



**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICAS Y QUIRÚRGICAS.**

**“Estudio comparativo de cirugía percutánea del tendón de Aquiles asistida ecográficamente con la cirugía abierta convencional en roturas de tendón de Aquiles”**

**Mónica Rubio Lorenzo**

**TRABAJO DE TESIS DOCTORAL DIRIGIDO POR:**

**Dra. María Isabel Pérez Núñez**

**Dra. María del Rosario García-Barredo Pérez**

**2016**





La Dra. Doña María Isabel Pérez Núñez, profesora asociada del Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas de la Facultad de Medicina y de la Escuela de Fisioterapia Gimbernat-Torrelavega (Universidad de Cantabria) y médico adjunto del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla de Santander, CERTIFICA:

Que el presente trabajo de tesis doctoral que lleva por título “Estudio comparativo de cirugía percutánea del tendón de Aquiles asistida ecográficamente con la cirugía abierta convencional en roturas de tendón de Aquiles”, de la Licenciada en Medicina y Cirugía por la Universidad de Oviedo, Mónica Rubio Lorenzo, ha realizado bajo su dirección, considerándola en condiciones para optar al Grado de Doctor y autorizándola para su presentación ante el tribunal que corresponda.

Y para que así conste, firmo la presente en Santander, a 16 de diciembre de 2016.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. Núñez', with a long horizontal flourish extending to the right.

Fdo. M<sup>a</sup>.I. Pérez Núñez





La Dra. Doña María del Rosario García-Barredo Pérez, médico adjunto del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla de Santander, CERTIFICA:

Que el presente trabajo de tesis doctoral que lleva por título “Estudio comparativo de cirugía percutánea del tendón de Aquiles asistida ecográficamente con la cirugía abierta convencional en roturas de tendón de Aquiles”, de la Licenciada en Medicina y Cirugía por la Universidad de Oviedo, Mónica Rubio Lorenzo, ha realizado bajo su dirección, considerándola en condiciones para optar al Grado de Doctor y autorizándola para su presentación ante el tribunal que corresponda.

Y para que así conste, firmo la presente en Santander, a 16 de diciembre de 2016.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'S' shape that loops back down to the right, ending in a long vertical stroke.

Fdo. M<sup>ª</sup>.R. García-Barredo Pérez



Quiero agradecer a las Doctoras M.I. Pérez Núñez y M.R. García-Barredo Pérez por su experta labor de dirección y asesoramiento en este trabajo.

Gracias al Doctor Rubén Martínez Láez, sin su estímulo este trabajo no se habría llevado a cabo.

Agradezco el apoyo humano de la Unidad de Traumatología por confiar en mí, en especial a Don Jesús Hernández Elena. Me gustaría mencionar a Doña Rosa María Landeras Álvaro, sin sus enseñanzas en el manejo ecográfico nunca habría podido realizar la técnica; y también al resto de compañeros de consulta, de quirófano, residentes y, en especial, a Doña Mónica Mediavilla Pérez por su inestimable ayuda en el postoperatorio y seguimiento de los pacientes.

Quisiera agradecer a Don Mario Fernández Gorgojo y Doña Diana Salas Gómez del Servicio Universitario de Investigación Gimbernat, de la Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat-Torrelavega, sus consejos en el procesado de los datos estadísticos. Y a Don Carlos Garcés Zarzalejo y Don Sergio García Granja por su confianza e inestimable ayuda.

A mis padres, marido, hija y a Titina, sin su apoyo, paciencia y compañía jamás habría logrado éste ni otros propósitos.



A mis padres.

A Rubén, Cayetana y Titina, mi familia.



## **ABREVIATURAS**

mm.: milímetros.

cm.: centímetros.

cols.: colaboradores.

VAC.: Vacuum Assisted Closure.

M1.: macrófagos tipo I.

M2.: macrófagos tipo II.

MMP-3.: metalomieloproteasa tipo III.

RM.: resonancia magnética.

SD.: desviación estándar.

ECGF.: factor de crecimiento endotelial.

VEGFR-1.: factor de crecimiento endotelial tipo I.

VEGFR-2.: factor de crecimiento endotelial tipo II.

CGRP.: péptido regulador de la calcitonina.

FGF.: factor de crecimiento de los fibroblastos.

FGF- $\alpha$ .: factor de crecimiento tumoral alfa.

FGF- $\beta$ .: factor de crecimiento tumoral beta.

IL-8.: interleucina 8.

PINP.: propéptido procolágeno tipo I.

mmHG.: milímetros de mercurio.

IMC.: índice de masa corporal.

AOFAS.: American Orthopedics Foot and Ankle Scale.

KW.: agujas de Kirschner.

SD.: desviación estándar.

TEP.: tromboembolismo pulmonar.

TVP.: trombosis venosa profunda.

IGF.: factor de crecimiento insulina-like.

PDAF.: factor angiogénico derivado de las plaquetas.

kg.: kilogramos.

HBPM.: heparina de bajo peso molecular.

PER.: índice de eficiencia.

EVA.: escala visual analógica.

VIH.: virus inmunodeficiencia humana.

AR.: artritis reumatoide.

# ÍNDICE



# ÍNDICE

<b>1- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>17</b>
1.1.- Anatomía del sistema aquileo-plantar.....	20
1.2.- Conceptos vasculares y de inervación del sistema aquileo-plantar.....	27
1.3.- Histología del tendón de Aquiles.....	35
1.4.- Fisiopatología.....	37
1.5.- Biomecánica y patomecánica.....	40
1.5.1.- Biomecánica	
1.5.2.- Patomecánica	
1.6.- Etiología de la rotura aguda del tendón de Aquiles.....	44
1.7.- Epidemiología de la rotura aguda del tendón de Aquiles.....	54
1.8.- Clínica y diagnóstico de rotura aguda del tendón de Aquiles.....	57
1.9.- Tratamiento.....	64
1.9.1.- Tratamiento conservador	
1.9.2.- Tratamiento quirúrgico	
1.9.3.- Terapias biológicas	
<b>2.-HIPÓTESIS.....</b>	<b>89</b>
<b>3.- JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>93</b>
<b>4.- OBJETIVOS.....</b>	<b>97</b>
<b>5.- MATERIAL Y MÉTODOS/ ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>101</b>
<b>6.- RESULTADOS.....</b>	<b>115</b>

6.1- Características demográficas, clínicas y radiológicas.....	117
6.1.1.- Parámetros demográficos	
6.1.2.- Parámetros clínicos perioperatorios	
6.1.3.- Parámetros clínicos postoperatorios	
6.1.4.- Parámetros específicos: complicaciones	
6.1.5.- Parámetros específicos: vida cotidiana postoperatoria	
6.1.6.- Parámetros específicos: radiológicos	
6.2- Resultados comparativos de ambos grupos.....	139
6.2.1.-Resultados comparativos: parámetros clínicos postoperatorios	
6.2.2.-Resultados comparativos: complicaciones postoperatorias	
6.2.3.-Resultados comparativos: parámetros específicos, vida cotidiana postoperatoria	
6.2.4.-Resultados comparativos: parámetros radiológicos	
<b>7.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>155</b>
<b>8.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>187</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>191</b>
<b>10.- ANEXOS.....</b>	<b>207</b>
<b>11.- COMUNICACIONES ORALES Y ESCRITAS A PROPÓSITO DE ESTE ESTUDIO.....</b>	<b>217</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

---



# 1.- INTRODUCCIÓN

El tendón de Aquiles es el tendón más largo y más fuerte del cuerpo humano, (1) (2) (3) (4) y es, además, el tendón que con más frecuencia se rompe (aproximadamente un 35%) suponiendo un tercio de los traumatismos de la extremidad inferior (5). A pesar de que lleva estudiándose durante años, todavía no está claro el mecanismo de rotura ni, tampoco, el tratamiento más adecuado, una vez producida la rotura.

De forma global, se describe una incidencia variable en función del tipo de población que estemos considerando; varía desde 5,5 a 9,9 por 100.000 personas en Norteamérica, hasta 6-18 roturas por 100.000 en Europa (6).

La incidencia de rotura del tendón de Aquiles se incrementa en los grupos de edad por encima de los 33 años, si bien es cierto que hay una distribución bimodal con un segundo pico entre la sexta y la octava década de la vida y esta última a su vez, se incrementa de forma más importante si se ha hecho deporte en los últimos 11 años.

Es una patología que clásicamente se describe en hombres, con una ratio variable según las series entre 1,7:1-30:1 (7) (8).

Se ha descrito una posible influencia estacional y numerosos estudios indican el mes de marzo como aquel con mayor incidencia, sin embargo, en los trabajos de Ganestam y cols. (9), el mes de máxima incidencia es septiembre y el de menor incidencia es julio, siendo más frecuente en zonas urbanas que en las rurales, con una relación de 13,8/7,6 X 100.000.

La primera descripción del sistema aquileo-plantar fue hecha por Viladot en el año 1954 y lo definió como: *“una unidad funcional que sirve para colocar el pie en posición de puntillas, básica en la fase de despegue de la marcha normal y*

*necesaria para movimientos como la carrera, el salto o la danza. Las trabéculas posteriores del calcáneo son como un gran sesamoideo, una rótula, que transmite la potencia flexora del tríceps sural al antepie; para cumplir dicha función, el sistema cuenta con el tendón de Aquiles” (10).*

## **1.1 Anatomía del Sistema Aquileo-Plantar**

El sistema aquileo-plantar lo forman, el complejo tríceps sural (músculos gemelos, sóleo y plantar delgado), el flexor corto plantar y el abductor del primer dedo; el tendón de Aquiles; y el sistema trabecular del calcáneo, la aponeurosis y la almohadilla plantar.

- El *músculo tríceps sural* se inserta en el calcáneo por un tendón común llamado tendón de Aquiles, y está formado por tres músculos:

- *El músculo sóleo*; voluminoso y ancho se sitúa en el plano profundo y está formado por dos haces, con origen tanto en el peroné, como en la tibia; el fascículo peroneo y el fascículo tibial.

El fascículo peroneo se origina en la región posterior de la cabeza y en el cuarto superior de la diáfisis peronea; el fascículo tibial se origina en el borde inferior de la cresta del sóleo, prominencia ósea que discurre oblicua, desde lateral proximal, a medial distal, en el tercio postero-superior de la tibia.

