

**Evaluación ecográfica del Ligamento
Calcáneo-navicular
(Ligamento de Spring):
Correlación de hallazgos anatómicos
y sonográficos**

Autor: Fernando Santiago Nuño

Tesis doctoral UDC / 2020

Director/es: Prof. Dr. Daniel López López

Prof. Dr. Patricia Palomo López

Programa de doctorado en Salud y Motricidad Humana



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Dna. **Patricia Palomo López**, Profesora Contratada Doutora, pertencente ao Departamento de Enfermaría da Universidad de Extremadura, con docencia no Centro Universitario de Plasencia e **D. Daniel López López**, Profesor Contratado Doutor, pertencente ao Departamento de Ciencias da Saúde da Universidade da Coruña, con docencia na Facultade de Enfermaría e Podoloxía.

Fan Constar que o presente proxecto de doutoramento, titulado "**Evaluación ecográfica del Ligamento Calcáneo-navicular (Ligamento de Spring): correlación de hallazgos anatómicos y sonográficos**", que presenta o alumno Fernando Santiago Nuño para optar ao título de Doutor/a, foi elaborada baixo a nosa dirección no programa de doutoramento Saúde e Motricidade Humana e reúne os requisitos de idoneidade e calidade científica necesarios para obter un informe FAVORABLE.

E para que así conste aos efectos da súa presentación, asinamos a presente certificación.

O/A/s Director/a/s da tese de doutoramento

Profa. Dra. Patricia Palomo López

Prof. Dr. Daniel López López

1.Dedicatoria

A mi Sol, mi Estrella y mi Luna...
... y a la luz que ilumina mi camino.

2. Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, Prof. Dr. Daniel López López por su apoyo, por sus palabras que sin duda me han hecho ser mejor profesional y por su paciencia en los momentos en los que más he necesitado su ayuda, nunca ha dudado en ofrecérmela de una manera rápida y eficaz.

También a mi codirectora Prof. Dra. Patricia Palomo López y al Prof. Dr. Cesar Calvo Lobo, porque no he dejado de aprender con ellos lo que es el trabajo en equipo, el sacrificio por tu compañero y el amor por nuestra profesión.

De la misma manera agradezco enormemente a todo el equipo que me ha apoyado continuamente tanto en la realización del artículo como en los diferentes aspectos de la configuración de la presente tesis.

A todos mis profesores, compañeros de universidad y de trabajo, seguro que un pedacito de mí también es gracias a ellos.

A mis dos hermanos de profesión, Dr. Israel Casado Hernández, por su gran granito de arena en este proyecto y a D. Juan José Pérez Calonge. A ambos por haberme transmitido la inquietud, la solidaridad y el buen compañerismo que siempre desde que nos conocimos me han demostrado, sois muy grandes.

A mis abuelos, porque ellos no tuvieron las oportunidades que hemos tenido nosotros y sin embargo lucharon para que las tuviéramos, siempre estaréis conmigo.

A mi padre, por su paciencia, por ser el espejo donde me miro, gracias por transmitirme valores tan importantes en la vida, pero sobre todo por tu cercanía, por la pasión que le pones en cada momento a lo que te rodea y por tus palabras, esas que me calan hasta lo más profundo de mi corazón.

A mi madre, gracias por ser mi ángel, mi guardiana, la pieza fundamental en nuestra familia, porque, gracias a ti, siento que nunca estoy solo, aunque me encuentre lo más lejos de vosotros, nunca nada hubiera sido posible sin ti. Gracias por darme la vida

A mi hermano, porque te quiero y siempre te querré. Porque da igual lo que nos depare la vida, juntos lo afrontaremos. Y a esa Alma que ha llegado a nuestras vidas.

Especial agradecimiento a ese bichito caprichoso que me recorre de arriba abajo, todo cambio desde el minuto uno, gracias por permitirme valorar la vida desde otro punto de vista y darme la fuerza para mirar siempre hacia delante sintiendo cada segundo como un momento extraordinario.

A mis pequeños, Adrián, Candela y Julia, porque sois el motor de mi vida, y la razón de mi existencia. Gracias por enseñarme la magia de la vida. Cuanto me queda por vivir con vosotros. Espero poder enseñaros a aprender de los errores. Gracias por enseñarme algo que no conocía de mí.

Y a ti Marta, compañera de viaje, gracias por compartir conmigo tanto, por entender mis inquietudes, por demostrarme cada segundo que eres una gran valquiria y que nada podrá con nosotros. Gran parte de este trabajo te pertenece. Gracias por tu apoyo, tu paciencia, y por tu amor absoluto.

3. Resúmenes

3.1. Resumen

Introducción: El ligamento Spring (LS) representa una de las estructuras más importantes en la estabilidad del pie, principalmente en el mantenimiento del arco plantar (AP), evitando así el pie plano adquirido en el adulto (PPAA). Debido a su ubicación, origen e inserción, así como la disposición de sus haces, lo convierten en un elemento estabilizador que está minuciosamente preparado para mejorar la biomecánica del pie. El análisis de dicho ligamento mediante ecografía se presenta ventajoso por su rapidez, facilidad de uso en el ámbito clínico, inocuidad y efectividad.

Objetivos: El propósito ha sido evaluar la confiabilidad intra e interobservador entre las imágenes de ultrasonido (US) y las mediciones del calibre para determinar las dimensiones del LS en cadáveres, para poder de esta manera contribuir en la calidad y especificidad diagnóstica de esta estructura.

Material y Métodos: Se estudiaron LS de 62 pies humanos de cadáveres embalsamados con formaldehído. La confiabilidad intra e interobservador de la longitud, el ancho y el grosor de LS entre las medidas de US y el calibre se determinó en períodos de sesiones intra e intersesión por los coeficientes de correlación intraclass (ICC) y los coeficientes de correlación de Pearson (r).

Resultados: Diferenciando entre los resultados intersesión y los resultados entre examinadores encontramos que la evaluación de LS realizada por US y el calibre entre el primer y el segundo observador entre sesiones mostró una excelente confiabilidad entre examinadores (ICC (1-1) = 0.938-0.994; ICC (1-1) = 0.825-0.998) con una fuerte correlación ($r = 0.893-0.989$; $r = 0.725-0.998$; $P < 0.001$) para todas las medidas (ancho, longitud y grosor), respectivamente, y no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los evaluadores ($P > 0.05$) para todas las dimensiones, aunque para las medidas de ancho por US sí que las hubo ($P < 0,05$). Al contrastar tanto el US como el calibre, la evaluación de LS entre las mediciones entre el US y el calibre entre sesiones para ambos observadores demostró una excelente confiabilidad entre evaluadores (ICC (1-1) = 0.911-0.966) con una fuerte correlación ($r = 0.852-0.937$; $P < 0.001$) para todas las medidas, y no hubo diferencias estadísticamente significativas entre sesiones ($P > 0.05$) entre las medidas de US y el calibre.

Conclusión: Tanto el US como el Calibre pueden ser recomendados para las mediciones de las diferentes dimensiones del LS debido a su excelente confiabilidad y fuerte correlación en cadáveres, aunque las mediciones de ancho deben ser tomadas con precaución ya que existen diferencias de repetibilidad en los US.

3.2 Resumo

Introducción: O ligamento Spring (LS) representa unha das estruturas máis importantes na estabilidade do pé, principalmente no mantemento do arco plantar (AP), evitando así o pé plano adquirido no adulto (PPAA). Debido á súa localización, orixe e inserción, así como a disposición dos seus feixes de fibras, convérteno nun elemento estabilizador que está minuciosamente preparado para mellorar a biomecánica do pé. A análise deste ligamento mediante a ecografía preséntase vantaxosa pola súa rapidez, facilidade de uso no ámbito clínico, inocuidade e efectividade.

Obxectivos: o propósito foi avaliar a fiabilidade intra e interobservador entre as medidas de ultrasóns (US) e as medidas do calibre para determinar as dimensións do LS nos cadáveres, co fin de contribuír deste xeito á calidade e diagnóstico específico desta estrutura.

Material e métodos: Estudáronse LS de 62 pés humanos de cadáveres embalsados con formaldehído. A fiabilidade intra e interobservador da lonxitude, ancho e grosor do LS entre as medidas US e calibre determinouse nas sesións intra e intersesión mediante coeficientes de correlación intraclase (ICC) e coeficientes de correlación Pearson (r).

Resultados: Diferenciando entre os resultados da intersección e os resultados entre os examinadores descubrimos que a avaliación do LS realizada polos US e do calibre entre o primeiro e o segundo observador entre as sesións mostraron unha excelente fiabilidade inter-examinadores (ICC (1-1) = 0.938-0.994 ; CCI (1-1) = 0,825-0,998) cunha forte correlación ($r = 0,893-0,989$; $r = 0,725-0,998$; $P < 0,001$) para todas as medidas (ancho, lonxitude e grosor), respectivamente, e non houbo diferenzas estatisticamente significativas entre os avaliadores ($P > 0,05$) para tódalas dimensións, aínda que para as medicións de ancho dos US houbo ($P < 0,05$). Ao contrastar tanto os US como o calibre, a avaliación do LS entre as medidas entre os US e calibre entre as sesións de ambos os observadores demostrou unha excelente fiabilidade entre os avaliadores (ICC (1-1) = 0.911-0.966) cunha forte correlación ($r = 0,852-0,937$; $P < 0,001$) para tódalas medicións, e non houbo diferenzas estadisticamente significativas entre as sesións ($P > 0,05$) entre as medicións dos US e calibre.

Conclusión: Os US e o calibre pódense recomendar para as medicións das diferentes dimensións do LS debido á súa excelente fiabilidade e forte correlación nos cadáveres, aínda que as medidas de ancho deben tomarse con precaución xa que hai diferenzas de repetibilidade nos US.

3.3 Abstract

Introduction: The spring ligament (SL) is one of the most important structures responsible for stabilizing the foot, mainly in the plantar arch (PA) maintaining. This ligament is not present or is lax in adults acquired flat foot deformity (AFFD). Due to its location, origin, and insertion in addition to the disposition of its beams, it is a stabilizing element that was meticulously designed to improve the biomechanics of the foot. Ultrasound analysis of this ligament is advantageous due to its speed, ease of use in the clinical field, safety, and efficacy.

Objectives: The purpose has been to evaluate intra and inter-rater reliability between ultrasound imaging (US) and caliper measures, to determine Spring ligament (SL) dimensions in cadavers, in order to evaluate the structure's quality and diagnostic specificity.

Material and Methods: SLs were studied from 62 human feet from formaldehyde-embalmed cadavers. Intra and inter-observer reliability of SL length, width and thickness between US and caliper measurements was determined at intra and inter-session by intraclass correlation coefficients (ICC) and Pearson's correlation coefficients (r).

Results: Differentiating between intersession results and results between examiners, we found that SL evaluation by US and caliper between inter-session first and second observer showed excellent inter-rater reliability (ICC(1-1)=0.938-0.994; ICC(1-1)=0.825-0.998) with a strong correlation ($r=0.893-0.989$; $r=0.725-0.998$; $P<0.001$) for all dimensions (width, length and thickness), respectively, and there were not inter-rater statistically significant differences ($P>0.05$) for all measurement even though there were for width measurements by US ($P < 0.05$). Comparing both US and caliper, SL evaluation between inter-session US and caliper measurements for both observers showed an excellent inter-rater reliability (ICC(1-1)=0.911-0.966) with a strong correlation ($r=0.852-0.937$; $P < 0.001$) for all dimensions, and there were not inter-session statistically significant differences ($P>0.05$) between US and caliper measurements.

Conclusion: US and caliper could be recommended for all SL measurements evaluation due to their excellent reliability and strong correlation in cadavers, although width measurements should be taken with caution due to US repeatability differences.

4.Prólogo

El estilo de vida que llevamos en nuestros días, con el estrés laboral, emocional y físico que conlleva, exige una actividad que puede ser en ocasiones excesiva debido a la sollicitación exagerada de nuestro cuerpo y mente. Como consecuencia se produce un agotamiento, causa de este estrés crónico, desencadenando la siguientes consecuencias físicas: hipercolesterolemia, diabetes tipo 2, enfermedad coronaria, hospitalización por trastorno cardiovascular, dolor musculoesquelético, cambios en las experiencias de dolor, fatiga prolongada, dolores de cabeza, problemas gastrointestinales y respiratorios así como mortalidad en pacientes menores de 45 años, a estos efectos físicos se asocian efectos psicológicos de moderados a graves (1). Debido a esto, es necesario que los profesionales de la salud cada vez estemos más y más atentos en el cuidado de nuestros pacientes, y dispongamos de una batería más amplia de actividades preventivas para detectar cada vez más precozmente alteraciones de la morfología y del normal funcionamiento de estructuras musculoesqueléticas que se ven involucradas (1).

El continuo aumento de la actividad deportiva, como claro ejemplo del estrés físico al que se someten a diario las personas, así como el estrés laboral y emocional, o la dificultad para mantener una buena alimentación, son factores de riesgo que provocan que nuestros pacientes cada vez se lesionen con más facilidad, aumentando cuanto menos el dolor crónico a nivel musculoesquelético (2,3).

Hoy en día, no es suficiente con test ortopédicos de diagnóstico que nos permitían y nos permiten un acercamiento al estado de salud del paciente; hoy en día es imprescindible contar con las herramientas adecuadas para profundizar todo lo posible en la situación lesional concreta del paciente, y poder afinar con nuestro diagnóstico y, por tanto, con nuestro tratamiento, solo así conseguiremos el éxito. Como ejemplo tenemos la ultrasonografía, técnica que se está aplicando en áreas de la medicina de cualquier índole, consiguiendo resultados muy positivos para nuestros pacientes (4).

El poder adentrarnos con técnicas de diagnóstico por imagen como la ecografía en situaciones tan detalladas como la estructura interna del tendón, ligamento, músculo, etc., supone un revolucionario avance para la podología y otras disciplinas (5).

Pero queda mucho por hacer, tenemos que reunir nuestras fuerzas en la dirección que nos marca la investigación, en este y otros mundos, sanitarios o no, que necesitan de más y más búsqueda de la verdad.

5. Índice

1. Dedicatoria	Pag 5
2. Agradecimientos	Pag 9
3. Resúmenes.....	Pag 15
3.1 Resumen.....	Pag 17
3.2 Resumen	Pag 19
3.3 Abstract	Pag 21
4. Prólogo.....	Pag 23
5. Índice.....	Pag 27
5.1 Índice de figuras	Pag 35
5.2 Índice de tablas	Pag 40
5.3 Lista de abreviaturas.....	Pag 42
6. Estado del Arte	Pag 43
6.1 Introducción	Pag 45
6.2 Marco teórico.....	Pag 53
6.2.1 Propiedades del Ultrasonido.....	Pag 54
6.2.2 Efecto Piezoeléctrico	Pag 57
6.2.3 Terminología Básica.....	Pag 60
6.2.4 Modos de imagen ecográfica.....	Pag 64
6.2.5 Preset	Pag 66
6.2.6 Marco histórico de los ultrasonidos.....	Pag 67

6.3 Bases teóricas	Pag 69
6.3.1 ¿Qué es el Ligamento de Spring?	Pag 69
6.3.2 Anatomía del Ligamento de Spring	Pag 71
6.3.3 Función del Ligamento de Spring.....	Pag 77
6.3.4 Patoanatomía del LS	Pag 77
6.3.5 Lesiones del Ligamento de Spring	Pag 79
6.3.6 Procedimientos quirúrgicos	Pag 81
6.3.7 Métodos diagnósticos.....	Pag 82
6.3.8 ¿Qué es el Pie Plano Adquirido del Adulto?	Pag 88
7. Hipótesis	Pag 93
7.1 Pregunta de investigación.....	Pag 95
7.2 La hipótesis que se plantea es:	Pag 95
7.3 Variable Dependiente	Pag 96
7.3.1 Definición conceptual de la variable	Pag 96
7.3.2 Definición operacional de la variable	Pag 97
8. El problema de investigación y objetivos	Pag 99
8.1 Justificación del estudio	Pag 101
8.2 Objetivos de la investigación:	Pag 101
8.2.1 Objetivo principal	Pag 101
8.2.2 Objetivos específicos.....	Pag 102

9. Diseño, Material y Método	Pag 103
9.1 Diseño de estudio	Pag 105
9.2 Aspectos éticos y legales	Pag 105
9.3 Ámbito de Estudio	Pag 106
9.4 Tipo y nivel de investigación	Pag 107
9.5 Periodo de estudio	Pag 107
9.6 Estudio en el cadáver	Pag 107
9.7 Población y muestra	Pag 107
9.8 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos ..	Pag 108
9.9 Análisis estadístico	Pag 126
10. Resultados	Pag 131
10.1 Características sociodemográficas de los especímenes.	Pag 133
10.2 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por eco- grafía del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad.....	Pag 135
10.2.1 Longitud del LS.....	Pag 135
10.2.2 Espesor del LS.....	Pag 139
10.2.3 Ancho del LS	Pag 143
10.3 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ca- libre del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad	Pag 148

10.3.1 Longitud del LS.....	Pag 148
10.3.2 Espesor del LS.....	Pag 152
10.3.3 Ancho del LS	Pag 156
10.4 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por eco- grafía del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.....	Pag 161
10.4.1 Longitud del LS.....	Pag 161
10.4.2 Espesor del LS.....	Pag 165
10.4.3 Ancho del LS	Pag 169
10.5 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el calibre del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.....	Pag 174
10.5.1 Longitud del LS.....	Pag 174
10.5.2 Espesor del LS.....	Pag 178
10.5.3 Ancho del LS.....	Pag 182
10.6 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por pri- mer observador del Ligamento de Spring por ecografía y calibre y valores de normalidad.....	Pag 187
10.6.1 Longitud del LS	Pag 187
10.6.2 Espesor del LS.....	Pag 189
10.6.3 Ancho del LS	Pag 191

10.7 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el segundo observador del Ligamento de Spring por ecografía y calibre y valores de normalidad.....	Pag 195
10.7.1 Longitud del LS	Pag 195
10.7.2 Espesor del LS	Pag 197
10.7.3 Ancho del LS	Pag 199
10.8 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del Ligamento de Spring por el primer y segundo observador y valores de normalidad.....	Pag 203
10.8.1 Longitud del LS.....	Pag 203
10.8.2 Espesor del LS.....	Pag 205
10.8.3 Ancho del LS	Pag 207
10.9 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del Ligamento de Spring por el primer y segundo observador y los valores de normalidad.....	Pag 211
10.9.1 Longitud del LS.....	Pag 211
10.9.2 Espesor del LS.....	Pag 213
10.9.3 Ancho del LS	Pag 215
10.10 Correlación entre la ecografía y el calibre.....	Pag 219
10.10.1 Longitud del LS.....	Pag 219
10.10.2 Espesor del LS.....	Pag 221
10.10.3 Ancho del LS	Pag 222

11. Discusión.....	Pag 229
12. Conclusiones	Pag 243
13. Producción Científica	Pag 247
14. Bibliografía.....	Pag 255

5.1 Índice de figuras

Figura 1: Evolución en los equipos de ecografía. Fuente Propia....	Pag 45
Figura 2: Esquema que expresa la manera que tiene el ultrasonido de rebotar en los diferentes tejidos con sus diferentes interfases para generar la imagen. Fuente propia.....	Pag 49
Figura 3: Esquema que indica cada uno de los pasos por los que pasa la máquina de ultrasonido para generar la imagen. Archivo propio.....	Pag 51
Figura 4: Esquema de una onda sonora. Con permiso de Tech Universidad Tecnológica	Pag 55
Figura 5: Material con propiedades piezoeléctricas. Con permiso de Tech Universidad Tecnológica	Pag 57
Figura 6: Fenómenos causantes de la atenuación. Con permiso de Tech Universidad Tecnológica	Pag 59
Figura 7: Cara anterior del antebrazo, donde se observan diferentes interfases que separan los vientres musculares. Fuente Propia	Pag 60
Figura 8: A) Ecografía con ganancia alta B) Ecografía con ganancia baja. Fuente propia	Pag 61
Figura 9: Ecografía con niveles de ganancia media. Fuente propia	Pag 61
Imagen 10: A) Ecografía con resolución B) Ecografía sin resolución en movimiento. Fuente propia.....	Pag 62

Figura 11: Sonido de una alarma será necesario que se propague en un medio como el aire. Con permiso de Tech Universidad TecnológicaPag 63

Figura 12: Diferentes velocidades de propagación. Con permiso de Tech Universidad TecnológicaPag 63

Figura 13: Modo M. Contracción de la musculatura abdominal. Imagen de archivo personalPag 65

Figura 14: Preset. Fuente propiaPag 66

Figura 15: Disección anatómica en cadáver de las tres porciones del LS. Fuente propia.....Pag 72

Figura 16: Visión desde medial de la Porción Superomedial del LS. Fuente Propia.....Pag 73

Figura 17: Porción Medioplantar oblicua del LS. Fuente PropiaPag .74

Figura 18: Porción inferoplantar longitudinal del LS. Fuente PropiaPag 75

Figura 19: Visión interior del complejo LS desarticulada la Coxa Pedis de su cavidad formada por el escafoides y calcáneo. Fuente propiaPag 76

Figura 20: Ecografía un LS en un pie plano grado I. a) Ecografía del LS en eje longitudinal. b) esquema de la ecografía del LS en eje longitudinal.....Pag 80

Figura 21: Ecografía en eje longitudinal del LS. Con permiso de Tech Universidad Tecnológica	Pag 87
Figura 22: Esquema ecografía LS. Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.....	Pag 87
Figura 23: Pie plano izquierdo. PPAA. Fuente Propia.....	Pag 89
Figura 24: Valgo retropié izquierdo. Fuente Propia.....	Pag 92
Figura 25: Tipo de sonda lineal para valoración del LS. Fuente propia	Pag 109
Figura 26: Ejemplo de botonería en ecógrafo portátil. Fuente Propia	Pag 110
Figura 27: Izquierda Posición de la pieza cadavérica para exploración cara medial del pie y derecha posición de exploración para cara medial del pie (posición de rana). Fuente Propia	Pag 111
Figura 28: Izquierda posición de la sonda para exploración del LS en su eje longitudinal en cadáver y derecha en sujeto sano con posición de rana. Fuente Propia	Pag 112
Figura 29: Esquema de la ecografía del LS corte longitudinal. Ecografía LS. Fuente Propia.....	Pag 113
Figura 30: Palpación previa a la ecografía para localizar los puntos de referencia. Fuente Propia.....	Pag 114
Figura 31: Fotografía puntos de referencia para la medición del Ligamento. Fuente Propia.....	Pag 114

Figura 32: Fotografía cortes ecográficos para la medición del LS. Fuente Propia..... Pag 115

Figura 33: Esquema de la ecografía del ligamento de spring corte transversal. ecografía LS (morado) en corte transversal. AST: Astrá-galo, TP: Tibial Posterior. Fuente propiaPag 116

Figura 34: Posición de la sonda para la medición de la longitud del LS. Fuente Propia..... Pag 117

Figura 35: Ecografía del LS. Fuente propia Pag 118

Figura 36: Ecografía con esquema de disposición del LS desde el ST al escafoides. Fuente propia..... Pag 119

Figura 37: Medición ecográfica del espesor del LS en eje longitudi-nal. Fuente Propia Pag 120

Figura 38: Medición ecográfica de la longitud LS en eje longitudi-nal. Fuente Propia Pag 121

Figura 39: Medición ecográfica del ancho del LS corte transversal. Fuente Propia..... Pag 122

Figura 40: Disección del LS. Fuente Propia Pag 123

Figura 41: Para la medición del LS es necesario retirar el TTP. Fuen-te Propia..... Pag 124

Figura 42: Disección del LS y posterior medición. Fuente propiaPag 126

Figura 43: Representación Gráfica de Bland-Alman comparando la medición de longitud con ultrasonido y calibre del LS en cada pie cadavérico.....Pag 225

Figura 44: Representación Gráfica de Bland-Alman comparando la medición de espesor con ultrasonido y calibre del LS en cada pie cadavérico..... Pag 226

Figura 45: Representación Gráfica de Bland-Alman comparando la medición de ancho con ultrasonido y calibre del LS en cada pie cadavérico..... Pag 227

5.2. Índice de Tablas

Tabla 1. Características sociodemográficas de los especímenes que se manejaron en nuestro estudio	Pag 133
Tabla 2. Análisis de la distribución de la normalidad Kolmogorov-Smirnov de los datos obtenidos de las variables estudiadas del LS	Pag 134
Tabla 3. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del LS en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad.....	Pag 147
Tabla 4. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del LS en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad	Pag 160
Tabla 5. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del LS en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.....	Pag 173
Tabla 6. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el calibre del LS en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad	Pag 186
Tabla 7. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por primer observador del LS por ecografía y calibre y valores de normalidad	Pag 194
Tabla 8. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el segundo observador del LS por ecografía y calibre y valores de normalidad.....	Pag 202

Tabla 9. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del LS por el primer y segundo observador y valores de normalidad.....	Pag 210
Tabla 10. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del LS por el primer y segundo observador y los valores de normalidad.....	Pag 218
Tabla 11. Análisis de confiabilidad y correlación de las dimensiones de LS entre las mediciones de US entre sesiones y de calibre para ambos observadores	Pag 224

5.3. Lista de abreviaturas

LS- Ligamento de Spring

PPAA- Pie plano adquirido adulto

AST- Astrágalo

ST- Sustentáculum Tali

ESC- Escafoides

TTP- Tendón Tibial posterior

TP- Tibial posterior

RMN – Resonancia Magnética Nuclear

ATPA- Articulación Tibioperoneoastragalina

DE - Desviación Estándar

ICC - Índice de Correlación Intraclase

IC 95 % - Intervalo de confianza al 95%

SEM - Error estándar de la media

P - Prueba paramétrica t-student pareada

R - Coeficiente de correlación de Pearson

cm – Centímetros

mm - Milímetros

MDC - Mínimo cambio detectable

6. Estado del Arte

6.1 Introducción

Cada vez es mayor la evolución que en los últimos tiempos está viéndose integrada de manera general en todas las disciplinas relacionadas con el mundo sanitario; gran cantidad de estudios informan de que hay todavía mucho por hacer y por descubrir, de esta forma, la eficiencia, la calidad, y el nivel asistencial de los profesionales sanitarios, y el consecuente aumento del beneficio del paciente, está día a día acrecentando de manera considerable (6,7). Entre todos los progresos que se están obteniendo existen las mejoras o adelantos tecnológicos; como claro ejemplo se da el aumento de calidad en las imágenes de resonancia magnética nuclear (RMN), para la detección precoz de anomalías morfológicas y funcionales orgánicas, que permiten comenzar con tratamientos mucho más efectivos en esas etapas iniciales de la enfermedad (6).



*Figura 1: Evolución en los equipos de ecografía.
Fuente Propia.*

En podología, también nos hemos podido beneficiar de estos adelantos tecnológicos que estamos notando en los últimos años. Entre otros, se encuentra la Ecografía Musculoesquelética (figura 1) en el pie y pierna (8). La ecografía, como su propio nombre refleja, es la configuración gráfica, es decir, en imagen, por los “ecos” que produce el sonido al incidir con los tejidos que se encuentra al atravesar nuestro cuerpo. No son las únicas disciplinas en la que nos encontramos el uso de los ultrasonidos; para el tratamiento de alimentos, en estética, limpieza de material quirúrgico, odontología, etc. Son algunos de los ejemplos en los que podemos ver el ultrasonido como herramienta útil (9).

Además, al ser una técnica inocua y barata nos permite realizar tantas ecografías como sean necesarias para valorar al paciente en diferentes ámbitos de nuestra profesión:

Podología Deportiva. No solamente nos ayuda para la valoración del deportista a pie de campo, valoración que debemos hacer con suma cautela puesto que hay lesiones que no podremos observar hasta pasadas unas 24-48 horas, sino que también nos ayuda como medida de control de evolución de las lesiones, observando si lo que estamos haciendo hasta ese momento, está teniendo el efecto deseado, y además, últimos estudios han de-

mostrado, que también nos pueden dar datos importantes para el control y la anticipación a las lesiones que puedan llegar a sufrir nuestros deportistas, observando cambios en patrones de tejidos sugerentes de comienzo de lesión (10).

Podología en lesiones reumatológicas y traumatológicas. se han visto muy favorecidas por los avances de la ecografía de los últimos años, principalmente con el doppler color y Power doppler que permiten detectar patrones inflamatorios y de neovascularización, y de esta manera ayudar en el diagnóstico (11).

Podología Laboral. Como en el caso anterior, los profesionales que trabajamos sometidos a presión, debemos pertrecharnos de una herramienta que nos haga trabajar basándonos en evidencias, ya que no se puede trabajar mediante ensayo error. De esta manera podremos objetivar si el paciente tiene una lesión física musculoesquelética real o no (7).

Medicina/Podología Legal. Peritajes. La podología legal es una disciplina de la Podología en la que pocos se han adentrado y sin embargo podemos jugar un papel muy importante. Desde mi punto de vista, utilizar ecografía en un peritaje para posterior-

mente ir a un juzgado a defenderlo, tendrá menos posibilidades de ser invalidado que un informe que no se base en pruebas reproducibles y basadas en la evidencia.

El ultrasonido, como hemos dicho anteriormente ha aumentado su uso en la medicina de manera drástica en las últimas décadas, por eso, cada vez necesitamos conocer mejor su funcionamiento físico y técnico para poder obtener la mejor imagen, ya que es una herramienta principalmente examinador-dependiente (12). Como principal objeto de comparación y análisis de los datos, es necesario desarrollar el funcionamiento físico ecográfico.

El principio físico fundamental de todos los ultrasonidos es el efecto piezoeléctrico, que consiste en que una onda mecánica (como el sonido) produce un cambio en la distribución de las cargas eléctricas de ciertos materiales, generando un impulso eléctrico. Es una propiedad física de ciertos cristales, siendo el cuarzo el más conocido de ellos (12).

Los diferentes tejidos del cuerpo humano van a tener distintas velocidades de conducción del ultrasonido que emite el transductor y que tiene que recibir en forma de eco o rebote de los tejidos en cuestión (figura 2). Por eso valoraremos diferentes imágenes en escala de grises en función del tejido que estemos penetrando, siendo tejidos como el agua con una imagen negra (anecoica) tejidos como el músculo o la grasa con patrones más blancos y grises (hiperecoicos e hipoecoicos) y nervio o tendón que siguen un patrón más blanco o puramente hiperecoico (13).

