



Original

Estudio biomecánico de la reparación ligamentosa anatómica en la inestabilidad lateral de tobillo

J. Vilá y Rico^{1,2,3}, M. A. Mellado Romero¹, F. Guerra-Pinto^{4,5}, E. Sánchez Morata¹,
E. Vacas Sánchez^{1,3}, M. Arroyo Hernández¹, A. Abarquero Diezhandino^{1,3},
J. R. Sañudo Tejero⁶, L. R. Ramos Pascua^{1,2}

¹Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

²Departamento de Cirugía. Universidad Complutense de Madrid

³Complejo Hospitalario Quirónsalud Ruber Juan Bravo. Madrid

⁴Hospital Ortopédico de Sant'Ana. Parede; Hospital da Cruz Vermelha Portuguesa. Lisboa, Portugal

⁵NOVA Medical School. Universidad de Portugal. Lisboa, Portugal

⁶Departamento de Ciencias Morfológicas. Universidad Complutense de Madrid

Correspondencia:

Dr. Jesús Vilá y Rico

Correo electrónico: vilayrico@gmail.com

Recibido el 30 de abril de 2020

Aceptado el 3 de junio de 2020

Disponible en Internet: diciembre de 2020

RESUMEN

Objetivo: realizar un estudio biomecánico en cadáver de la estabilidad del tobillo tras la sección del ligamento talofibular anterior (LTFA) respecto al tobillo sano y realizar una comparación tras la reparación anatómica directa del LTFA.

Métodos: estudio biomecánico en cadáver con un tamaño muestral de 18 tobillos de cadáver fresco congelado. Se realizan las mediciones de cajón anterior (CA) y estrés en varo (EV) en los 3 planos del espacio (axial, coronal y sagital) empleando un artrómetro construido específicamente para medir desplazamientos angulares.

Resultados: existen diferencias estadísticamente significativas en el plano axial entre el LTFA íntegro frente al LTFA seccionado para las maniobras de cajón anterior con $Z = -2,509$ y $p = 0,012$, y para varo forzado con $Z = -2,483$ y $p = 0,013$. Por lo que respecta al plano coronal, también objetivamos una diferencia estadísticamente significativa en la maniobra de varo forzado con $Z = -2,417$ y $p = 0,016$. En el plano sagital no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas maniobras.

ABSTRACT

Biomechanical study of the anatomical ligamentous repair in lateral ankle instability

Objective: to perform a cadaveric biomechanical study of the stability of the ankle after the anterior talofibular ligament (ATFL) section with respect to the healthy ankle and to make a comparison after direct anatomical repair of the ATFL.

Methods: biomechanical study in cadaver with a sample size of 18 fresh frozen ankles. The anterior drawer (AD) and varus tilt (VT) measurements are made in the 3 planes of space (axial, coronal and sagittal) using an arthrometer specifically built to measure angular displacements.

Results: there are statistically significant differences in the axial plane between the complete ATFL versus the sectioned ATFL for the anterior drawer maneuvers with $Z = -2,509$ and $p = 0,012$, and for forced varus with $Z = -2,483$ and $p = 0,013$. Regarding the coronal plane, we also observed a statistically significant difference in the forced varus maneuver with $Z = -2,417$ and $p = 0,016$. In the



<https://doi.org/10.24129/j.reaca.27470.fs2004028>

© 2020 Fundación Española de Artroscopia. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Por último, si comparamos el LTFA sano frente a la reparación anatómica directa, no encontramos diferencias estadísticamente significativas cuando realizamos las maniobras de exploración de estabilidad en los 3 planos del espacio.

Conclusiones: la reparación anatómica directa del LTFA obtiene una estabilidad angular similar a la del LTFA íntegro, en el momento cero en un modelo biomecánico cadavérico.

Nivel de evidencia: IV.

Palabras clave: Inestabilidad tobillo. LTFA. Reparación directa anatómica.

Introducción

La inestabilidad lateral crónica de tobillo (ILC) es secundaria a traumatismos en inversión forzada (esguinces de tobillo) o entorsis. Se trata de una lesión muy frecuente y motivo de atención en urgencias con una alta prevalencia⁽¹⁾.

