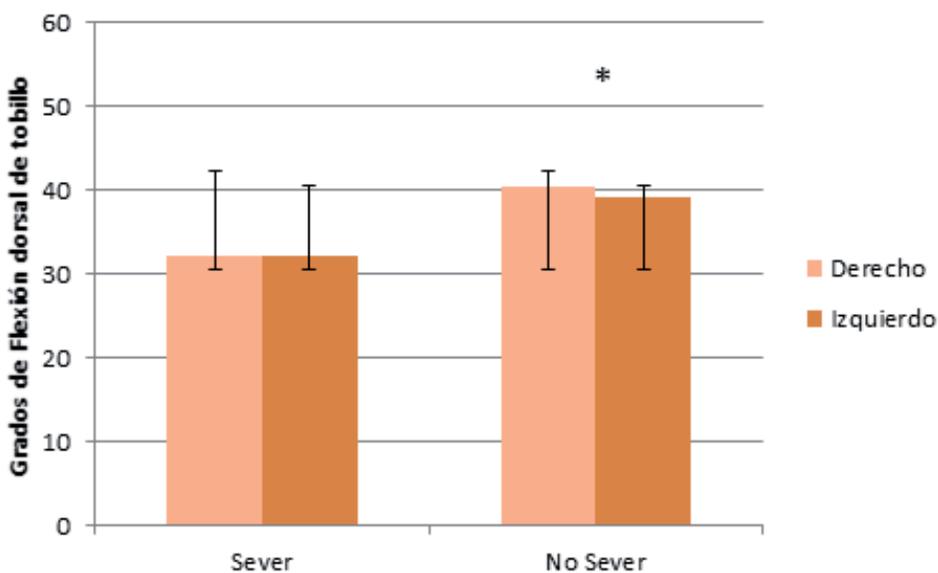


Figura 2. Grados de FD (Flexión dorsal) de tobillo de los pacientes, para las condiciones (Sever = pacientes con la Talalgia de Sever; No Sever = pacientes sin Talalgia de Sever) y según la lateralidad (derecho = pie derecho; izquierdo = pie izquierdo). * diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) para ambas lateralidades.

Los datos ofrecidos por este estudio manifiestan como los pacientes con talalgia de Sever tienen menores grados de FD de tobillo que los pacientes sanos, esta limitación de FD ha sido descrita en la literatura científica como un factor a considerar, ya que el aumento de la rigidez y de la tensión por parte de la musculatura gastrocólea sobre el calcáneo afecta a la posible incidencia de la Talalgia de Sever²¹. El dolor en talalgia de Sever se agrava a la palpación cuando lo sometemos a una FD activa o pasiva^{24,8}. Además, autores relatan que esta FD se verá limitada en al menos 5°⁴².

El test de Lunge es un instrumento que valora la intervención que ejerce la musculatura del sóleo y el gastrocnemio en la restricción de la FD (28, 29). En la literatura científica no encontramos resultados que relacionen valores inferiores a los normales en el test de Lunge con la incidencia de la Talalgia de Sever. Los resultados de este artículo son los primeros en vincular valores inferiores en los grados de FD medidos con el Lunge test y la incidencia de la patología de la Talalgia de Sever. Estos resultados de restricción de los grados de libertad de movimiento en la FD van en consonancia con las investigaciones previas de Stess et al.⁴¹ que relata pérdidas de al menos 5° en la FD.

Por otro lado, el test de Jack, según los datos de esta investigación muestra una tendencia

correlacional pero que no supone una relación estadísticamente significativa con la incidencia en la Talalgia de Sever. Parece destacable reseñar que existió un porcentaje mayor de jóvenes en el grupo de Sever que presentaban valores positivos en el test de Jack. La relación que existe entre el pie plano que incrementa la tensión de la fascia plantar en la fase de medio apoyo⁴² y el desarrollo de apofisitis calcánea fue descrita por Sever⁴ en 1912 y por Hausser³³ en 1939. Además, el pie plano tiene como característica la dificultad en la activación del mecanismo de Windlass³².

En conclusión, La restricción de la FD medida por medio del test de Lunge ha demostrado tener una relación con la incidencia de la Talalgia de Sever y supone una herramienta válida y de sencilla aplicación en clínica, que los podólogos pueden poner en práctica para determinar posibles patologías del miembro inferior.

El test de Jack, a pesar de mostrar una tendencia en la relación con la Talalgia de Sever, no muestra una relación estadísticamente significativa de su incidencia. Este estudio no muestra hallazgos estadísticamente significativos. Por lo que son necesarios más estudios de investigación para descartar su posible relación.