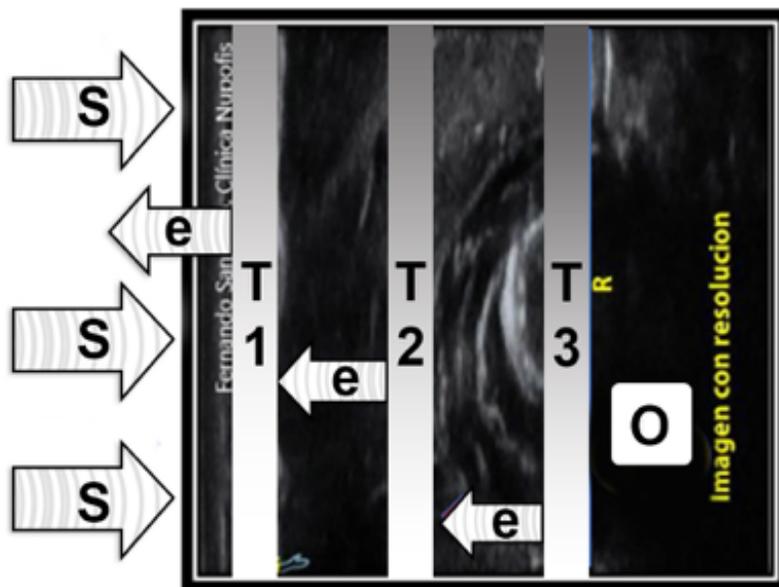


Figura 2: Esquema que expresa la manera que tiene el ultrasonido de rebotar en los diferentes tejidos con sus distintas interfaces para generar la imagen. Donde S: sonido; e: rebote en diferentes niveles; T1/T2/T3 diferentes niveles; O: objeto. Archivo propio.

También es necesario que introduzcamos la generación del ultrasonido en la máquina y el circuito que hace el mismo hasta que genera la imagen. En primer lugar, el impulso eléctrico es generado por el procesador o CPU y enviado mediante el cable coaxial a la carcasa plástica (lugar de generación del efecto piezoeléctrico, ya que posee el material piezoeléctrico), posteriormente el material residente en la membrana plástica genera un ultrasonido que será emitido a través de la membrana plástica (que está en contacto con la piel del paciente) hasta el área del paciente que queramos explorar ecográficamente.

Una vez que el ultrasonido se encuentre dentro del cuerpo del paciente, veremos cómo este causa los diferentes efectos físicos ya mencionados, dispersión, refracción, absorción y reflexión, dando una imagen de rebote que vuelve a ser recogida por la sonda para ser vuelto a transformar en energía que será emitida por el cable coaxial y analizada por la CPU para ser transformada en imagen en la pantalla del equipo (figura 3) (12,14).

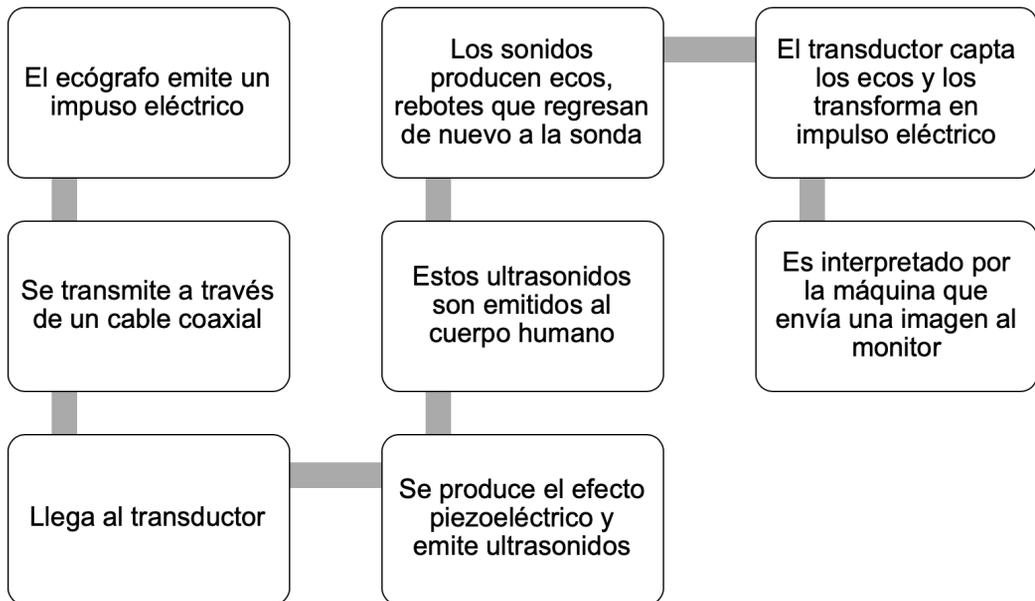


Figura 3: Esquema de que indica cada uno de los pasos por los que pasa la máquina de ultrasonido para generar la imagen. Archivo propio.

El LS es uno de los principales estabilizadores del arco interno del pie, junto con el tendón del tibial posterior (TTP) y el ligamento deltoideo, configuran uno de los sistemas de contención dinámica y estática más potentes del cuerpo humano, ya que, entre las tres estructuras, confieren (15) una garantía para que la bóveda plantar no descienda y cree pie plano adquirido en adulto (PPAA)(16). El ligamento calcáneo navicular inferior es el más importante para preservar la estabilidad de la articulación talonavicular (17)

La buena detectabilidad de la fibrilaridad ligamentosa a grandes profundidades, es una de las fortalezas del ultrasonido (US) de nuestros días (18). Algunos estudios, han demostrado la importancia del TTP, ligamento deltoideo y fascia plantar para la estática del pie, pero no hay tantos que lo hagan sobre el LS (19,20). Esto proporcionaría una ayuda inestimable para el diagnóstico diferencial del PPAA (21).

Además, todos los estudios carecían de una referencia anatómica (19,20). En estos estudios, la RMN y la Tomografía han sido las técnicas de elección que se han utilizado comparativamente para validar el US (19,22). El problema es que estos estudios de RMN se basan en hallazgos clínicos; es decir, comparan pacientes sintomáticos y asintomáticos (22,23). La ecografía articular es un procedimiento estándar en el diagnóstico clínico (22,23) de las estructuras ligamentosas del tobillo y pie.

No hemos encontrado ningún estudio que analice la correlación sonográfica con la estructura anatómica del LS en espécimen anatómico.

Entonces, nuestra pregunta de investigación es si habrá una correlación en las mediciones por ultrasonido de la estructura anatómica del LS.

Hipotetizamos que las mediciones realizadas por ultrasonido y con una muestra anatómica no tienen diferencia.

Con el fin de proporcionar un diagnóstico válido con este método, sin embargo, la anatomía sonográfica y su correlación macroscópica, así como la precisión de las mediciones ecográficas de esta articulación, se deben conocer.

6.2 Marco Teórico

Basamos la ecografía en la emisión de una onda ultrasónica hacia cuerpo, esta onda generará unos ecos que configurarán la imagen ecográfica (9). Este sonido corresponde a una onda mecánica que necesita de un medio (no el vacío) para propagarse, en función del medio en el que se propague conseguiremos una velocidad de transmisión u otra, siendo las velocidades más altas en el aluminio 6300 m/s y las más bajas en el aire 334 m/s. Encontramos velocidades de 1450 m/s cuando se transmite en el cuerpo humano (9).

Otros medios diagnósticos por imagen, en grandes rasgos son:

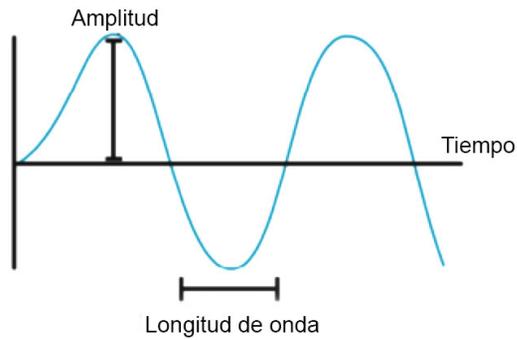
- El estudio de los rayos X, que se basa en la absorción de dicha energía por los tejidos humanos.
- El estudio de la RMN cuyo su fundamento está en la estimulación de los átomos de hidrógeno de los tejidos humanos con campos magnéticos (9).

6.2.1 Propiedades del Ultrasonido

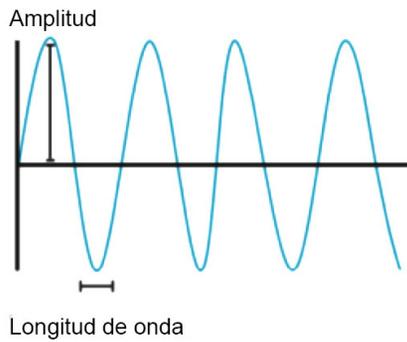
El ultrasonido posee una serie de propiedades características del tipo de onda (figura 4):

- **Amplitud de onda:** medida en decibelios (Db), es el volumen de dicho ultrasonido. En la gráfica lo veremos como la altura de la gráfica en el eje de la y.
- **Longitud de onda:** es la distancia que existe entre dos crestas de la onda (unidad de distancia), medida en el eje x.
- **Frecuencia:** es el número de ciclos por unidad de tiempo. La unidad de frecuencia es el hercio (Hz). En esta propiedad del ultrasonido basaremos gran parte del manejo de las calidades de la imagen en función de la localización de la estructura a estudiar (24).

Onda de baja frecuencia



Onda de alta frecuencia



*Figura 4: Esquema de una onda sonora.
Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.*

Todas estas ondas del sonido, son inaudibles para el oído humano encontrándose en frecuencias superiores a 20000 hercios (Hz) o 20 megahercios (MHz).

Existen tres grupos de sonido según su frecuencia:

1. **Ultrasonidos**, por encima de los 20 MHz, como es el sónar de los submarinos o el sonido que emiten los murciélagos para su orientación.
2. **Sonidos audibles**, entre 500 Hz y 3.500 Hz, es el rango de frecuencias en el que se mueve el oído humano con una audición normal.
3. **Infrasonidos**, por debajo de 16 Hz, un ejemplo de ellos es el sonido desencadenado en una tormenta (24).

La mayoría de los ecógrafos que se utilizan en la exploración musculoesquelética, alcanzan rangos de frecuencia comprendidos entre 7 y 18 MHz. Es interesante que los rangos de frecuencia puedan oscilar, propiedad que tienen todos los ecógrafos, ya que en función de la frecuencia que elijamos, seremos capaces de penetrar más o menos en los tejidos, y por tanto, podremos visualizar mejor las estructuras que se encuentren en un nivel u otro (9).

6.2.2 Efecto Piezoeléctrico

El efecto piezoeléctrico es la propiedad física que tienen ciertos materiales que, al ser comprimidos, generan una diferencia de potencial en su superficie; y a la inversa, cuando a estos se le genera una diferencia de potencial, son capaces de vibrar y producir una onda ultrasónica (24). Es la base o principio físico de toda la ultrasonografía, la fuente o generador del efecto físico que nos proporciona la imagen ecográfica (figura 5) (25).

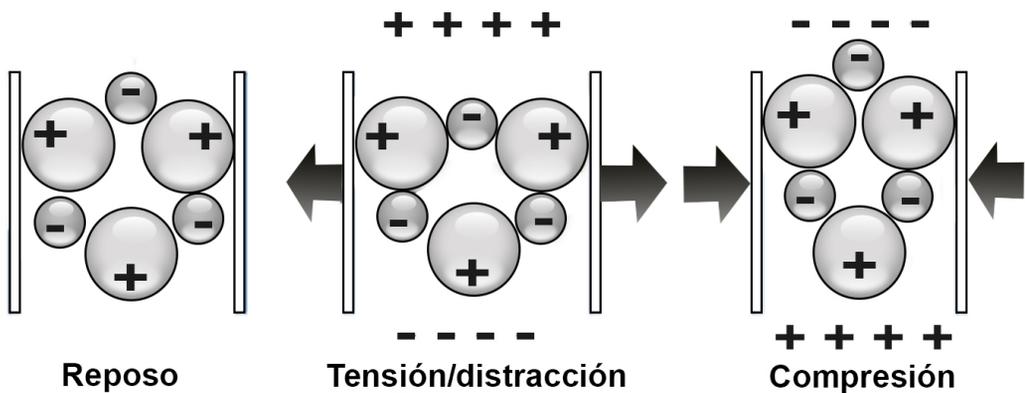


Figura 5: Material con propiedades piezoeléctricas.

Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.

El sonido es proyectado a la zona del cuerpo que estamos evaluando, de manera que penetra a través de sus tejidos y da lugar a una serie de rebotes o ecos que son reflejados de vuelta a la sonda. Estos ecos son producidos al atravesar estructuras corporales de diferente impedancia acústica. La impedancia acústica es la resistencia que tiene un tejido a ser atravesado por el sonido, dando lugar a las interfases como diferenciación entre ambos tejidos (9).

Esta impedancia produce una pérdida de energía ultrasónica o también llamada atenuación, que es ocasionada debido a diferentes fenómenos como son el de absorción, reflexión, refracción y dispersión (9). Por otro lado, la absorción es el fenómeno que genera más pérdida de energía. Esta pérdida de energía es inevitable debido a la fricción de las moléculas del tejido que produce el paso de la energía ultrasónica, transformándose en calor. Es directamente proporcional al tipo de tejido y a la frecuencia utilizada. Siendo mayor en frecuencias altas.

Denominamos reflexión al rebote que se produce al pasar el sonido por tejidos de diferente impedancia acústica. En ocasiones da lugar a ondas en forma de eco que no son recepcionadas por la sonda y que se pierden entre los diferentes tejidos. Cuanto mayor sea la impedancia, mayor será la reflexión.

Refracción es el fenómeno físico que experimenta la energía al atravesar un medio, debido al cual cambiará su dirección y su velocidad de propagación. Es muy importante tener en cuenta este fenómeno para la terapia invasiva y por último la dispersión, que es el fenómeno físico que ocurre con parte del sonido al encontrarse con diferentes medios, en lugar de seguir en la misma dirección, se dispersa (figura 6) (24).

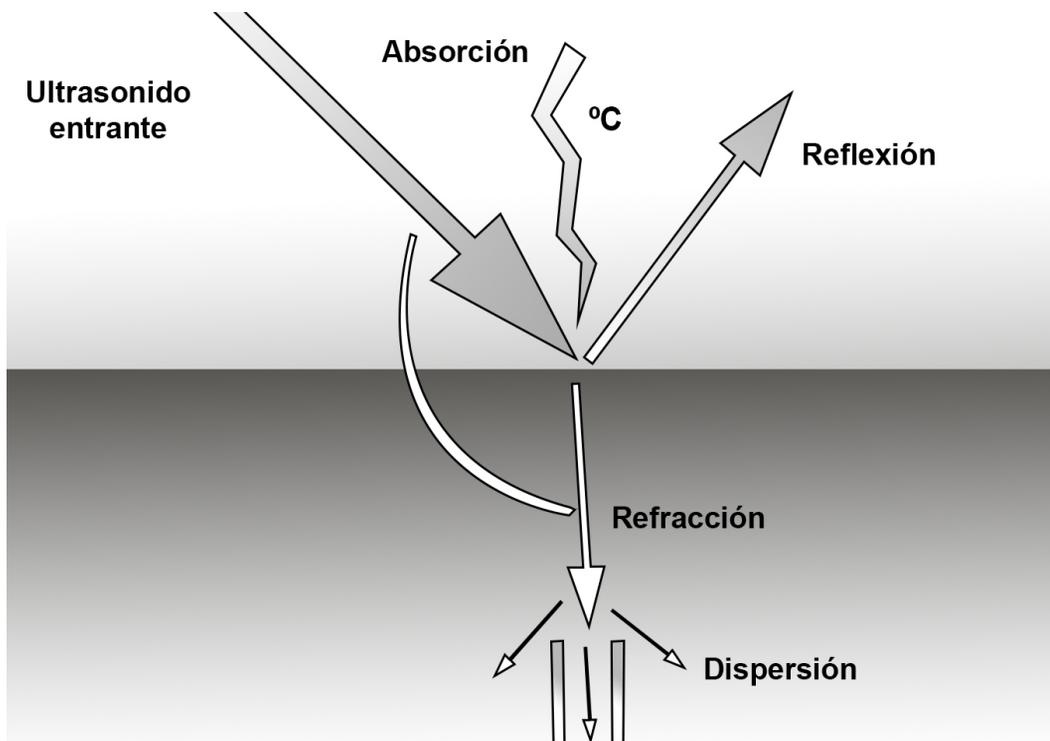


Figura 6: Fenómenos causantes de la atenuación.

Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.

6.2.3 Terminología Básica

Interfaz: podríamos definirlo como la línea blanca o hiperecogénica entre dos tejidos diferentes con impedancias diferentes. Es la separación entre dos tejidos (figura 7) (9).

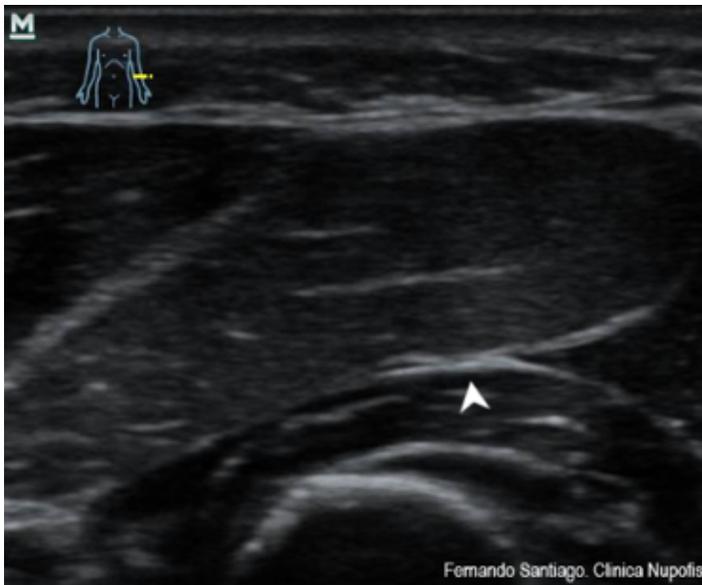


Figura 7: Cara anterior del antebrazo, donde se observan diferentes interfases que separan los vientres musculares.

Fuente Propia.

Ganancia: es la amplificación de la energía emitida y consecuentemente de los ecos que el ecógrafo puede alcanzar para conseguir mejor visualización de la imagen en función del brillo de la misma. Se considera un parámetro opcional en cuanto a la capacidad del ojo de ver mejor o peor las imágenes claras u oscuras (figura 8 y 9) (9).

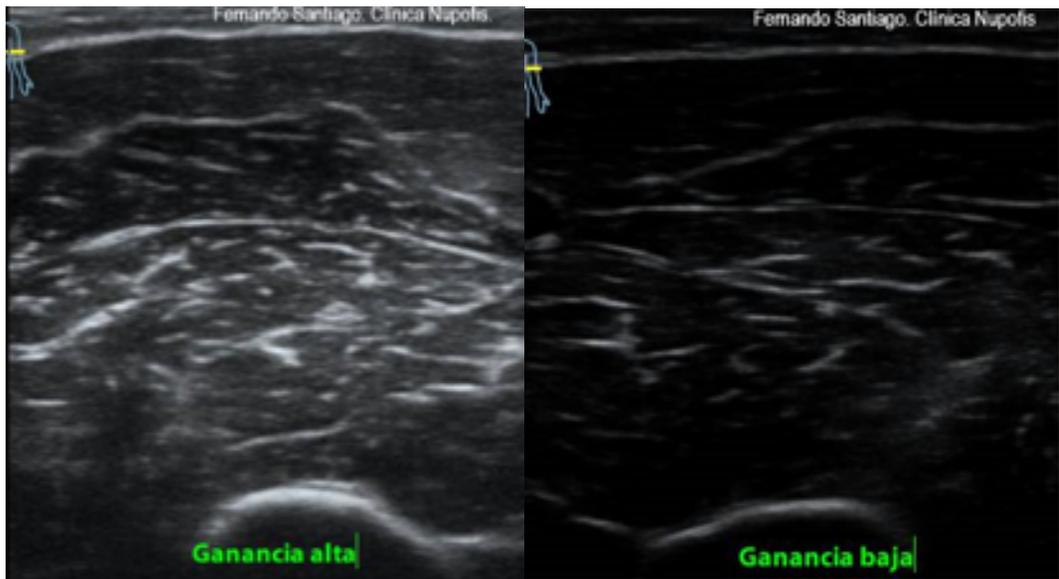


Figura 8: A) ecografía con ganancia alta

B) ecografía con ganancia baja.

Fuente propia.

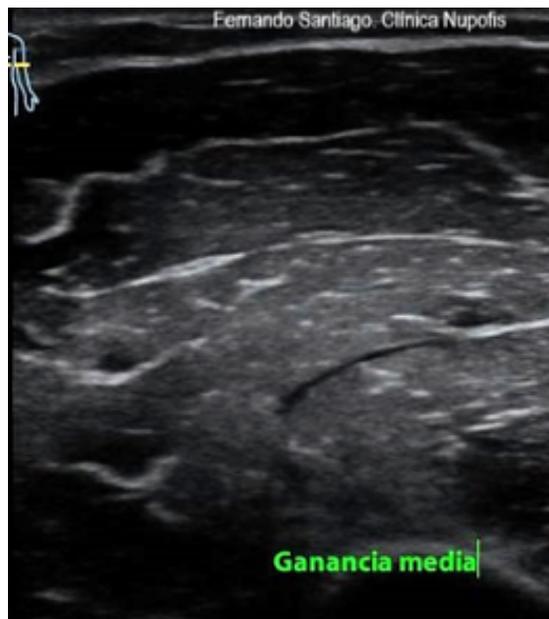
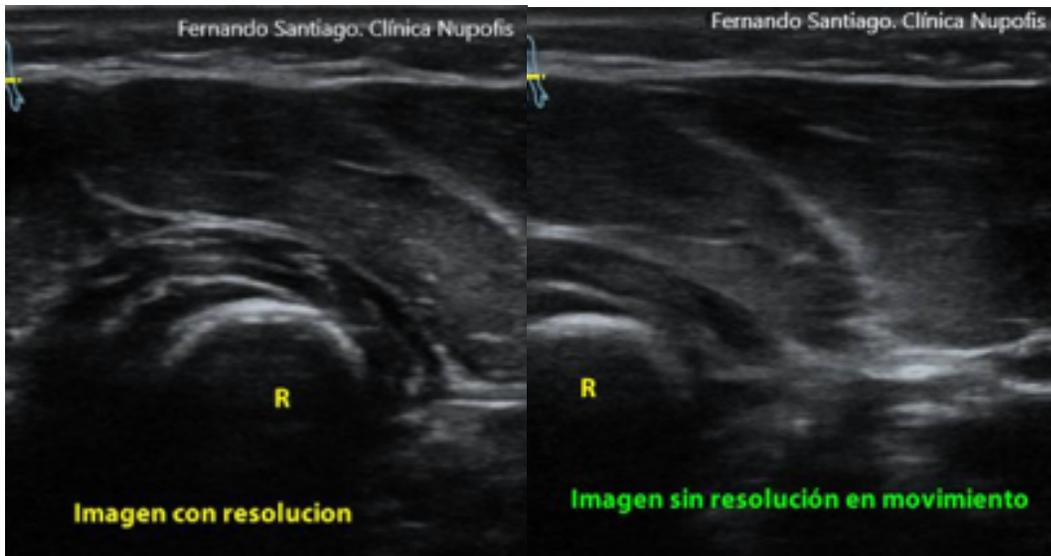


Figura 9: Ecografía con niveles de ganancia media.

Fuente propia.

Resolución: capacidad de discernir con mayor o menor calidad entre dos puntos de la imagen. Se puede diferenciar entre resolución axial, y resolución lateral en función de la disposición de estos puntos. Va a depender de las características intrínsecas del aparato, hoy en día, algunos equipos son capaces de llegar a altas resoluciones (figura 10) (9,24).

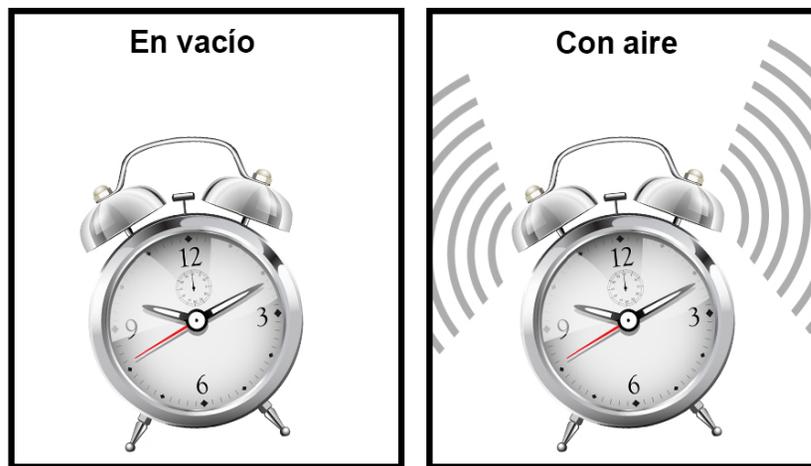


*Figura 10: A) ecografía con resolución
B) ecografía sin resolución en movimiento.*

Fuente propia.

Velocidad de propagación: Otro concepto básico que es importante que tengamos en cuenta es que el sonido solo se propaga a través de un medio, nunca a través del vacío (figura 11). Uno de los factores que van a producir diferentes velocidades de

propagación será la densidad del medio que es atravesado por el sonido. Debemos saber que el aire es uno de los peores transmisores de ultrasonido y es importante que tengamos cuidado con el contacto que tenemos entre el cabezal del ecógrafo y la piel (figura 12) (9,24).



*Figura 11: Sonido de una alarma.
Será necesario que se propague en un medio como el aire.
Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.*

Tejido	Velocidad (m/s)	Densidad (g/cm ²)
Aire 20°	334	0.0013
Grasa	1.470	0.97
Agua a 35° y 22°	1.493 y 1498	0.99
Músculo	1.568	1.04
Hueso	3.600	1.7

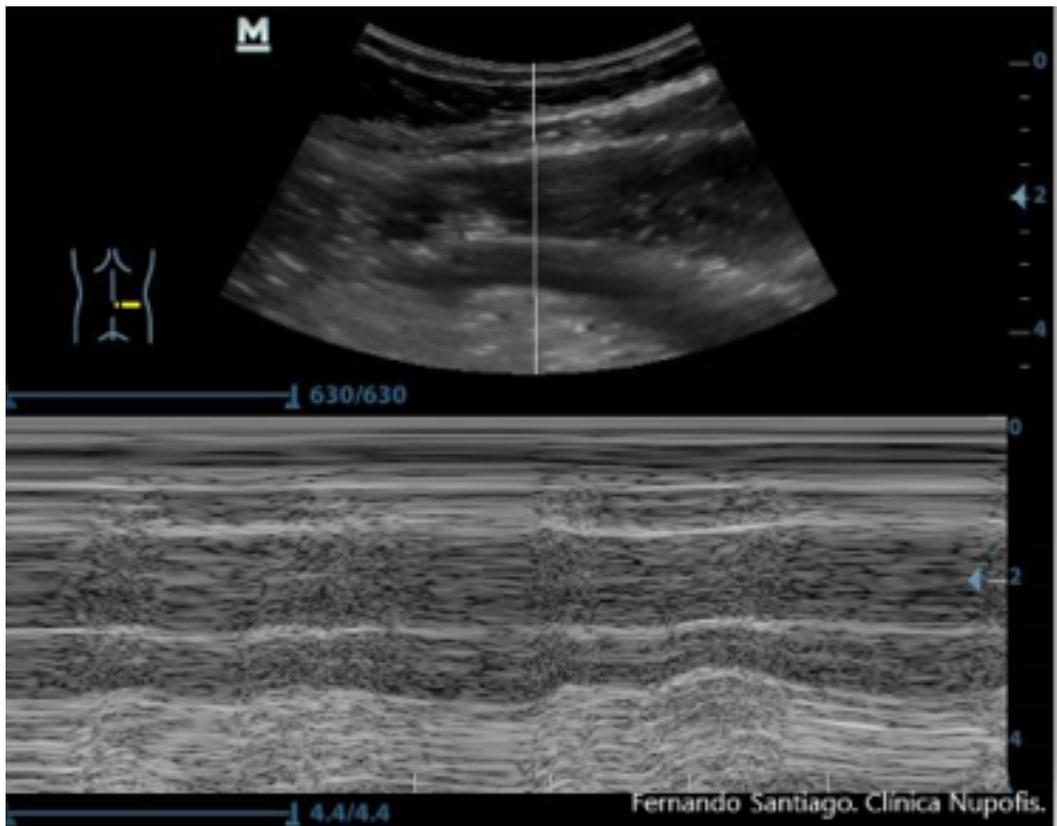
*Figura 12: Diferentes velocidades de propagación.
Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.*

Si seguimos con diferentes medios de propagación y sus velocidades, encontramos como la madera posee una velocidad de 3700 m/s, el hormigón de 4000 m/s, el acero de 6100 m/s y por último el aluminio, 6300 m/s. Todos ellos sustancialmente más rápidos que el tejido humano en general que será de unos 1450 m/s.

6.2.4 Modos de imagen ecográfica

En el modo A o amplitud, los ecos que son devueltos a la sonda se convierten en vectores de diferentes alturas, permitiendo diferenciar entre estructuras quísticas y sólidas. Actualmente no se utiliza.

En el modo M se utiliza para evaluar imágenes en movimiento, dando lugar a una representación gráfica del eco reflejado, siendo la amplitud el eje vertical y el tiempo y profundidad el eje horizontal. Se utiliza principalmente en ecografía RUSI (Rehabilitative ultrasound imagen).



*Figura 13: modo M. Contracción de la musculatura abdominal.
Imagen de archivo personal.*

El modo B, es la ecografía en tiempo real que desarrollan todos los equipos, obteniendo una imagen en dos dimensiones y estática, formándose un sumatorio de los ecos detectados en dos direcciones, axial y lateral. Estos ecos son procesados con una luminosidad concreta. La imagen que obtenemos en tiempo real, es una imagen en modo B dinámico ya que obtenemos varias imágenes por unidad de tiempo (segundo) (9).

6.2.5 Preset

En todos los ecógrafos disponemos de una función que posee combinación de parámetros prefijados por la casa comercial o por el mismo ecografista previamente, de esta manera encontraremos diferentes tipos de configuraciones de los parámetros en función de que zona queramos explorar (figura 14).