El mecanismo lesional más frecuente es la combinación de inversión y flexión plantar. El ligamento talofibular anterior (LTFA) actúa como principal estabilizador del tobillo en esta posición. Además, este ligamento es el más débil del complejo ligamentoso lateral del tobillo y, por tanto, el que más frecuentemente se lesiona⁽²⁾. Entre el 10 y el 30% de los esguinces de tobillo pueden evolucionar a una ILC⁽³⁾.

El tratamiento quirúrgico sigue siendo controvertido; tradicionalmente se ha considerado el "patrón oro" la técnica de Broström⁽⁴⁾ descrita en 1966 y modificada por Gould con el objetivo de reforzar la reparación⁽⁵⁾. Posteriormente, Jeys⁽⁶⁾ y Coughlin⁽⁷⁾ describen técnicas anatómicas de reconstrucción con alo- o autoinjertos con excelentes resultados. Últimamente, se han desarrollado técnicas artroscópicas, que son actualmente las más recomendadas, ya que nos permiten evaluar y tratar al mismo tiempo las lesiones ligamentosas y las posibles lesiones asociadas. Probablemente una de las claves del éxito del tratamiento quirúrgico sea la adecuada indicación de cada una de ellas y el enfoque individualizado de cada paciente.

Existen pocos trabajos biomecánicos que testen la estabilidad de las diferentes técnicas empleadas en el tratamiento quirúrgico de la ILC. El objetivo del trabajo es realizar un estudio biomecánico en

sagittal plane, there are no statistically significant differences in both maneuvers.

Finally, if we compare native ATFL versus direct anatomical repair, we did not find statistically significant differences when we performed stability maneuvers in the 3 planes of space.

Conclusions: direct anatomical repair of the ATFL achieves angular stability similar to that of the entire ATFL, at time zero in a frozen cadaveric biomechanical model.

Level of evidence: IV.

Key words: Chronic Ankle Instability. ATFL. Anatomical direct repair.

cadáver de la estabilidad del tobillo tras la sección del LTFA respecto al tobillo sano y tras la reparación directa del LTFA. Nuestra hipótesis de trabajo es que la reparación anatómica directa del LTFA permite reproducir la estabilidad biomecánica del LTFA sano.

Material y métodos

Se realiza un estudio biomecánico en cadáver, con un tamaño muestral de 18 tobillos de cadáver fresco congelado, sin deformidades, alteraciones morfológicas o cicatrices quirúrgicas. Ninguno de los especímenes presentaba patología asociada. Estos fueron obtenidos de acuerdo al programa del Centro de Donación de Cuerpos de la Universidad Complutense de Madrid.

Todos los especímenes fueron congelados durante menos de 2 años y descongelados de acuerdo con las guías existentes. La tibia, junto con el peroné, estaba seccionada por debajo de la articulación de la rodilla, manteniendo al menos 20 cm de tibia distal. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética del Instituto de Investigación i+12.

Se realizó un colgajo de piel para permitir visualizar el complejo ligamentoso lateral y proceder a la disección y la identificación del complejo lateral del tobillo. Tanto el complejo ligamentoso medial como la sindesmosis se mantuvieron intactos.

Descripción del instrumento de medida

Hemos utilizado un novedoso artrómetro construido específicamente para medir desplazamien-

tos angulares en los 3 planos anatómicos (coronal, axial y sagital). Este dispositivo está formado por un giroscopio y un acelerómetro triaxial, que registra a través de una computadora desarrollada para el uso de un microcontrolador Arduino Mega 2560®, con la ayuda del Mpu6050®, una unidad de medición inercial (IMU)⁽⁸⁾.

Un algoritmo de fusión hizo posible la adquisición y la interpretación de los datos recibidos por la IMU. El *software* permitió analizar el desplazamiento angular del astrágalo en 3 planos simultáneamente en tiempo real utilizando los ángulos de Tait-Bryan⁽⁸⁾.

Protocolo de trabajo

La tibia fue rígidamente fijada a un soporte de madera específicamente adaptado para el proyecto, mediante al menos 5 agujas de Kirschner en diferentes planos, asegurándonos de que no existía movilidad entre la tibia y el soporte. Este soporte mantiene la pierna a 45° con el plano horizontal.