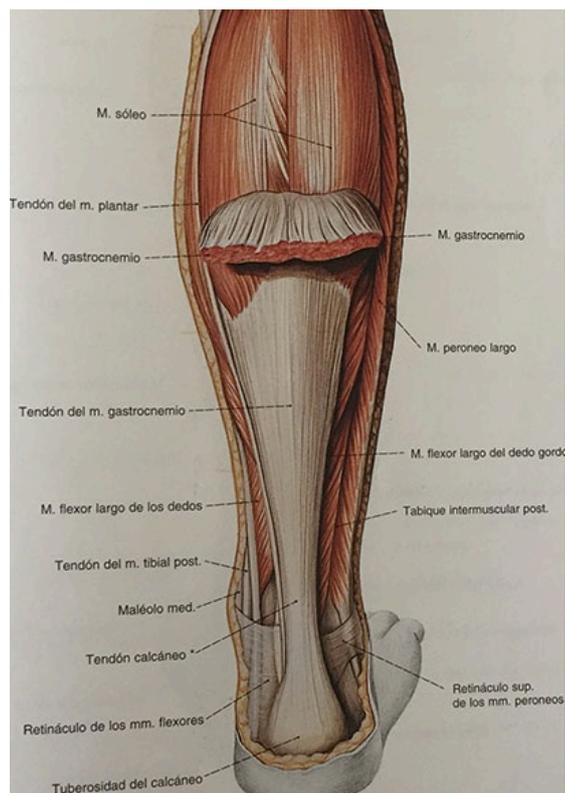
Los dos haces están conformados por fibras tendinosas, que se fusionan en una lámina única, de forma cóncava hacia arriba, conformando el llamado arco del sóleo. Este arco se extiende desde la cara medial de la cabeza del peroné a la parte media de la tibia. Es importante reseñar que a este nivel descienden el nervio tibial, la arteria tibial posterior y el sistema venoso acompañante. Dado que la mayoría de las fibras nacen en la cara posterior, la

aponeurosis intramuscular está más cercana a la cara profunda que a la cara superficial del músculo.

Las fibras musculares que surgen de la cara posterior de la aponeurosis descienden convergiendo y terminan en la cara anterior de la lámina tendinosa terminal; las fibras musculares que proceden de la cara anterior de la aponeurosis terminal finalizan en una membrana delgada y estrecha, la llamada lámina terminal del sóleo, que se une a los gemelos para formar el tendón calcáneo o de Aquiles.

- *Los músculos gemelos*; son dos músculos anchos y gruesos que se sitúan encima del sóleo.
  - El músculo gemelo interno se origina en un área triangular en la región poplítea del fémur distal; tiene un origen medial, por un tendón fuerte, en una depresión existente en el cóndilo interno del fémur, inmediatamente por debajo del músculo adductor mayor; cuenta además con unas fibras carnosas que lo insertan en el tubérculo supracondíleo interno.
  - El gemelo externo se inserta en una fosita que se localiza encima de la rodilla, a nivel poplíteo, y presenta con cierta frecuencia un núcleo fibrocartilaginoso, aunque su presencia es variable.

Las fibras musculares de los gemelos terminan sobre la cara posterior de una lámina tendinosa de aspecto aponeurótico, que ocupa la mayoría de la región posterior de la pierna (11) (*figura 1*).



**Figura 1.- Anatomía complejo gastro-sóleo (imagen tomada de Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Vol 2. 20ª ed. Madrid: Panamericana; 1994. p. 329).**

- *El músculo plantar delgado*; se encuentra en el compartimento posterior y superficial de la pierna. Está situado, en su recorrido, entre los gemelos y el sóleo. Nace por fibras tendinosas cortas en el cóndilo externo del fémur y en el casquete condíleo, por encima y por dentro del gemelo externo. Su cuerpo muscular es fusiforme y se dirige hacia abajo y hacia dentro, haciéndose en seguida tendinoso de nuevo. Sólo la porción tendinosa puede alcanzar los 25-35 cm, con un grosor variable entre 1,5 y 5mm (11) y termina a nivel del área medial y posterior del calcáneo de forma independiente al calcáneo. En el humano es solo un músculo auxiliar en el tríceps sural y está ausente en el 6-8% de la población, está presente en el 95% de las personas de raza negra, en el 92% de los caucásicos europeos, en el 90% de chinos, y en el 80% de los japoneses.

- El músculo *flexor corto plantar*, es un músculo que nace por fibras carnosas y tendinosas de la tuberosidad interna del calcáneo y del 1/3 posterior de la cara profunda de la aponeurosis media y de los tabiques interno y externo. Llega hasta los dedos en forma de tendones largos y delgados.

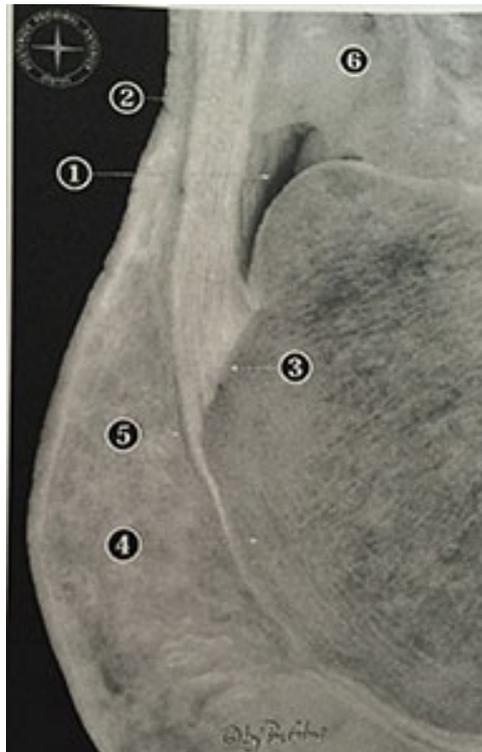
- El músculo *abductor del 1º dedo*, es importante en cuanto está conformado por dos fascículos: uno de ellos, oblicuo, que nace del cuboide y del ligamento calcáneo cuboideo, del 3º cuneiforme y de la base del 3º y 4º metatarsiano, el fascículo transversal surge de los ligamentos glenoideos de las articulaciones metatarsofalángicas 3ª, 4ª y 5ª y del ligamento intermetatarsiano profundo.

- El *tendón de Aquiles* resulta de la unión de los tendones de terminación del sóleo y de los gemelos; es el tendón más grande del cuerpo y el más poderoso, pudiendo alcanzar los 2,5 cm de diámetro y hasta una longitud de 15 cm (4).

La contribución de los diferentes músculos a la formación del tendón aquileo presenta variaciones individuales; Cummins y cols (12) describen que 2/3 del tendón son del sóleo en un 52% de los sujetos.

El tendón discurre verticalmente hacia abajo, afilándose por detrás de los músculos del plano profundo y de la articulación tibiotarsiana; a este nivel es donde presenta su mínima anchura. A continuación, vuelve a ensancharse y se inserta en la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo, separándose de ella por una bolsa serosa. Esta bolsa es constante, tiene la forma de un triángulo de base superior; su pared posterior está en relación con el tendón, su pared anterior con la mitad superior de la cara posterior del calcáneo.

En la pared superior existe un pequeño acúmulo adiposo que se sitúa entre el tendón y el calcáneo para llenar el vacío que se origina cuando, por la contracción gemelar, el tendón de Aquiles levanta el calcáneo y se separa de él. Esta bolsa es la que se conoce como bursa retrocalcánea o bursa preaquilea y es muy importante en las alteraciones pre-insercionales del tendón de Aquiles. Existe también una segunda bolsa entre el tendón y la piel (*figura 2*).

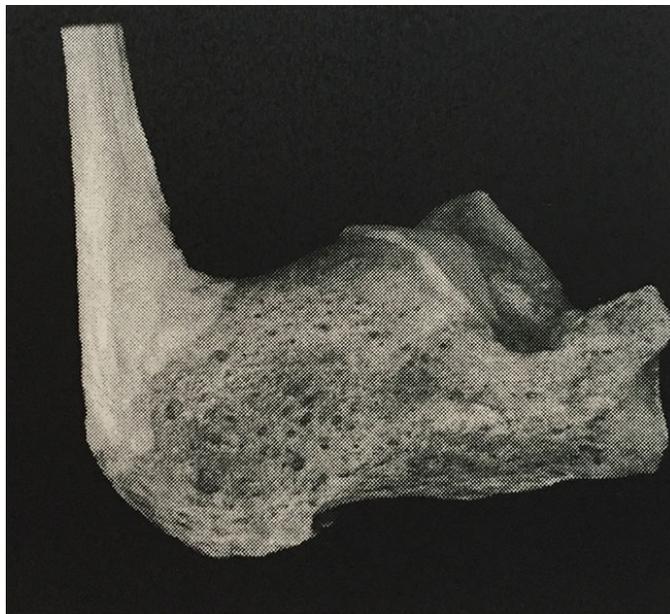


**Figura 2.- Imagen de inserción aquilea con bursas adyacentes, número 1 bursa retrocalcánea, número 2 tendón de Aquiles, número 3 inserción calcánea del tendón, número 4 tuberosidad calcánea, número 5 bursa calcánea subcutánea, número 6 grasa de Kager (imagen tomada de Dalmau-Pastor M, Fargues-Polo B, Casanova-Martínez D, Vega J, Golanó P. *Anatomy of the Triceps Surae: A Pictorial Essay. Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):603-35).**

Las fibras de este tendón no son rectilíneas, sino que están enrolladas en espiral; así, las fibras posteriores descienden hacia abajo y hacia fuera, y las fibras anteriores tienen una oblicuidad inversa. Esto permite la elongación y el rebote elástico dentro del tendón, permitiendo así la liberación de la energía almacenada durante las distintas fases de la

marcha, y generándose una mayor potencia instantánea de la que pudiera conseguirse con la contracción aislada del tríceps sural.