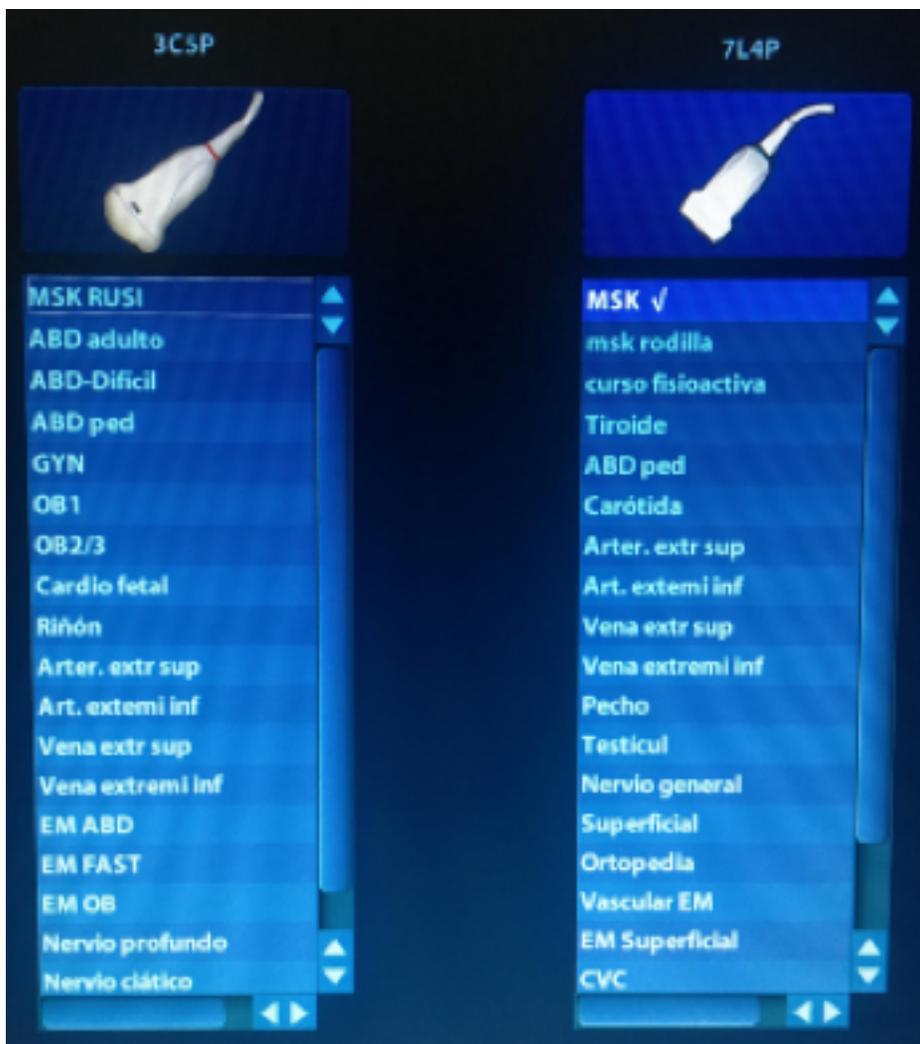


Figura 14: Preset. Fuente propia.

6.2.6 Marco histórico de los ultrasonidos

En 1794 son descubiertos los ultrasonidos por Lazzaro Spallanzani, biólogo italiano que en su estudio de los murciélagos se da cuenta de que estos emiten al volar, una onda sonora inaudible. Es uno de los primeros descubrimientos sobre la ultrasonografía que se conocen. Unos años más tarde, 1980, el parisino Pierre Curie junto a su hermano Jaques Curie, desarrollan los fundamentos del efecto piezoeléctrico, efecto que poseían algunos cristales, base física de la ecografía (12).

Gabriel Lippman, en 1881, descubre la reciprocidad del efecto piezoeléctrico (diferencia de voltaje). Pieza fundamental para la creación y rebote de ultrasonido y de su aplicación en ámbito sanitario. En el año 1826 se lleva a cabo la primera medida de la velocidad del sonido Jean-Daniel Colladon (cinturón sumergible). Más tarde, 1914, se crea el primer sónar para barcos que detectaba un iceberg situado a 2 millas de distancia. Existía una necesidad de este tipo de mejora tecnológicas para la navegación después de la catástrofe del hundimiento del Titanic (12).

En 1935 con los conflictos bélicos de la época se le da un uso en esta dirección y se fabrica el primer sistema radar en la 2ª Guerra Mundial por Robert Warson-Watt, físico británico.

En 1941 encontramos la primera utilización del ultrasonido en el diagnóstico por un médico, Karl Theodore Fusi6n. Desarroll6 lo que llam6: Hiperfonografia-Ventriculograma, de manera que era capaz de obtener im6genes ecogr6ficas de los ventr6culos del cerebro. Douglas Howry y Joseph Holmes, en 1951, desarrollan un Sistema de US por inmersi6n en tanque, con el que obten6an im6genes en dos dimensiones de las estructuras org6nicas. El inconveniente era que las personas ten6an que estar sumergidas en una ba6era. Esos autores fueron los precursores de los ec6grafos que tenemos hoy en d6a. En 1958 se publica el primer art6culo de ecograf6a musculoesquel6tica por K. T. Dussik "Measurements of articular tissue with ultrasound". En 1972, McDonald and Leopold publicaron el primer examen en modo B de una articulaci6n humana. Gomplex y Darrington, en el a6o 1981, publicaron una aspiraci6n articular ecoguiada (24).

En la d6cada de los 1990, se intensificaron los esfuerzos para mejorar los equipos consiguiendo una digitalizaci6n completa del proceso, y de esta forma, se consigui6 mostrar la imagen en un monitor.

La historia de la ecograf6a m6s reciente ha estado marcada por su evoluci6n exponencial, consiguiendo aparatos que son

capaces de ayudar al diagnóstico y exploración en diferentes, y cada vez más, disciplinas de la salud. En estas disciplinas, cada vez ha cogido más importancia la musculoesquelética, ya que estos avances han mejorado la visualización de regiones complejas como el tobillo o la muñeca que anteriormente era más difícil valorar (6,9,24,26).

6.3 Bases Teóricas

6.3.1 ¿Qué es el Ligamento de Spring?

El Ligamento de Spring (LS) o ligamento calcáneonavicular es un importante complejo ligamentoso situado en la zona más profunda y superior de la bóveda plantar, dando lugar a la estabilidad del mediopié y la contención del arco interno junto con estructuras secundarias como el TTP , fascia plantar, ligamentos profundos del pie y el ligamento deltoideo (27,28). Aunque su anatomía será analizada profundamente posteriormente, cabe señalar que es un ligamento que se origina en el sustentáculum tali (ST) y se inserta en el escafoides (18,29,30).

Muchos autores utilizan el termino Ligamento de Spring para referirse al soporte que da este complejo ligamentoso en forma de hamaca, compuesto por estructuras que van desde el talo al navicular, de la misma manera que lo hacen otras en el cuerpo (31,32).

Las lesiones del LS son muy comunes y están directamente relacionadas con la ruptura de este, generando un desplazamiento del astrágalo, flexión plantar y un pie valgo lo que conlleva a un PPAA (28). Debido a este tipo de lesiones, se puede requerir cirugía para solucionar esta situación, producto de traumatismos, problemas iatrogénicos u otros factores como lesiones degenerativas, tumores o infecciones (27). Estas cirugías requieren un conocimiento completo de la anatomía del complejo LS. Además, la reconstrucción del complejo LS conlleva a una mejoría del arco interno del pie que debe de ser ayudada con una correcta rehabilitación. En consecuencia, el conocimiento de sus puntos de referencia anatómicos, son esenciales para disminuir las complicaciones poscirugía (33,34).

Varios estudios han valorado el LS mediante ultrasonografía y calibre (35,36), pero ninguno de ellos anteriormente lo ha hecho midiendo la confiabilidad entre ambos instrumentos en pies cadavéricos. Por tanto, debido a esto, existe una relación demostrada entre las diferentes mediciones con ultrasonido encontradas en el LS, con las situaciones clínicas y otras modalidades de imagen (36,37), pero no existe un estudio de la confiabilidad entre los instrumentos de medición. Debido a la falta de estudios que lo demuestren, tenemos que desarrollar la medición absoluta del LS con el US y el calibre y ver si hay correlación y confiabilidad

entre ambas mediciones en pies cadavéricos de las dimensiones de ancho, longitud y grosor del LS para una mejor evaluación de esta estructura, así como para crear una referencia precisa para el abordaje con procedimientos guiados por US (38). Por otro lado es necesario demostrar la confiabilidad intra e interexaminador para determinar la precisión y la repetibilidad de estas mediciones dentro de un mismo observador y entre ambos observadores tanto de US como de calibre (39,40).

6.3.2 Anatomía del Ligamento de Spring

Está constituido por tres porciones o ligamentos: porción superomedial calcáneonavicular (SMCN), porción medioplantar oblicua (MPO) y la porción inferoplantar longitudinal (IPL)(19). Davis et al. describieron dos fascículos, el SMCN y el inferocalcáneonavicular ICN, siendo el SMCN dos veces más fuerte que el INC. Con una estructura más ancha y más espesa, con un origen en el ST del calcáneo y una inserción en la prominencia superior y medial del escafoides, manteniendo una forma cóncava. El TTP discurre por encima de él. El LS posee un fibrocartílago que articula con el astrágalo en su aspecto plantar y medial de la cabeza, siendo un elemento importante que le confiere además una función articular. (31). A continuación, vamos a describir cada una de sus porciones (figura 15):

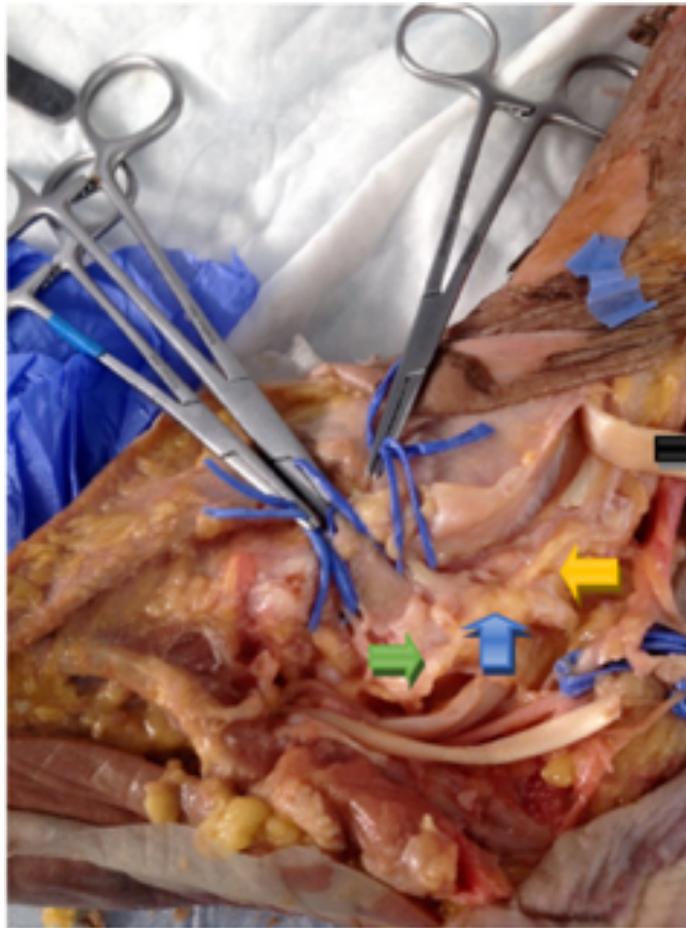


Figura 15: Disección anatómica en cadáver de las tres porciones del LS. Se observa porción medioplantar oblicua (azul), infero-plantar longitudinal (verde), supero medial (amarillo) y TTP (negro) seccionado. Fuente propia.

La porción Superomedial (SM) (figura 16) es la más larga y medial de las tres que configuran el LS (23). Su dirección es inferomedial desde la zona medial de sustentáculum tali hasta la zona superomedial del hueso navicular (36). Es triangular con forma de hamaca cuya superficie profunda está cubierta de fibrocartí-

lago(36), por esto, estas fibras también son llamadas complejo fibrocartilaginoso (20). Las fibras superficiales de esta porción se encuentran adheridas a la vaina tendinosa del Tendón de tibial posterior (TTP) en dirección vertical o medial (22).

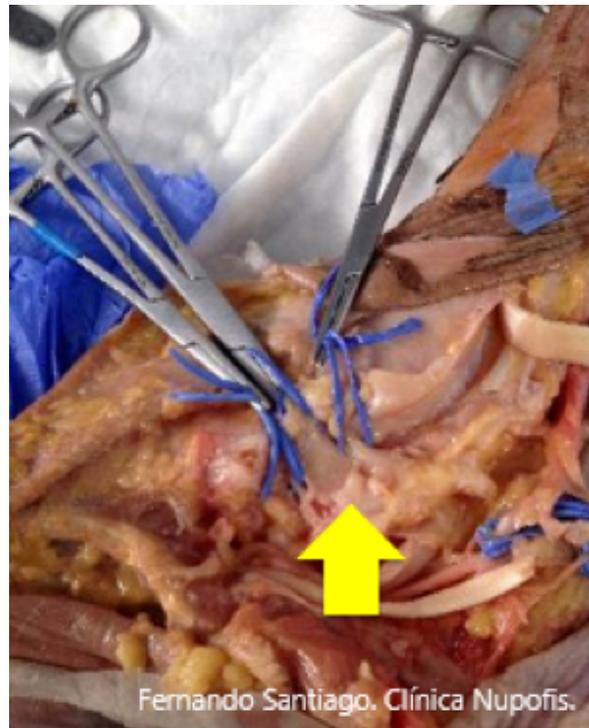


Figura 16: Visión desde medial de la Porción Superomedial del ligamento de Spring (LS) (Amarillo). Se origina desde sustentaculum tali del calcáneo y se inserta en zona supero medial de escafoides. Fuente Propia.

El segundo haz en cuestión, es el medioplantar oblicuo (MPO) (figura 17), este se dispone desde la fosa coronoidea del aspecto anterior del calcáneo, hasta el hueso navicular en su zona medio plantar. Es una banda con forma trapezoide que descansa sobre las láminas del SM e inferoplantar IPL (15,41).

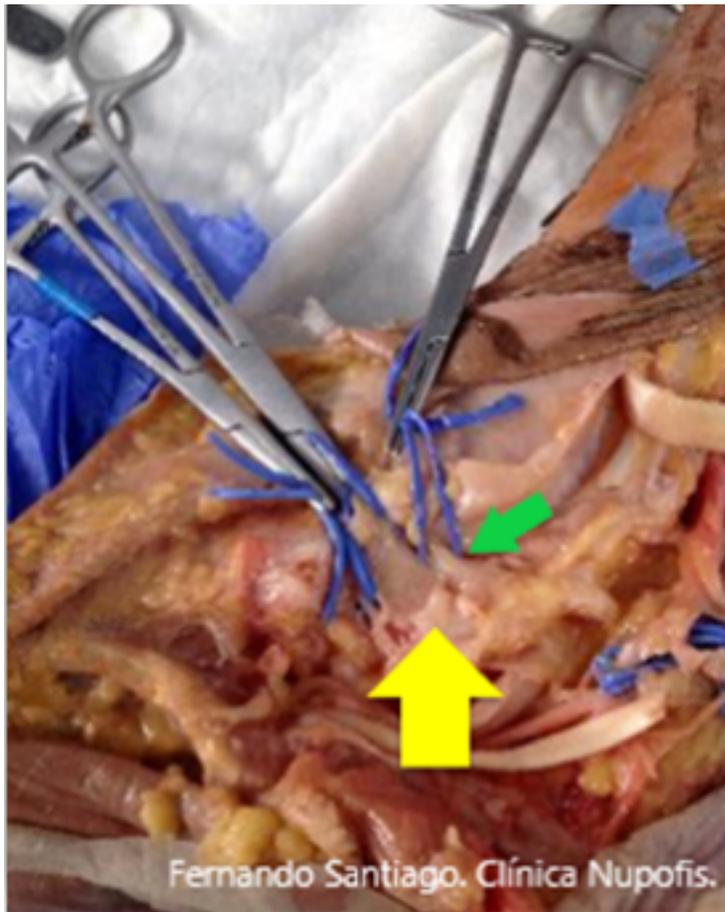


Figura 17: Porción Medioplantar oblicua del LS (verde). Se origina desde la parte medial del escafoides dirigiéndose hacia a la fosa coronoidea del calcáneo. Fuente Propia.

Por último, está la porción inferoplantar longitudinal (IPL) (figura 18 y 19), cuya forma es cuadrilátera siendo el ligamento más corto del complejo y encontrándose en una situación más lateral del LS. Comienza en la fosa coronoidea del calcáneo, justo por delante de la porción MPO (separado por una delgada línea) descende ligeramente oblicuo para insertarse en la parte inferior del hueso navicular (42).

Después de describir anatómicamente sus tres porciones, nos encontramos con una porción importante que desempeña principalmente labores de estabilización, siendo parte del ligamento deltoideo, este es el ligamento de Spring tibial o Ligamento Tibiospring. Se origina desde el maléolo medial y se fusiona inferiormente al margen superior de la banda SM, esta es una porción difícil de valorar en la cirugía (20).

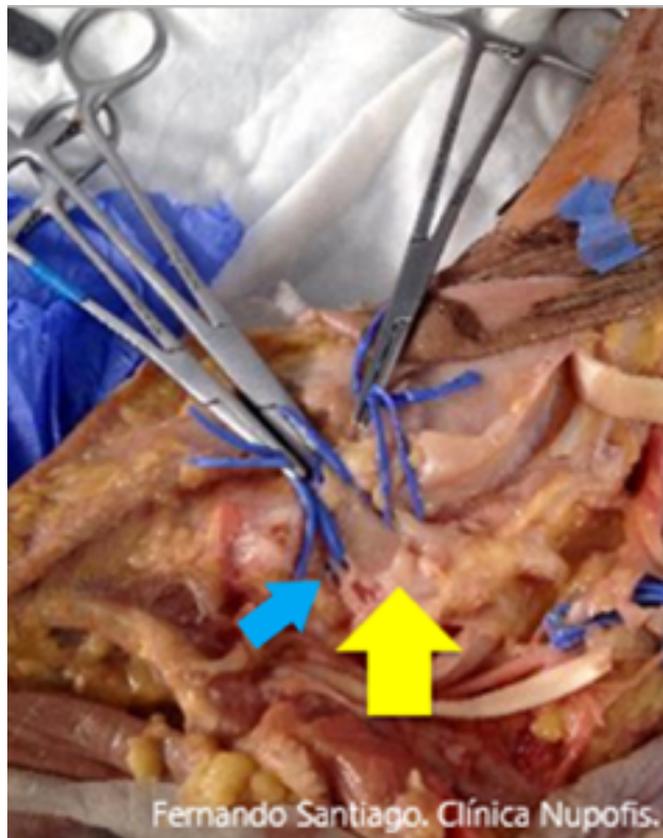


Figura 18: Porción inferoplantar longitudinal del LS (azul). Desde la zona plantar del escafoides hasta la fosa coronoidea del calcáneo. Fuente Propia.

El complejo del LS recibe vascularización de la rama plantar medial y calcánea (31)

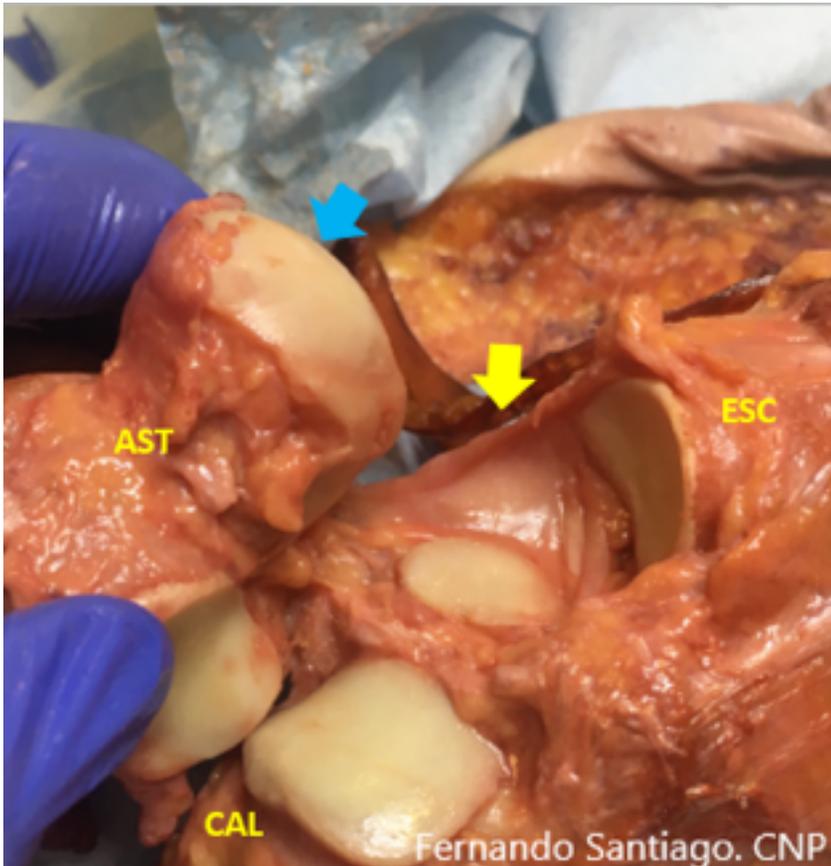


Figura 19: Vision interior del complejo LS, desarticulada la Coxa Pedis de su cavidad formada por el escafoides y calcáneo. Flecha azul: coxa pedis; Flecha amarilla: complejo ligamentoso de Spring; AST: astrágalo; CAL: calcáneo; ESC: escafoides. Fuente propia.

6.3.3 Función del Ligamento de Spring

El LS es uno de los más importantes contenedores del arco longitudinal interno (ALI) del pie, junto con el TTP y el ligamento deltoideo, configuran uno de los sistemas de contención dinámica y estática más potentes del cuerpo humano, ya que, entre las tres estructuras, confieren una garantía para que la bóveda plantar no descienda y cree pie plano adquirido en adulto (PPAA) (16). El ligamento calcáneo navicular inferior es el más importante para preservar la estabilidad de la articulación talonavicular (17).

El LS evita la subluxación del PPAA severo. Soporta la cabeza del astrágalo, se origina en el calcáneo y se inserta en el escafoides, como se ha descrito anteriormente, dando lugar a la conexión de la coxa pedis (20).

6.3.4 Patoanatomía del LS

Los elementos estabilizadores de tejido blando para el ALI son el LS, ligamento deltoideo, capsula articular medial, fascia plantar y ligamentos talocalcáneos. (30). Deland et al hizo un estudio donde valoró la insuficiencia del TP mediante resonancia magnética y vio que el LS y el ligamento talocalcáneo interóseo eran los que se lesionaban con mayor frecuencia (32) con un 74% de roturas en el LS.

Hubo varios estudios en cadáver que determinaron que la insuficiencia del TP en el PPAA no estaba sola, sino que iba acompañada de la lesión de distintos elementos estabilizadores como el LS (15,43).

El mayor estabilizador del ALI es el TTP, siendo el que se lesiona con mayor frecuencia, por tanto el que siempre tiene que ser corregido en la técnicas quirúrgicas (28,44,45).

Trifonidis et al, dedujeron que aunque el tibial posterior era la causa más frecuente de pie plano, también el LS tenía gran importancia en este problema biomecánico (35,46), aunque varios autores ponen en común que el ALI esta contenido por el efecto acumulativo de varias estructuras (47,48), añadiendo importancia al resto de estructuras blandas de soporte del ALI. Otros estudios demuestran que la fascia es un gran contenedor de ALI siendo aproximadamente el 25 % del peso del arco medio (49).

Reck et al, valoraron el peso que soporta la porción SMCN del LS, siendo este de un 10 % del peso total que soporta el ALI (47), por este motivo, y debido a la localización y orientación del LS, hace de él un importante elemento resistivo en la articulación talonavicular y un elemento crítico para la lesión del ALI y su posterior reconstrucción (27)

6.3.5 Lesiones del Ligamento de Spring

Las lesiones del LS son difícilmente diagnosticadas cuando ocurren solas sin la asociación de ninguna otra lesión de importancia como el TTP o ligamento deltoideo, debido a esto, la incidencia de estas lesiones aisladas no está muy definida (50). Como diagnóstico diferencial relacionado con esta lesión en el LS, se encuentran lesiones comunes como fracturas del tobillo medio, fracturas o dislocaciones de la articulación del tarso medio, desgarros del TTP, lesiones del ligamento deltoideo o desgarros de la fascia plantar(19). Existe una zona situada en el área central de la porción superomedial del LS, que se encuentra sin la misma vascularización que el resto y que puede ser más débil frente a rupturas de este ligamento (19). La porción distal del ligamento deltoideo que se inserta en la porción SMCN del LS es la que se lesiona más frecuentemente (19,32), coincidiendo con la porción anteriormente descrita.

Según Masaragian HJ et al. en 2013 crea una clasificación en tres grados de las diferentes lesiones que podemos encontrar en el LS, en primer lugar, nos encontramos con un grado I, como una lesión fibrilar en la inserción en el navicular o en el ST, donde el ligamento no parece estar laxo (figura 20). Como grado II, definimos ligamento evidentemente laxo que aparece estirado, con (rotura parcial) o sin rasgones visibles en la mitad del cuerpo del ligamento o en la inserción. En el caso del grado III, la ruptura es completa del ligamento.

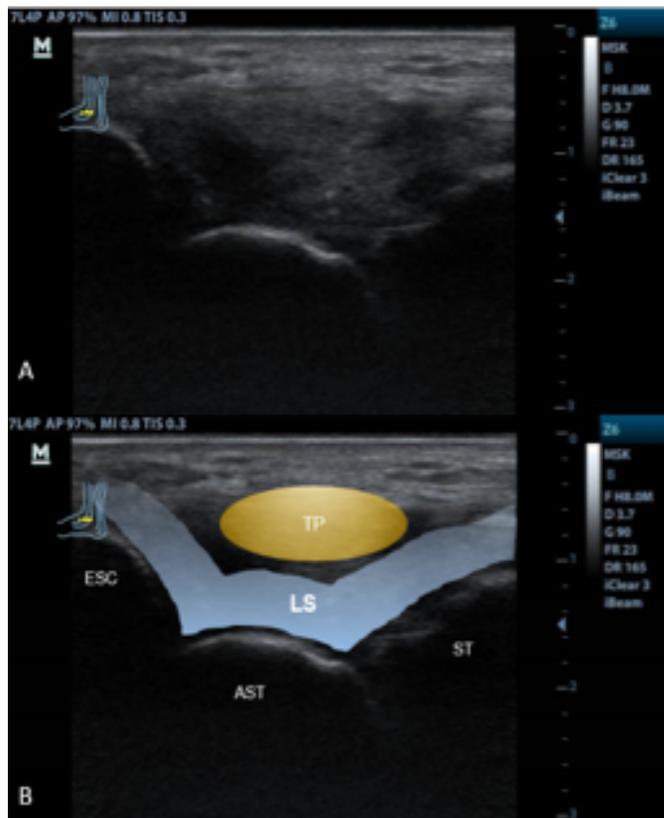


Figura 20: Ecografía un LS en un pie plano grado I. a) Ecografía del LS en eje longitudinal. b) esquema de la ecografía del LS en eje longitudinal; ESC: escafoides; AST: astrágalo; ST: sustentáculum tali; TP: Tibial posterior; LS: ligamento de spring. c) fotografía del pie plano grado I ecografiado. Fuente propia.

6.3.6 Procedimientos quirúrgicos

Steginsky et al. concluyeron en sus estudios que la reconstrucción del LS disminuye la subluxación de la articulación talonavicular, además que estaría indicada en la disfunción PPAA de estadio II, con síntomas como la subluxación peritalar y rigidez, no existiendo consenso sobre la mejor técnica de reconstrucción (27).

Autores como Johnson and Storm describieron un sistema de estadificación para la guía del tratamiento mediante cirugía del tendón del TP, en el que se manejaban técnicas de osteotomía y transferencias tendinosas, y las cuales estaban indicadas principalmente para pie plano flexible (51). Cuando el ALI aumentaba la deformidad se producía un pie plano rígido y son más necesarias las osteotomías (27). La cirugía del estadio II del pie plano es uno de las más controvertidas decisiones entre los cirujanos ortopédicos del pie y tobillo (27).

En 2002, Hiller and Pinney (52), realizaron encuestas a 128 cirujanos ortopédicos del tobillo y pie, intentando descubrir cuál de todas las técnicas quirúrgicas era la más adecuada para la disfunción del TP en el pie adulto. Este grupo de cirujanos conclu-

yeron en un 53% que la reconstrucción del LS era necesaria para mejorar el pie plano. Esto es corroborado con otros estudios hechos en cadáver que demuestran la importancia de la reconstrucción de este ligamento para conseguir mejores resultados (53,54). Deland recomienda la cirugía de reconstrucción del LS cuando existe deformidad significativa (55)

6.3.7 Métodos Diagnósticos

En la actualidad, es muy aconsejable apoyarnos en métodos diagnósticos eficaces y contrastados para diagnosticar con la mayor precisión posible las lesiones en el LS. Son muchos los estudios que avalan la utilización de la ecografía para la visualización del ligamento, y como segunda opción, para aquellas lesiones que no sean 100% visibles, podemos apoyarnos en la RMN como método diagnóstico más preciso (32).

- Ecografía

En ecografía podemos visualizar estructuras superficiales, como es el LS, y aunque no es concluyente en lesiones profundas, sí que lo puede ser en estructuras como el LS (56). En el tobillo encontramos los ligamentos como estructuras fibrilares de colágeno que se comportan de la misma manera que lo hacen los ligamentos del resto del cuerpo (13,37). Normalmente los trans-

ductores que se utilizan para la exploración ecográfica de estas fibras ligamentosas son lineales, con una emisión de alta frecuencia entre 10-12 MHz, que permiten visualizar con mayor nitidez estructuras más superficiales de entre 2 y 3 cm de profundidad (36).

Es importante que tengamos presente las diferentes profundidades que podemos obtener en función de la frecuencia que utilicemos, por eso nos encontraremos con estructuras a niveles profundos de unos 10 cm si utilizamos frecuencias bajas de 5 MHz, y estructuras superficiales de 3-2 cm si utilizamos frecuencias altas de entre 10-15 MHz. A su vez, la aplicación de gel de ecografía será buena para mejorar la superficie de contacto del transductor, aunque no mejorará la calidad de la imagen (20).