Otras 2 agujas de Kirschner fueron insertadas en el cuello del astrágalo en dirección anteroposterior, siguiendo su eje longitudinal; posteriormente, la IMU se alineó y se fijó de manera colineal con el eje haciendo que tanto el astrágalo como la IMU estuvieran conectados rígidamente (**Figura 1**).

El sistema se calibró en los 3 planos del espacio. La primera medición se realizó en el tobillo intacto, después de dejar caer el pie a su posición de descanso natural, en una posición sin contacto, es decir, leve flexión plantar e inversión.

Definimos la movilidad en los 3 planos del espacio considerando:

- Plano axial (rotación externa: +; rotación interna: -).
- Plano coronal (varo: valores positivos +; valgo: valores negativos -).
- Plano sagital (flexión plantar: +; flexión dorsal: -).

Para valorar la estabilidad empleamos las maniobras de traslación talar anterior conocidas como cajón anterior (CA) y de estrés en varo forzado (EV), de manera análoga a la práctica clínica⁽⁹⁾. La fuerza es aplicada manualmente, siempre por el mismo investigador y realizando 3 mediciones de cada uno de los parámetros del estudio, utilizando la media de las 3 mediciones.

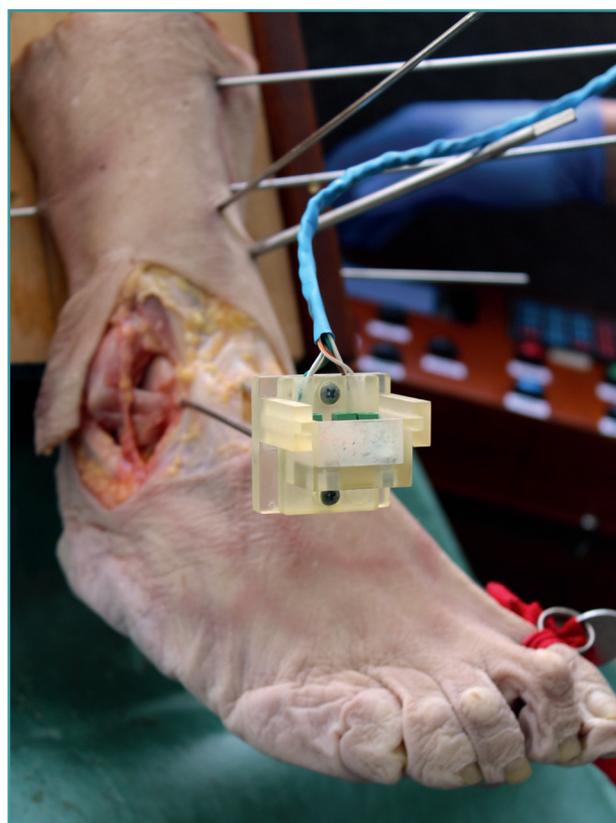


Figura 1. Imagen de la fijación de las piezas anatómicas y la colocación de los sensores del artrómetro en el cuello del astrágalo.

Valoramos la estabilidad de la articulación tibiotalar en 3 situaciones: complejo lateral íntegro (1), sección del LTFA (2) y tras la reparación anatómica directa del LTFA (3).

1. Inicialmente, con los ligamentos íntegros (**Figura 2**), realizamos las maniobras anteriormente mencionadas (CA, EV) y registramos la movilidad angular detectada por el sensor en los 3 planos espaciales.

2. A continuación, seccionamos el LTFA (**Figura 3**) con el objeto de reproducir la lesión más frecuente del complejo lateral del tobillo y repetimos la misma secuencia registrando los movimientos angulares detectados en el artrómetro.