- El *sistema trabecular del calcáneo*; a nivel del calcáneo y en su región posterior las trabéculas conforman un sistema trabecular llamado sistema aquileo-calcáneo-plantar. Ocupa la región más posterior y plantar del hueso y se encuentra en continuidad anatómica con las fibras del tendón de Aquiles y con las de la fascia plantar. Las trabéculas son paralelas a los sistemas trabeculares transversales y perpendiculares al sistema talámico. Son muchos los estudios anatómicos que demuestran la continuidad de las fibras del tendón de Aquiles con la aponeurosis plantar (11) en disecciones de fetos, pero según se avanza en el crecimiento disminuye, llegando, en la edad adulta, a manifestarse únicamente por un esbozo perióstico entre el tendón y la fascia plantar (*figura 3*).



***Figura 3.- Continuidad anatómica del sistema aquileo-calcáneo (imagen tomada de Dalmau-Pastor M, Fargues-Polo B, Casanova-Martínez D, Vega J, Golanó P. Anatomy of the Triceps Surae: A Pictorial Essay. Foot Ankle Clin. 2014;19(4):603-35).***

- La *aponeurosis plantar*; es una red fibrosa compleja en los ligamentos profundos intermetatarsianos. Está fuertemente unida a los tabiques intermusculares interno y externo, a las eminencias digitoplantares y a los tubérculos posterointerno y externo de la cara inferior del calcáneo. Está formada por tres partes:

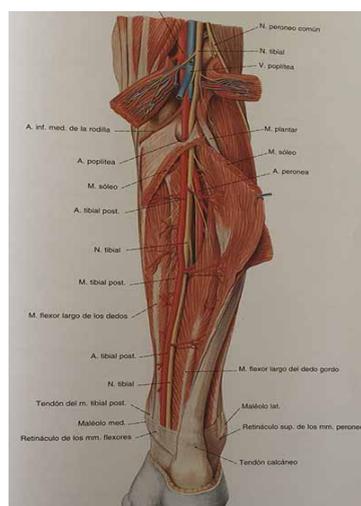
- La región medial, que es la más pequeña y contribuye a formar la fascia del abductor del primer dedo, tiene su origen en la tuberosidad medial del calcáneo continuándose con la fascia dorsal del pie.
- El componente lateral; se origina en la tuberosidad calcánea, en su porción más lateral y se continúa hacia la región distal bifurcándose en dos a nivel del cuboides: la parte más medial se inserta en la base del 5º metatarsiano y la más lateral en la fascia del abductor del 5º dedo.
- El componente central; es el más largo de los tres y tiene sección triangular con el ápex posterior y la base anterior a nivel de la cabeza de los metatarsianos. Se divide en 5 bandas divergentes, cada una de las cuales se subdivide en 2 partes, una superficial y otra profunda, siendo la porción superficial la que conforma el ligamento intermetatarsiano llamado también natatorio. Los dos componentes más profundos se continúan en septos verticales y se insertan a nivel cutáneo, lo que divide la grasa plantar en compartimentos. Esto favorece la protección de los sistemas vascular y nervioso que en el pie se conoce como sistema funcional dermo-aponeurótico plantar.

- La *almohadilla plantar*; cuenta con elementos vasculares, neuronales, adiposos, fibrosos y elásticos. Es capaz de absorber entre un 20 y un

25% de la carga que recibe el pie durante el contacto del talón con el suelo al iniciar la marcha. Son tabiques fibrosos conectivos rellenos de tejido adiposo.

## 1.2 Conceptos vasculares y de inervación del sistema aquileo-plantar

- **La vascularización** del sistema aquileo plantar procede de la arteria peronea y de la arteria tibial posterior; la arteria tibial posterior irriga la región proximal y la distal del tendón, mientras que la arteria peronea irriga el territorio medio del tendón. Mientras que el flujo de arteria tibial posterior es importante, el procedente de la arteria peronea presenta menos ramificaciones y menos flujo, lo cual hace que esa zona media sea la más susceptible a las roturas; esta zona media se define en torno a unos 6 cm de la inserción, con un rango entre 3-6 cm. La arteria tibial posterior desciende paralelamente al tendón de Aquiles dando ramas vasculares en número variable, de 3 a 7, que alcanzan el borde interno del tendón y se distribuyen por la cara dorsal del paratenon (*figura 4*).



**Figura 4.- Vascularización (imagen tomada de Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Vol 2. 20ª ed. Madrid: Panamericana; 1994. p. 369).**

La arteria peronea desciende más profunda, dando una serie de ramos vasculares para los músculos gemelos, el sóleo y el flexor largo del dedo gordo. De estas ramas musculares salen vasos que, tras atravesar la fascia sural, llegan al borde externo del tendón de Aquiles. Los vasos procedentes de una y otra arteria se anastomosan en la parte posterior del tendón, dando lugar a un amplio plexo arterial.

Las arterias tibiales posterior y peronea están conectadas mediante una rama comunicante que se sitúa anterior al tendón de Aquiles y de ella surgen las arterias longitudinales, de las que perpendicularmente saldrán ramas vasculares encargadas de nutrir a los fascículos tendinosos (*figura 4*).

El tendón, desde el punto de vista histológico, contiene principalmente matriz extracelular con un bajo rendimiento metabólico, por lo tanto se trata de un tejido que requiere un bajo aporte sanguíneo en comparación con otros tejidos.

Es también muy importante conocer la vascularización de la piel en el territorio aquileo para evitar complicaciones postquirúrgicas. La piel que cubre el borde medial y el borde lateral del tendón está bien vascularizada; sin embargo, la piel de la región posterior lo está menos y por eso se deben evitar incisiones quirúrgicas a dicho nivel (13).

Un concepto novedoso es la teoría por la cual la piel de la zona aquilea se ajusta al concepto de angiosoma, introducido por Taylor y Palmer (14) en 1987: *“a cada fragmento cutáneo le corresponde un venosoma y un arteriosoma que funcionan como unidad funcional”*. Aplicando este concepto, la piel de la región posteromedial de la pierna está ricamente vascularizada, no se trata de vasos musculocutáneos demasiados largos sino, más bien, de un pequeño sistema vascular que atraviesa el tejido conectivo; todo ello explica por qué en déficits de cobertura o en

problemas cutáneos con la cicatrización después de una cirugía, la terapia Vacuum Assisted Closure (*VAC*) es una opción muy válida en el tratamiento, llegando a minimizar los gestos *a posteriori* que se hacen desde el punto de vista de la cobertura plástica. Explica también por qué en la cirugía abierta la incisión se realiza preferiblemente en el borde posterior y medial del tendón, es decir entre el angiosoma de la arteria peroneal y el angiosoma de la arteria tibial posterior (3).

- **La inervación** del tendón de Aquiles proviene de ramas profundas del nervio tibial que atraviesan los músculos adyacentes, y de pequeños fascículos nerviosos de ramas cutáneas como el nervio sural. Se ha demostrado que la mayoría de las fibras nerviosas terminan en la vaina de tejido conectivo que envuelve al tendón, el paratenon, si bien es cierto que una pequeña parte de los nervios penetran en el endotenon anastomosándose entre sí.

Se han descrito cuatro tipos de terminaciones nerviosas en el interior del tendón. Estas son las tipo I o corpúsculos de Ruffini (sensores de presión y estiramiento), tipo II o corpúsculos de Vater-Pacini (detectan movimientos de aceleración y desaceleración), tipo III u órgano tendinoso de Golgi (mecanorreceptores) y tipo IV o terminaciones nerviosas libres (son nociceptores, receptores de dolor).

Estas dos últimas terminaciones nerviosas son las que predominan en la unión miotendinosa y las áreas de inserción.

**-Nervio sural:** es importante hacer una descripción anatómica del mismo, ya que la principal complicación de la técnica percutánea es su atrapamiento en la sutura; si bien en algunos trabajos de cirugía abierta la lesión oscila en torno al 2%, en algunas series percutáneas oscila en torno al 18% y hasta el 60% en otras (15). La manifestación clínica varía desde una leve sensación hiperestésica en el borde lateral del pie hasta una verdadera clínica neuropática. Para algunos autores como Majewski

y cols, es una complicación calificada de severa en algunas ocasiones y no exenta de aparecer en cirugía abierta (16)

El territorio cutáneo inervado por el nervio sural comprende el tercio inferior de la pierna, en su vertiente lateral hasta el maléolo externo y la región dorsal del pie en el 5º eje (17).

El nervio sural o nervio safeno externo, es un nervio esencialmente sensitivo, pequeño, con un área seccional transversa de 0,14 cm<sup>2</sup>, con origen en las raíces sacras S1 y S2 (17) y es el mayor nervio sensitivo de la extremidad inferior. Se individualiza en la parte media del hueco poplíteo y se dirige hacia abajo inicialmente en la cara posterior de la pierna; en la mitad superior de la pierna el nervio discurre a lo largo de un surco longitudinal que separa los dos gemelos y por delante de la vena aponeurótica safena; atraviesa la aponeurosis junto con la vena y discurre hacia fuera a lo largo del tendón de Aquiles (*figura 5*).



***Figura 5.- Disposición del nervio sural en compartimento posterior de la pierna (imagen tomada de Nieto y cols. Nervio sural: estudio anatómico y consideraciones clínicas. Colombia Médica. 2016; 40: 252).***

El nervio sural se conforma en 4 partes: el nervio sural cutáneo medial, el nervio sural cutáneo lateral, arco comunicante peroneo y nervio sural. Aunque su formación es altamente variable. Así el nervio tibial y el nervio peroneo común contribuyen en la formación del nervio sural, pero se describe también que el nervio cutáneo medial sural y el nervio

cutáneo lateral sural están también implicados en la formación del nervio sural.

Ramakrishann y cols (18) describen 6 tipos de opciones en la formación del nervio sural (*figura 6*) :

➤ Tipo1 : tipo 1A y 1B:

-El tipo 1A está conformado por la unión del nervio cutáneo medial sural, que procede del nervio tibial, y el nervio peroneo comunicante, procedente del nervio peroneo común.

-El tipo 1B está formado por la unión del nervio cutáneo medial sural y el nervio peroneo común.

➤ Tipo 2: el nervio sural está formado por la unión del nervio cutáneo medial sural y el nervio cutáneo lateral sural, procedente éste del nervio peroneo común.