Para una buena exploración, es muy importante que el transductor lo coloquemos totalmente perpendicular a las fibras ligamentosas que queramos visualizar, ya que puede provocar anisotropía en caso de no colocarlo en correcta posición (25). La anisotropía es una propiedad característica de los tendones y ligamentos, se produce si el haz de ultrasonido no incide de forma totalmente perpendicular al ligamento, dando lugar a zonas anecoicas irreales, esto nos puede dar lugar a confusión con roturas

o tendinopatías erróneas (9). Estudios en US, demuestran que la anisotropía controlada puede proporcionarnos un buen diagnóstico tendinoso o ligamentoso (57). Buscaremos referencias óseas para situar el ligamento entre ellas ubicándolo de manera más fácil en un eje largo del mismo, quedando el eje corto específicamente para hallazgos lesionales (13).

Así mismo será de gran utilidad el realizar maniobras dinámicas que tensen los ligamentos, de manera que sean más visibles al ojo del examinador a través del ecógrafo. Nos encontraremos con un ligamento visiblemente más engrosado (6,1 mm, siendo 3,6 mm la normalidad) en aquellas lesiones de leves a moderadas (grado 1 y 2). Una de las características más comunes será la imagen irregular del ligamento y la neovascularización formada (36) así como calcificaciones que sugieren anomalías crónicas o degenerativas. Las frecuencias a las que vamos a tener que trabajar van a ser frecuencia media-alta que nos dé suficiente profundidad 8-12 MHz (22).

- Exploración de estructuras de la cara medial del pie:

Se explorarán todas las estructuras que aparecen en la cara medial del pie: ligamento deltoideo, tendones flexores, tibial pos-

terior, paquete vasculonervioso tibial posterior. En este grupo se encuentra el LS (25).

Para la cara medial del pie, colocaremos al paciente de la misma manera que lo hacíamos para la cara medial del tobillo, en posición de rana para exponer la cara medial del tobillo y pie hacia arriba, con rotación externa de cadera, flexión de rodilla y lado externo del pie apoyado. El explorador se colocará sentado cerca de la zona a explorar (25).

Para empezar a valorar el LS, es importante que no olvidemos nuestra condición de podólogos y utilicemos nuestra capacidad de palpación. De esta manera será más fácil encontrar el ST del calcáneo, como una prominencia que se localizará en la cara medial del calcáneo, a unos 1-1.5 cm por debajo del maléolo interno (25).

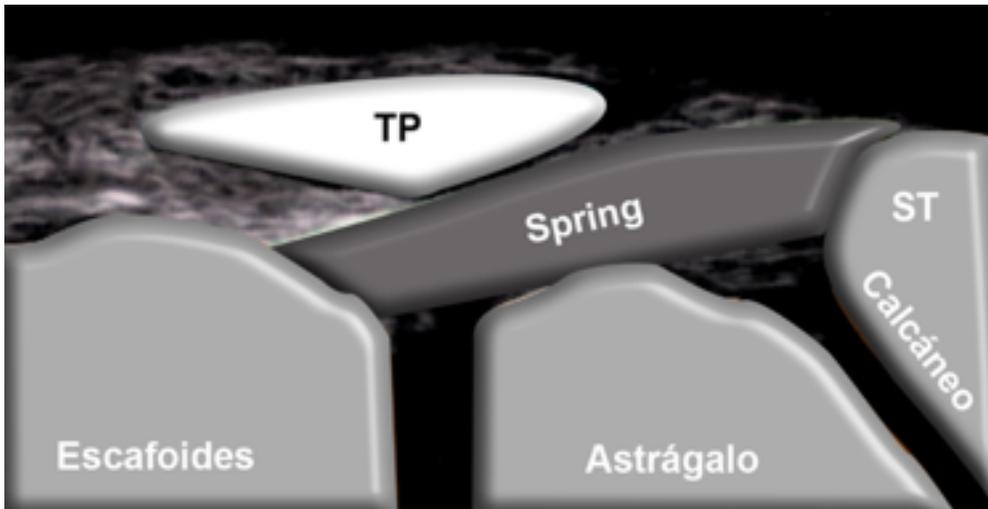
Una vez lo localicemos mediante la palpación o mediante la ecografía (dejaremos ver la sonda hacia inferior desde el maléolo interno), veremos este como una prominencia ósea con sombra acústica posterior muy superficial. Desplazaremos la sonda en un eje paralelo a la planta del pie y hacia caudal, de manera que ve-

remos el ST en un extremo (proximal) de la sonda, esto proporcionará una visualización del margen medial del escafoides como otra prominencia ósea en el extremo distal de la sonda, quedando en profundidad una tercera superficie ósea que será el astrágalo (22,25).

Una vez localizadas estas tres estructuras óseas, podremos ver justo en medio y en profundidad, una estructura con un patrón fibrilar, principalmente en la zona que se encuentra en la superficie astragalina, y con cierta anisotropía en sus extremos (ST y escafoides), esta estructura es el LS (figura 21 y 22) (22,25). Es característica su forma en hamaca, desde el ST y el navicular. Justo por encima encontraremos el corte oblicuo del TTP. Es importante que recordemos la relación que tiene el LS con el mantenimiento de la bóveda plantar; representa una estructura de extrema relevancia en las lesiones en las que disminuye la altura del ALI (58).



*Figura 21: Ecografía en eje longitudinal del LS.
Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.*



*Figura 22: Esquema ecografía LS.
Con permiso de Tech Universidad Tecnológica.*

Resonancia Magnética Nuclear

El método diagnóstico elegido para la exploración del LS es la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), es la herramienta con la que encontramos más detalles y obtenemos mejor visualización de dicho ligamento, aun así, sus elevados costes y la inaccesibilidad en clínica a estos aparatos, hacen que sea difícil de realizar de manera sistemática, por eso el planteamiento del ecógrafo como vía diagnóstica en este tipo de ligamentos, es algo que poco a poco está cogiendo más importancia dándonos resultados muy competitivos en tiempos reducidos, y sin ningún tipo de radiación electromagnética para el paciente (21,59).

6.3.8 ¿Qué es el Pie Plano Adquirido del Adulto?

La deformidad de pie PPAA se caracteriza por el descenso y colapso del ALI con un fallo en las estructuras de contención de mediopié y retropié (con pie en carga) (figura 23 y 24) (60) y defecto en una marcha propulsiva (33). Se asocia al desplazamiento del astrágalo sobre el calcáneo en dirección hacia abajo, anterior y medial. En ocasiones el antepié se supina elevando el primer radio, disponiendo el primer dedo en flexión para alcanzar el suelo. El desplazamiento del astrágalo empuja primeramente al escafoides y después a toda la columna interna del pie. Puede producirse un movimiento helicoidal ya que el retropié se proná

y el antepié se supina (56). Aunque el PPAA tiene como posibles causas enfermedades artríticas, de desarrollo, neuromusculares y traumáticas (61,62) la etiología más común es la disfunción del TTP. Es esta lesión del TTP la que reúne más afecciones, siendo la ruptura, la deformidad y la artritis secundaria las secuelas más graves. Se ha estimado que esta lesión está presente en más de 5 millones de personas en los Estados Unidos (63) Como ya hemos nombrado anteriormente el LS, junto con el TTP, es uno de los mayores estabilizadores del ALI, debido a esto, su lesión proporciona también el PPAA, aunque existe menos bibliografía acerca de este hecho (20). Aun así, hay estudios que demuestran que una asociación de la lesión de las tres estructuras más importantes, LS, TTP y ligamento Deltoideo, suele ser la causa más frecuente de aparición de PPAA (64).



Figura 23: Pie plano izquierdo. PPAA. Se puede observar como el ALI descende por falta de contención de las estructuras del mediopié y retro-pié. Fuente Propia.

Diferentes test nos van a ayudar a dar una clasificación al pie plano (Mecanismo de Windlass, Doble and Single heel rise test, Too many toes, Navicular Drop), que, aunque principalmente van asociados a valorar la integridad del TTP, en un porcentaje alto de los casos va a estar asociado a la disfunción también del LS (65).

Podemos encontrarnos con cuatro tipos de pie plano (19): Primera etapa o etapa en la que podemos ver inflamación procedente de un TTP irritado, aunque funcional incluso en muchos casos puede llegar a una segunda etapa en la que vemos un cambio en la alineación del pie al estar en bipedestación (Too many toes). El pie se puede movilizar y volver a una posición “correcta” con la ayuda del examinador. En la siguiente etapa, segunda, se añade la incapacidad para elevar el retropié con apoyo unipodal (doble and single heel rise test). La artritis la podemos encontrar en la tercera etapa, donde se aumenta la deformidad de pie plano y esta se endurece. Causa desgaste, irritación y dolor en las articulaciones afectadas e incapacidad para colocar el pie en una posición neutra. Y por último en la cuarta etapa, la rigidez y/o artritis aumenta y se extiende hasta la articulación tibioperoneoastragalina. Va asociado a inestabilidad.

En función de las imágenes en RMN que obtengamos, podemos encontrar una clasificación en cuatro estadios de la lesión según Mengiardi B. et al (19). En un estadio I de PPAA la clínica corresponde a la zona medial con una debilidad leve, en RMN, en el TTP encontramos tenosinovitis, tendón normal o tendinopatía leve, la porción superomedial del LS está intacta, el ligamento medial intacto y no presenta lesiones asociadas. En un estadio II el pie plano valgo es flexible y en RMN veremos tenosinovitis o tendinopatía severa, la porción superomedial del LS se encontrará lesionado y el ligamento deltoideo intacto, como lesiones asociadas tenemos el síndrome del seno del tarso y fascitis plantar. En un estadio III de la lesión encontramos la posibilidad de que el pie plano valgo sea flexible o rígido, con resonancia de un TTP con signos de imagen severos de tendinopatía o tenosinovitis, alteración de la porción superomedial del LS, un ligamento medial afectado en su porción tibial y con las lesiones asociadas del estadio II más impingement lateral y osteoartritis subtalar. Para terminar, Mengiardi et al. (19) describen un estadio IV de PPAA donde se asocian las características del estadio III más un valgo de la ATPA. En RMN encontramos TTP con tenosinovitis y tendinopatía severa y grave, la porción superomedial del LS está patológica, y el ligamento medial con lesión crónica de sus dos capas, superficial y profunda. Las lesiones asociadas son las mismas que en el estadio III (19)

La mayor parte de los estudios epidemiológicos están hechos en Estados Unidos, donde han obtenido datos de entorno a los 5 millones de personas con PPAA (66). A nivel mundial podemos ver que la mayoría de los niños desarrollan un pie plano infantil fisiológico que termina mejorando sin necesidad de tratamientos previos y un 15% de la población adulta tiene un pie plano (64).



*Figura 24: Valgo retropié izquierdo.
Se observa como el retropié se desvía a medial.
Fuente Propia.*

7.Hipótesis

7.1 Pregunta de investigación:

¿Existirá fiabilidad y correlación entre las mediciones con ecografía y calibre intra e interobservador de la estructura anatómica del LS en cadáver?

7.2 La hipótesis que se plantea es:

“Las mediciones realizadas con ultrasonografía y con calibre de longitud, ancho y grosor del Ligamento de Spring en pies cadavéricos son fiables, reproducibles y se correlacionan intra e interobservador”

Hipótesis Nula

“Las mediciones realizadas con ultrasonografía y con calibre de longitud, ancho y grosor del Ligamento de Spring en pies cadavéricos no son fiables, ni reproducibles y no se correlacionan intra e interobservador”

Hipótesis alternativa

“Los hallazgos ecográficos en la exploración del Ligamento de Spring son válidos para un diagnóstico morfológico adecuado del mismo”.

7.3 Variable Dependiente

7.3.1 Definición conceptual de la variable

- Variables dependientes: Todas las mediciones se realizarán sobre la porción supero medial:
 - o Longitud ecográfica del LS: variable cuantitativa continua, unidad medida en centímetros (cm), medida desde el origen (en el calcáneo, ST) a la inserción (porción supero medial del escafoides)
 - o Ancho ecográfico del LS: variable cuantitativa continua, unidad de medida en cm, distancia medida desde el punto más superior o craneal al más inferior o caudal de las fibras ligamentosas del LS.
 - o Grosor / espesor ecográfico del LS: variable cuantitativa continua, unidad de medida en cm, es la distancia entre la zona más superficial del ligamento hasta la zona más profunda o interna que se encuentra descansando sobre el astrágalo.

7.3.2 Definición operacional de la variable

- o Longitud ecográfica del LS porción superomedial (SM): medida en la imagen ecográfica y con el calibre del LS desde el origen (en el calcáneo ST) a la inserción (en el escafoides) (22).

- o Ancho ecográfico del LS porción SM: medida ecográfica y posteriormente con el calibre del LS en su ancho, desde su comienzo, visualmente engrosamiento de la porción tibiospring del ligamento Deltoideo, hasta lugar de disminución del grosor del LS. Esta medición es más compleja puesto que no existen referencias anatómicas claras en las que apoyarnos en la ecografía (67).

- o Espesor ecográfico del LS porción SM: una vez obtenida la imagen ecográfica, medición con el calibre del grosor del ligamento, de superficial a profundo (37).

8. El problema de investigación y objetivos

8.1. Justificación del estudio

a. Necesidad de protocolarizar la exploración ecográfica del LS en nuestros pacientes

- La finalidad del estudio presente es valorar las diferencias ecográficas encontradas en los LS, para poder ofrecer una vía de diagnóstico ecográfico en la exploración de dicho ligamento.

b. Relación del LS y PPAA

- Como se ha comentado anteriormente el LS es uno de los elementos de contención del ALI, debido a su disposición y características, por tanto, va a ser un elemento importante a tener en cuenta para el diagnóstico preciso del PPAA. (15,32,42)

8.2 Objetivos de la investigación

8.2.1 Objetivo principal:

Demostrar que las mediciones realizadas con US del LS de longitud, ancho y grosor son fiables, reproducibles y se correlacionan con la medición del mismo mediante calibre tras su disección anatómica.

8.2.2 Objetivos específicos:

1. Determinar si la longitud, espesor y ancho del LS medido mediante ecografía es fiable y reproducible

2. Determinar si la longitud, espesor y ancho del LS medido mediante calibre es fiable y reproducible

3. Determinar si hay correlación en las mediciones de la longitud, espesor y ancho del LS medidas con ecografía y calibre.

9. Diseño, Material y Método

9.1 Diseño de estudio

Se hizo un estudio para valorar la confiabilidad intra e interobservador entre las medidas de US y calibre de la longitud, ancho y espesor del LS en pies cadavéricos en intra e intersesión. Para su realización se siguieron los criterios de la lista de elementos esenciales para realizar estudios de precisión diagnóstica (The Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies STARD 2015) (68).

9.2 Aspectos éticos y legales

Comité de ética

La aprobación para el estudio se solicitó al Comité de Ética de investigación local de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC), en la ciudad de Móstoles provincia de Madrid (España) con el código de expediente interno de 0801201800618.

Además, no existen en él factores físicos que pudiesen perjudicar a los sujetos y se preservaron los estándares éticos de experimentación en seres humanos de la Declaración de Helsinki (Asamblea Médica Mundial), del Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y de la biomedicina, en la Declaración Universal de la Unesco sobre el genoma humano y los de-

rechos humanos y de los organismos nacionales o institucionales apropiados, por lo que se trata de un estudio seguro y fiable.

El consentimiento para este estudio se obtuvo previamente en el departamento de anatomía correspondiente.

Los pies cadavéricos se solicitaron a la empresa Scientific Anatomy Center, S.L. (Avd. Benjamín Franklin, 12- Módulo 16, Parque Tecnológico, 46980 Paterna- Valencia- España).

9.3 Ámbito de Estudio

Las piezas anatómicas adquiridas del centro de donación de cuerpos proceden de todo el territorio español, sin predilección por ninguna zona concreta. El objetivo de la adquisición de dichos cuerpos es únicamente para el desarrollo de nuestro estudio sobre la medición de las dimensiones del LS mediante ecografía.

9.4 Tipo y nivel de investigación

Estudio analítico de concordancia.

9.5 Periodo de estudio

Entre octubre de 2018 a junio 2019, realizamos el estudio.

9.6 Estudio en el cadáver

En nuestro protocolo de investigación se utilizaron 62 pies desarticulados de rodillas de cadáveres de personas mayores, 36 hombres y 26 mujeres, sin presencia de ningún tipo de trauma (38). La edad media fue de $76,46 \pm 6,46$ años; rango 66 a 89. Los cadáveres de cuerpos humanos fueron incluidos de 31 pies derechos y 31 pies izquierdos. Estos cadáveres fueron embalsamados mediante perfusión con una mezcla de etanol, metanol, glicerol, formaldehido y fenol inyectado a través de la arteria femoral, mantenidos a -10° C, taponados por algodón y envueltos en plástico hasta el lugar de estudio (37,69).

9.7 Población y muestra

Calculo del tamaño de la muestra

El número mínimo de especímenes necesarios se calculó Mediante el test de correlación de Pearson $r= 0.4$ y un IC del 95% con un error $\alpha= 5\%$ y un error $\beta= 20\%$ con un poder estadístico del 80%, obtenemos un tamaño muestral de 36 especímenes utilizando la aproximación de Bonett (70).

9.8 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Método de recogida de datos

Técnica Ecográfica

Todas las ecografías se realizaron en tiempo real utilizando un ecógrafo Mindray Z6 con alta resolución, armónicos, imagen compuesta Shenzhen (MindrayBioMedicalElectronicsCo. Korea,<http://www.mindray.com/es/Index.html>) y un transductor lineal con un rango de frecuencias de 5-10 MHz, penetración de 0-4 cm (figura 24).

Para la adquisición de la imagen del LS vamos a utilizar una sonda lineal (figura 25) tipo L4-P con una frecuencia de entre 5-10MHz, preferiblemente a unos 10 MHz, donde la profundidad

es suficiente para alcanzar una imagen que se encuentra a unos 2-3 cm y la calidad de la imagen es válida para detectar anomalías en la estructura de ligamento (67) .

Todos los pies cadavéricos fueron ecografiados por dos ecografistas especialistas en ecografía musculoesquelética con 5 años de experiencia en España (FSN/ICH) (71).



*Figura 25: Tipo de sonda lineal para valoración del LS.
Fuente propia.*

El resto de parámetros como rango dinámico, ganancia, que aumenta la claridad de la imagen; foco que centra la máxima calidad de la imagen en un punto concreto de la pantalla: (figura 26), profundidad, etc. serán elegidos por parte del examinador en función de sus preferencias o gustos a la hora de visualizar la imagen, teniendo especial cuidado con la anisotropía que generan estructuras como el LS debido a su ubicación, pero esto es compensado con la experiencia de los examinadores (22,37).



Figura 26: Ejemplo de botonería en ecógrafo portátil. Fuente Propia. Amarillo: Teclado, Rojo: potenciómetros, ganancia individual. Naranja: foco, morado claro: profundidad, Morado: freeze, Azul: guardado de imagen, Rojo oscuro: modo de imagen b, m., Verde: Ganancia total, Rosa: ratón, Mostaza: pictogramas y nomenclatura. Fuente Propia

La pieza cadavérica se posicionará de manera que simule la posición de la exploración del LS en un sujeto sano (figura 27 y 28), conocida como posición de rana, exponiendo la cara medial del pie hacia el techo (figura 27) (72).



Figura 27: Izquierda Posición de la pieza cadavérica para exploración cara medial del pie y derecha posición de exploración para cara medial del pie (posición de rana). Fuente Propia.

El LS lo veremos como una imagen gris, con patrón ecogénico ligeramente hiperecoico, con una zona central más hipoeocogénica, típico patrón ligamentoso, en forma de hamaca, obtenida cuando ubicamos el transductor en una dirección hacia superior,

medial y lateral en la cara interna del tobillo localizando como referencia anatómica el escafoides y el ST del calcáneo (figuras 28, 29, 30, 31 y 32), justo por debajo del ligamento deltoideo y el TTP (67). Además, como referencias tomaremos las anteriormente citadas, el ST del calcáneo y dirigimos la sonda en dirección de la porción superomedial del escafoides. Este ligamento lo diferenciaremos de las estructuras vecinas como el TTP, cabeza del astrágalo, etc. por la grasa que lo rodea, ya que este, consigue una imagen más hiperecogénica (22,67).



Figura 28: Izquierda posición de la sonda para exploración del LS en su eje longitudinal en cadáver y derecha en sujeto sano con posición de rana.

Fuente Propia.

El ligamento tenía una ecoestructura diferenciada de la grasa que le rodea con un patrón fibrilar hiperecogénico. En casos donde el hueso escafoides no era fácilmente diferenciado, se tenía que reposicionar levemente el transductor a nivel distal para visualizarlo (67).

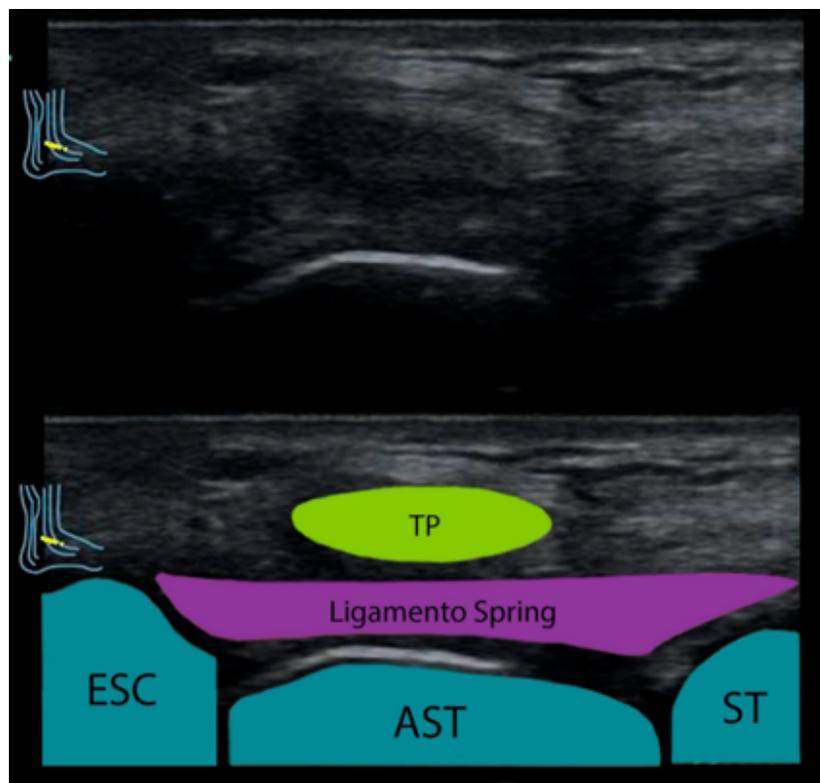


Figura 29: Esquema de la ecografía del LS corte longitudinal. ecografía LS (morado) en corte longitudinal. ESC: escafoides, AST: Astrágalo, ST: Sustentáculum tali, TP: Tibial Posterior. Fuente propia.



Figura 30: Palpación previa a la ecografía para localizar los puntos de referencia. Fuente Propia.



Figura 31: Fotografía puntos de referencia para la medición del LS. punto rojo ESC: escafoides, punto amarillo ST: sustentáculum tali.

Fuente Propia.



Figura 32: Fotografía cortes ecográficos para la medición del LS. verde: corte longitudinal, rojo: corte transversal. Fuente Propia.

Posteriormente se procedió a la localización del corte transversal del LS mediante el giro de 90° de la sonda sobre el eje longitudinal previamente obtenido (figura 33).

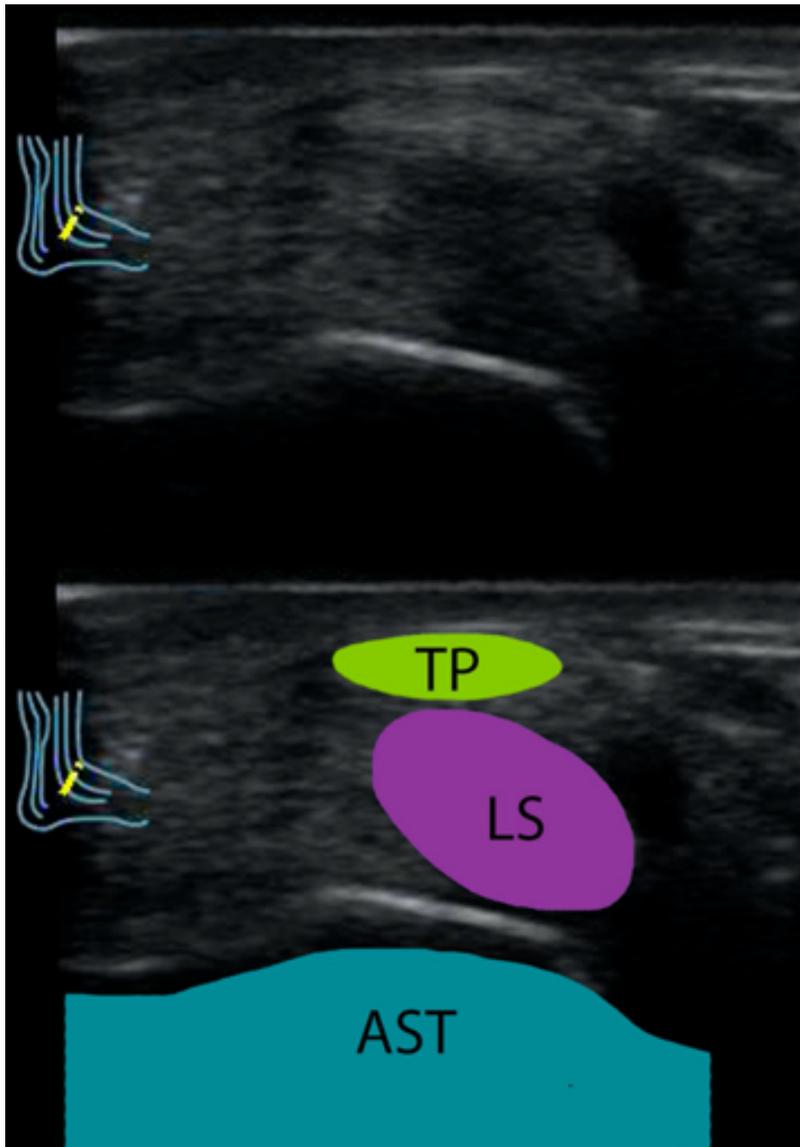


Figura 33: Esquema de la ecografía del ligamento de spring corte transversal. ecografía LS (morado) en corte transversal. AST: Astrágalo, TP: Tibial Posterior.

Fuente propia.

Por lo tanto, en este estudio, el LS se midió mediante ultrasonido, y los valores ecográficos obtenidos se correlacionaron con los de un examen macroscópico-anatómico.

Para valorar el grosor, longitud, y ancho ecográfico utilizaremos el medidor incluido el ecógrafo en milímetros (mm). Estas mediciones serán apuntadas en la hoja de datos del paciente, ya transformados a cm. Las imágenes serán tratadas según protocolo de centro por los podólogos con experiencia ecográfica de más de 5 años y valoradas minuciosamente para dar los resultados pertinentes (figura 34) (67).



Figura 34: Posición de la sonda para la medición de la longitud del LS.

Fuente Propia.

La porción que mejor veremos en ecografía es la más superficial de todas, la porción SM (figura 35), será esta en la que enfoquemos nuestros esfuerzos para sacar conclusiones sobre en qué situación se encuentra el complejo ligamentoso, además de que esta es la que antes se lesiona cuando se somete a esfuerzos importantes como puede ser la hiperpronación dinámica o el PPAA (72) junto con la porción distal del ligamento deltoideo que se inserta en la porción SMCN (ligamento tibiospring) (19,32).

Como rangos de medición del LS porción SM, seguiremos los patrones dados por Vishwas Patil, M.D. et al en su estudio donde disecciona 30 pies cadavéricos sanos y mide la longitud, grosor y ancho de las tres porciones del LS.



Figura 35: Ecografía del LS. Flechas rojas indica el borde más superficial del ligamento. Fuente propia

Las ecografías se realizaron sobre la localización esperada del LS, siguiendo sus dos puntos de inserción y sobre la línea trazada entre el ST hasta el aspecto superomedial del hueso escafoides (figura 36) (67).

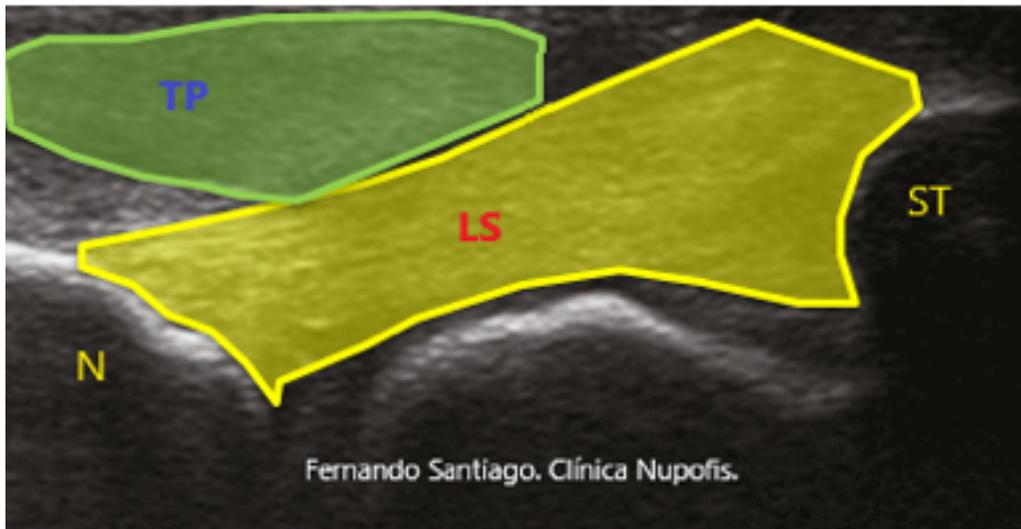


Figura 36: Ecografía con esquema de disposición del LS desde el sustentáculum tali ST al escafoides N, con tibial posterior por encima TP. Por debajo del LS está el astrágalo.

Fuente propia.

Los datos que se obtuvieron de estas ecografías fueron las dimensiones de espesor, largo y ancho del LS en cm.

1. Espesor: distancia entre el borde medial del astrágalo y el comienzo de la imagen hiperecogénica fibrilar del LS, justo en la diferenciación con el TTP (figura 37) (22).