Bibliografía

1. Madden CC, Mellion MB. Sever's disease and other causes of heel pain in adolescents. *Am Fam Physician* 1996 Nov 1;54(6):1995-2000.
2. Calvo Seco J. *Afecciones Medicoquirúrgicas para fisioterapeutas*. 1ª ed. Madrid, España: Editorial Medica Panaméria S. A.; 2017.
3. Micheli LJ. The traction apophysitis. *Clin Sports Med* 1987 Apr;6(2):389-404.
4. Sever J. Apophysitis of the os calcis. *NY Med J* 1912;95:1025.
5. de Inocencio J. Musculoskeletal pain in primary pediatric care: analysis of 1000 consecutive general pediatric clinic visits. *Pediatrics* 1998 Dec;102(6):E63.
6. Micheli LJ, Fehlandt AF, Jr. Overuse injuries to tendons and apophyses in children and adolescents. *Clin Sports Med* 1992 Oct;11(4):713-726.
7. Orava S, Puranen J. Exertion injuries in adolescent athletes. *Br J Sports Med* 1978 Mar;12(1):4-10.
8. Hendrix CL. Calcaneal apophysitis (Sever disease). *Clin Podiatr Med Surg* 2005;22(1):55-62.
9. Ogden JA, Ganey TM, Hill JD, Jaakkola JI. Sever's injury: a stress fracture of the immature calcaneal metaphysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2004;24(5):488-492.
10. Orava S, Virtanen K. Osteochondroses in athletes. *Br J Sports Med* 1982 Sep;16(3):161-168.
11. Szames SE, Forman WM, Oster J, Eleff JC, Woodward P. Sever's disease and its relationship to equinus: a statistical analysis. *Clin Podiatr Med Surg* 1990 Apr;7(2):377-384.
12. Amador EV, Perilla R, Álvarez G. Dolor de crecimiento: revisión de la literatura. *Rev Colomb Ortop Traumatol* 2008;22(3):192-195.
13. Pommering TL, Kluchurosky L, Hall SL. Ankle and foot injuries in pediatric and adult athletes. *Primary Care: Clinics in Office Practice* 2005;32(1):133-161.

14. Houghton KM. Review for the generalist: evaluation of pediatric foot and ankle pain. *Pediatric Rheumatology* 2008;6(1):1.
15. Kaeding CC, Whitehead R. Musculoskeletal injuries in adolescents. *Primary Care: Clinics in Office Practice* 1998;25(1):211-223.
16. Krantz MK. Calcaneal apophysitis: a clinical and roentgenologic study. *J Am Podiatry Assoc* 1965 Dec;55(12):801-807.
17. Micheli LJ, Ireland ML. Prevention and management of calcaneal apophysitis in children: an overuse syndrome. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1987;7(1):34-38.
18. Micheli LJ, Fehlandt Jr AF. Overuse Tendon Injuries in Pediatric Sports Medicine. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 1996;4(2):190-195.
19. Webster B. Prevention and treatment of injuries in young athletes. *Athletics Coach* 1983;17:31.
20. Peck DM. Apophyseal injuries in the young athlete. *Am Fam Physician* 1995 Jun;51(8):1891-5, 1897-8.
21. Scharfbillig RW, Jones S, Scutter SD. Sever's Disease: what does the literature really tell us? *J Am Podiatr Med Assoc* 2008;98(3):212-223.
22. Lewin P. Apophysitis of the os calcis. *Surg Gynecol Obstet* 1926(41):578.
23. McKenzie DC, Taunton JE, Clement DB, Smart GW, McNicol KL. Calcaneal epiphysitis in adolescent athletes. *Can J Appl Sport Sci* 1981 Sep;6(3):123-125.
24. Gómez RS, Becerro de Bengoa R, Gómez B, Iglesias ÓA, Losa ME. La enfermedad de Sever. *El Peu* 2007;27(1):16-24.
25. DiGiovanni CW, Kuo R, Tejwani N, Price R, Hansen ST, Jr, Cziernecki J, et al. Isolated gastrocnemius tightness. *J Bone Joint Surg Am* 2002 Jun;84-A(6):962-970.
26. Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, Johnson RE. Risk factors for Plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg Am* 2003 May;85-A(5):872-877.
27. Bennell, K., Talbot, R., Wajswelner, H., Techovanich, W., Kelly, D., & Hall, A. J. (1998). Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Australian Journal of physiotherapy*, 44(3), 175-180.
28. Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther. Int J Sports Phys Ther* 2012;7(3):279-287.
29. O'connor A. Acute effects of the weight-bearing dorsiflexion lunge stretch on gastrocnemius flexibility assessed using real-time ultrasound. *Physiotherapy Practice and Research* 2009;30(1):32-38.
30. Calvo Seco J. *Fisioterapia en Especialidad Clínicas*. 1ª ed. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana; 2016.
31. Jack EA. Naviculo-cuneiform fusion in the treatment of flat foot. *J Bone Joint Surg Br* 1953;35(1):75-82.
32. Orejana García ÁM. Efecto de la cuña supinadora de retropié sobre la primera articulación metatarsofalángica. [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2016.
33. Hauser EDW. *Diseases of the Foot*. Philadelphia: WB Saunders; 1939.
34. Hallett G, McEwan I, Thom JM. Validation of the dorsiflexion lunge test. En: *The Accelerated Rehabilitation of the Injured Athlete, XIV International Congress on Sports Rehabilitation and Traumatology*. Bologna, Italy; 2005.
35. Chisholm MD, Birmingham TB, Brown J, MacDermid J, Chesworth BM. Reliability and validity of a weight-bearing measure of ankle dorsiflexion range of motion. *Physiotherapy Canada* 2012;64(4):347-355.
36. Papaliodis DN, Vanushkina MA, Richardson NG, DiPreta JA. The foot and ankle examination. *Med Clin North Am* 2014;98(2):181-204.
37. Mourcou Q, Fleury A, Diot B, Franco C, Vuillerme N. Mobile phone-based joint angle measurement for functional assessment and rehabilitation of proprioception. *BioMed research international* 2015;2015.
38. Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat* 1954 Jan;88(1):25-30.
39. Phillips Portasany B. *Consecuencias patológicas de la limitación en la dorsiflexión de tobillo*. [Trabajo Fin de Grado]. A Coruña: Universidade Da Coruña; 2015.
40. Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *Am J Sports Med* 2011 Dec;39(12):2626-2633.
41. Stess RM. Persistent calcaneal apophysitis. A case report. *J Am Podiatry Assoc* 1973 Apr;63(4):147-149.
42. Perry J. Anatomy and biomechanics of the hindfoot. *Clin Orthop* 1983;177:9-15.