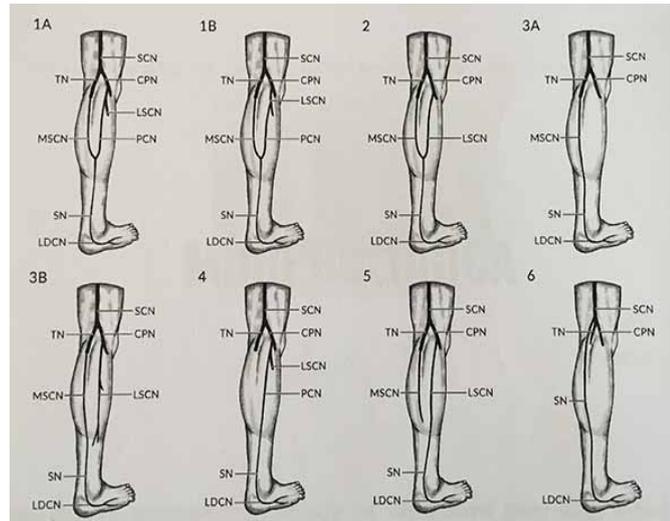
➤ Tipo 3: tipo 3A y 3B:

-Tipo 3A: se define al nervio sural como la continuidad anatómica del nervio cutáneo medial sural con ausencia del nervio cutáneo lateral sural.

-Tipo 3B: se define por la continuidad anatómica del nervio cutáneo medial sural, pero con la presencia independiente de un nervio cutáneo lateral sural.

➤ Tipo 4: el nervio sural está formado en exclusiva por el nervio peroneo común.

- Tipo 5: el nervio sural está formado por el nervio cutáneo lateral sural, con independencia del nervio cutáneo medial sural.
- Tipo 6: el nervio sural procede directamente del nervio ciático.



**Figura 6.- Variantes anatómicas del nervio sural (imagen tomada de Ramakrishnan PK, Henry BM, Vikse J, Roy J, Saganiak K, Mizia E, et al. *Anatomical variations of the formation and course of the sural nerve: A systematic review and meta-analysis. Ann Anat Anz Of Organ Anat Ges.* 2015; 202: 36-44).**

Ramakrishnan y cols (18) concluyen en su estudio que el nervio sural tiene una longitud de 15 cm con un diámetro medio de 30 mm, es simétrico en un 64% y el tipo 2 es la forma mas común, presente en un 78,3%.

Ortigüela y cols (19) establecen una longitud media de entre 11 y 20 cm, con un diámetro que oscila entre 25 y 40 mm proximalmente, y entre 20 y 30 mm distalmente.

En resumen; en su mayoría, el nervio sural está formado por el nervio cutáneo medial sural, procedente del nervio tibial, y el nervio comunicante peroneal, procedente del nervio peroneo común; discurre entre las dos cabezas del gastrocnemio, y su relación con el tendón de

Aquiles es variable. Pasa al pie 1,5 cm posteroinferior al maléolo peroneo (*figura 5*).

Se considera que está formado por entre 9 y 14 fascículos, con una arteria central nutriente y dos venas, aunque en algunas ocasiones existe un sistema adicional arteriovenoso periférico al nervio (19).

A la vista de la gran variabilidad descrita en la formación del nervio sural, existe dificultad para definir su localización; en el estudio ecográfico llevado a cabo en pacientes sanos por Kammar y cols (20) se concluye que la distancia entre el tendón y el nervio es de 21,48 mm; 11,47 mm; 5,8 mm y 0,81 mm lateral en inserción calcánea, 4 cm, 8 cm, y 11 cm respectivamente, viéndose que esta distancia se reduce en los pacientes con más edad.

El punto de mayor proximidad entre el nervio sural y el tendón aquileo en plano coronal está a 8,7-12,4 cm, de la inserción calcánea.

Bhattacharyya y cols (21) realizan estudios con RM donde han visto que, 4 cm proximal a la inserción calcánea el nervio sural discurre anterior y lateral al tendón, situándose posteriormente y permaneciendo lateral al tendón. No han podido demostrar correlación entre la distancia de la rotura y el *gap* existente. Lo que sí está claro es la rotación del tendón, de tal manera que está rotado 11º externamente a nivel proximal y 16º en la región distal, todo ello medido en relación al eje bimaleolar.

El nervio sural pasa entre la dos cabezas del músculo gastronemio atravesando la fascia profunda y cruzando a través del gastrosóleo al borde lateral del tendón de Aquiles, a una distancia media de 98 mm según Webb y cols (22). Sin embargo para Porter y cols (23) la distancia media es 14,3 cm, y para autores como Citak y cols (24) es de 11 cm, lo que nos da una idea de la variabilidad anatómica. A esto se añade que, en su paso a la altura del peroné, lo hace en el borde posterior de este a 18 mm y tiene un grosor en torno a 30 mm.

Con todo ello, podemos hablar de una *zona caliente* entre los 9-12cm de la tuberosidad calcánea en sentido craneocaudal, por la cercana relación entre el tendón y el propio nervio (25).

Debido a esta gran variabilidad en su trayecto algunos autores como Webb y cols (22) han recomendado incisiones más posteriores sobre el tendón para tratar de evitar su atrapamiento o lesión, basándose en que a los 8 cm de la inserción tendinosa el grosor transverso del tendón de Aquiles es de 31 mm y la distancia al nervio sural en trayecto horizontal es de 4-11 mm, por lo tanto si se medializan estas incisiones 1cm con respecto al borde del tendón, el nervio puede ser evitado (26), reduciendo el riesgo de irritación del nervio sural al 4,5% (*figura 7*).



***Figura 7.- Disección anatómica que indica zona de rotura aquilea y marcaje del trayecto del nervio sural (imagen tomada de Makulavicius A, Martin Oliva X, Mazarevicius G, Klinga M, Uvarovas V, Porvaneckas N, et al. Comparative anatomical study of standard percutaneous and modified medialized percutaneous Bunnell type repair for artificial Achilles tendon rupture: positive effect of medialisation of the stitches with lower risk of sural nerve injury. Folia Morphol. 2015).***

No obstante, aún existiendo lesión del nervio sural, la mayoría de los autores describen que la “suralgia” cesa ente los 3 y los 10 meses sin consecuencias y no precisa revisión quirúrgica, por norma general.

Recordemos que el nervio sural es un nervio sensitivo utilizado como donante en aquellos defectos nerviosos periféricos que requieren de la realización de un injerto nervioso, y que la incidencia de neuromas en este caso es en torno al 9,1% (19).

### 1.3 Histología del tendón de Aquiles

Los ligamentos y los tendones son áreas de tejido conjuntivo denso que conectan el hueso al músculo y en ocasiones hueso con hueso. Al igual que otros tejidos músculo-esqueléticos proceden del mesodermo. Recientemente se ha descubierto que proceden del sindetomo, que es una parte del componente somático.

A pesar de la simplicidad de la estructura tendinosa, el conocimiento del mismo está muy limitado ya que no existe una línea marcadora específica tendinosa (27).

El tendón de Aquiles se encuentra rodeado de una estructura de tejido conectivo laxo, denominada *paratenon*, y de una vaina de tejido conectivo fino, denominada *epitenon*; esto contrasta con otros tendones de menor tamaño, como por ejemplo los de la mano, que se encuentran rodeados por un tejido conectivo más denso, la vaina sinovial.

Juntos, el epitenon y el paratenon conforman lo que se conoce como *peritenon*. El peritenon tiene tanto una capa visceral que se continúa con el epitenon, como una capa parietal en contacto con la fascia profunda. Entre estas dos capas encontramos una tercera, el *mesotenon*, muy importante en aporte vascular (4). Por lo tanto, la capa parietal y el mesotenon dan

lugar al paratenon. De esta manera tenemos tres capas de tejido conectivo con sus respectivos vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios.

Esta estructura de tejido fibroso entretejido forma un sistema de tracción y permite que el paratenon se estire varios centímetros de longitud durante el movimiento del tendón, proporcionando un cierto grado de deslizamiento del mismo.

Las fibras de colágeno se agregan formando haces de fibras que definirán la estructura del tendón. Aunque estos haces de fibras son capaces de moverse los unos respecto a los otros (pseudoeslasticidad) la elasticidad total del tejido es bastante baja debido a su composición molecular. Se ha propuesto que los puentes de proteoglicanos que se establecen entre las fibras de colágeno juegan un papel importante en la resistencia a la tracción en los tendones, contribuyendo a la rigidez del tejido.

El tendón de Aquiles está constituido por tres tipos de proteínas: colágeno, elastina y otros componentes de la matriz extracelular (proteínas no colagénicas) y glicosaminoglicanos.

Alrededor del 70-80% del peso en seco del tendón corresponde a colágeno y, de éste colágeno el 95% es colágeno tipo I, componente principal de la unión miotendinosa (28).

Una mayor proporción de colágeno de tipo II hace que el tendón sea menos resistente y tenga menos elasticidad, con lo cual puede predisponer a la rotura (1).

El paratenon contiene principalmente dos tipos de colágeno, tipo I y tipo III (95%).

En el endotenon hay colágeno tipo III, así como colágeno tipo V y VI.

Los tipos III y V juegan un papel en la regulación del diámetro de las fibrillas, y el colágeno tipo VI es importante para la transmisión longitudinal de las fuerzas entre las fibrillas de colágeno. La estabilidad mecánica del colágeno es el factor más importante para el correcto funcionamiento del tendón a nivel motor.

Un 1% del peso seco del tendón corresponde a elastina y otro 1% a otras proteínas no colagénicas.

El agua supone un 65-70% del peso total del tendón y se asocia con los proteoglicanos de la matriz extracelular. Agua y proteoglicanos proporcionan la lubricación necesaria para el correcto deslizamiento del tendón.

Cuanto mayor es la capacidad de retener agua (gracias a los proteoglicanos), la resistencia del tendón, ante esfuerzos compresivos y descompresivos, es mayor. Puesto que el tendón tiene una escasa vascularización, la matriz tiene una alta viscosidad, eficaz no sólo para proporcionar soporte estructural, sino también para mediar y albergar nutrientes y gases que son indispensables para el tendón.