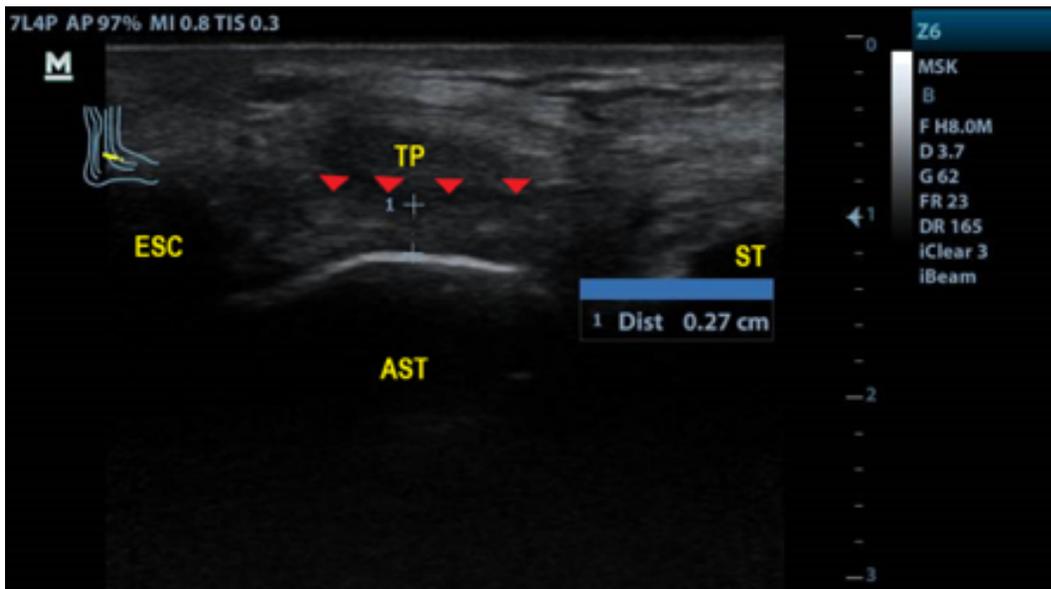


Figura 37: Medición ecográfica del espesor del LS en eje longitudinal. ESC: escafoides, AST: Astrágalo, ST: Sustentáculum tali, TP: Tibial Posterior, flechas rojas indican cara superficial del LS. Fuente Propia.

2. Largo o longitud: distancia entre origen e inserción, desde el ST del calcáneo hasta el aspecto superomedial del escafoides (figura 38) (22,67).

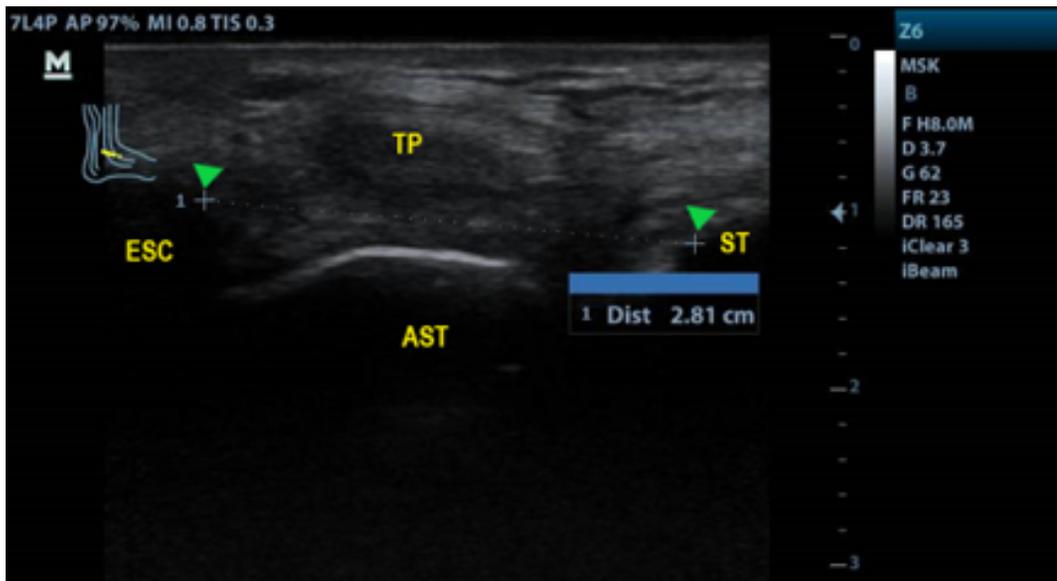


Figura 38: Medición ecográfica de la longitud LS en eje longitudinal. ESC: escafoides, AST: Astrágalo, ST: Sustentáculum tali, TP: Tibial Posterior, flechas verdes indican puntos de medición desde la cortical ósea del escafoides al ST.

Fuente Propia.

3. Ancho: medida desde un borde a otro del ligamento, con la sonda en eje transversal al ligamento. Haremos una línea desde ST a escafoides y buscaremos poner la sonda en dirección transversal a esta línea, justo a 90° (figura 39). Como referencia se puede utilizar la terminación del ligamento tibiospring (37).

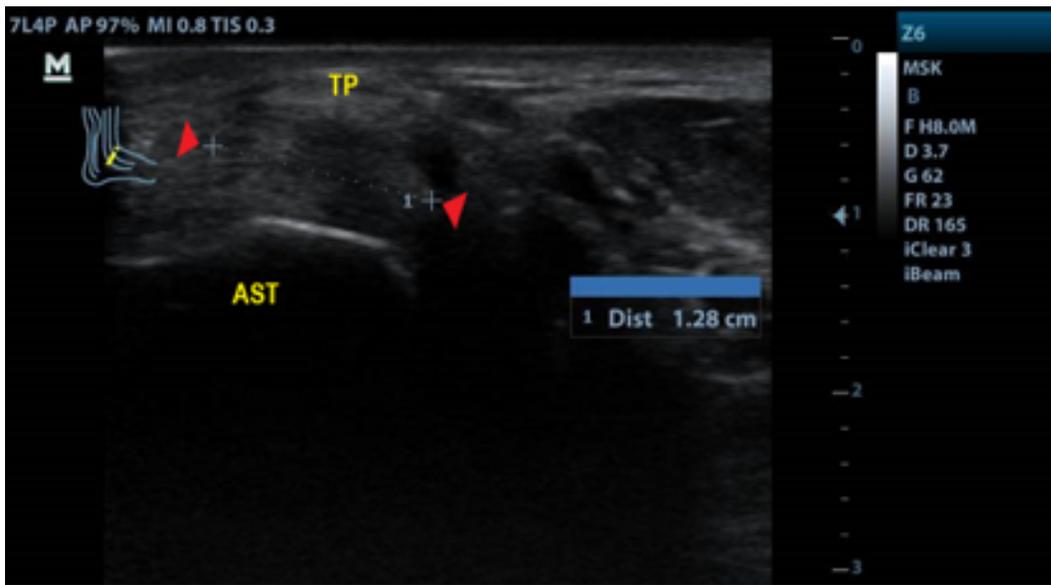


Figura 39: Medición ecográfica del ancho del LS corte transversal. AST: Astrágalo, TP: Tibial Posterior. Flechas rojas indican límites del LS. Fuente Propia.

En todas nuestras mediciones hemos eliminado de la ecografía cualquier imagen que pueda estar mezclada con otros tejidos pericircundantes, de manera que las mediciones realizadas han sido completamente de tejido ligamentoso (31) y únicamente en la zona comprendida entre el ST y la línea hiperecogénica de la cortical ósea del escafoides a nivel posterior y medial, como límites anteroposteriores y como límites latero mediales el TTP y la cortical del astrágalo lateral y profundo.

Todas las variables ultrasónicas y cadavéricas se midieron tres veces y repetidas en otra sesión de prueba separadas por 2 días. Todas las mediciones fueron registradas por los mismos dos investigadores (73).

Técnica de Disección

Inmediatamente después de la segunda ecografía, un segundo observador, FSN, con cinco años de experiencia en cirugía del pie se encargó de la disección del mismo para extraer el LS (figura 35), usando una incisión posteromedial para identificar el ligamento y determinar perfectamente su localización, eliminando tejidos adyacentes y manteniendo únicamente las fibras ligamentosas, midiendo posteriormente dos medidas; una antes de su completa extracción (31), y otra, justo después de la resección del ligamento (Figura 40), cada una de estas dos fueron medidas tres veces.



Figura 40: Disección del LS. Fuente Propia.

El objetivo de la disección fue exponer el complejo del LS para la adquisición de las medidas longitud, ancho y grosor, y asignarlas a cada uno de los sujetos de estudio. En última instancia, se eliminó todo el tejido con la excepción del complejo ligamentoso de interés, y se retiró el TTP que se encuentra justo por encima del complejo ligamentoso del LS (figura 41). Con todo el ligamento colateral medial eliminado, y el LS expuesto, se evaluaron sus componentes, pero no se definieron utilizando la dirección de las fibras, sin embargo, si se definieron por la continuidad de áreas de unión al hueso. Se conservaron las zonas de unión continua del ligamento, y en la disección se identificó solo el tejido ligamentario del LS (72).

. Los datos de la imagen de US y de la disección quirúrgica del LS fueron evaluados mediante consenso entre los ecografistas y cirujanos, FSN y ICH (41)



Figura 41: Para la medición del LS es necesario retirar el TTP. Fuente Propia.

Con todos los componentes expuestos, sus dimensiones longitudinales y grosor se midieron con una precisión de 0,02 mm utilizando un calibrador de esfera deslizante de LCD digital (Burg-Wächter KG, Wetter, Alemania). Todas las medidas de longitud fueron tomadas a mitad de amplitud de movimiento, en la misma posición neutra inmovilizada. Las medidas de espesor fueron tomadas en el punto medio de la longitud del ligamento. La tercera dimensión fue el ancho, que se midió desde el borde superior del ligamento y el borde plantar (31).

Todas las medidas fueron tomadas 3 veces por dos observadores, FSN e ICH, de 5 años de experiencia en ecografía musculoesquelética y disección. Los sitios de unión del ligamento se identificaron a continuación. Cada ligamento se marcó y todas las medidas de ancho, grosor y longitud fueron registradas (figura 42) (W Hodges Davis et al., 2016).

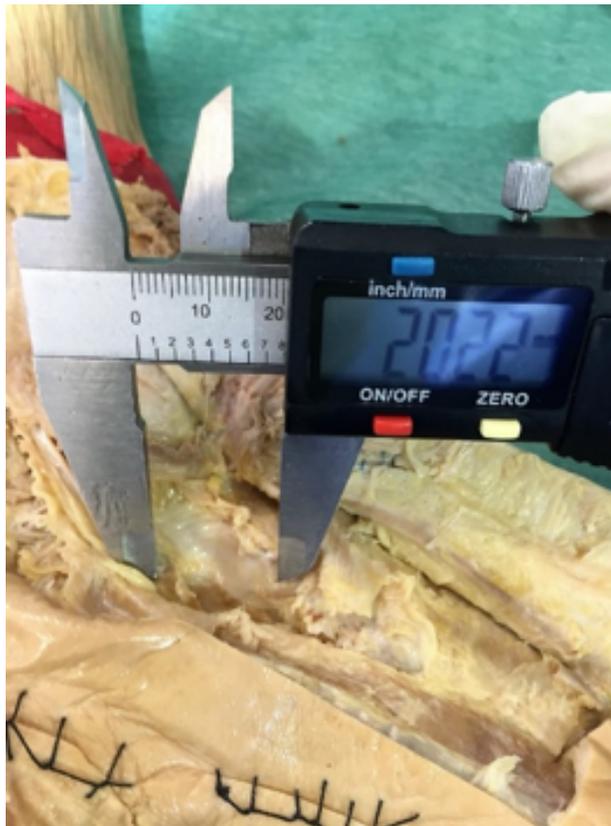


Figura 42: Disección del LS y posterior medición. Fuente propia.

9.9 Análisis estadístico:

Para el análisis estadístico de los datos, se calcularon la media y la desviación estándar (DS) con el intervalo de confianza al 95%, de las tres mediciones que se realizaron en cada dimensión del LS, siendo longitud, espesor y ancho.

Para determinar si las variables tienen una distribución paramétrica se utilizó el test de Kolmogorov Smirnov, por lo que se considera que la distribución es normal cuando $P > 0.05$.

La fiabilidad intrasesión consistió en describir la similitud de las mediciones obtenidas en los análisis repitiéndolos tres veces, mientras que la fiabilidad de intersesión, también denominada repetibilidad, consiste en describir la similitud entre las mediciones de la primera sesión y la segunda sesión, realizándose esta última dos días después de la primera sesión.

Utilizando la clasificación propuesta por Landis y Koch, valores de ICC entre 0,20 y 0,40 se consideran adecuados para demostrar una fiabilidad razonable, puntuaciones entre 0,4 y 0,59 tienen una fiabilidad moderada, puntuaciones entre 0,60 y 0,74 tienen una fiabilidad considerable, mientras que en la más alta categoría las puntuaciones oscilan entre 0,75 y 1,00, las que se consideran casi perfectas (74). Otros autores indican que para obtener fiabilidad se debe obtener un valor de ICC de al menos 0,75 (75).

Para determinar si existe correlación entre las mediciones realizadas con el ecógrafo y las mediciones realizadas con el cali-

bre se utilizó el test de correlación de Pearson, cuyo resultado se interpreta como débil con valores de $r= 0.00 - 0.40$, moderado con $r= 0.41 - 0.69$ y fuerte con $r= 0.70 - 1.00$ (76).

Para la comparación absoluta de los resultados obtenidos en las dos sesiones se calculó el coeficiente de variación (CV) (77) y el límite de concordancia (LOA) (78) mediante las fórmulas $CV\% = DS / \text{media} * 100\%$, donde CV es la diferencia de medias entre las sesiones 1 y 2, y DS es la desviación estándar de las diferencias. El CV se utilizó para hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de cada una de las variables estudiadas, mientras el LOA se calculó para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones. En el LOA, si las diferencias entre las mediciones tienden a concordar, el resultado de LOA estará cerca de cero (77,78).

También se calculó el error estándar de medición (SEM) para cada variable estudiada y para su mejor interpretación, se expresó como porcentaje de la media (SEM%) (78) de la siguiente manera: SEM se deriva del ICC y DS: $SEM = DS * \sqrt{1 - ICC}$, y $SEM \% = SEM / \text{media} * 100 \%$.

Además, se calculó el mínimo cambio detectable (MDC), que se define como la magnitud de la variación del valor de cada escala por debajo de la que ese cambio puede ser interpretado como inherente a la variabilidad del propio método de valoración, sin que haya existido un verdadero cambio en la situación clínica del paciente. El MDC se calculó con una media estandarizada (MDC 95%) (79) de la siguiente forma: MDC se deriva de SEM, donde $MDC = 1,96 * SEM * \sqrt{2}$ y $MDC\% = MDC / \text{mean} * 100\%$. La significación estadística fue aceptada para valores de $p < 0,05$.

También se utilizaron pruebas t-student pareadas para determinar si hubiera diferencias sistemáticas entre la primera y la segunda sesión, indicando que si $p < 0,05$ se concluye que hay diferencias significativas entre las dos sesiones.

Por último, se definieron unos valores de normalidad (VN) de la muestra estudiada para todas las variables obtenidas del estudio del LS y se obtuvieron a partir de la fórmula $VN = \text{Media} \pm 1.96 * DS$. A partir del resultado VN de cada variable se calculó su intervalo 95% de la misma forma que se obtuvo el IC 95% para los valores ICC de las variables, tal como se ha explicado anteriormente.

Finalmente, los resultados obtenidos con las mediciones realizadas utilizando el ecógrafo y utilizando también el calibre, se representan mediante las gráficas de Bland Altman (78). Dicho procedimiento valora la concordancia entre los dos sistemas de medida representando mediante una gráfica la diferencia entre cada dos valores en el eje de ordenadas frente a la media de cada pareja de valores en el eje de abscisas, como la mejor estimación del valor verdadero (78). El gráfico incluye, además, una línea horizontal en la diferencia media y otras dos líneas en la misma orientación, una superior y otra inferior, llamadas límites de concordancia (78). Si las diferencias entre los pares de observaciones siguen aproximadamente una distribución normal y los valores obtenidos de las mediciones son estables, se espera que el 95% de esas diferencias caigan dentro de los límites de concordancia (78).

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 17,0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). Se consideró estadísticamente significativo con un valor $P < 0.05$ y un intervalo de confianza del 95%.

10. Resultados

10.1 Características sociodemográficas de los especímenes

En la tabla 1 se describen las características sociodemográficas de los especímenes de los que se ha dispuesto en el estudio, en este caso la suma total ha sido de 62 pies cadavéricos, con una edad media (+-DE) de 76.45 (6.46) años y un límite superior al 95 % es de 78.06 años y el límite inferior al 95 % es de 74.84 años. En el grupo total la edad mínima fue de 66 años y la edad máxima de 89 años.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los especímenes que se manejaron en nuestro estudio.

Tabla 1 : Características sociodemográficas						
	Total	Media (DE)	Límite inf. 95 %	Límite sup. 95 %	Edad Min.	Edad Max.
Edad (años)	62	76,45 (6,46)	74.84	78,06	66	89

Abreviaturas: DE. desviación estándar; sup. Superior; inf. Inferior; Min. Mínima;

Max. Máxima

En la tabla 2 se describen los valores del test de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de la distribución de las variables, dando como resultado que tienen una distribución normal las variables denominadas “media de longitud del primer observador y segundo observador con el ecógrafo” y “media de longitud del primer observador y segundo observador con el calibre” con un valor $P > 0,05$, teniendo el resto de variables una distribución no normal con un valor $P < 0,05$.

Tabla 2. Análisis de la distribución de la normalidad Kolmogorov-Smirnov de los datos obtenidos de las variables estudiadas del LS.

Datos de normalidad Kolmogorov-Smirnov	P
Media de longitud del primer observador y segundo observador con el ecógrafo	0,200
Media de longitud del primer observador y segundo observador con el calibre	0,200
Media de espesor del primer observador con ecografía los dos días	0,030
Media de espesor del segundo observador con ecografía los dos días	0,020
Media de ancho del primer observador con calibre los dos días	<0,001
Media de ancho del segundo observador con calibre los dos días	<0,001

Abreviaturas: P. prueba Kolmogorov-Smirnov, y los datos se consideraron distribuidos normalmente si $p > 0,05$.

10.2 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad.

En la tabla 3, se detallan los resultados de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura, realizados por el primer observador durante la primera sesión y transcurridos dos días durante la segunda sesión con el ecógrafo en cada espécimen anatómico, antes de realizar la disección de este ligamento.

10.2.1 Longitud del LS:

Para ello en primer lugar se ha medido la longitud del LS medido tres veces por el primer observador utilizando el ecógrafo, mostrando una media Desviación Estándar (DE) de 1.57 (0.33) centímetros (cm), con un intervalo de confianza al 95% de 1.48-1.65 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.995 y un IC 95% de 0.993-0.997. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,0009, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud del primer examinador en la primera sesión es de 0.002, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se han calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.64) cm y un IC95% 0,93-2,21 cm.

Con relación a la longitud del LS medido tres veces por el primer observador en una segunda sesión utilizando el ecógrafo, muestra una media (DE) de 1.57 (0.33) cm con un intervalo de confianza al C 95% de 1.49-1.65 cm, siendo la fiabilidad valorada como perfecta, con un ICC de 1 y un IC 95% de 0.999-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.000 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud del primer examinador en la segunda sesión es de 0.0001, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.64) cm y un IC95% 0.93-2,21 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el primer observador utilizando un ecógrafo en la primera y segunda sesión es de 1,57 (0,33) cm, y un intervalo de confianza al 95% de 1,49-1,65 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,999 y un IC 95% de 0,998-0,999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,0001 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud de la intersesión del primer examinador entre la primera sesión y segunda sesión sería de 0.0003, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado el LoA en la intersesión de la medición de la longitud con ecografía del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0-00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.04-0.04, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,118$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,998$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.64) cm y un IC95% 0,93-2,21 cm.

10.2.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se ha evaluado la relación espesor del LS medido tres veces por el primer observador utilizando ecografía, esta ha mostrado una media (SD) de 0.44 (0.10) cm con un intervalo de confianza de 95% de 0.41-0.46 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.992 y un IC 95% de 0.988-0.995. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,008 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor del primer examinador en la primera sesión sería de 0.024, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de

exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.46 (0.19) cm y un IC95% 0.27-0.65 cm.

Con relación al espesor del LS medido tres veces por el primer observador en una segunda sesión utilizando el ecógrafo, ha mostrado una media (DE) de 0.44 (0.10) cm con un intervalo de confianza de 95% de 0.41--0.46 cm, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.994 y un IC 95% de 0.991-0.996. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,007 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor del primer examinador en la segunda sesión con ecografía sería de 0.021, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% 0.41-0.46 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el primer observador utilizando un ecógrafo en la primera y segunda sesión es de 0.44 (0.10) cm, con un intervalo de confianza de 95% de 0.41-0.46 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,997 y un IC 95% de 0,995-0.998. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.005, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD mínimo cambio detectable para el espesor de la intersesión del primer observador sería de 0.015, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado el LoA para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0-00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.02-0.02, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,740$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,994$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 0.44 (0.19) cm y un IC95% 0.25-0.63 cm.

10.2.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, ha analizado la relación al ancho del LS medido tres veces por el primer observador utilizando el ecógrafo y se ha obtenido una media (DE) de 1.25 (0.14) cm, con un intervalo de confianza de 95% de 1.21-1.28 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como moderada, con un ICC de 0.612 y un IC 95% de 0.413-0.753. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,087, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con ecografía por el primer examinador en la primera sesión sería de 0.241, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.25 (0.27) cm y un IC95% 0.98 -1.52 cm.

Con relación al ancho del LS medido tres veces por el primer observador en una segunda sesión utilizando el ecógrafo, muestra una media (DE) de 1.26 (0.11) cm con un intervalo de confianza de 95% de 1.23-1.29 cm, siendo la fiabilidad valorada como moderada, con un ICC de 0.545 y un IC 95% de 0.308-0.710. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,074 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho de la segunda sesión del primer observador medido con ecografía sería de 0.205, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.25 (0.14) cm y un IC95% 1.25 -1.28 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el primer observador utilizando un ecógrafo en la primera y segunda sesión es de 1.25 (0.00) cm y un intervalo de confianza de 95% de 1.24 -1.26, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como justa, con un ICC de 0,279 y un IC 95% de -0.305-0.519. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho de la intersesión del primer observador medido con ecografía sería de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado el LoA para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.01 y un intervalo de confianza al 95% de -0.40-0.38, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el ecógrafo mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,634$), mostrando que en las mediciones realizadas en ambas sesiones por el primer observador durante las dos sesiones utilizando el ecógrafo que no existe correlación estadísticamente significativa en dichas mediciones con un valor $r= -0,124$ ($P=0,336$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.25 (0.15) cm y un IC95% 1.10 -1.40 cm.

Tabla 3. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad																			
ECOGRAFÍA DEL PRIMER OBSERVADOR																			
SESIONES	PRIMERA SESIÓN						SEGUNDA SESIÓN						INTERSESIÓN						
	Media (DE) IC 95%	ICC (0,1)	SEM	MDC	Valores de normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (0,1)	SEM	MDC	Valores de normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (IC 95%)	P-value	r (P-value) IC 95%	Valores de normalidad	
Longitud (cm)	1.57 (0.33) 1.48-1.65	0.995 (0.993-0.997)	0.0009	0.002	1.57 (0.64) (0.93-2.21)	1.57 (0.33) 1.49-1.65	1	0.000	0.0001	1.57 (0.64) (0.93-2.21)	1.57 (0.33) 1.49-1.65	0.999 (0.998-0.999)	0.0001	0.0003	0.00 (-0.04-0.04)	0.118	0.998 (<0.001)	1.57 (0.64) 2.21	(0.93-2.21)
Espesor (cm)	0.44 (0.10) 0.41-0.46	0.992 (0.988-0.995)	0.008	0.024	0.46 (0.19) (0.27-0.65)	0.44 (0.10) 0.41-0.46	0.994 (0.991-0.996)	0.007	0.021	0.44(0.19) (0.25-0.63)	0.44 (0.10) 0.41-0.46	0.997 (0.995-0.998)	0.005	0.015	0.00 (-0.02-0.02)	0.740	0.994 (<0.001)	0.44 (0.19) 0.63	(0.25-0.63)
Ancho (cm)	1.25 (0.14) 1.21-1.28	0.612 (0.410-0.753)	0.087	0.241	1.25 (0.27) (0.98-1.52)	1.26 (0.11) 1.23-1.29	0.545 (0.308-0.710)	0.074	0.205	1.25 (0.14) (1.21-1.28)	1.25 (0.00) 1.24-1.26	0.279 (-0.305-0.519)	0	0	-0.01 (-0.40-0.38)	0.634	-0.124 (0.336)	1.25 (0.15) (1.10-1.40)	(1.10-1.40)

Abreviaturas: DE. desviación estándar; ICC. índice de correlación intraclase; IC 95 %. intervalo de confianza al 95%; SEM. error estándar de la media; P. Prueba paramétrica t-student pareada; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm: centímetros. Significación estadística para un valor $p < 0,05$ con un intervalo de confianza de 95; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable.

10.3 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad.

En la tabla 4 se detallan los resultados de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura, realizados por el primer observador durante la primera sesión, y transcurridos una media de 2 días, durante la segunda sesión, con el calibre en cada espécimen anatómico una vez realizada la disección y aislando este ligamento.

10.3.1 Longitud del LS:

Parar ello, en primer lugar, se midió la longitud del LS tres veces por el primer observador utilizando el calibre mostrando una media (DE) de 1.68 (0.62) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.52-1.83 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como perfecta, con un ICC de 1 y un IC 95% de 1-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,000, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con calibre por el primer examinador en la primera sesión es de 0.000, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión obteniendo, una media (DE) de 1.58 (0.68) cm y un IC95% 0,49-2,26 cm.

Con relación a la longitud del LS medido tres veces por el primer observador en una segunda sesión utilizando el calibre, muestra una media (DE) de 1.59 (0.30) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.50-1.67 cm siendo la fiabilidad valorada como perfecta con un ICC de 1 y un IC 95% de 1-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con calibre por el primer examinador en la segunda sesión sería de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.59 (0.58) cm y un IC95% 1.01-2,17 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el primer observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 1,63 (0,06) cm y un intervalo de confianza al 95% de 1,54-1,72 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,959 y un IC 95% de 0,931-0,975. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,0436, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud en la intersesión medido con calibre por el primer examinador es de 0.1209, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de la longitud con el calibre del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.10 y un intervalo de confianza al 95% de -1.00-1.20, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,690$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,929$ ($P<0,001$)

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.59 (0.62) cm y un IC95% 0,97-2,21.

10.3.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se evaluó la relación espesor del LS medido tres veces por el primer observador utilizando el calibre mostrando una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 cm, en la primera sesión siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.999 y un IC 95% de 0.999-0.999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,003, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con calibre por el primer examinador en la primera sesión es de 0.008, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% 0.22-0.60.

Con relación al espesor del LS medido tres veces por el primer observador en una segunda sesión utilizando el calibre, muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 cm siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.989 y un IC 95% de 0.983-0.993. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,010 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con calibre por el primer examinador en la segunda sesión es de 0.029, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% (0.22-0.60)

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el primer observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 0.41 (0.10) cm y un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,996 y un IC 95% de 0,994-0.998. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.006, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor en la intersesión medido con calibre por el primer examinador es de 0.017, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición del espesor con calibre del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.03-0.02, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,694$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,992$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% 0.22-0.60.

10.3.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se analizó la relación al ancho del LS medido tres veces por el primer observador utilizando el calibre, mostró una media (SD) de 1.21 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.19-1.24 cm en la primera sesión siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.875 y un IC 95% de 0.810-0.921. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,035 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con calibre por el primer examinador en la primera sesión es de 0.098, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión obteniendo, una media (DE) de 1.23 (0.18) cm y un IC95% 1.19-1.28.

Con relación al ancho del LS medido tres veces por el primer observador en una segunda sesión utilizando el calibre, muestra una media (SD) de 1.22 (0.11) cm con un intervalo de confianza al 95% de (1.19—1.24) siendo la fiabilidad valorada como perfecta, con un ICC de 0.999 y un IC 95% de 0.999 -0.999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,003 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con calibre por el primer examinador en la segunda sesión es de 0.009, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.21 (0.21) cm y un IC95% (1 -1.42).

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el primer observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 1.21 (0.00) cm y un intervalo de confianza al 95% de 1.19 -1.24, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,958 y un IC 95% de 0,930-0.975. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho en la intersesión medido con calibre por el primer examinador es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición del ancho con calibre del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.04-0.03, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,133$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,992$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.21 cm (0.22) y un IC95%1-1.42. .

Tabla 4. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el primer observador y los valores de normalidad

SESIONES	MEDICIÓN CON CALIBRE POR PRIMER OBSERVADOR																	
	PRIMERA SESIÓN					SEGUNDA SESIÓN					INTERSESIÓN							
	Media (DE) IC 95%	ICC (1-1) (IC 95%)	SEM	MDC	Valores de normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (1-1) (IC 95%)	SEM	MDC	Valores de Normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (95%CI)	P-va-lue	r (P-va-lue)	Valores de normalidad IC 95%
Longitud (cm)	1.68 (0.62) 1.52-1.83	1 (1-1)	0.000	0.000	1.58 (0.68) (0.9-2.26)	1.59 (0.30) 1.50-1.67	1 (1-1)	0	0	1.59 (0.58) (1.01-2.17)	1.63 (0.06) (1.54-1.72)	0.959 (0.931-0.975)	0.0436	0.1209	0.10 (-1.00-1.20)	0.690	0.929 (<0.0001)	1.59 (0.62) (0.97-2.21)
Espesor (cm)	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.999 (0.999-0.999)	0.003	0.008	0.41 (0.19) (0.22-0.60)	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.989 (0.963-0.993)	0.010	0.029	0.41 (0.19) (0.22-0.60)	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.996 (0.994-0.998)	0.006	0.017	0.00 (-0.03-0.02)	0.694	0.992 (<0.0001)	0.41 (0.19) (0.22-0.60)
Ancho (cm)	1.21 (0.10) 1.19-1.24	0.875 (0.810-0.921)	0.035	0.098	1.23 (0.18) (1.19-1.28)	1.22 (0.11) 1.19-1.24	0.999 (0.999-0.999)	0.003	0.009	1.21 (0.21) (1.1-1.42)	1.21 (0.00) 1.19-1.24	0.958 (0.930-0.975)	0	0	0.00 (-0.04-0.03)	0.133	0.922 (<0.0001)	1.21 (1.1-1.42)

Abreviaturas: DE. desviación estándar; ICC. índice de correlación intraclass; IC 95 %. intervalo de confianza al 95%; SEM. error estándar de la media; P. Prueba paramétrica t-student pareada; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros. Significación estadística para un valor p<0,05 con un intervalo de confianza de 95; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable.