3. Finalmente, realizamos la reparación anatómica directa del LTFA.

Esta técnica consiste en la reinserción del resto ligamentoso con 2 anclajes. Tras la identificación de la huella ósea en el peroné, pasamos 2 puntos de una sutura reabsorbible de alta resistencia FiberWire® de #2/0 (Arthrex Inc., Naples, FL) ayudándonos de un Micro SutureLasso® de 70° (Arthrex, Naples,



Figura 2. Anatomía del complejo lateral del tobillo. A: fascículo superior del ligamento talofibular anterior (LTFA); B: fascículo inferior del LTFA; C: ligamento calcaneofibular (LCF); D: tendones peroneos.

se introduce la sutura más distal en el orificio más distal (**Figura 6**). Durante la implantación de los anclajes se debe mantener una posición fija del pie en flexión neutra y eversión de 5-10°. Se repite la misma operación con el segundo punto de sutura, el más proximal en el orificio más proximal. El empleo de 2 anclajes permite una mayor superficie de contacto del LTFA con el hueso, así como una mejor distribución de las tensiones, desde un punto de vista biomecánico. Esta técnica artroscópica ya ha sido descrita por Arroyo en el año 2017⁽¹⁰⁾.

FL) a través de los restos del LTFA (**Figura 4**). La guía de broca se sitúa en la huella ósea del LTFA, justo distal a la inserción del ligamento tibiofibular anteroinferior distal (porción más anterior de la sin-desmosis tibio-peronea) (**Figura 5**). Posteriormente, se pasa cada sutura a través de un anclaje sin nudo Bio-PushLock® de 2,5 mm (Arthrex, Naples, FL) y

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron con IBM SPSS versión 24.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois). Para evaluar nuestra hipótesis, empleamos el test no paramétrico de Wilcoxon para comparar la respuesta del LTFA sano frente al lesionado y tras



Figura 3. Sección de la inserción fibular del ligamento talofibular anterior (reproducimos la lesión más frecuente en la inestabilidad lateral crónica de tobillo).



Figura 4. Sutura del remanente tisular del ligamento talofibular anterior con suturas de alta resistencia de tipo FiberWire® #2/0 (Arthrex Inc., Naples, FL).



Figura 5. Identificación de la huella de inserción fibular del ligamento talofibular anterior y realización de 2 agujeros con broca de 1,8 mm.



Figura 6. Reparación directa del ligamento talofibular anterior con 2 implantes biodegradables Bio-Push-Lock® de 2,5 mm (Arthrex, Naples, FL). Aspecto final de la reparación.

la técnica de reconstrucción frente a las maniobras de CA y EV en los 3 planos anatómicos.

Resultados

La primera comparación es el comportamiento biomecánico del LTFA sano frente al del LTFA seccionado tras la aplicación de las maniobras de CA y EV, obteniendo los resultados mostrados en la **Tabla 1**.

Existen diferencias estadísticamente significativas en el plano axial entre el LTFA íntegro frente al LTFA seccionado para las maniobras de CA ($Z = -2,509$; $p = 0,012$) y para varo forzado ($Z = -2,483$; $p = 0,013$). Por lo que respecta al plano coronal, también objetivamos una diferencia estadísticamente significativa en la maniobra de varo forzado ($Z = -2,417$; $p = 0,016$). En el plano sagital no exis-

Tabla 1. Comparación del tobillo sano y la sección del ligamento talofibular anterior (LTFA)

Plano axial ¹						
	LTFA íntegro		LTFA seccionado		Z	p
	M	SD	M	SD		
CA	2,13	3,94	0,19	2,32	-2,509	0,012
EV	-0,12	1,90	-1,90	2,19	-2,483	0,013
Plano coronal ²						
	LTFA íntegro		LTFA seccionado		Z	p
	M	SD	M	SD		
CA	-0,92	2,74	-1,12	3,16	-0,567	0,571
EV	2,09	2,12	4,06	4,31	-2,417	0,016
Plano sagital ³						
	LTFA íntegro		LTFA seccionado		Z	p
	M	SD	M	SD		
CA	-7,47	5,58	-5,84	7,34	-0,047	0,962
EV	-0,62	2,00	-0,44	1,34	-0,218	0,827

¹ Existen diferencias estadísticamente significativas en el plano transversal entre el LTFA íntegro frente al LTFA seccionado para las maniobras de CA (cajón anterior), con $Z = -2,509$ y $p = 0,012$, y para estrés en varo (EV) con $Z = -2,483$ y $p = 0,013$;