En cuanto a la celularidad, el 90-95% del tendón de Aquiles está formado por tenocitos y tenoblastos.

## **1.4 Fisiopatología**

En los casos de tendinopatía aquilea se describen una serie de hallazgos histopatológicos tales como: desorganización de las fibras de colágeno, aumento de sustancia mucoide (principalmente de glicosaminoglicanos), entre los fascículos de colágeno; el aumento de tamaño de los tenocitos hace que adquieran una forma ovoide con unos núcleos más redondeados. Algunos tenocitos muestran, por otro lado, un aspecto semejante a los fibroblastos con un grado variable de hiper celularidad.

A diferencia del tejido óseo el tendón que se repara no lo hace con el mismo tejido que el previo a la rotura, es un tejido cicatricial fibrovascular que hace que el tendón resultante sea mecánicamente más débil que el tendón nativo (29) .

Este proceso de curación tendinosa pasa por tres estadios: inflamación, proliferación-reparación, y remodelado.

- Fase **inflamatoria**: se describe un aumento de la permeabilidad vascular. El hematoma local activa la liberación de sustancias quimioactivas y ello favorece la llegada de las células inflamatorias, entre las que destacan neutrófilos, monocitos, y linfocitos que emigran desde tejidos próximos. Es en esta fase también, cuando se recluta a los tenocitos y comienza su activación (30).
- Fase **proliferativa y reparativa**: los fibroblastos del paratenon y de los tejidos circundantes llegan al epitenon de la zona lesionada, a la vez que los propios tenocitos localizados en el endotenon y epitenon migran hacia el sitio de la lesión y comienzan a proliferar. Ambos grupos celulares son muy importantes en la génesis de la matriz extracelular y en el entramado nuevo que se está formando. Simultáneamente, los neutrófilos disminuyen en número y los macrófagos continúan liberando factores de crecimiento que reclutan más celularidad. En este momento, la matriz extracelular está preferentemente conformada por colágeno tipo III. Es en esta fase, también, cuando empieza a aumentar la cantidad de agua y glicosaminoglicanos.

Los macrófagos se clasifican en dos grupos; los macrófagos tipo I (M1), son aquellos que son estimulados por factores bacterianos o por Th1 citoquinas, son proinflamatorios y ello conduce a la formación de tejido fibroso y cicatricial. La otra línea de macrófagos son los macrófagos tipo II (M2), que son antiinflamatorios, y conducen a un aclaramiento de la matriz extracelular en el tejido cicatricial (30).

- Fase de **remodelado** comienza entre 1-2 meses después de la lesión. Los tenocitos y las fibras de colágeno comienza su alineamiento en el sentido de la carga y se sintetiza una mayor proporción de colágeno tipo I. Después de 10 semanas, el tejido fibroso progresa hacia cicatricial, proceso que puede prolongarse. Este tejido nuevo nunca tendrá las mismas características biomecánicas que el original (27).

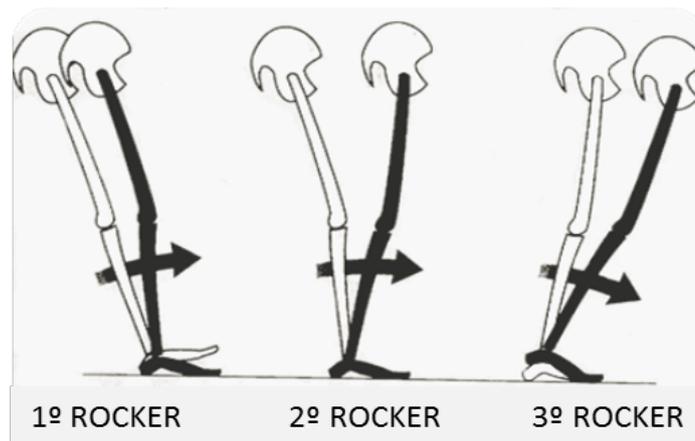
Therman y cols (28) realizaron un estudio histológico en conejos en el que valoraban la calidad histológica de los tendones tras haber sido suturados y sometidos a un tratamiento funcional y lo comparaban con aquellos otros en los que se había realizado sólo el tratamiento funcional. Los resultados mostraron que, una semana después, en aquellos que habían sido suturados, existía un importante tejido de granulación constituido por fibroblastos que no se encontraban alineados, en cambio aquellos que no habían sido intervenidos mostraban un buen alineamiento. A las 2 semanas, en el grupo no suturado, fibroblastos jóvenes con claros citoplasmas dominaban la región central del tejido de granulación y se apreciaba ya un proceso angiogénico, que se inicia en el peritendon; en cambio, en el grupo de los suturados, el patrón de reparación sigue siendo difuso y desorganizado. A las 12 semanas, en ambos grupos, se apreciaba tejido regenerado, con mayor número de fibroblastos en aquellos que fueron suturados, donde además las fibras mostraban una disposición menos paralela que en el grupo de los no suturados (28).

## 1.5 Biomecánica y patomecánica

### 1.5.1 Biomecánica

Los polimorfismos individuales (gemelo corto, fascia plantar laxa o tensa, tendón aquileo corto, tuberosidad calcánea prominente...) hacen que la marcha humana esté individualizada en cada persona. En la marcha el sistema aquileo-plantar se encarga de la amortiguación y de la propulsión.

El momento de la marcha en el pie, lo definimos con el concepto de *rocker*, así encontramos tres *rocker* principales (*figura 8*).



**Figura 8.- Distribución de rocker en la marcha (imagen tomada de Podoactiva).**

- El primer *rocker* se define como el periodo que está comprendido entre el contacto inicial y el contacto del antepie con el suelo. El contacto inicial se realiza con el talón. En este momento la articulación del tobillo se encuentra neutra; a continuación, se produce una flexión plantar, de en torno a unos 5º por rotación anterior de la tibia, descendiendo la planta del pie. La rotación anterógrada de la tibia toma como fulcro el talón.

- El segundo rocker es el conocido como del tobillo, porque acaba cuando el talón despega del suelo. La rotación anterógrada de la tibia deja de producirse en el talón y pasa el fulcro a la cúpula astragalina realizando entonces la flexión dorsal. Este segundo rocker se caracteriza por el carácter plantígrado del contacto con el suelo del pie.
- El tercer rocker se caracteriza por un fulcro a nivel metatarsfalángico. El apoyo en el suelo es únicamente realizado por el antepie.

Si analizamos el papel de los diferentes músculos en la marcha encontramos:

- Músculo sóleo, interviene en el segundo rocker, donde sólo se contrae él. Si lo hiciesen también los gemelos nos llevaría a un equinismo que generaría metatarsalgias.
- Músculos gemelos, experimentan inicialmente una contracción excéntrica, para a continuación hacerlo de forma concéntrica durante el tercer rocker. Aquí es primordial el almacenamiento de energía elástica por parte del tendón de Aquiles, energía que se libera al final del ciclo de la marcha.

El tríceps sural, controla el frenado durante la marcha, por acción concéntrica del sóleo con los gemelos.

La contracción del tríceps sural produce flexión plantar con adducción y rotación interna del pie a través del calcáneo y de la fascia plantar. En el estudio de Golanó y cols (11) se describe que el músculo sóleo proporciona el doble de fuerza en la flexión plantar que los gemelos, siendo el gemelo medial el que aporta el 71% de la fuerza. Recordemos

que la flexión plantar del tobillo se asocia con un momento extensor de la rodilla.

Atendiendo al equilibrio, Opila y cols (31) establecen el eje de gravedad del cuerpo en bipedestación unos 6 cm por delante del tobillo. Basmajaian y cols (32) añaden, que es el tríceps sural el principal estabilizador del equilibrio en bipedestación.

Es igualmente importante considerar las propiedades elásticas del tendón, pues permiten una eficiencia y un máximo aprovechamiento. A tal efecto, Komi y cols (33) demuestran en un estudio realizado en voluntarios, que la fuerza acumulada en el tendón antes del contacto del retropié en el suelo, se libera súbitamente durante un intervalo de 10-20 milisegundos en la fase inicial del primer impacto.

Carreira y cols (4) propugnan que, en determinados deportes, el tendón es capaz de soportar cargas de hasta 12,5 veces el peso del individuo, todo ello gracias a sus propiedades elásticas.

## **1.4.2 Patomecánica**

La lesión del tendón de Aquiles se postula que podría tener relación con contracciones asincrónicas del tríceps sural o con contracciones agonistas-antagonistas no coordinadas. Cuando las fibras de colágeno se deforman responden de forma lineal a la sollicitación mecánica. Si la tensión que sufre el tendón es menor del 4% las fibras se recuperan cuando cesa la tensión inicial, si la tensión de elongación está entre 4-8% las fibras de colágeno sufren una rotura molecular de los puentes de conexión y, por encima del 8% se produce la rotura macroscópica.

Además, la sobrecarga excesiva del tendón contribuye a la producción de prostaglandina E2, una sustancia proinflamatoria que contribuye a la

degradación del tejido. Si la carga en los tendones es más moderada se produce óxido nítrico que contribuye con finalidad reparadora.

Si correlacionamos sobrecarga con actividad física, diversos estudios hablan del beneficio que tiene el ejercicio físico sobre el tendón de Aquiles, de manera que durante el ejercicio físico, se ha observado un aumento del flujo sanguíneo, de la síntesis de colágeno y de las metaloproteinasas de matriz con la estimulación mecánica del tendón.

Estudios en animales también han demostrado que el tendón aumenta de tamaño, se hace más fuerte y más resistente a las lesiones con el ejercicio (34). Si bien es cierto que existe una correlación entre la lesión y el deporte de alta competición, y en esto los microtraumatismos y la isquemia podrían estar implicados, también, es un hecho el aumento de esta patología en población que realiza deporte de forma *amateur* sin programas de entreno (35).

En sentido contrario, encontramos que la inmovilización tiene como consecuencia una limitación en las propiedades mecánicas del tendón; de hecho, se requiere cierta carga mecánica para su recuperación en aquellos tendones lesionados y que han estado inmovilizados. Los tendones se adaptan a las necesidades según el nivel de actividad para el que sean requeridos; la inmovilización disminuye el tamaño y el número de haces de colágeno, así como la cantidad de agua y de glicosaminglicanos (36).