10.4 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.

En la tabla 5 se detallan los resultados de las mediciones del ligamento de Spring en longitud, espesor y anchura, realizados por el segundo observador durante la primera sesión, y transcurridos una media de 2 días, durante la segunda sesión con el ecógrafo en cada espécimen anatómico antes de realizar la disección de este ligamento.

10.4.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se midió la longitud del LS tres veces por el segundo observador en primera sesión utilizando el ecógrafo, mostró una media (DE) de 1.57 (0.32) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 1.49-1.66 cm, en la primera sesión siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.999 y un IC 95% de 0.999-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,0001 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con ecografía por el segundo examinador en la primera sesión es de 0.0003, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.60) cm y un IC95% 0,95-2,17 cm.

Con relación a la longitud del LS medido tres veces por el segundo observador en una segunda sesión utilizando el ecógrafo, muestra una media (DE) de 1.57 (0.32) cm, con un intervalo de confianza al C 95% de 1.49-1.65 cm, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.994 y un IC 95% de 0.990-0.996. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,0009, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con ecografía por el segundo examinador en la segunda sesión es de 0.0025, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.62) cm y un IC95% 0.95-2,19 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el segundo observador utilizando un ecógrafo en la primera y segunda sesión es de 1,57 (0,32) cm y un intervalo de confianza al 95% de 1,49-1,65 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,998 y un IC 95% de 0,997-0,999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medida con ecografía por el segundo examinador en la intersesión es de 0.0001, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de la longitud con ecografía del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.03-0.03, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,734$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,996$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador durante la primera sesión y segunda sesión obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.62) cm y un IC95% 0,95-2,19 cm.

10.4.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se evaluó la relación espesor del LS medido tres veces por el segundo observador utilizando el ecógrafo, mostró una media (DE) de 0.44 (0.09) cm con un intervalo de confianza de 95% de 0.41-0.46 cm en la primera sesión siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.997 y un IC 95% de 0.995-0.998. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,004 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con ecografía por el segundo examinador en la primera sesión es de 0.013, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración y valores inferiores son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.44 (0.17) cm y un IC95% 0.27-0.61 cm.

Con relación al espesor del LS medido tres veces por el segundo observador en una segunda sesión utilizando el ecógrafo, muestra una media (DE) de 0.44 (0.09) cm con un intervalo de confianza de 95% de 0.41--0.46 cm, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.987 y un IC 95% de 0.980-0.992. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,010 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con ecografía por el segundo examinador en la segunda sesión es de 0.028, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores, inferiores son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.44 (0.17) cm y un IC95% (0.27-0.61).

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el segundo observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 0.44 (0.09) cm y un intervalo de confianza de 95% de 0.41-0.46 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,995 y un IC 95% de 0,992-0.997. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.007 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con ecografía por el segundo examinador en la intersesión es de 0.019, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de espesor con ecografía del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.06-0.06 cm, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el ecógrafo mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,772$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,991$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 0.44 (0.17) cm y un IC95% 0.27-0.61 cm.

10.4.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se analizó la relación al ancho del LS medido tres veces por el segundo observador en una primera sesión utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.24 (0.11) cm con un intervalo de confianza de 95% de 1.21-1.27 cm en la primera sesión siendo la fiabilidad valorada como justa con un ICC de 0.276 y un IC 95% de -0.109-0.542. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,093 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con ecografía por el segundo examinador en la primera sesión es de 0.259, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.22 (0.25) cm y un IC95% 0.97 -1.45.

Con relación al ancho del LS medido tres veces por el segundo observador en una segunda sesión utilizando el ecógrafo, muestra una media (DE) de 1.20 (0.10) cm con un intervalo de confianza de 95% de 1.17—1.22 cm siendo la fiabilidad valorada como moderada con un ICC de 0.540 y un IC 95% de 0.293-0.709. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,067 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con ecografía por el segundo examinador en la segunda sesión es de 0.118, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.18 (0.23) cm y un IC95% (0.95 -1.48).

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el segundo observador utilizando un ecógrafo en la primera y segunda sesión es de 1.22 (0.07) cm y un intervalo de confianza de 95% de 1.20 -1.24 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como justa, con un ICC de 0,213 y un IC 95% de -0,276-0.519. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.062, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con ecografía por el segundo examinador en la intersesión es de 0.172, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición del ancho con ecografía del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.04 y un intervalo de confianza al 95% de -0.25-0.33, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el ecógrafo mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($p=0,063$), mostrando que en las mediciones realizadas en ambas sesiones por el segundo observador durante las dos sesiones utilizando el ecógrafo que no existe correlación estadísticamente significativa en dichas mediciones con un valor $r= -0,124$ ($P=0,338$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (D) de 1.20 (0.19) cm y un IC95% 1.01 -1.39.

Tabla 5. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.

	ECOGRAFÍA DEL SEGUNDO OBSERVADOR																		
SESIONES	PRIMERA SESIÓN						SEGUNDA SESIÓN						INTERSESIÓN						
Variables	Media (DE) IC 95%	ICC ⁽¹⁻¹⁾ (IC 95%)	SEM	MDC	Valores de Normalidad (IC 95%)	Media (DE) IC 95%	ICC ⁽¹⁻¹⁾ (IC 95%)	SEM	MDC	Valores de Normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC 95%	(IC 95%)	SEM	MDC	LoA (IC 95%)	P-value	r (P-value)	Valores de Normalidad (IC 95%)
Longitud (cm)	1.57(0.32) 1.49-1.66	0.999 (0.999-1)	0.0001	0.0003	1.57 (0.60) (0.95-2.17)	1.57 (0.32) 1.49-1.65	0.994 (0.990-0.996)	0.0009	0.0025	1.57 (0.62) (0.95-2.19)	1.57 (0.32) (1.49-1.65)	0.998 (0.997-0.999)	0	0.0001	0.00	0.734	0.996 (<0.001)	1.57 (0.62) (0.95-2.19)	
Espesor (cm)	0.44(0.09) 0.41-0.46	0.997 (0.995-0.998)	0.004	0.013	0.44 (0.17) (0.27-0.61)	0.44 (0.09) 0.41-0.46	0.987 (0.980-0.992)	0.010	0.028	0.44 (0.17) (0.27-0.61)	0.44 (0.09) 0.41-0.46	0.995 (0.992-0.997)	0.007	0.019	0.00	0.772	0.991 (<0.001)	0.44 (0.17) (0.27-0.61)	
Ancho (cm)	1.24 (0.11) 1.21-1.27	0.276 (-0.109-0.542)	0.093	0.259	1.22 (0.25) (0.97-1.45)	1.20 (0.10) 1.17-1.22	0.540 (0.293-0.709)	0.067	0.188	1.18 (0.23) (0.95-1.48)	1.22 (0.07) 1.20-1.24	0.213 (-0.276-0.519)	0.062	0.172	0.04 (-0.25-0.33)	0.063	0.124 (0.338)	1.20 (0.19) (1.01-1.39)	

Abreviaturas: DE: desviación estándar; ICC: índice de correlación intraclass; IC 95 %: intervalo de confianza al 95%; SEM: error estándar de la media; P: Prueba paramétrica t-student pareada; R: coeficiente de correlación de Pearson; cm: centímetros. Significación estadística para un valor p<0.05 con un intervalo de confianza de 95; LoA 95% límite de concordancia; MDC: Mínimo cambio detectable

10.5 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el calibre del Ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.

En la tabla 6 se detallan los resultados de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura realizados por el segundo observador durante la primera sesión, y transcurridos una media de 2 días, durante la segunda sesión con el calibre, en cada espécimen anatómico una vez realizada la disección y aislando de este ligamento.

10.5.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se midió la longitud del LS tres veces por el segundo observador utilizando el calibre con una media (DE) de 1.58 (0.32) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.50-1.66 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como perfecta con un ICC de 1 y un IC 95% de 1-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con calibre por el segundo examinador en la primera sesión es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.58 (0.62) cm y un IC95% 0,96-2,20 cm.

Con relación a la longitud del LS medido tres veces por el segundo observador en una segunda sesión utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.59 (0.31) cm con un intervalo de confianza al C 95% de 1.51-1.67 cm, siendo la fiabilidad valorada como perfecta, con un ICC de 1 y un IC 95% de 1-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con calibre por el segundo examinador en la segunda sesión es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.59 (0.60) cm y un IC95% 0.99-2,19 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el segundo observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 1,58 (0,32) cm, y un intervalo de confianza al 95% de 1,50-1,66 cm siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta con un ICC de 0,996 y un IC 95% de 0,994-0,998. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población tiene un valor de 0,0004, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para la longitud medido con calibre por el segundo examinador en la intersesión es de 0.0012, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de la longitud con calibre del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.01 y un intervalo de confianza al 95% de -0.08-0.06, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($p=0,039$), mostrando que en las mediciones realizadas en ambas sesiones por el segundo observador durante las dos sesiones utilizando el calibre existe correlación estadísticamente significativa en dichas mediciones con un valor $r= -0,993$ ($P<0,001$) y que hay error pues existe diferencia estadísticamente significativa ($p=0039$).

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.58 (0.62) cm y un IC95% 0,96-2,20.

10.5.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se evaluó la relación espesor del LS medido tres veces por el segundo observador en una utilizando el calibre muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.43 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.987 y un IC 95% de 0.980-0.992. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,011 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con calibre por el segundo examinador en la primera sesión es de 0.31, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% 0.22-0.60.

Con relación al espesor del LS medido tres veces por el segundo observador en una segunda sesión utilizando el calibre, muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.39--0.44 cm siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.999 y un IC 95% de 0.999-1. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,003 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con calibre por el segundo examinador en la segunda sesión es de 0.008, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% 0.22-0.60 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el segundo observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 0.41 (0.10) cm y un intervalo de confianza de 95% de 0.38-0.44 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,996 y un IC 95% de 0,993-0.997. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.006 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el espesor medido con calibre por el segundo examinador en la intersesión es de 0.017, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de espesor con calibre del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.03-0.02, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,454$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,992$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador durante la primera sesión y segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.19) cm y un IC95% 0.22-0.60 cm.

10.5.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se analizó la medición del ancho del LS medido tres veces por el segundo observador utilizando el calibre, mostró una media (DE) de 1.22 (0.11) cm con un intervalo de confianza de 95% de 1.19-1.24 cm en la primera sesión, siendo la fiabilidad valorada como perfecta con un ICC de 0.999 y un IC 95% de 0.999-0.999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.003 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con calibre por el segundo examinador en la primera sesión es de 0.009, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la primera sesión, obteniendo una media (DE) de 1.22 (0.21) cm y un IC95% 1.01 -1.43 cm.

Con relación al ancho del LS medido tres veces por el segundo observador en una segunda sesión utilizando el calibre, muestra una media (DE) de 1.22 (0.13) cm con un intervalo de confianza de 95% de 1.19—1.25 cm, siendo la fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.999 y un IC 95% de 0.999-0.999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,004 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con calibre por el segundo examinador en la segunda sesión es de 0.011, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho este ligamento según los resultados obtenidos por este observador durante la segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.20 (0.25) cm y un IC95% 0.95 -1.45 cm.

La media (DE) de las dos mediciones realizadas por el segundo observador utilizando un calibre en la primera y segunda sesión es de 1.22 (0.11) cm y un intervalo de confianza de 95% de 1.19 -1.24 cm, siendo la fiabilidad de estas dos mediciones en diferentes sesiones valorada como casi perfecta, con un ICC de 0,999 y un IC 95% de 0,999-0.999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0.003 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para el ancho medido con calibre por el segundo examinador en la intersesión es de 0.009, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición del ancho con calibre del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.001 y un intervalo de confianza al 95% de -0.006-0.004, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento en dos sesiones diferentes utilizando el calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,392$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,936$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador durante la intersección y segunda sesión obteniendo una media (DE) de 1.21 cm (0.21) y un IC95% 1 -1.42 cm.

Tabla 6. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el calibre del ligamento de Spring en la primera y segunda sesión por el segundo observador y los valores de normalidad.

SESIONES	MEDICIÓN CON CALIBRE POR SEGUNDO OBSERVADOR																	
	PRIMERA SESIÓN					SEGUNDA SESIÓN					INTERSESIÓN							
	Media(DE) IC 95%	ICC (1-1) (IC 95%)	SEM	MDC	Valores de Normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (1-1) (IC 95%)	SEM	MDC	Valores de Normalidad IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (95%CI)	P-value	r (P-value)	Valores de Normalidad IC 95%
Longitud (cm)	1.58 (0.32) 1.50-1.66	1 (1-1)	0	0	1.58 (0.62) (0.96-2.20)	1.59 (0.31) 1.51-1.67	1 (1-1)	0	0	1.59 (0.60) (0.99-2.19)	1.58 (0.32) (1.50-1.66)	0.996 (0.994-0.998)	0.0004	0.0012	-0.01 (-0.08-0.06)	0.039	0.993 (<0.001)	1.58 (0.62) (0.96-2.20)
Espesor (cm)	0.41 (0.10) 0.38-0.43	0.987 (0.980-0.992)	0.011	0.31	0.41 (0.19) (0.22-0.60)	0.41 (0.10) 0.39-0.44	0.999 (0.999-1)	0.003	0.008	0.41 (0.19) (0.22-0.60)	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.996 (0.993-0.997)	0.006	0.017	-0.00 (-0.03-0.02)	0.454	0.992 (<0.001)	0.41 (0.19) (0.22-0.60)
Ancho (cm)	1.22 (0.11) 1.19-1.24	0.999 (0.999-0.999)	0.003	0.009	1.22 (0.21) (1.01-1.43)	1.22 (0.13) 1.19-1.25	0.999 (0.999-0.999)	0.004	0.011	1.20 (0.25) (0.95-1.45)	1.22 (0.11) 1.19-1.24	0.999 (0.999-0.999)	0.003	0.009	-0.001 (-0.006-0.004)	0.392	0.936 (<0.001)	1.21 (0.21) (1-1.42)

Abreviaturas: DE. desviación estándar; ICC. índice de correlación intraclase; IC 95 %. intervalo de confianza al 95%; SEM. error estándar de la media; P. Prueba paramétrica t-student pareada; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros. Significación estadística para un valor $p < 0,05$ con un intervalo de confianza de 95; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable.

10.6 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por primer observador del Ligamento de Spring por ecografía y calibre y valores de normalidad

En la tabla 7 se detallan los resultados de las medias de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura realizados por el primer observador con ecógrafo en cada espécimen anatómico antes de hacer la disección del ligamento, y las mismas medias en longitud, espesor y anchura en cada espécimen anatómico una vez realizada la disección y aislando este ligamento.

10.6.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se midió la longitud del LS por el primer observador utilizando el ecógrafo, esta medida muestra una media (DE) de 1.57 (0.33) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.49-1.65 cm, por otro lado, la longitud del LS medido por el primer observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.63 (0.06) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.54-1.72 cm.

La media de las medias entre el calibre y el ecógrafo midiendo la longitud del LS, muestra un valor (DE) de 1.58 (033) cm con un intervalo de confianza al 95 % de 1.49-1.66 cm. La intersección entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.978 y un IC 95% de 0.963-0.986. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,0196 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de longitud medido con calibre y con ecógrafo por el primer examinador en la intersección es de 0.0542, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersección de la medición de la longitud con ecografía y calibre del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.06 y un intervalo de confianza al 95% de -0.50-0.63, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,170$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,957$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador con calibre y con ecógrafo, obteniendo una media (DE) de 1.58 cm (0.64) y un IC95% 0.94 -2.22 cm.

10.6.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se evaluó la relación espesor del LS medido por el primer observador utilizando el ecógrafo, la medida muestra una media (DE) de 0.44 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.41-0.46 cm, por otro lado, el espesor del LS medido por el primer observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 cm.

La media de las medias entre el calibre y el ecógrafo para el espesor muestra un valor (DE) de 0.42 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95 % de 0.40-0.45 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.877 y un IC 95% de 0.773-0.931. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,035 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de espesor medido con calibre y con ecógrafo por el primer examinador en la intersesión es de 0.097, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición del espesor con ecografía y calibre del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.06 y un intervalo de confianza al 95% de -0.50-0.63, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente con calibre mediante la t de student pareada y muestra que si hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,002$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,805$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador con calibre y con ecógrafo, obteniendo una media (DE) de 0.42 cm (0.19) y un IC95% 0.23 -0.61.

10.6.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, analizó la relación al ancho del LS medido por el primer observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.25 (0.00) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.24-1.26 cm, por otro lado, la longitud del LS medido por el primer observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.21 (0.00) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.19-1.24 cm.

La media de las medias entre el calibre y el ecógrafo para el ancho del LS, muestra un valor (DE) de 1.23 (0.02) cm con un intervalo de confianza al 95 % de 1.19 -1.26 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como justa con un ICC de 0.207 y un IC 95% de -0.265-0.510. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,017 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de ancho medido con calibre y con ecógrafo por el primer examinador en la intersesión es de 0.049, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición del ancho con ecografía y calibre del primer examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.03 y un intervalo de confianza al 95% de -0.10-0.15, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,018$), mostrando que no hay correlación entre las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,127$ ($P<0,327$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este primer observador con calibre y con ecógrafo, obteniendo una media (DE) de 1.23 cm (0.19) y un IC95% 1.04 -1.42 cm.

Tabla 7. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por primer observador del ligamento de Spring por ecografía y calibre y valores de normalidad

OBSERVADOR	ECOGRAFÍA PRIMER OBSERVADOR		CALIBRE PRIMER OBSERVADOR		INTERSESIÓN						
	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	Mean (DE) IC 95%	ICC ⁽¹⁻¹⁾ (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (IC 95%)	P-value	r (P-value)
Longitud (cm)	1.57(0.33) 1.49-1.65	1.63 (0.06) (1.54-1.72)	1.58 (0.33) 1.49-1.66	0.978 (0.963-0.986)	0.0196	0.0542	0.06 (-0.50-0.63)	0.170	0.957 (<0.001)	1.58 (0.64) (0.94-2.22)	
Espesor (cm)	0.44 (0.10) 0.41-0.46	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.42 (0.10) 0.40-0.45	0.877 (0.773-0.931)	0.035	0.097	0.06 (-0.50-0.63)	0.002	0.805 (<0.001)	0.42 (0.19) (0.23-0.61)	
Ancho (cm)	1.25 (0.00) 1.24-1.26	1.21 (0.00) 1.19-1.24	1.23 (0.02) 1.19-1.26	0.207 (-0.265-0.510)	0.017	0.049	0.03 (-0.10-0.15)	0.018	0.127 (0.327)	1.23 (0.19) (1.04-1.42)	

Abreviaturas: DE. desviación estándar; IC 95 %. intervalo de confianza al 95 %; ICC. índice de correlación intraclass; SEM. error estándar de la media; P. Prueba paramétrica t-student pareada.; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros Significación estadística para un valor $p < 0,05$ con un intervalo de confianza de 95%; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable

10.7 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el segundo observador del Ligamento de Spring por ecografía y calibre y valores de normalidad.

En la tabla 8 se detallan los resultados de las medias de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura, realizados por el segundo observador con ecógrafo en cada espécimen anatómico antes de hacer la disección del ligamento, y las mismas medias en longitud, espesor y anchura en cada espécimen anatómico una vez realizada la disección y aislando este ligamento.

10.7.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se ha medido la longitud del LS por el segundo observador utilizando el ecógrafo y muestra una media (DE) de 1.57 (0.32) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.49-1.65 cm, por otro lado, la longitud del LS medido por el segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.58 (0.32) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.50-1.66 cm.

La media de las medias entre el calibre y el ecógrafo para la longitud muestra un valor (DE) de 1.58 (0.32) cm con un intervalo de confianza al 95 % de 1.50 -1.66 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.996 y un IC 95% de 0.993-0.998. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,0004 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de longitud medido con calibre y con ecógrafo por el segundo examinador en la intersesión es de 0.0011, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de la longitud con ecografía y calibre del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.01 y un intervalo de confianza al 95% de -0.07-0.09, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,084$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,993$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador con calibre y con ecógrafo obteniendo una media (DE) de 1.58 cm (0.64) y un IC95% 0.94 -2.22 cm.

10.7.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se ha evaluado la relación espesor del LS medido por el segundo observador utilizando el ecógrafo y muestra una media (DE) de 0.44 (0.09) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.41-0.46 cm, por otro lado, el espesor del LS medido por el segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 cm.

La media de las medias entre el calibre y el ecógrafo para el espesor muestra un valor (DE) de 0.42 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95 % de 0.40 -0.45 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.862 y un IC 95% de 0.752-0.921. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,037 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de espesor medido con calibre y con ecógrafo por el segundo examinador en la intersesión es de 0.103, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de espesor con ecografía y calibre del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.03 y un intervalo de confianza al 95% de -0.16-0.10, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que si hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,003$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,781$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador con calibre y con ecógrafo, obteniendo una media (DE) de 0.42 cm (0.19) y un IC95% 0.23 -0.61.

10.7.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se ha analizado la relación al ancho del LS medido por el segundo observador utilizando el ecógrafo y muestra una media (DE) de 1.22 (0.07) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.20-1.24 cm, por otro lado, la ancho del LS medido por el segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.22 (0.11) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.19-1.24 cm.

La media de las medias entre el calibre y el ecógrafo para el ancho muestra un valor (DE) de 1.22 (0.00) cm con un intervalo de confianza al 95 % de 1.22 -1.22 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como pobre con un ICC de 0.232 y un IC 95% de -1.068-0.263. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0, indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de ancho medido con calibre y con ecógrafo por el segundo examinador en la intersesión es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de ancho con ecografía y calibre del segundo examinador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.27-0.27, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el segundo observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,709$), mostrando que no hay correlación entre las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= -0,104$ ($P<0,442$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por este segundo observador con calibre y con ecógrafo, obteniendo una media (DE) de 1.21 cm (0.21) y un IC95% 1 -1.42.

Tabla 8. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por el segundo observador del ligamento de Spring por ecografía y calibre y valores de normalidad

ECOGRAFÍA SEGUNDO OBSERVADOR	ECOGRAFÍA SEGUNDO OBSERVADOR	CALIBRE SEGUNDO OBSERVADOR	INTERSESIÓN							
			Media (DE) IC 95%	ICC (1-1) (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (95%CI)	P-value	r (P-value)	Valores de normalidad (IC 95%)
Variables	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC (1-1) (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (95%CI)	P-value	r (P-value)	Valores de normalidad (IC 95%)
Longitud (cm)	1.57 (0.33) 1.49-1.65	1.58 (0.32) 1.50-1.66	1.58 (0.32) 1.50-1.66	0.996 (0.993-0.998)	0.0004	0.0011	0.01 (-0.07-0.09)	0.084	0.993 (<0.001)	1.58 (0.64) (0.94-2.22)
Espesor (cm)	0.44 (0.09) 0.41-0.46	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.42 (0.10) 0.40-0.45	0.862 (0.752-0.921)	0.037	0.103	0.03 (-0.16-0.10)	0.003	0.781 (<0.001)	0.42 (0.19) (0.23-0.61)
Ancho (cm)	1.22 (0.07) 1.20-1.24	1.22 (0.11) 1.19-1.24	1.22 (0.00) 1.22-1.22	0.232 (-1.068-0.263)	0	0	0.00 (-0.27-0.27)	0.709	-0.104 (0.422)	1.21 (0.21) (1-1.42)

Abreviaturas: DE. desviación estándar; ICC. índice de correlación intraclass; IC 95 %. intervalo de confianza al 95 %; SEM. error estándar de la media; P Prueba paramétrica t-student pareada.; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros. Significación estadística para un valor p<0,05 con un intervalo de confianza de 95%; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable

10.8 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del Ligamento de Spring por el primer y segundo observador y valores de normalidad.

En la tabla 9 se detallan los resultados de las medias de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura realizados por el primer observador con ecógrafo en cada espécimen anatómico antes de hacer la disección del ligamento y las mismas medias en longitud, espesor y anchura realizados por el segundo observador con ecógrafo en cada espécimen anatómico antes de hacer la disección del ligamento.

10.8.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se ha medido la longitud del LS por el primer observador utilizando el ecógrafo con una media (DE) de 1.57 (0.33) cm con un IC95% de 1.49-1.65 cm, por otro lado, la longitud del LS medido por el segundo observador utilizando el ecógrafo con una media (DE) de 1.57 (0.32) cm con un IC95% de 1.49-1.65 cm.

La media (DE) de las dos medidas de la longitud obtenidas por el primer y segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.57 (0.32) cm con un IC95% de 1.49-1.65 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.994 y un IC 95% de 0.991-0.996. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,025 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de longitud entre el primer y segundo observador es de 0.069, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores suponen un cambio real no atribuibles al método de exploración y valores inferiores son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de longitud entre el primer y segundo observador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.01 y un intervalo de confianza al 95% de -0.12-0.10, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente segundo observador con ecografía mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,922$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,989$ ($P<0,001$)

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por el primer observador durante la primera sesión y por el segundo observador en la segunda sesión obteniendo una media (DE) de 1.57 (0.62) cm y un IC95% 0,95-2,19.

10.8.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se ha evaluado la relación espesor del LS medido por el primer observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 0.44 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.41-0.46 cm, por otro lado, el espesor del LS medido por el segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 0.44 (0.09) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.41 -0.46 cm.

La media entre ambas medias de espesor de primer y segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 0.44 (0.09) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.41-0.46 cm. La intersección entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta con un ICC de 0.990 y un IC 95% de 0.985-0.994. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de espesor entre el primer y segundo observador es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersección de la medición de espesor entre el primer y segundo observador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.03 y un intervalo de confianza al 95% de -0.10-0.15, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente segundo observador con ecografía mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,963$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,981$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para la espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por el primer observador durante la primera sesión y por el segundo observador en la segunda sesión obteniendo una media (DE) de 0.44 (0.17) cm y un IC95% 0,27-0,61 cm.

10.8.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se ha analizado la relación del ancho del LS medido por el primer observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.25 (0.08) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.23-1.27 cm, por otro lado, el ancho del LS medido por el segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.22 (0.07) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.20 -1.24 cm.

La media entre ambas medias de ancho de primer y segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.23 (0.02) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.22-1.25 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como moderada, con un ICC de 0.938 y un IC 95% de 0.892-0.963. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,005 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de ancho entre el primer y segundo observador es de 0.013, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de ancho entre el primer y segundo observador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.03 y un intervalo de confianza al 95% de -0.16-0.23, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con ecografía y posteriormente segundo observador con ecografía mediante la t de student pareada, y muestra que si hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0.019$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,893$ ($P=0,001$)

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por el primer observador durante la primera sesión y por el segundo observador en la segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.23 (0.17) cm y un IC95% 1.16-1.40 cm.

Tabla 9. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por ecografía del ligamento de Spring por el primer y segundo observador y valores de normalidad

OBSERVADOR	INTERSESIÓN DE INTERSESIONES										
	INTERSESIÓN PRIMERO OBSERVADOR	INTERSESIÓN SEGUNDO OBSERVADOR	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC ⁽¹⁻¹⁾ (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (IC 95%)	P-value	r (P-value)	Valores de la Normalidad (IC 95%)
Variables	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC ⁽¹⁻¹⁾ (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (IC 95%)	P-value	r (P-value)	Valores de la Normalidad (IC 95%)
Longitud (cm)	1.57(0.33) 1.49-1.65	1.57 (0.32) 1.49-1.65	1.57 (0.32) 1.49-1.65	1.57 (0.32) 1.49-1.65	0.994 (0.991-0.996)	0.025	0.069	-0.01 (-0.12-0.10)	0.922	0.989 (<0.001)	1.57 (0.62) (0.95-2.19)
Espesor (cm)	0.44 (0.10) 0.41-0.46	0.44 (0.09) 0.41-0.46	0.44 (0.09) 0.41-0.46	0.44 (0.09) 0.41-0.44	0.990 (0.985-0.994)	0	0	0.03 (-0.10-0.15),	0.963	0.981 (<0.001)	0.44 (0.17) (0.27-0.61)
Ancho (cm)	1.25 (0.08) 1.23-1.27	1.22 (0.07) 1.20-1.24	1.22 (0.07) 1.20-1.24	1.23 (0.02) 1.22-1.25	0.938 (0.892 to 0.963)	0.005	0.013	0.03 (-0.16-0.23)	0.019	0.893 (<0.001)	1.23 (0.17) (1.16-1.40)

Abreviaturas: DE. desviación estándar; ICC. índice de correlación intraclass; SEM. error estándar de la media; IC 95 %: intervalo de confianza; P. Prueba paramétrica t-student pareada.; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros. Significación estadística para un valor p<0,05 con un intervalo de confianza de 95%; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable

10.9 Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del Ligamento de Spring por el primer y segundo observador y los valores de normalidad.

En la tabla 10 se detallan los resultados de las medias de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura, realizados por el primer observador con calibre en cada espécimen anatómico después de hacer la disección del ligamento y exponerlo, y las mismas medias en longitud, espesor y anchura, realizados por el segundo observador con calibre en cada espécimen anatómico después de hacer la disección del ligamento y exponerlo.

10.9.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se ha medido la longitud del LS por el primer observador utilizando el calibre y muestra una media (DE) de 1.63 (0.40) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.53-1.73 cm, por otro lado, la longitud del LS medido por el segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.58 (0.32) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.50-1.66 cm.

La media entre ambas medias de longitud de primer y segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.60 (0.03) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 1.55-1.65 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.825 y un IC 95% de 0.711-0.894. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,030 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de longitud entre el primer y segundo observador es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de la longitud entre el primer y segundo observador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.05 y un intervalo de confianza al 95% de -0.50-0.60, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con calibre y posteriormente segundo observador con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,444$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r=0,725$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para la longitud de este ligamento según los resultados obtenidos por el primer observador durante la primera sesión y por el segundo observador en la segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.58 (0.62) cm y un IC95% 0,96-2,20 cm.

10.9.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se ha evaluado la relación espesor del LS medido por el primer observador utilizando el calibre y muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 cm, por otro lado, el espesor del LS medido por el segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 0.38 -0.44 cm.