² existen diferencias estadísticamente significativas en el plano coronal, entre el LTFA íntegro frente al LTFA seccionado para la maniobra de EV, con $Z = -2,417$ y $p = 0,016$;

³ no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el plano sagital, entre el LTFA íntegro y seccionado con las maniobras de CA y EV

M: media; SD: desviación estándar

Tabla 2. Comparación del tobillo sano y la reparación anatómica directa del ligamento talofibular anterior (LTFA)

Plano axial						
	LTFA íntegro		LTFA seccionado		Z	p
	M	SD	M	SD		
CA	2,13	3,94	1,63	2,56	-0,174	0,862
EV	-0,12	1,90	-0,79	1,94	-1,417	0,156
Plano coronal						
	LTFA íntegro		LTFA seccionado		Z	p
	M	SD	M	SD		
CA	-0,92	2,74	-0,79	2,69	-0,129	0,897
EV	2,09	2,12	2,80	3,26	-1,658	0,097
Plano sagital						
	LTFA íntegro		LTFA seccionado		Z	p
	M	SD	M	SD		
CA	-7,47	5,58	-7,79	6,29	-0,853	0,394
EV	-0,62	2,00	-0,53	1,56	-0,240	0,810

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en el plano sagital entre el LTFA íntegro y la técnica de reparación con anclajes del LTFA

CA: cajón anterior; EV: estrés en varo; M: media; SD: desviación estándar

ten diferencias estadísticamente significativas en ambas maniobras.

Por último, si comparamos el LTFA sano frente a la reparación anatómica directa, no encontramos diferencias estadísticamente significativas cuando realizamos las maniobras de estabilidad en los 3 planos del espacio (Tabla 2).

De esta manera, confirmamos nuestra hipótesis inicial: la reparación anatómica directa del LTFA permite reproducir la estabilidad biomecánica del LTFA sano.

Discusión

De todos los ligamentos del tobillo, el LTFA es el más comúnmente lesionado. Es un ligamento plano, cuadrilátero, relativamente fuerte y en íntimo contacto con la cápsula. Está formado, habitualmente, por 2 bandas distintas separadas por un intervalo que permite el paso de ramas vasculares procedentes de la arteria peronea per-

forante y de su anastomosis con la arteria maleolar lateral, siendo la banda superior mayor que la inferior⁽¹¹⁾. De estas bandas, la superior se relaciona con el origen del ligamento tibiofibular anteroinferior (LTFAI), siendo intraarticular, y la inferior con la del ligamento calcaneofibular (LCF); incluso, en muchos especímenes estos últimos ligamentos están unidos por fibras arciformes en su origen maleolar^(12,13).

El tratamiento quirúrgico de la ILC es un tema de actualidad que despierta una gran controversia. Existe amplio consenso en el papel de la cirugía artroscópica, pero es de vital importancia individualizar la técnica quirúrgica.

La técnica de reparación directa del LTFA inicialmente descrita por Bröstrom⁽⁴⁾ y posteriormente modificada

por Gould⁽⁵⁾ empleando la aumentación del retináculo de los extensores ha sido considerada el patrón oro en el tratamiento de la ILC. Corte-Real en el año 2009 desarrolla la técnica artroscópica denominada *arthro-Broström*⁽¹⁴⁾, en la que se procede a la reparación directa del remanente tisular del LTFA con un tiempo percutáneo que permite la aumentación con el retináculo de los extensores. A partir de ese momento, se han desarrollado distintas técnicas artroscópicas⁽¹⁴⁻¹⁷⁾, si bien la tendencia actual es el empleo de técnicas artroscópicas *all-inside* o puramente artroscópicas, dichas técnicas ofrecen excelentes resultados en aquellos casos en los que exista un buen remanente tisular^(14,17) –aproximadamente el 75% de todas las roturas del LTFA– y en los que exista una rotura aislada del LTFA. Estas técnicas son de primera elección y minimizan el riesgo de lesionar estructuras nerviosas como es la rama intermedia dorsal del nervio peroneo superficial.