Se ha visto que el punto débil en el complejo muscular flexor-plantar está en la parte terminal del momento dorsiflexor y lo es de manera estadísticamente significativa tal y como Barfod y cols (37) describen, con una significación estadística de  $p=0,024$  en aquellos tendones no sometidos a carga precoz. Esto se explica por el incremento de la rigidez en el tejido conectivo circundante como consecuencia del movimiento disminuido en el tobillo durante la no carga.

Con la edad se producen también alteraciones biomecánicas, como pérdida de elasticidad tendinosa y disminución de la capacidad contráctil del músculo. A esto hay que sumar una elongación media del tendón entre 2,5 cm y 3,5 cm, con el normal envejecimiento, estableciéndose una relación lineal entre la elongación y el déficit funcional posterior del complejo muscular flexor plantar (37).

Después de una rotura aquilea encontramos que, la dorsiflexión puede incrementarse y decrecer la flexión plantar. Se recogen en la literatura estudios de la alteración de la marcha al año y estudios de la marcha realizados postquirúrgicos, en los que se observa que el punto crítico es la incapacidad de los flexores plantares para generar dicha acción (37).

Porter y cols (38) realizaron una valoración funcional en atletas que sufrieron rotura aquilea, y obtuvieron una media de atrofia gemelar de 1,9 cm, que se traduce en un déficit de flexión plantar entre 12% y 18% en actividad normal, y del 17% al 25% en altas demandas. Los pacientes relatan “*sensación de rueda pinchada*” mientras corren a altas demandas. Todo ello hace que la recuperación funcional en protocolos de rehabilitación vaya encaminada a recuperar masa gemelar y a ganar flexión plantar

## **1.6 Etiología de la rotura del tendón de Aquiles**

Aunque la verdadera patogenia no está aún esclarecida, la rotura espontánea del tendón de Aquiles se asocia a una gran variedad de factores, tales como trastornos inflamatorios, autoinmunes, alteraciones genéticas del colágeno, enfermedades infecciosas y procesos neurológicos e, incluso, algunas enfermedades pueden predisponer a la rotura del tendón tras un pequeño traumatismo.

Otros factores descritos son:

- La alternancia ejercicio físico-inactividad estaría implicada en los cambios degenerativos del tendón. El deporte, en sujetos poco preparados junto con la actividad diaria, expondrían al tendón a un estrés adicional, acumulándose microtraumatismos que, aunque por debajo del umbral de rotura, estarían contribuyendo a los cambios degenerativos del tendón.
- El sobreuso, concepto que se define como aquellos ejercicios repetitivos que provocan estrés y tensión; sin embargo, en torno a un 30%, aproximadamente, de los pacientes que sufren rotura aguda del tendón de Aquiles no practican regularmente deporte (39).
- La tendinopatía es aquel síndrome clínico que expresa dolor, inflamación e impotencia funcional y que histológicamente se corresponde con un patrón de tendinosis que indica que no es un proceso inflamatorio sino, básicamente, una desestructuración del colágeno (40). Un 34% de los tendones asintomáticos muestra cambios histopatológicos concordantes con tendinopatía (39).

Existe una gran controversia en cuanto a los agentes etiológicos que puedan predisponer a la rotura. Entre ellos y de forma generalizada se describen:

- *Hipertermia*: un 10 % de la energía elástica almacenada en el tendón se libera en forma de calor. Hay estudios que, incluso, cifran la temperatura alcanzada en el interior de un tendón post-ejercicio en torno a unos 45°C, algunos autores consideran ese aumento de temperatura como una de las causas de degeneración, pues los fibroblastos empiezan a dañarse a partir de los 42°C. Teniendo en

cuenta que existe una región media en el tendón menos vascularizada, el tejido en esta zona sería más susceptible a la lesión celular y tisular.

- *Corticoides:* los corticoides se administran en una gran variedad de patologías y son un importante factor etiológico en la rotura tendinosa.

La dexametasona disminuye la viabilidad celular y suprime la proliferación celular. Con ello, se reduce también la formación de colágeno induciendo el envejecimiento y la muerte prematura de los tenocitos.

La metalomtilproteasa-3 (MMP-3) es una potente enzima que degrada el colágeno y también la matriz extracelular. En tejidos normales la expresión de MMP-3 es pequeña. Sin embargo, en pacientes sometidos a tratamiento con corticoesteroides se ha visto un aumento de la expresión de la MMP-3 en la superficie tendinosa. También es conocida la capacidad de ésta para inducir apoptosis celular pudiendo ser este, uno de los mecanismos que expliquen la influencia perniciosa de los corticosteroides en las roturas tendinosas.

La rotura del tendón en este caso se relaciona directamente con la rotura de las fibras de colágeno. Histológicamente se describe necrosis del colágeno con formación, a posteriori, en el proceso reparativo, de una masa amorfa de colágeno.

El uso de infiltraciones de corticoides para lesiones tendinósicas, comúnmente catalogadas como “tendinitis”, y su acción analgésica y antiinflamatoria, pueden enmascarar la gravedad de una lesión microscópica. Se ha visto que el primer día de tratamiento, mediante infiltración local, no se produce ningún cambio celular, decreciendo la

viabilidad celular entre el día 7 y 14. Se ha demostrado que incluso 21 días después del tratamiento sigue disminuyendo la viabilidad celular, afectando sobre todo a la superficie tendinosa y esto lleva a una disminución del área seccional circunferencial del tendón (41).

Existen algunos estudios en conejos que demostraron que, 45 minutos tras la inyección de hidrocortisona en el tendón de Aquiles aparece una necrosis histológica en el lugar de la inyección; sin embargo, hay autores como MC Whoter y cols (42) que demuestran, tras inyección única en un tendón de Aquiles de una rata, que no conlleva a ningún efecto adverso histológico ni biomecánico.

Con todo, y dada la experiencia clínica que se tiene, se debe evitar cualquier actividad física excesiva durante al menos dos semanas tras la inyección de corticoides en las vecindades del tendón.

Los corticoides administrados por vía oral también son un factor etiológico de la rotura del tendón de Aquiles, no habiendo una dosis a partir de la cual se asocie riesgo de rotura del tendón aquileo. Recordemos igualmente la fragilidad cutánea de los pacientes tomadores de corticoides de forma crónica.

- *Fluoroquinolonas*: es una familia de antibióticos sintéticos de amplio espectro en cuya ficha técnica se recoge “durante el tratamiento con quinolonas se han observado tendinitis y/o rotura tendinosa (que afectan sobre todo al tendón de Aquiles). Estas reacciones se observan especialmente en pacientes de edad avanzada y en aquellos tratados con corticoesteroides. Por tanto, el tratamiento con ciprofloxacino debe ser interrumpido y la extremidad afectada mantenida en reposo en caso de aparición de dolor o signos de inflamación”.

Se ha comprobado en el laboratorio que la familia del perfloxacino no afecta al colágeno tipo I, pero sí disminuye la transcripción de la decorina, lo que modifica la arquitectura del tendón alterando las propiedades biomecánicas y la resistencia tendinosa.

Las quinolonas, entre ellas el ciprofloxacino, inhiben el metabolismo de los fibroblastos, lo que lleva a una reducción de síntesis de colágeno y matriz.

Juras y cols (43) llevaron a cabo un estudio para determinar la utilidad de la espectroscopia por RM en la valoración de los cambios inducidos en los tendones de Aquiles, por la toma de ciprofloxacino, durante al menos 10 días; demostraron que se producía una reducción reversible de los niveles de sodio que se normalizaba a los 5 meses y podía ser reflejo de una disminución en el contenido de glicosaminoglicanos.

La rotura del tendón de Aquiles se describe en la mayoría de los casos de forma unilateral, siendo sólo en el 1% de los casos de forma bilateral, en éstos casos, si se indaga en la historia del paciente nos encontramos con factores de riesgo tales como, toma de glucocorticoides, quinolonas, o enfermedades reumáticas (44).

- Algunos *otros fármacos* como las estatinas o los anticonceptivos orales están todavía siendo estudiados en su implicación.
- *Influencia vascular*: Petersen y cols (45) estudiaron la influencia de los factores angiogénicos vasculares y de los receptores de los factores de crecimiento endotelial (VEGFR-1, VEGFR-2), y llegaron a la conclusión de que si pudiera inhibir la acción de los factores angiogénicos es sus receptores, se podría frenar la degeneración tendinósica.

Rushton y cols (46) estudian también la influencia vascular en el papel de las roturas y en el de las rerroturas; describen que la degeneración intratendinosa ocasiona cambios histológicos que favorecen la rotura. Cuando se lleva a cabo la reparación de la rotura de forma abierta, se lesiona el paratenon, y si a ésto se suma la presencia de las suturas que usamos en su reparación, que están

dispuestas de forma transversa a la vascularización, disminuye aún más el flujo vascular por compresión directa del hilo que estenosa los pequeños vasos.

Las roturas pueden acontecer al mismo nivel o a un nivel diferente; en el caso de un nivel diferente son roturas independientes. Los casos descritos en la literatura a nivel diferente son muy escasos y en todos ellos, se había realizado cirugía abierta previamente, lo cual, y según lo explicado, va a favor de una hipótesis vascular, como agente etiológico que contribuye a una rotura nueva en un lugar diferente al previo.

- *Influencia neurogénica:* el tejido nervioso y los mastocitos son responsables de modular el estado homeostático del tendón durante el ejercicio físico, pero si éste es excesivo y con ello la estimulación también lo es, se favorece la degeneración y la rotura. Neuropéptidos como la sustancia P y CGRP (péptido regulador de la calcitonina) son capaces de estimular la degradación de los mastocitos (39).

Agrupamos en dos grandes grupos las teorías de rotura de tendón de Aquiles:

- *Teoría mecánica:* Barfred y cols (47) han demostrado que si se aplica una fuerza de tracción axial pura en un tendón, el riesgo de rotura está distribuido por igual entre el complejo músculo-tendón-hueso; en cambio, una tracción oblicua concentra el riesgo de rotura en el tendón. Calcularon que, en un tendón humano con una anchura de 1,5 cm sometido a una tracción con 30º de supinación del retropié, las fibras localizadas en el borde convexo del tendón sufrirían una elongación del 10% antes de empezar por el lado cóncavo.