La media entre ambas medias de espesor de primer y segundo observador utilizando el calibre, muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 0.38-0.44 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.994 y un IC 95% de 0.991-0.996. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0,007 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de espesor entre el primer y segundo observador es de 0.021, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de espesor entre el primer y segundo observador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.00 y un intervalo de confianza al 95% de -0.03-0.03, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con calibre y posteriormente segundo observador con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,999$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r=0,989$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el espesor de este ligamento según los resultados obtenidos por el primer observador durante la primera sesión y por el segundo observador en la segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 0.41 (0.17) cm y un IC95% 0,22-0,60 cm.

10.9.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se ha analizado la relación al ancho del LS medido por el primer observador utilizando el calibre y muestra una media (DE) de 1.21 (0.10) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.19-1.24 cm, por otro lado, el ancho del LS medido por el segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.22 (0.11) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.19 -1.24 cm.

La media entre ambas medias de ancho de primer y segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.21 (0.11) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.20-1.22 cm. La intersesión entre ambas mediciones muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.998 y un IC 95% de 0.997-0.999. Igualmente, el SEM que representa la estimación basada en la muestra de la desviación estándar de la población, tiene un valor de 0 indicando una variabilidad para cualquier otra población a estudiar muy baja.

El MCD para las medias de ancho entre el primer y segundo observador es de 0, por lo que, en siguientes mediciones, si se obtienen valores iguales o superiores, suponen un cambio real no atribuible al método de exploración, y valores inferiores, son interpretados como inherentes a la variabilidad del propio método de exploración.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de ancho entre el primer y segundo observador, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.003 y un intervalo de confianza al 95% de -0.02-0.01, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer observador al medir el ligamento con calibre y posteriormente segundo observador con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que si hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,886$), mostrando por otro lado, una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,998$ ($P<0,001$).

Se ha calculado los valores de normalidad para el ancho de este ligamento según los resultados obtenidos por el primer observador durante la primera sesión y por el segundo observador en la segunda sesión, obteniendo una media (DE) de 1.21 (0.21) cm y un IC95% 1-1.42 cm.

Tabla 10. Análisis de la fiabilidad de las variables estudiadas por calibre del ligamento de Spring por el primer y segundo observador y los valores de normalidad

OBSERVADOR	INTERSESIÓN PRIMER OBSERVADOR	INTERSESIÓN SEGUNDO OBSERVADOR	INTERSESIÓN DE INTERSESIONES												
			Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%	ICC ⁽¹⁻¹⁾ (IC 95%)	SEM	MDC	LoA (IC 95%)	P-value	r (P-value)	Valores de Normalidad (IC 95%)				
Variables															
Longitud (cm)	1.63 (0.40) 1.53-1.73	1.58 (0.32) 1.50-1.66	1.60 (0.03) 1.55-1.65	0.825 (0.711-0.894)	0.030	0.083	0.05 (-0.50-0.60)	0.444	0.725 (<0.001)	1.58 (0.62) 0.96- 2.20)					
Espesor (cm)	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.994 (0.991 to 0.996)	0.007	0.021	0.00 (-0.03-0.03)	0.999	0.989 (<0.001)	0.41 (0.19) 0.22- 0.60)					
Ancho (cm)	1.21 (0.10) 1.19-1.24	1.22 (0.11) 1.19-1.24	1.21 (0.00) 1.20-1.22	0.998 (0.997-0.999)	0	0	-0.003 (-0.02-0.01)	0.886	0.998 (<0.001)	1.21 (0.21) (1-1.42)					

Abreviaturas: DE. desviación estándar; ICC. índice de correlación intraclase; IC 95 %. intervalo de confianza al 95%; SEM. error estándar de la media; P Prueba paramétrica t-student pareada.; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros Significación estadística para un valor p<0,05 con un intervalo de confianza de 95; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable

10.10 Correlación entre la ecografía y el calibre

En la tabla 11 se detallan los resultados intersesión de las medias de las mediciones del LS en longitud, espesor y anchura, realizados por el primer y segundo observador con ecógrafo en cada espécimen anatómico antes de hacer la disección del ligamento, y los resultados intersesión de las mismas medias en longitud, espesor y anchura, realizados por el primer y segundo observador con calibre en cada espécimen anatómico después de hacer la disección del ligamento y exponerlo

10.10.1 Longitud del LS:

Parar ello en primer lugar se ha medido la longitud del LS por el primer y segundo observador utilizando el ecógrafo y muestra una media (DE) de 1.57 (0.32) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 1.49-1.65 cm, por otro lado, la longitud del LS medido por el primer y segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.58 (0.32) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 1.50-1.66 cm.

La intersesión entre ambas mediciones de longitud muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.966 y un IC 95% de 0.943-0.979.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de longitud entre la ecografía y el calibre, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de 0.04 y un intervalo de confianza al 95% de -0.24-0.31, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer y segundo observador al medir el ligamento con ecografía, y posteriormente primer y segundo observador con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,538$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,937$ ($P<0,001$).

10.10.2 Espesor del LS:

A continuación, en segundo lugar, se ha evaluado la relación espesor del LS medido por el primer y segundo observador utilizando el ecógrafo y muestra una media (DE) de 0.44 (0.09) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 0.41-0.46 cm, por otro lado, el espesor del LS medido por el primer y segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 0.41 (0.10) cm, con un intervalo de confianza al 95% de 0.38 -0.44 cm.

La intersección entre ambas mediciones de espesor muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.911 y un IC 95% de 0.837-0.949.

Se calculó el LoA en la intersección de la medición de espesor entre el la ecografía y el calibre, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.03 y un intervalo de confianza al 95% de -0.15-0.10, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer y segundo observador al medir el ligamento con ecografía, y posteriormente primer y segundo observador con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que si hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,151$), mostrando igualmente una correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,856$ ($P<0,001$).

10.10.3 Ancho del LS:

A continuación, en tercer lugar, se ha analizado la relación al ancho del LS medido por el primer y segundo observador utilizando el ecógrafo muestra una media (DE) de 1.23 (0.02) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.22-1.25 cm, por otro lado, el ancho del LS medido por el primer y segundo observador utilizando el calibre muestra una media (DE) de 1.22 (0.11) cm con un intervalo de confianza al 95% de 1.19 -1.24 cm.

La intersesión entre ambas mediciones de ancho, muestra una fiabilidad valorada como casi perfecta, con un ICC de 0.919 y un IC 95% de 0.869-0.950.

Se calculó el LoA en la intersesión de la medición de ancho entre el ecógrafo y el calibre, para definir la cantidad de variación que puede estar influyendo en las mediciones, siendo de -0.02 y un intervalo de confianza al 95% de -0.25-0.22, lo que indica que las mediciones tienden a concordar puesto que el LoA está cercano a cero.

Se ha valorado la reproducibilidad entre las mediciones realizadas por el primer y segundo observador al medir el ligamento con ecografía, y posteriormente primer y segundo observador con calibre mediante la t de student pareada, y muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($P=0,240$), mostrando falta de correlación en las mediciones realizadas en ambas sesiones estadísticamente significativa con un valor $r= 0,852$ ($P<0,001$)

Tabla II. Análisis de confiabilidad y correlación de las dimensiones de LS entre las mediciones de US entre sesiones y de calibre para ambos observadores.

VARIABLE	INTERSESIÓN ECO- GRAFÍA EXAMINA- DOR 1 Y 2	INTERSESIÓN CALIBRE EXA- MINADOR 1 Y 2	ICC (1-1) (IC95%)	LoA (IC 95%)	r (P-value)	P-value
	Media (DE) IC 95%	Media (DE) IC 95%				
Longitud (cm)	1.57 (0.32) 1.49-1.65	1.58 (0.32) 1.50-1.66	0.966 (0.943-0.979)	0.04 (-0.24- 0.31)	0,937 (<0.001)	0.538
Espesor (cm)	0.44 (0.09) 0.41-0.46	0.41 (0.10) 0.38-0.44	0.911 0.8377- 0.9495)	-0.03 (-0.15-010)	0,856 (<0.001)	0.151
Ancho (cm)	1.23 (0.02) 1.22-1.25	1.22 (0.11) 1.19-1.24	0.919 0.869-0.950)	-0.02 (-0.25- 0.22)	0,852 (<0.001)	0.240

Abreviaturas: DE. desviación estándar; IC 95 %. intervalo de confianza; P. Prueba paramétrica t-student pareada.; R. coeficiente de correlación de Pearson; cm. centímetros Significación estadística para un valor $p < 0,05$ con un intervalo de confianza de 95%; LoA 95% límite de concordancia; MDC. Mínimo cambio detectable

La figura 43 muestra los gráficos de Brand-Altman para los valores de longitud obtenidos con ecografía y valores de longitud obtenidos con calibre en el pie cadavérico. Para estas variables, y en casi todos los especímenes, la gráfica indica que las diferencias entre los dispositivos de medición cayeron dentro del intervalo de confianza del 95% de todas las mediciones.

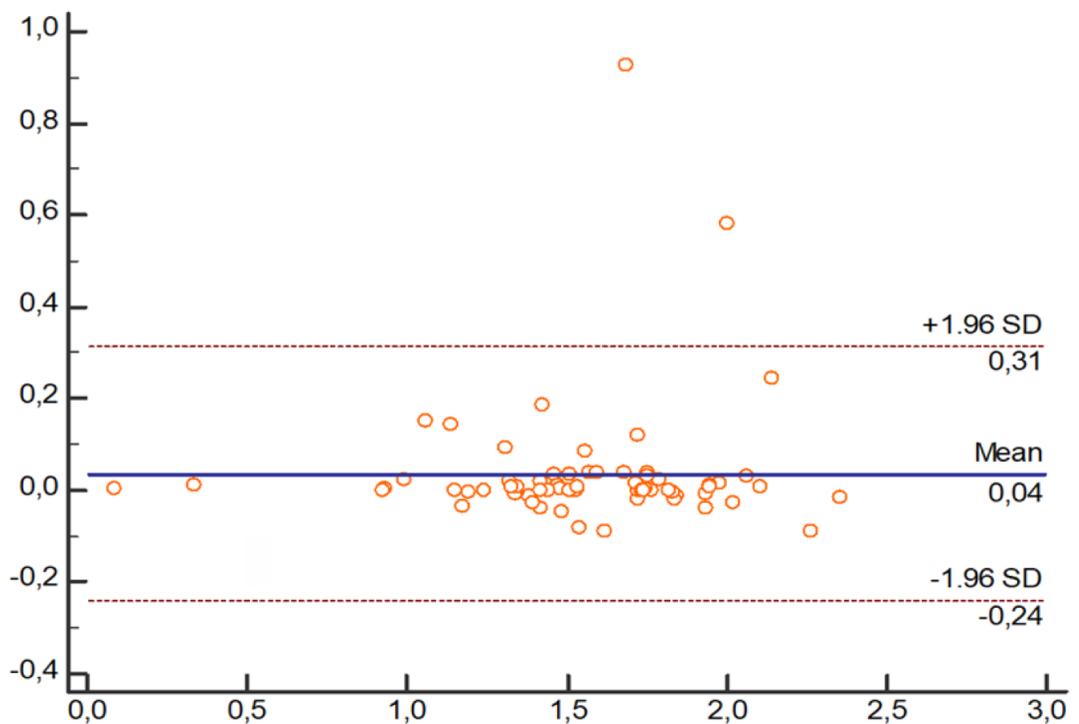


Figura 43: Representación Gráfica de Bland-Altman comparando la medición de longitud con ultrasonido y calibre del LS en cada pie cadavérico.

La figura 44 muestra los gráficos de Brand-Altman para los valores de espesor obtenidos con ecografía y valores de espesor obtenidos con calibre en el pie cadavérico. Para estas variables, y en casi todos los especímenes, la gráfica indica que las diferencias entre los dispositivos de medición cayeron dentro del intervalo de confianza del 95% de todas las mediciones.

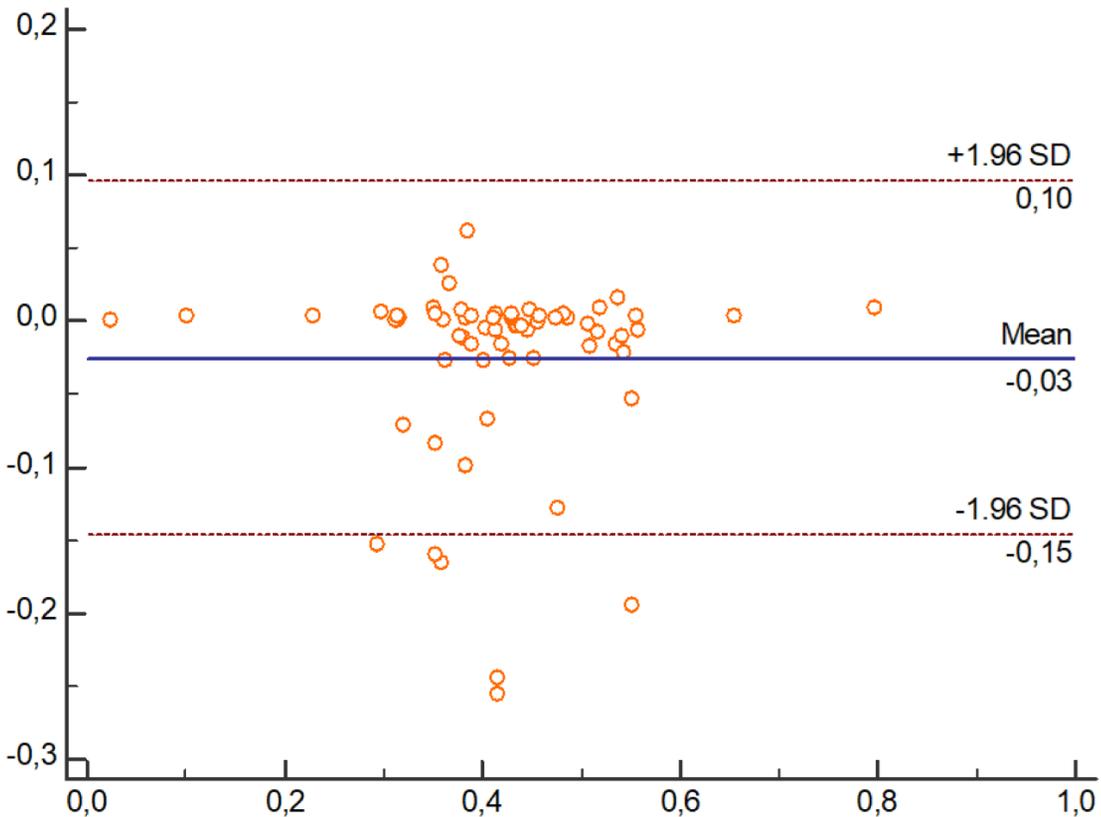


Figura 44: Representación Gráfica de Bland-Alman comparando la medición de espesor con ultrasonido y calibre del LS en cada pie cadavérico.

La figura 45 muestra los gráficos de Brand-Altman para los valores de ancho obtenidos con ecografía y valores de ancho obtenidos con calibre en el pie cadavérico. Para estas variables, y en casi todos los especímenes, la gráfica indica que las diferencias entre los dispositivos de medición cayeron dentro del intervalo de confianza del 95% de todas las mediciones.

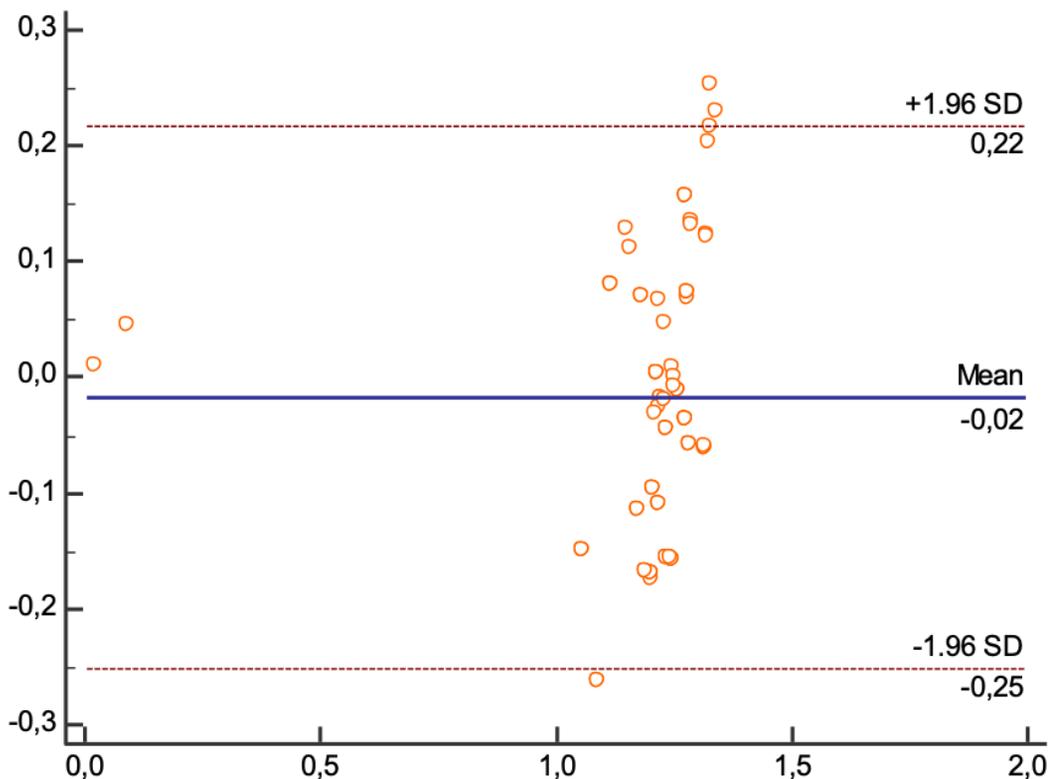


Figura 45: Representación Gráfica de Bland-Altman comparando la medición de ancho con ultrasonido y calibre del LS en cada pie cadavérico.

11. Discusión

En un estudio realizado en el año 1996 (31) donde se realiza la disección de 38 pies cadavéricos congelados, se midieron las características anatomomorfológicas, histológicas y microvasculares del LS, porción superomedial e inferomedial, así como del ligamento deltoideo y de sus relaciones con el TTP y con las articulaciones subyacentes. 14 de los 38 pies se utilizaron para valorar las características anatomomorfológicas del LS, estos previamente se conservaron en formalina (31).

Los resultados de las mediciones de la longitud del LS en estudio de Davis et al. en 1996 fueron similares a las nuestros, puesto que en este estudio se diferenciaron dos mediciones diferentes para la longitud, una primera medición en la que se valoraba el ligamento en su borde superior medial, con una media de longitud de 36.6 mm y un rango de 28-42 mm, y otra medición en la que valoraba el ligamento en su borde inferior lateral, con una media de 17 mm y un rango de 13-21 mm de longitud; en este estudio se describe al ligamento con una inserción en forma curva desde la parte más superior y medial del ST, hasta el área más inferior y lateral del mismo ST, confiere una forma de hamaca para insertarse en el tubérculo del escafoides en el borde que va desde la zona más superior y medial hasta la parte más inferior y plantar del mismo.

Las mediciones inferolaterales de longitud realizadas por Davis et al. (31) en cadáver con una media de 17 mm y un rango de 13-21 mm, son similares a nuestras mediciones en la longitud del cadáver por un primer y un segundo examinador con una media y una desviación estándar de 15.8 mm (0.32) 15-16.6 mm de longitud.

Además, en este estudio (31), la calidad ligamentosa no era pura, puesto que existía contenido de tejido graso adherido al ligamento, esto podría conferir unas medias ligeramente diferentes (23,31). En nuestro estudio, de igual manera, se realizan mediciones a 62 cadáveres de longitud, ancho y espesor por dos examinadores, aumentando la potencia del mismo.

En el estudio de Mengiardi et al. en 2005 (23) se realizaron RMN del complejo del LS de 5 especímenes que provenían de cadáveres humanos congelados, en este estudio se mostraron sus hallazgos anatómicos y se compararon con los hallazgos en la disección de estos ligamentos realizada por un cirujano con 6 años de experiencia. En este estudio se midió el espesor de la porción superomedial del LS. Los resultados se analizaron por un anatomopatólogo que pudo diferenciar las tres porciones del LS. La resonancia magnética permitió la diferenciación también de las tres partes del complejo LS.

Existía una capa de grasa entre el tendón tibial posterior y la porción superomedial que medía entre 1-3 mm. En todos los especímenes el ligamento era menos espeso y menos difícil de representar en RMN en la zona distal más pegada a la porción del navicular; la muestra histológica sacada de la zona de articulación entre el ligamento superomedial y la superficie talar indicaba que existía parte de fibrocartilago; existieron solo 3 cadáveres donde se pudo diferenciar la parte superomedial del medioplantar con resonancia (23). El superomedial tenía un espesor medio de 3,2 mm, con un rango de 2-5mm. Las mujeres tenían una porción superomedial significativamente más delgada con un grosor medio, 3,3 frente a 3,5 mm; P .015 (prueba U de Mann-Whitney). No hubo correlación entre el espesor del ligamento y la edad del sujeto. Los resultados obtenidos en el estudio de Mengiardi comparados con los resultados de nuestro estudio son parejos ya que nuestros resultados se encuentran dentro del rango de resultados que ellos obtienen 3,2 mm (rango 2-5 mm) de espesor y en nuestro estudio una media con desviación estándar de 4.4 mm de espesor (0.90) con un índice de correlación al 95 % de 4.10-4.60 mm de espesor, encontrándonos dentro de los rangos descritos por el estudio que estamos comparando (23).

En nuestro estudio la técnica de evaluación elegida para medir las dimensiones del complejo del LS en cadáveres fue la ecografía, esta nos permitió valorar las tres dimensiones de dicho ligamento utilizando más cadáveres, concretamente 62, demostrando una alta fiabilidad y repetibilidad tanto intra como inter-observador y demostrando una alta correlación con las dimensiones anatómicas del LS diseccionado.

Por otro lado, Harish et al. (80), en su estudio, hacen el análisis ultrasonográfico del espesor y la disección del complejo del LS a cuatro especímenes de pies cadavéricos conservados con etanol, metanol, propileno, formaldehído y fenol introducido por la arteria femoral. Para su correcta localización utilizan en primer lugar la introducción de cuatro gotas de 0.1 % de azul de metileno justo después de la localización ecográfica e inmediatamente después, dos expertos cirujanos, mediante un abordaje posterior, disecaron el ligamento para valorar si se había conseguido ubicar en el LS dichas gotas de 0.1 de azul de metileno, estos autores no realizan ninguna medición de los ligamentos diseccionados, ni realizan ninguna correlación con las mediciones realizadas con US. Una vez hecho y comprobado este abordaje, se valoró mediante la técnica ecográfica realizada y comprobada en los cadáveres, la valoración del LS en 40 sujetos asintomáticos adultos. En este estudio se obtuvo una media de espesor de 2.96 mm (0.54)

mm con un intervalo de confianza al 95% de 2.79-3.14, resultados parejos al estudio anteriormente analizado (23). En este caso Harish et al. utilizan la disección anatómica y la inyección con azul de metileno para encontrar la mejor forma de evaluar el LS con ultrasonografía, desarrollando la técnica que nosotros utilizamos en nuestro estudio.

En otro estudio realizado por Patil et al. (36), donde se estudian en 30 pies de cadáver desarticulados las dimensiones de longitud, espesor y ancho de las diferentes porciones del complejo del LS, las dimensiones en longitud adquiridas del ligamento no coinciden con las obtenidas por Davis et al. (31). Previamente se analizaron los pies mediante un estudio radiográfico para descartar lesiones artrósicas de sus articulaciones que pudieran interferir en los resultados.

En este estudio (36) la medición de la longitud del borde inferolateral de la porción superomedial del LS, que es la medición que corresponde con nuestra medición de longitud con calibre, se obtienen resultados de media y desviación estándar de 33.44 mm \pm 3.34 y un rango entre 28.62-38.79 mm de longitud (36), siendo estas medidas superiores a las nuestras y a las obtenidas en estudios como el de Davis et al. (31). De la misma manera Patil et al. en 2007 miden el espesor de la porción superomedial

del LS con calibre obteniendo una media desviación estándar de 3.54 ± 0.40 y un rango de 2.98-4.16, en este caso sus resultados son similares a los de nuestro estudio y a los del estudio de Davis et al. en 1996. Finalmente en este estudio se mide el ancho del ligamento, pero lo hacen en dos áreas, una porción calcánea cercana al ST y otra porción cercana a la tuberosidad del escafoides, obteniendo medidas diferentes a las nuestras puesto que nosotros tomamos como referencia en ecografía la del ligamento tibiospring que pertenece al complejo ligamentoso deltoideo, por tanto, medimos con el calibre el ancho del ligamento en su porción medial, en el mismo lugar que lo hemos hecho previamente con ecografía, y no en su porción distal o proximal.

En el año 2008, Mansour et al. (37) analizaron la anatomía normal de 10 sujetos asintomáticos, mediante ultrasonido del complejo del LS. De todos los voluntarios se midió el espesor de la porción superomedial del LS.

La media de las medias del grupo de pacientes en su parte proximal es de 3.6 mm y la de la parte distal de 4 mm de espesor. En nuestro estudio la medición del espesor se realiza como ya hemos comentado en la zona media de la porción superomedial, es por eso que puedan existir diferencias en cuanto a la dimensiones medidas con US.

En resumen y después de los datos anteriormente descritos podemos decir que hay varias investigaciones sobre las dimensiones del LS que han utilizado RMN para evaluar la anatomía de esta estructura en pies de cadáver (17,19,81), especialmente Mengiardi et al. que dedujo con precisión el complejo LS en pies cadavéricos sin síntomas.

Consideramos que nuestro estudio, a pesar de las diferentes mediciones realizadas de las dimensiones del LS mediante ultrasonido así como con calibre en algunos estudios (36,37), puede considerarse como el estudio pionero que muestra una excelente fiabilidad entre las sesiones de medición realizadas así como entre evaluadores (ICCUS=0.825-0.990; ICCCaliper=0.825-0.998; ICCUS vs ICCCaliper = 0.911-0.966) (82), una precisión absoluta que muestra un SEM adecuado (SEMUS= 0-0.025 cm; SEMCaliper= 0-0.030 cm), MDC (MDCUS= 0-0.69 cm; MDCCaliper = 0-0.083) y VN (VNUS = 0.44 [0.17] - 1,57 [0.62] cm; cm; VNCaliper = 0.41 [0.19] - 1.58 [0.62] cm) valores(78), y una concordancia casi perfecta según el 95% CI LoA (LoAUS = -0.01 [-0.12-0.10] - 0,03 [-0.16-0.23]; LoACaliper = -0.003 [-0.02-0.01] - 0.05 [-0.50-0.60]; LoAUS vs Caliper = 0.03 [-0.15-0.10] - 0.04 [-0.24-0.31]) valores y distribución de gráficos de Bland-Altman (Figuras 42, 43, 44)(78), así como fuertes correlaciones ($r_{US} = 0.893 - 0.989$; $r_{Caliper} = 0.725 - 0.998$; ICCUS vs Caliper = 0.852 - 0.937) (83) entre el calibre y US para determinar todas las dimensiones de LS en pies cadavéricos.

De acuerdo con los análisis de repetibilidad (39,40), las mediciones realizadas en este estudio mostraron una buena repetibilidad (valor $p > 0.05$) para las mediciones del LS por US (Tabla 9) y mediante calibre (tabla 10), y también buena repetibilidad para la comparación entre ambas herramientas (tabla 11) entre las primeras sesiones y los valores del segundo observador. Con una excepción, en este caso, la dimensión de ancho del LS medida con US tiene un valor $p = 0.019$. Debido a este dato las dimensiones de ancho deben considerarse con precaución por las diferencias de repetibilidad encontradas en el US. Según nuestra búsqueda bibliográfica y el conocimiento existente entre los autores, nuestro estudio puede considerarse como un trabajo único de investigación que proporciona confiabilidad, precisión absoluta, correlación y repetibilidad para la dimensión del ancho del LS medida con US a estudios previos de confiabilidad del US centrados sobretudo en la longitud y el grosor del LS (36,37).

Además, los valores de MDC para las dimensiones LS, como la longitud (MDCUS = 0.069 cm versus MDCCaliper = 0.083 cm), el grosor (MDCUS = 0 cm versus MDCCaliper = 0.021 cm) y el ancho (MDCUS = 0.013 cm versus MDCCaliper = 0 cm) mostraron que las medidas de US fueron con una precisión absoluta más alta con valores de MCD más bajos que las medidas de calibre para las medidas de espesor y de longitud del LS, por otro lado, el calibre

mostró una mayor precisión absoluta con MDC más bajo para las medidas de ancho del LS. Según este dato de MDC se podría confirmar que existe una confianza en la medición para asegurarse de que los valores obtenidos no son el resultado de variaciones aleatorias secundarias o errores de medición (78), estos MDC nos permiten considerar como datos de referencia de corte para determinar las variaciones de las dimensiones del LS secundarias a anomalías anatómicas (36,37), procedimientos invasivos guiados por US (38) o valorar la evolución de una lesión del ligamento (84,85).

Nuestros hallazgos invitan a pensar que estas dos técnicas son precisas para evaluar las dimensiones del LS en pies cadavéricos humanos, Harish et al. demostraron que los US pueden ser una herramienta de imagen efectiva para medir anomalías del LS en pacientes con lesiones sintomáticas del TTP en comparación con la RMN como Gold Standart (80). Además, Crim (86) declaró que la RMN debe de ser el procedimiento de evaluación de primera línea para la valoración de la situación del LS. Sin embargo, nuestro estudio no demuestra esta condición para las mediciones del calibre y el US en las lesiones del LS, habiendo sido comparados el US y la RMN mostrando excelentes resultados en otros estudios (80). Como futura línea de investigación ponemos sobre la mesa el estudio de la fiabilidad del US y el calibre en patologías del LS.

Nuestro estudio se apoyó en la comparación del US con el calibre como Gold Standart, ya que este puede usarse como referencia para procedimientos guiados por ultrasonido en cadáveres humanos embalsamados con formaldehído (38). Los futuros estudios deberían considerar estos procedimientos en cadáveres recién congelados así como en sujetos sanos y pacientes con lesión del LS (84,85).