A pesar de la amplia difusión de las técnicas de reparación artroscópicas en el tratamiento de

la ILC, existen pocos estudios biomecánicos que las avalen. La mayor parte de los trabajos publicados en la bibliografía son series de casos sin grupos control, opiniones de expertos o descripciones de técnicas quirúrgicas.

Existen ciertas situaciones, empezando por aquellas en las que la calidad tisular no sea adecuada, en aquellos casos de inestabilidad crónica severa, cuando existan múltiples episodios de traumatismos en inversión, pacientes de alta demanda funcional, hiperlaxitud..., en las que tendremos que recurrir a otros procedimientos quirúrgicos y, en estos casos, las técnicas de reconstrucción anatómica constituyen una excelente opción⁽¹⁸⁻²¹⁾.

En nuestro trabajo se demuestra que la reparación anatómica directa del LTFA reproduce la estabilidad talocrural respecto al tobillo sano, lo que avala el empleo de dichas técnicas. Lo novedoso de nuestro estudio es la posibilidad de medir desplazamientos angulares en los 3 planos espaciales.

Nuestro estudio también tiene debilidades. En primer lugar, las limitaciones propias de un estudio en cadáver. Evaluamos la técnica de reparación anatómica a tiempo cero, sin tener en cuenta el efecto biológico de los procesos de cicatrización y fibrosis que se producen con el tiempo en el paciente y que contribuyen a la estabilización de la articulación del tobillo. Por otro lado, no se puede evaluar el efecto dinámico de la estabilización muscular. Solo podemos evaluar la estabilidad intrínseca que aportan las estructuras óseas y ligamentosas. Este aspecto no constituye una debilidad en sí, ya que el objetivo principal es evaluar si la estabilización producida por la reparación es similar a la del ligamento sano, independientemente de los estabilizadores activos.

En segundo lugar, debemos mencionar las limitaciones debidas al instrumento de medida. El artrómetro registra los movimientos angulares de un sensor localizado en el astrágalo tras la aplicación de las maniobras de CA y EV. La fuerza obtenida con la realización manual de las citadas maniobras no pudo ser medida de manera objetiva. Este error se ha minimizado siendo realizadas siempre por el mismo investigador, en 3 ocasiones cada maniobra, de manera análoga a la exploración física que se realiza en el diagnóstico de los pacientes con ILC. Laurin afirmó que una inclinación fisiológica del varo talar resulta fácil de demostrar y no requiere un exceso de fuerza, similar a las pruebas de esfuerzo instrumentadas y manuales⁽²²⁾.

Como fortalezas del trabajo, conviene destacar que hasta la fecha no existe ningún otro publicado que valore la estabilidad angular que produce la reparación anatómica directa. La medida de la estabilidad mediante el desplazamiento angular en lugar de lineal es un concepto novedoso introducido por Guerra-Pinto, publicado recientemente^(8,23), que no había sido empleado hasta ahora en otras publicaciones que estudian la técnica de reparación en inestabilidad de tobillo. Además, se trata de un estudio experimental en cadáver con un amplio tamaño muestral de 18 especímenes, con un diseño adecuadamente estructurado para minimizar errores.

Conclusiones

La reparación anatómica directa del LTFA obtiene una estabilidad angular similar a la del LTFA íntegro, en el momento cero en un modelo biomecánico cadavérico.

Responsabilidades éticas

Conflicto de interés. El autor principal, Jesús Vilá y Rico, es consultor internacional de Arthrex.

Financiación. Este trabajo ha sido financiado mediante una Ayuda de la Fundación Española de Artroscopia de 2017.

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Otras declaraciones que quiera el autor mencionar. Estudio aprobado en el Comité de Ética del i+12 del Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid.

Bibliografía

1. Hølmer P, Søndergaard L, Konradsen L, Nielsen PT, Jørgensen LN. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot Ankle Int.* 1994;15:72-4.

2. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36:436-41; discussion 441.
3. Neuschwander TB, Indresano AA, Hughes TH, Smith BW. Footprint of the lateral ligament complex of the ankle. *Foot Ankle Int.* 2013;34:582-6.
4. Broström L. Sprained ankles. VI. Surgical treatment of "chronic" ligament ruptures. *Acta Chir Scand.* 1966;132:551-65.
5. Gould N, Seligson D, Gassman J. Early and late repair of lateral ligament of the ankle. *Foot Ankle.* 1980;1:84-9.
6. Jeys LM, Harris NJ. Ankle stabilization with hamstring autograft: a new technique using interference screws. *Foot Ankle Int.* 2003;24:677-9.
7. Coughlin MJ, Schenck RC, Grebing BR, Treme G. Comprehensive reconstruction of the lateral ankle for chronic instability using a free gracilis graft. *Foot Ankle Int.* 2004;25:231-41.
8. Guerra-Pinto F, Côrte-Real N, Gomes TM, Consciência JG, Glazebrook M, Oliva XM. Varus talar tilt combined with an internal rotation pivot stress assesses the supination instability vector in lateral ankle ligaments' injury - cadaver study. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(3):258-64.
9. Tourné Y, Besse JL, Mabit C, Sofcot. Chronic ankle instability. Which tests to assess the lesions? Which therapeutic options? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96:433-46.
10. Arroyo-Hernández M, Mellado-Romero M, Páramo-Díaz P, García-Lamas L, Vilà-Rico J. Chronic ankle instability: arthroscopic anatomical repair. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2017;61:104-10.
11. Kelikian A, Sarrafian S. Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, Wolters Kluwer; 2011. pp. 40-119, 163-222.
12. Golanó P, Pérez-Carro L, Saenz I, Vega J. Anatomía de los ligamentos del tobillo. *Rev Ortop Traumatol.* 2004;48(Supl. 3):35-44.
13. Vega J, Malagelada F, Manzanares Céspedes MC, Dalmau-Pastor M. The lateral fibulotalocalcaneal ligament complex: an ankle stabilizing isometric structure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020 Jan;28(1):8-17.
14. Corte-Real NM, Moreira RM. Arthroscopic repair of chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2009;30:213-7.
15. Vega J, Golanó P, Pellegrino A, Rabat E, Peña F. All-inside arthroscopic lateral collateral ligament repair for ankle instability with a knotless suture anchor technique. *Foot Ankle Int.* 2013;34:1701-9.
16. Catalán Amigo S, Orduña Moncusí M, García Medina JR. Reanclaje artroscópico del ligamento talo bular anterior, técnica all-inside. Nuestra experiencia. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2018;25(3):219-26.
17. Acevedo JI, Mangone P. Arthroscopic Brostrom technique. *Foot Ankle Int.* 2015;36:465-73.
18. Núñez-Samper M, Méndez O, Viladot R, Parra G, Lao Durán E. Inestabilidad crónica del tobillo. Plastia no anatómica de aloinjerto tendinoso criopreservado versus plastias anatómicas. *Tobillo y Pie.* 2017;9(1):1-9.
19. Orduña M, Catalán S. Plastia del ligamento peroneo astragalino anterior con extensor del quinto dedo del pie por vía artroscópica con anclajes biodegradables. *Rev Pie Tobillo.* 2017;31(2):89-94.
20. Guillo S, Takao M, Calder J, Karlson J, Michels F, Bauer T. Arthroscopic anatomical reconstruction of the lateral ankle ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:998-1002.
21. Vilá-Rico J, Cabestany-Castellà JM, Cabestany-Perich B, Núñez-Samper C, Ojeda-Thies C. All-Inside Arthroscopic Allograft Reconstruction of the Anterior Talo-Fibular Ligament using an Accessory Transbular Portal. *Foot Ankle Surg.* 2019 Feb;25(1):24-30.
22. Laurin CA, Ouellet R, St-Jacques R. Talar and subtalar tilt: an experimental investigation. *Can J Surg.* 1968;11:270-9.
23. Guerra-Pinto F, Côrte-Real N, Mota Gomes T, Silva MD, Consciência JG, Monzo M, et al. Rotational Instability after Anterior Talofibular and Calcaneofibular Ligament Section: The Experimental Basis for the Ankle Pivot Test. *J Foot Ankle Surg.* 2018;57:1087-91.