De todo ello se deduce, que el riesgo de rotura es máximo cuando el tendón recibe una tensión oblicua, el músculo está en máximo estado de contracción, y la longitud inicial del tendón es más corta. La práctica deportiva y los errores de entrenamiento, así como el uso de calzado que fuerce el momento pronador del retropie al tomar contacto con el suelo, pueden provocar una lesión en el tendón de Aquiles, a lo que se suma que hay disciplinas deportivas que requieren explosividad en el despegue o en el aterrizaje del pie con el suelo.

Algunos autores entre los que se encuentra Clement y cols (48), describen un exceso de pronación en un porcentaje alto de atletas, lo cual lleva a un latigazo continuo del tendón de Aquiles.

Otro factor a tener en cuenta, atendiendo al fenotipo de cada uno, es el de la elasticidad tendinosa; si se encuentra disminuida, las sollicitaciones en la práctica deportiva llevan a un efecto isquémico (48).

Autores como Amis y cols (49) relacionan problemas en el pie etiológicamente con el gastrocnemio y su contractura. Ésta se explica por contractura en el tejido conectivo en el interior de la masa muscular y en menor cuantía en el tendón aquileo. Objetivamente, esta situación se produce por aumento de la vida sedentaria y la realización de actividad física estacional; sin embargo y, a pesar de todo, en atletas encontramos igualmente contracturas intramusculares a nivel del tejido conectivo. Es un hecho que, con la edad, el grado de entrecruzamiento del colágeno aumenta y la elastina disminuye, como ya hemos reseñado, ello hace que se propicie el acortamiento al disminuir la flexibilidad del músculo y del tendón.

Se baraja también una teoría propioceptiva, por la cual, tras las microrroturas tendinosas consecuencia de mal entrenamientos, se produciría un cambio histológico en el tendón, que se basa en el deslizamiento macroscópico, y un fallo fibrilar que, si se continúa repitiendo, puede acabar en rotura.

Concluimos, por tanto, que en la práctica deportiva hay factores intrínsecos como la elasticidad tendinosa que no son modificables, pero en cambio hay factores extrínsecos como la rutina de entrenamiento, el calzado que se usa en el mismo o contracturas en gastronemio, que se pueden adaptar de manera que se genere un menor daño al tendón de Aquiles y con ello se minimicen los microtraumas al tendón.

En cuanto al mecanismo de rotura se barajan varias situaciones:

- Despegue del antepie en carga al extender la rodilla, típico de velocistas en la salida y de deportes que implican salto.
  - Dorsiflexión súbita, no prevista, en el tobillo, típico de caídas.
  - Dorsiflexión violenta en un pie colocado en flexión plantar, como ocurre en las caídas de altura.
- *Teoría degenerativa:* en los primeros estudios realizados Lindholm y cols (50), localizaban el nivel de rotura más frecuente a 3-6 centímetros de la inserción calcánea. Lo atribuían a que ésta era la zona coincidente con la menor densidad de vascularización, donde además se describe el giro torsional del tendón y existe una vñcula transversa que podría estenosar aún más la vascularización.

Es importante en este momento reseñar que la angiogénesis es algo natural en el proceso del desarrollo embriológico, pero no debe serlo en la madurez; si esta se produce será influida por factores

estimulantes. Unos de los más conocidos y más influyentes son los factores de crecimiento endotelial (VEGF), así como la familia FGF, TGF-alfa, TGF-beta, el factor de crecimiento hepático, angiogenina y IL-8. Autores como Petersen demostraron que los tendones aquileos rotos, a nivel de la rotura, expresaban receptores para VEGFR-1 y VEGFR-2, cosa que no pasa en los tendones sanos (45) . Por otro lado, los VEGFR interaccionan con la endostatina e inhiben la proliferación, migración y la apoptosis de las células endoteliales, esto explica que los tendones sometidos a mayor estrés tengan una zona con menor vascularización susceptible de rotura (39). Sin embargo, los hallazgos histopatológicos en biopsias realizadas en pacientes que han sufrido una rotura aguda, demuestran un aumento de la vascularización y una gran proliferación vascular. Amstrom y Westlin (51) demostraron también, utilizando el láser doppler de flujometría, que el flujo vascular no disminuía sino, al contrario, existía un aumento de la flujometría en este nivel. Estos hallazgos son comparables con el comportamiento de los tumores sólidos, en los cuales la hipoxia se comporta como uno de los mayores estimulantes de la neoangiogénesis.

Durante el envejecimiento normal del tendón, se producen diferentes fenómenos en los esqueletos maduros: el entrecruzamiento de las fibras de colágeno se hace menos manifiesto; además, aumenta el contenido de elastina, disminuye el diámetro de las fibras de colágeno, disminuyen el agua y los mucopolisacáridos, y aumenta el colágeno tipo V. Todo ello hace que la resistencia tensil sea inferior y predisponga a la rotura (7) . Por otro lado, se ha demostrado también que los tenocitos que se rompen y los tenocitos de los tendones tendinopáticos producen colágeno tipo III, ésto produce una alteración de la arquitectura tisular haciendo al tejido menos resistente y con menos capacidad tensil.

Jozsa y cols (52) observaron que la fibronectina, que normalmente se localiza en la membrana basal de los tendones de Aquiles rotos, también se encuentra en la superficie irregular del tendón, y a esto se añade que en el plasma, hay mayor cantidad de colágeno desnaturalizado, lo cual indica que existe una desnaturalización del mismo.

Por otro lado, y recientemente, se ha descrito el papel de la lubricina (53) en la composición del tendón de Aquiles. La lubricina es una glicoproteína mucinosa que originariamente se describió en el líquido sinovial y que es un lubricante esencial en las articulaciones. La lubricina se encuentra en el tendón de Aquiles y facilita su deslizamiento tendinoso sobre el plano muscular y está, incluso, descrita entre los propios fascículos tendinosos. La mayor concentración de lubricina se describe en aquellas zonas que el tendón soporta más fuerzas de cizallamiento.

Objetivamente entre el músculo sóleo y la aponeurosis medial del músculo gemelo interno hay movimientos no sincrónicos durante la flexión plantar, lo cual explica en parte las fuerzas de cizallamiento internas dentro del propio tendón aquileo. Existe una concentración de lubricina a nivel retrocalcáneo muy alta, se comporta este nivel como un espacio sinovial, en cambio a nivel de la región intermedia tendinosa la distribución es mucho menor entre los fascículos tendinosos, existiendo la mayor concentración entre los 2,1-6,4 cm de la inserción calcánea; recordemos que ésta es la zona más expuesta a la rotura tendinosa, por lo tanto las fuerzas de cizallamiento a este nivel juegan un papel muy importante, lo cual hace que los niveles de lubricina a ese nivel sean los más altos de todo el tendón.

## 1.7 Epidemiología de la rotura aguda del tendón de Aquiles

Las roturas del tendón de Aquiles pueden ser clasificadas, atendiendo al tiempo de rotura como criterio para su definición en roturas agudas o crónicas (54). Aunque la franja del tiempo es variable, en general, se consideran roturas crónicas aquellas que tienen un mínimo de 4 semanas de evolución, no habiendo un tiempo máximo definido.

Se describe una influencia estacional y numerosos estudios indican el mes de marzo como aquel con mayor incidencia. Sin embargo, según Ganestam y cols (9) el mayor pico es en septiembre y el menor en julio.

En las zonas urbanas hay mayor afectación que en las zonas rurales, con una relación de 13,8/7,6 X 100.000.

El tendón izquierdo se rompe con mayor frecuencia que el derecho, posiblemente debido a la mayor prevalencia de personas que se impulsan durante la marcha con la pierna izquierda.

La incidencia de rotura del tendón de Aquiles se incrementa en los grupos de edad por encima de los 33 años, si bien es cierto que hay una distribución bimodal con un segundo pico entre la sexta y la octava década de la vida (7) y ésta a su vez se incrementa de forma más importante, si se ha hecho deporte en los últimos 11 años (55).

Se estima que la incidencia ha aumentado paulatinamente en los últimos años, así se recoge en diferentes estudios; en 1984 la incidencia era de 18,2/100.000 y hoy se estima en 37,3/100.000 (56).

Se recoge también la incidencia creciente en diferentes bases de datos nacionales:

- Base de datos nacional de Dinamarca. Recoge la incidencia de roturas del tendón de Aquiles entre 1994-2013 y concluye que hay una diferencia significativa que implica un aumento de lesiones de este tipo en población por encima de los 50 años y en medio rural, esto último sin significación estadística. Sin embargo, se objetivó una disminución en el número de pacientes tratados quirúrgicamente; de tal manera que era desde 16,9/100.000 en 1994 a 6,3/100.000 en 2013 (9).
- Base de datos nacional de Suecia. Recoge datos semejantes a la danesa. De 2001 a 2012 se produjo un aumento considerable de roturas de tendón de Aquiles, pero la proporción de pacientes tratados quirúrgicamente decreció desde un 43% en 2001 a un 28% en 2012 en hombres, y de un 34% en 2001 a un 22% en 2012 en mujeres (57).
- Base de datos Escocesa. Recoge una incidencia de 4,7/100.000 en 1981, incrementándose hasta 6/100.000 en 1994, siendo el grupo de edad en el que más había crecido en los hombres entre 30 y 39 años (58).

La mayoría de los estudios atribuyen el aumento de la incidencia de las roturas agudas del tendón de Aquiles al aumento de la edad deportiva de la población: los tendones jóvenes tienen una mayor resistencia tensil, con menor rigidez que los tendones más longevos (59).

La mayoría de las lesiones ocurren en deportistas practicando, sobre todo, bádminton, tenis o squash; sin embargo, en un 25% ocurren en personas sedentarias, y suele ser el resultado final de una contracción excéntrica, en un tendón tendinopático y que normalmente no ha dado clínica hasta entonces (60).

Es una patología que clásicamente se describe en hombres, con una ratio de 1,7:1-30:1 (7), según otros autores de 4,8:1 (8).