Hemos de reconocer limitaciones en nuestro estudio con respecto al enfoque adaptado tanto para la disección anatómica como para la evaluación de US, por ello, no pudimos determinar toda la morfología del ligamento y sus diferentes variaciones anatómicas. Animamos a que se investigue más en este campo. Por un lado, solo se hizo la comparación de los resultados de dos observadores, en futuros estudios se debería aumentar el número de observadores para aumentar de esta manera la precisión de los resultados.

Por otro lado, los cambios de ecogenicidad pueden haber distorsionado la capacidad de realizar las medidas del US, ya que como se ha comentado, el ligamento es una estructura altamente anisotrópica y los ligamentos del tobillo en concreto tienen una morfología y disposición muy compleja que favorece mucho la

formación de este artefacto. De esta manera las mediciones de ancho se han podido ver alteradas mostrando una menor precisión en nuestro estudio. Además de que los tejidos han sido conservados con formalina y esta puede conducir a una contracción asimétrica del tejido aumentando su naturaleza anisotrópica.

12. Conclusiones

Conclusiones

1.- Se demuestra que las mediciones realizadas con ultrasonografía del LS en longitud, ancho y grosor son fiables, reproducibles y se correlacionan con la medición del mismo mediante calibre tras su disección anatómica

2.- Las dimensiones de longitud, espesor y ancho del LS medidas mediante ecografía, son fiables y reproducibles tanto intra como interobservador, y son reproducibles excepto para el ancho.

3.- Las dimensiones de longitud, espesor y ancho del LS medidas con calibre han demostrado ser fiables y reproducibles tanto intra como interobservador

4.- Existe correlación entre las mediciones de la longitud, espesor y ancho del LS medidas con ecografía y calibre.

Conclusions

1.- Length, width and thickness measurements of the spring ligament (SL) obtained via ultrasonography were shown to be reliable, reproducible and correlate with caliber measurements of the same parameters after SL anatomical dissection.

2.- The dimensions of SL length, thickness, and width as measured by ultrasound were shown to be reliable and reproducible both according to intra- and inter-observations and except for width, were reproducible.

3.- The dimensions of SL length, thickness, and width measured with a caliber were proven to be reliable and reproducible according to both intra- and inter-observations.

4.- There was a correlation between the ultrasound and caliber measurements of SL length, thickness, and width.

13. Producción Científica

- Autor del artículo: Santiago-Nuño, F., Palomo-López, P., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Calvo-Lobo, C., Losa-Iglesias, M. E., Casado-Hernández, I., & López-López, D. (2019). Intra and Inter-rater Reliability between Ultrasound Imaging and Caliper Measures to determine Spring Ligament Dimensions in Cadavers. *Scientific Reports*, 9(1), 14808. [doi:10.1038/s41598-019-51384-6](https://doi.org/10.1038/s41598-019-51384-6)

- Martínez Jiménez EM, Díaz Velázquez JI, Sánchez Gómez R, Santiago-Nuño F, Casado Hernández I, Garrido Castells X. Estudios experimentales de la biomecánica de la marcha durante el embarazo: revisión sistemática de ensayos clínicos. (2000-2018). *Rev Int Ciencias Podol.* 2019 Jun 17;13(2):77–86. [Doi:10.5209/ricp.64723](https://doi.org/10.5209/ricp.64723)

- Curso de Superior Universitario en Ecografía diagnóstica en patología de Tobillo y pie que se imparte en la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Diciembre de 2019.

- Ponente en el Congreso Internacional de Fisioterapia y Deporte celebrado en el Hospital Clínico San Carlos de Madrid en las fechas de 1 y 2 de diciembre de 2018 con la ponencia titulada “Exploración ecográfica de un deportista en directo: lesiones interesantes a explorar”

- Ponente en el Congreso Internacional de Fisioterapia y Deporte celebrado en el Hospital Clínico San Carlos de Madrid en las fechas de 1 y 2 de diciembre de 2018 con el taller titulado “Diagnostico Ecográfico en el Deporte”

- Participación en el Congreso VCICCS durante los días 4 y 5 de abril de 2019 en Murcia (España), con una duración de 20 horas, organizado por la Asociación Universitaria de Educación y Psicología [Sociedad Miembro Adherida a COSCE-Confederación de Sociedades Científicas de España], y la Asociación University of Scientific Formation Psychology and Education Research.

- Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. Casado Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D (2019) ECOGRAFÍA EN LAS LESIONES DEL TOBILLO Y PIE: REVISIÓN SISTEMÁTICA. REVISIÓN E INNOVACIÓN EN LA ACTUACIÓN DE LOS PROFESIONALES DE LA SALUD. VOLUMEN I, ASUNIVEP ISBN: 978-84-09-11171-8, Depósito Legal: AL 977-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/files/LIBRO_INTERVENCION_1.pdf

- Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. Casa-

do Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. (2019) COMPARACIÓN MORFOLÓGICA MEDIANTE ECOGRAFÍA DE LA MUSCULATURA INTRÍNSECA Y FASCIA PLANTAR ENTRE PACIENTES CON HALLUX VALGUS DE GRADO LEVE Y MODERADO. INTERVENCIÓN E INVESTIGACIÓN EN CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA SALUD. VOLUMEN I, ASUNIVEP ISBN: 978-84-09-08304-6, Depósito Legal: AL 974-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/203

- De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. Casado Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. (2019) PREVALENCIA DE ESPECIES FÚNGICAS EN MUESTRAS NASALES DE PODÓLOGOS Y EN SUSPENSIÓN EN EL HABITÁCULO DE TRABAJO. INTERVENCIÓN E INVESTIGACIÓN EN CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA SALUD. VOLUMEN II, ASUNIVEP ISBN: 978-84-09-08305-3, Depósito Legal: AL 975-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/177

- Mazoteras Pardo, V. Casado Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. De Benito González, S. (2019) FIABILIDAD Y VALIDEZ DE LAS PRUEBAS DIAGNOSTICAS. ACTUALIZA-

CIÓN EN SALUD PARA LA MEJORA DE CALIDAD DE VIDA. VOLUMEN I, ASUNIVEPISBN: 978-84-09-11170-1, Depósito Legal: AL 976-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/167

- Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. Casado Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. (2019) ESTUDIO DE CORRELATOS EN JUGADORES CON ANTECEDENTES DE ENFERMEDAD DE SEVER: UN ESTUDIO DE CASOS Y CONTROLES. INTERVENCIÓN E INVESTIGACIÓN EN CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA SALUD. VOLUMEN I, ASUNIVEPISBN: 978-84-09-08304-6, Depósito Legal: AL 974-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/213

- Grande del Arco, J. De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. Casado Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. (2019) ACTUALIZACIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA LA ONICOMICOSIS: REVISIÓN. INTERVENCIÓN E INVESTIGACIÓN EN CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA SALUD. VOLUMEN I, ASUNIVEPISBN: 978-84-09-08304-6, Depósito Legal: AL 974-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/207

- Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. Casado Hernández, I. (2019) EJERCICIO TERAPÉUTICO EN LA DISFUNCIÓN DEL TIBIAL POSTERIOR: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES. REVISIÓN E INNOVACIÓN EN LA ACTUACIÓN DE LOS PROFESIONALES DE LA SALUD. VOLUMEN I, ASUNIVEP ISBN: 978-84-09-11171-8, Depósito Legal: AL 977-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/199

- Casado Hernández, I. Martínez Jiménez, EM. Calvo Lobo, C. Rodríguez Sanz, D Santiago Nuño, F. Grande del Arco, J. De Benito González, S. Mazoteras Pardo, V. (2019) VARIABILIDAD DE PRESIÓN PLANTAR EN EL PILOTAJE SOBRE SIMULAR DE MOTOCICLETA SUPERSPORT. INTERVENCIÓN E INVESTIGACIÓN EN CONTEXTOS CLÍNICOS Y DE LA SALUD. VOLUMEN I, ASUNIVEP ISBN: 978-84-09-08304-6, Depósito Legal: AL 974-2019. https://formacionasunivep.com/Vciccs/contenido/textos/descargar_libro/151

- Asistente al X Curso teórico práctico de Ecografía Musculo-esquelética, número de registro 664/18, celebrando en Donostia-San Sebastián los días 3, 4 y 5 de octubre de 2018 con el aval científico de la Sociedad Española de Ecografía (SEECO). Actividad acreditada por el consejo vasco de formación continuada de las Profesiones Sanitarias con 3.4 créditos.

- Curso de delegado de protección de datos por CORMORAN centro de investigación y Formación durante los días 4 al 29 de marzo de 2019 (60 h)

- Curso de community manager por CORMORAN centro de investigación y formación durante los días 20 al 30 de mayo de 2019 (30 h)

14. Bibliografía

1. Salvagioni DAJ, Melanda FN, Mesas AE, González AD, Gabani FL, De Andrade SM. Physical, psychological and occupational consequences of job burnout: A systematic review of prospective studies. PLoS ONE. 2017; 12(10): 1-29. [doi:10.1371/journal.pone.0185781](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185781)
2. Melamed S. Burnout and risk of regional musculoskeletal pain - A prospective study of apparently healthy employed adults. Stress Heal. 2009; 25(4): 313-21. [doi:10.1002/smi.1265](https://doi.org/10.1002/smi.1265)
3. Armon G, Melamed S, Shirom A, Shapira I. Elevated burnout predicts the onset of musculoskeletal pain among apparently healthy employees. J Occup Health Psychol. 2010; 15(4): 399-408. [doi:10.1037/a0020726](https://doi.org/10.1037/a0020726)
4. Whitson MR, Mayo PH. Ultrasonography in the emergency department. Crit Care. 2016; 20(1): 227. [doi:10.1186/s13054-016-1399-x](https://doi.org/10.1186/s13054-016-1399-x)
5. Douis H, Gillett M, James SL. Imaging in the diagnosis, prognostication, and management of lower limb muscle injury. Semin in Musculoskelet Radiol. 2011; 15 (1): 27-41. [doi:10.1055/s-0031-1271957](https://doi.org/10.1055/s-0031-1271957)
6. Primack SJ. Past, Present, and Future Considerations for Musculoskeletal Ultrasound. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2016; 27(3): 749-52. [doi:10.1016/j.pmr.2016.04.009](https://doi.org/10.1016/j.pmr.2016.04.009)

7. Shah AB, Bhatnagar N. Ultrasound imaging in musculoskeletal injuries-What the Orthopaedic surgeon needs to know. *J Clin Orthop Trauma*. 2019; 10(4): 659-65. [doi:10.1016/j.jcot.2019.05.010](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.05.010)

8. García Jiménez R, García-Gómez FJ, Noriega Álvarez E, Calvo Morón C, Martín-Marcuatu JJ. Hybrid imaging in foot and ankle disorders. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2018; 37(3):191–202. [doi:10.1016/j.remnm.2017.10.003](https://doi.org/10.1016/j.remnm.2017.10.003)

9. Jiménez F. *Ecografía Musculoesquelética. Nivel 1 Iniciación*. Vol 1. 1ª Ed. Madrid: Marbán; 2017.

10. Linek P. The importance of body mass normalisation for ultrasound measurements of the morphology of oblique abdominis muscles: The effect of age, gender, and sport practice. *Folia Morphol*. 2018; 77(1): 123-30. [doi:10.5603/FM.a2017.0059](https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0059)

11. Dabadghao VS, Naik DG. A study of the relation between clinical parameters of rheumatoid arthritis with ultrasonographic findings in joints and a comparison of ultrasonography with conventional radiography. *J Assoc Physicians India*. 2018; 66(6): 27-30. [PMID:31331131](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31331131/)

12. Enriquez JL, Wu TS. An introduction to ultrasound equipment and knobology. *Crit Care Clin*. 2014; 30(1): 25-45. [doi:10.1016/j.ccc.2013.08.006](https://doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.006)

13. Martinoli C, Bianchi S. Ecografía Musculoesquelética. 2ª Ed. Madrid. Marban; 2015.
14. Strutt JW. The theory of sound. 1ª Ed. Londres: Macmillan and co; 2011.
15. Jennings MM, Christensen JC. The Effects of Sectioning the Spring Ligament on Rearfoot Stability and Posterior Tibial Tendon Efficiency. J Foot Ankle Surg. 2008; 47(3): 219-24. [doi:10.1053/j.jfas.2008.02.002](https://doi.org/10.1053/j.jfas.2008.02.002)
16. Ribbans WJ, Garde A. Tibialis Posterior Tendon and Deltoid and Spring Ligament Injuries in the Elite Athlete. Foot Ankle Clin. 2013; 18(2): 255-91. [doi:10.1016/j.fcl.2013.02.006](https://doi.org/10.1016/j.fcl.2013.02.006)
17. Omar H, Saini V, Wadhwa V, Liu G, Chhabra A. Spring ligament complex: Illustrated normal anatomy and spectrum of pathologies on 3T MR imaging. Eur J Radiol. 2016; 85(11): 2133-43. [doi:10.1016/j.ejrad.2016.09.023](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.09.023)
18. Yao L, Gentili A, Cracchiolo A. MR imaging findings in spring ligament insufficiency. Skeletal Radiol. 1999; 28(5): 245-50. [doi:10.1007/s002560050510](https://doi.org/10.1007/s002560050510)
19. Mengiardi B, Pinto C, Zanetti M. Spring Ligament Complex and Posterior Tibial Tendon: MR Anatomy and Findings in Acquired Adult Flatfoot Deformity. Semin Musculoskelet Radiol. 2016; 20(1): 104-15. [doi:10.1055/s-0036-1580616](https://doi.org/10.1055/s-0036-1580616)

20. Taniguchi A, Tanaka Y, Takakura Y, Kado-
no K, Maeda M, Yamamoto H. Anatomy of the spring li-
gament. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85(11): 2174-8.
[doi:10.2106/00004623-200311000-00018](https://doi.org/10.2106/00004623-200311000-00018)

21. Orr JD, Nunley JA. Isolated Spring Li-
gament Failure as a Cause of Adult-Acquired Flat-
foot Deformity. *Foot Ankle Int.* 2013; 34(6): 818-23.
[doi:10.1177/1071100713483099](https://doi.org/10.1177/1071100713483099)

22. Sconfienza LM, Orlandi D, Lacelli F, Sera-
fini G, Silvestri E. Dynamic high-resolution us of ankle
and midfoot ligaments: Normal anatomic structure and
imaging technique. *Radiographics.* 2015; 35(1): 164-78.
[doi:10.1148/rg.351130139](https://doi.org/10.1148/rg.351130139)

23. Mengiardi B, Zanetti M, Schöttle PB, Vien-
ne P, Bode B, Hodler J, et al. Spring ligament com-
plex: MR imaging-anatomic correlation and findings in
asymptomatic subjects. *Radiology.* 2005; 237(1): 242-9.
[doi:10.1148/radiol.2371041065](https://doi.org/10.1148/radiol.2371041065)

24. Barceló P, Iriarte I. *Ecografía Musculoesquelética. At-
las Ilustrado.* SEMG Sociedad española de medicos de familia.
Madrid: Panamericana; 2015.

25. Iriarte I. *Ecografía musculoesquelética. Exploración
Anatómica y Palpatoria.* 1ª Ed. Madrid: Panamericana; 2020.

-
26. Bryce CD, Armstrong AD. Anatomy and Biomechanics of the Elbow. *Orthop Clin North Am.* 2008; 39(2): 141-54. [doi:10.1016/j.ocl.2007.12.001](https://doi.org/10.1016/j.ocl.2007.12.001)
27. Steginsky B, Vora A. What to Do with the Spring Ligament. *Foot Ankle Clin.* 2017; 22(3): 515-27. [doi:10.1016/j.fcl.2017.04.005](https://doi.org/10.1016/j.fcl.2017.04.005)
28. Deland JT, De Asla RJ, Sung IH, Ernberg LA, Potter HG. Posterior tibial tendon insufficiency: Which ligaments are involved?. *Foot Ankle Int.* 2005; 26(6): 427-35. [doi:10.1177/107110070502600601](https://doi.org/10.1177/107110070502600601)
29. Gazdag AR, Cracchiolo A. Rupture of the posterior tibial tendon: Evaluation of injury of the spring ligament and clinical assessment of tendon transfer and ligament repair. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79(5): 675-88. [doi:10.2106/00004623-199705000-00006](https://doi.org/10.2106/00004623-199705000-00006)
30. Sitler DF, Bell SJ. Soft tissue procedures. *Foot Ankle Clinics.* 2003; 8(3): 503-20. [doi:10.1016/s1083-7515\(03\)00123-2](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00123-2)
31. Davis WH, Sobel M, Dicarlo EF, Torzilli PA, Deng X, Geppert MJ, et al. Gross, histological, and microvascular anatomy and biomechanical testing of the spring ligament complex. *Foot Ankle Int.* 1996; 17(2): 95-102. [doi:10.1177/107110079601700207](https://doi.org/10.1177/107110079601700207)

32. Deland JT. The adult acquired flatfoot and spring ligament complex. Pathology and implications for treatment. *Foot Ankle Clin.* 2001; 6(1): 129-35, vii. [doi:10.1016/s1083-7515\(03\)00086-x](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00086-x)

33. Pinney SJ, Lin SS. Current concept review: Acquired adult flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2006; 27(1): 66-75. [doi:10.1177/107110070602700113](https://doi.org/10.1177/107110070602700113)

34. Imhauser CW, Siegler S, Abidi NA, Frankel DZ. The effect of posterior tibialis tendon dysfunction on the plantar pressure characteristics and the kinematics of the arch and the hindfoot. *Clin Biomech.* 2004; 19(2): 161-9. [doi: 10.1016/j.clinbiomech.2003.10.007](https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2003.10.007)

35. Tryfonidis M, Jackson W, Mansour R, Cooke PH, Teh J, Ostlere S, et al. Acquired adult flat foot due to isolated plantar calcaneonavicular (spring) ligament insufficiency with a normal tibialis posterior tendon. *Foot Ankle Surg.* 2008;14(2):89-95. [doi:10.1016/j.fas.2007.11.005](https://doi.org/10.1016/j.fas.2007.11.005)

36. Patil V, Ebraheim NA, Frogameni A, Liu J. Morphometric dimensions of the calcaneonavicular (spring) ligament. *Foot ankle Int.* 2007; 28(8): 927-32. [doi:10.3113/FAI.2007.0927](https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0927)

37. Mansour R, Teh J, Sharp RJ, Ostlere S. Ultrasound assessment of the spring ligament complex. *Eur Radiol.* 2008;18(11):2670-5. [doi:10.1007/s00330-008-1047-1](https://doi.org/10.1007/s00330-008-1047-1)

38. Sawhney C, Lalwani S, Ray B, Sinha S, Kumar A. Benefits and pitfalls of cadavers as learning tool for ultrasound-guided regional anesthesia. *Anesth Essays Res.* 2017; 11(1): 3-6. [doi:10.4103/0259-1162.186607](https://doi.org/10.4103/0259-1162.186607)
39. Hougs Kjær B, Ellegaard K, Wieland I, Warming S, Juul-Kristensen B. Intra-rater and inter-rater reliability of the standardized ultrasound protocol for assessing subacromial structures. *Physiother Theory Pract.* 2017; 33(5): 398-409. [doi:10.1080/09593985.2017.1318419](https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1318419)
40. Buxadé CPC, Solà-Perez T, Castizo-Olier J, Carrasco-Marginet M, Roy A, Marfell-Jones M, et al. Assessing subcutaneous adipose tissue by simple and portable field instruments: Skinfolds versus A-mode ultrasound measurements. *PLoS One.* 2018; 13(11): e0205226. [doi:10.1371/journal.pone.0205226](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205226)
41. Toye LR, Helms CA, Hoffman BD, Easley M, Nunley JA. MRI of spring ligament tears. *AJR Am J Roentgenol.* 2005; 184(5): 1475-80. [doi:10.2214/ajr.184.5.01841475](https://doi.org/10.2214/ajr.184.5.01841475)
42. Pisani G. About the pathogenesis of the so-called adult acquired pes planus. *Foot Ankle Surg.* 2010; 16(1): 1-2. [doi:10.1016/j.fas.2009.04.007](https://doi.org/10.1016/j.fas.2009.04.007)

43. Niki H, Ching RP, Kiser P, Sangeorzan BJ. The effect of posterior tibial tendon dysfunction on hindfoot kinematics. *Foot Ankle Int.* 2001; 22(4): 292–300. [doi:10.1177/107110070102200404](https://doi.org/10.1177/107110070102200404)

44. Funk DA, Cass JR, Johnson KA. Acquired adult flat foot secondary to posterior tibial-tendon pathology. *J Bone Joint Surg Am.* 1986; 68(1): 95-102. [PMID:3941124](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3941124/)

45. Mann RA, Thompson FM. Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical Treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1985; 67(4): 556-61. [PMID:3980501](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3980501/)

46. Weerts B, Warmerdam PE, Faber FW. Isolated spring ligament rupture causing acute flatfoot deformity: Case report. *Foot Ankle Int.* 2012; 33(2): 148-50. [doi:10.3113/FAI.2012.0148](https://doi.org/10.3113/FAI.2012.0148)

47. Reeck J, Felten N, McCormack AP, Kiser P, Tencer AF, Sangeorzan BJ. Support of the talus: A biomechanical investigation of the contributions of the talonavicular and talocalcaneal joints, and the superomedial calcaneonavicular ligament. *Foot Ankle Int.* 1998; 19(10): 674-82. [doi:10.1177/107110079801901005](https://doi.org/10.1177/107110079801901005)

-
48. Thordarson DB, Schmotzer H, Chon J. Reconstruction with tenodesis in an adult flatfoot model. A biomechanical evaluation of four methods. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77(10): 1557-64. [doi:10.2106/00004623-199510000-00011](https://doi.org/10.2106/00004623-199510000-00011)
49. Huang CK, Kitaoka HB, An KN, Chao EYS. Biomechanical Evaluation of Longitudinal Arch Stability. *Foot Ankle Int.* 1993; 14(6): 353-7. [doi:10.1177/107110079301400609](https://doi.org/10.1177/107110079301400609)
50. Helal B. Cobb repair for tibialis posterior tendon rupture. *J Foot Surg.* 1990; 29(4): 349-52. [PMID:2229910](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2229910/)
51. Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. *Clin Orthop Relat Res.* 1989; 239: 196-206. [PMID:2912622](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2912622/)
52. Hiller L, Pinney SJ. Surgical treatment of acquired flat-foot deformity: What is the state of practice among academic foot and ankle surgeons in 2002? *Foot Ankle Int.* 2003; 24(9): 701-5. [doi: 10.1177/107110070302400909](https://doi.org/10.1177/107110070302400909)
53. Baxter JR, Lamothe JM, Walls RJ, Prado MP, Gilbert SL, Deland JT. Reconstruction of the medial talonavicular joint in simulated flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2015; 36(4): 424-9. [doi:10.1177/1071100714558512](https://doi.org/10.1177/1071100714558512)

54. Choi K, Lee S, Otis JC, Deland JT. Anatomical reconstruction of the spring ligament using peroneus longus tendon graft. *Foot Ankle Int.* 2003; 24(5): 430-6. [doi:10.1177/107110070302400510](https://doi.org/10.1177/107110070302400510)

55. Deland JT. Spring ligament complex and flatfoot deformity: Curse or blessing? *Foot Ankle Int.* 2012; 33(3):239-43. [doi: 10.3113/FAI.2012.0239](https://doi.org/10.3113/FAI.2012.0239)

56. Masaragian HJ, Ricchetti HO, Testa C. Acute isolated rupture of the spring ligament: A case report and review of the literature. *Foot Ankle Int.* 2013;34(1):150-4. [doi: 10.1177/1071100712460222](https://doi.org/10.1177/1071100712460222)

57. Lacelli F, Muda A, Sconfienza LM, Schettini D, Garlaschi G, Silvestri E. High-resolution ultrasound anatomy of extrinsic carpal ligaments. *Radiol Med.* 2008; 113(4): 504-16. [doi:10.1007/s11547-008-0269-2](https://doi.org/10.1007/s11547-008-0269-2)

58. Herráiz Hidalgo L, Carrascoso Arranz J, Recio Rodríguez M, Jiménez De La Peña M, Cano Alonso R, Álvarez Moreno E, et al. Disfunción del tendón tibial posterior: ¿qué otras estructuras están implicadas en el desarrollo del pie plano adquirido del adulto? *Radiologia.* 2014; 56(3): 247-56. [doi:10.1016/j.rx.2011.12.006](https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.12.006)

59. Williams G, Widnall J, Evans P, Platt S. Could Failure of the Spring Ligament Complex Be the Driving Force behind the Development of the Adult Flatfoot Deformity? *J Foot Ankle Surg.* 2014; 53(2): 152-5. [doi:10.1053/j.jfas.2013.12.011](https://doi.org/10.1053/j.jfas.2013.12.011)

60. Park JS, Schon LC. Acquired adult flatfoot deformity. *Foot and Ankle Surgery*. 2013; 52 (2):103-24.
[doi:10.1007/978-0-85729-609-2_36](https://doi.org/10.1007/978-0-85729-609-2_36)
61. Augustin JF, Lin SS, Berberian WS, Johnson JE. Nonoperative treatment of adult acquired flat foot with the Arizona brace. *Foot Ankle Clin*. 2003; 8(3):491-502.
[doi: 10.1016/s1083-7515\(03\)00036-6](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00036-6)
62. Toullec E. Adult flatfoot. *Orthop Traumatol Sur and Res*. 2015; 101(1suppl): S11-7.
[doi:10.1016/j.otsr.2014.07.030](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.07.030)
63. Bloome DM, Marymont J V, Varner KE. Variations on the insertion of the posterior tibialis tendon: A cadaveric study. *Foot Ankle Int*. 2003; 24(10): 780-3.
[doi: 10.1177/107110070302401008](https://doi.org/10.1177/107110070302401008)
64. Arribas Blanco J, Castelló Fortet J, Rodríguez Pata N, Santonja Medina F, Plazas Andreu N. *Cirugía Menor y procedimientos en Medicina de Familia*. 2a Ed. Madrid; Jarpyo: 2006.
65. Abousayed MM, Alley MC, Shakked R, Rosenbaum AJ. Adult-acquired flatfoot deformity: Etiology, diagnosis, and management. *JBJS Rev*. 2017; 5(8): e7.
[doi:10.2106/JBJS.RVW.16.00116](https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.16.00116)

66. Conti SF, Wong YS. Osteolysis of structural autograft after calcaneocuboid distraction arthrodesis for stage II posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int.* 2002 Jun 28; 23(6): 521-9. [doi:10.1177/107110070202300609](https://doi.org/10.1177/107110070202300609)

67. Harish S, Jan E, Finlay K, Petrisor B, Popowich T, Friedman L, et al. Sonography of the superomedial part of the spring ligament complex of the foot: A study of cadavers and asymptomatic volunteers. *Skeletal Radiol.* 2007; 36(3): 221-8. [doi:10.1007/s00256-006-0229-7](https://doi.org/10.1007/s00256-006-0229-7)

68. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015: An updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies. *BMJ.* 2015; 351:h5527. [doi:10.1136/bmj.h5527](https://doi.org/10.1136/bmj.h5527)

69. Eisma R, Wilkinson T. From “Silent Teachers” to Models. *PLoS Biol.* 2014; 12(10): e1001971. [doi:10.1371/journal.pbio.1001971](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001971)

70. Bonett DG. Sample size requirements for estimating intraclass correlations with desired precision. *Stat Med.* 2002; 21(9): 1331-5. [doi:10.1002/sim.1108](https://doi.org/10.1002/sim.1108)

71. Silvestri E, Serafini G, Lacelli F, Orlandi D, Sconfienza LM. Dynamic High-Resolution US of Ankle and Midfoot Ligaments: Normal Anatomic Structure and Imaging Technique. *RadioGraphics.* 2015; 35(1): 164-78. [doi:10.1148/rg.351130139](https://doi.org/10.1148/rg.351130139)

-
72. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*. 1977; 33(1): 159-74. [doi:10.2307/2529310](https://doi.org/10.2307/2529310)
73. Burdock EI, Fleiss JL, Hardesty AS. A new view of inter-observer agreement. *Pers Psychol*. 1963; 16(4): 373-84. [doi:10.1111/j.1744-6570.1963.tb01283.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1963.tb01283.x)
74. Schober P, Schwarte LA. Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesth Analg*. 2018; 126(5): 1763-8. [doi:10.1213/ANE.0000000000002864](https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864)
75. Portney L, Watkins M. Foundations of Clinical Research: Applications to Practice. *Surv Ophthalmol*. 2002; 47(6): 598. <https://wuve.pw/mzl.pdf>
76. Martin Bland J, Altman DG. Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 327(8476): 307-10. [doi:10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)
77. Jacobson NS, Truax P. Clinical Significance: A Statistical Approach to Defining Meaningful Change in Psychotherapy Research. *J Consult Clin Psychol*. 1991; 59(1): 12-9. [doi:10.1037/0022-006X.59.1.12](https://doi.org/10.1037/0022-006X.59.1.12)

78. Rule J, Yao L, Seeger LL. Spring ligament of the ankle: Normal MR anatomy. *AJR Am J Roentgenol.* 1993; 161(6): 1241-4. [doi:10.2214/ajr.161.6.8249733](https://doi.org/10.2214/ajr.161.6.8249733)

79. Hallgren KA. Computing Inter-Rater Reliability for Observational Data: An Overview and Tutorial. *Tutor Quant Methods Psychol.* 2012; 8(1): 23-34. [doi:10.20982/tqmp.08.1.p023](https://doi.org/10.20982/tqmp.08.1.p023)

80. Lobo CC, Morales CR, Sanz DR, Corbalán IS, Marín AG, López DL. Ultrasonography Comparison of Peroneus Muscle Cross-sectional Area in Subjects With or Without Lateral Ankle Sprains. *J Manipulative Physiol Ther.* 2016; 39(9): 635-44. [doi:10.1016/j.jmpt.2016.09.001](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.09.001)

81. Shen ZL, Li ZM. Ultrasound Assessment of Transverse Carpal Ligament Thickness: A Validity and Reliability Study. *Ultrasound Med Biol.* 2012; 38(6): 982-8. [doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.021](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.021)

82. Alves T, Dong Q, Jacobson J, Yablon C, Gandikota G. Normal and Injured Ankle Ligaments on Ultrasonography With Magnetic Resonance Imaging Correlation. *J Ultrasound Med.* 2019; 38(2): 513-528. [doi:10.1002/jum.14716](https://doi.org/10.1002/jum.14716)

83. Crim J. Medial-sided Ankle Pain: Deltoid Ligament and Beyond. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2017; 25(1): 63-77. [doi:10.1016/j.mric.2016.08.003](https://doi.org/10.1016/j.mric.2016.08.003)