Ganestam y cols (9) establecen que en el grupo de edad entre 31 y 50 años hay cambios significativos en función del sexo; sin embargo, en el grupo de edad entre 18 y 30 años hay una predominancia para el sexo masculino; añaden, además, que en el sexo masculino la ganancia de flexión dorsal del tobillo es mayor, mientras que el índice de complicaciones es mayor en el sexo femenino.

Según Magnuson y cols (34) las mujeres con actividad deportiva tienen una menor hipertrofia y una menor síntesis de colágeno, lo que se traduce en una menor potencia del tendón.

Es bien conocido que las mujeres son más sensibles a las lesiones de partes blandas en actividades deportivas que los hombres, ello se explica porque el estradiol inhibe la formación de colágeno en los tendones.

Además, el entrenamiento conduce a hipertrofia y esto conduce a un menor riesgo de daño del tendón. Es también un hecho demostrado que, en el caso del tendón patelar, los varones que realizan ejercicio con regularidad éste conduce a una hipertrofia tendinosa; y que, sin embargo, en aquellas mujeres sometidas al mismo patrón de entrenamiento, el grado de hipertrofia es menor.

Tal es el papel del sistema hormonal femenino que Magnuson y cols (34) demostraron que las mujeres postmenopáusicas tienen un tendón aquileo de mejores características y con mayor fuerza tensil que las mujeres premenopáusicas. Este aparente sin sentido, se explica por el ciclo del estradiol al que ya nos hemos referido. El estradiol hace que la síntesis del colágeno se altere. Magnuson colocó un catéter intratendón para valorar la concentración del aminopéptido terminal propéptido de tipo I procolágeno (PINP), que refleja indirectamente la síntesis de colágeno

tipo I, y observó que, en mujeres tomadoras de anticonceptivos orales, donde los niveles de estradiol son mayores, la concentración de PINP no cambia; mientras que las no tomadoras de anticonceptivos orales, presentan menos nivel de estradiol circulante.

Silbernagel y cols (61) realizaron un estudio en pacientes operados de rotura aguda de tendón de Aquiles en el que demostraron que aquellos capaces de mantenerse de puntillas, sostenerse sobre la pierna intervenida a los 3 meses, que tenían menos dolor y un mayor grado de actividad, eran varones. Aún con todo, es necesario matizar estos resultados comparativos, pues el sexo femenino sufre rotura aguda de tendón de Aquiles en menos del 20%. Sin embargo, el mismo grupo de investigadores observó que, si el tratamiento llevado a cabo era ortopédico, no se apreciaban esas diferencias entre ambos sexos.

## **1.8 Clínica y diagnóstico de la rotura aguda de tendón de Aquiles**

Es fundamental para el diagnóstico, realizar una buena historia clínica y una buena exploración. Las pruebas de imagen nos ayudan, pero el pilar del diagnóstico es la clínica, y aún con todo se estima que entre un 20% y un 25% de las roturas agudas del tendón de Aquiles se infra-diagnostican. Nos vamos a encontrar a dos tipos de pacientes:

- El primer tipo se adapta al patrón ya descrito previamente: paciente, la mayoría varones, que acude al servicio de urgencias tras presentar un dolor súbito a nivel del tendón de Aquiles y, a posteriori, incapacidad para la deambulaci3n y la flexi3n dorsal del pie. Textualmente suelen referir *“como si me hubiesen dado una pedrada o una patada”*.

Aquellos deportes que implican rápidas y repentinas aceleraciones y paradas como el fútbol, baloncesto, padel, squash,... (62), aunque en las de las series inglesas también se refleja el bádminton, son los asociados a mayor tasa de roturas aquileas en varones (58).

- En un porcentaje no desdeñable el paciente no será deportista y puede referir una caída traumática o, simplemente, que al estar deambulando normalmente nota “*un tirón*” y a continuación incapacidad para proseguir la marcha.

En la exploración clínica, a la palpación del tendón, encontramos un *gap* que es clásicamente palpable e, incluso, se visualiza a simple vista. Se estima que la sensibilidad de este signo es de 0,71 y la especificidad de 0,89 (58). Se localiza en torno a 3-5 cm de la inserción calcánea. Además encontraremos edema local con inflamación adyacente (59).

A medida que aumenta el lapsus de tiempo entre el momento de la lesión y la exploración física, el *gap* se oblitera por el hematoma y edema local y puede ser más difícil de palpar. Hay que señalar, además, que algunos pacientes conservan la capacidad de ponerse de puntillas, dificultando el diagnóstico.

Existen varias maniobras clínicas para la verificación de la integridad o no del tendón de Aquiles. Algunas fueron descritas hace 300 años y persiste su utilidad, pero, aún con todo, pueden generar dudas. Mafulli y cols en 1998 (40) indicaron que en aquellos pacientes que se presentaban con más de 4 semanas de evolución, la reorganización del hematoma podía inducir a error por la pseudocontinuidad. En estos casos el test con mayor especificidad es el descrito por Matles, que se describe a continuación.

Las maniobras y exploraciones más frecuentemente utilizadas en la clínica son:

1. **Maniobra de Thompson o Simmonds;** este test define la integridad de la unidad musculocutánea sólea; inicialmente fue descrito por Simmonds (40). Se describe la maniobra con el paciente tumbado en decúbito prono y los pies fuera de la camilla; se comprime la masa gemelar: si hay continuidad tendinosa, el pie realiza flexión dorsal; si no hay continuidad, no transmite fuerza y ello se traduce en inmovilidad del pie. A veces, esta maniobra puede ser dudosa si la rotura no es completa. Se considera que esta maniobra es reproducible y que presenta una sensibilidad entre 0,89-0,93 (58) (*figura 9*).



*Figura 9.- Maniobra de Thompson (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).*

2. **Test de O'Brien;** se inserta una aguja hipodérmica a unos 10 cm de la inserción calcánea; si al mover el pie hacia la flexión dorsal la aguja se mueve, implica continuidad tendinosa; si la aguja no se

mueve, se puede intuir que habrá una rotura tendinosa. Se considera una técnica menos reproducible y con sensibilidad igual a 0,8 (40).

3. **Test de Copeland;** se realiza con el tensiómetro colocado en la pierna, a nivel medio de la masa gemelar: se insufla hasta 100 mmHg y se realiza a continuación flexión dorsal del pie; si sube la presión hasta 140 mmHg, se considera que existe integridad tendinosa; si no se modifica la presión, podemos sospechar que exista una rotura tendinosa. Se considera una prueba que presenta una sensibilidad del 0,8 (40) (figura 10).



**Figura 10.- Test de Copeland (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

4. **Test de Matles;** se pide al paciente que en decúbito prono realice flexión de la rodilla: si al hacer esto y, comparando con el contralateral, se produce una caída del pie hacia la flexión plantar, nos puede indicar que existe una solución de continuidad. Presenta una sensibilidad del 0,8 (48) (*figuras 11 y 12*).



*Figuras 11 y 12.- Imágenes del test de Matles (imágenes de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).*

*The American Academy of Orthopaedic Surgeons* establece en las guías clínicas que, para el diagnóstico, son fundamentales la historia y la exploración física del paciente y debe incluir al menos dos de las siguientes pruebas como positivas: maniobra de Thompson, disminución de la fuerza a la flexión plantar, presencia de *gap* y aumento de la dorsiflexión del tobillo con manipulación(59).

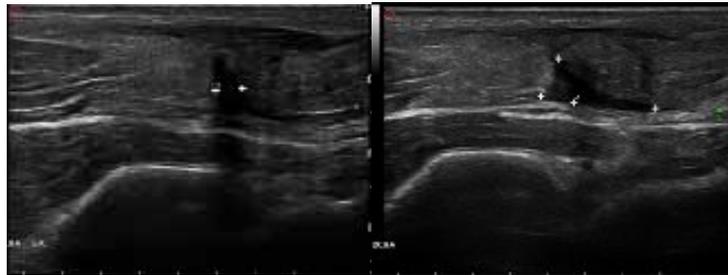
Garras y cols, describen una combinación de tres hallazgos y le atribuyen una sensibilidad del 100% y son: un test de Thompson positivo, Matles test, y *gap* palpable (63) .

Así mismo, pueden contribuir al diagnóstico algunas pruebas de imagen. Entre ellas describimos las siguientes:

1. **Radiografía simple:** proporciona una información limitada sobre las partes blandas y no está indicada de rutina en pacientes con sospecha de rotura de tendón de Aquiles. Sin embargo, permite una aproximación diagnóstica al intuir los bordes tendinosos rodeados por el tejido graso del espacio de Kager y el tejido celular subcutáneo. La grasa de Kager, masa de tejido adiposo de morfología triangular que se sitúa anterior al tendón y queda limitada caudalmente por el borde superior del calcáneo, se visualiza como un triángulo en la radiografía lateral; en el caso de dicha patología del tendón dicho triángulo se distorsiona o desaparece (59).
2. **Ecografía:** es una técnica rápida, de bajo coste, que permite una exploración dinámica. Es accesible y no invasiva. Permite comparar con el tendón contralateral. Juega un papel importante en la evaluación del tendón de Aquiles. En una rotura completa se observa una discontinuidad total de las fibras que afecta a todo el espesor del tendón. Permite localizar el sitio de rotura y la presencia del *gap*, tanto en flexión plantar como en flexión dorsal.

En el momento agudo se produce un hematoma que se sitúa entre los extremos tendinosos retraídos. Cuando el hematoma es hipoecoico, facilita la visualización de dichos extremos. Algunos autores establecen indicación quirúrgica si el *gap* entre los cabos tendinosos es mayor de 5 mm en flexión plantar (64).

Se clasifican en tres tipos atendiendo a la clasificación de Kuwada; siendo el tipo II el que presenta una rotura completa con un *gap* menor de 3cm localizado entre los 2 y los 6 cm proximales a la inserción calcánea (*figura 13*). Es importante tener en cuenta la anisotropía tendinosa de las fibras al insertarse en el calcáneo, por ello se debe evaluar en todos los planos, tanto longitudinal como transversal; la rotura se ve como una discontinuidad o interrupción en el paralelismo de las fibras o presencia de *gaps* hipoecogénicos intratendinosos (65).



**Figura 13.- Imágenes ecográficas de la rotura, (imágenes de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

3. **RM:** es una técnica más costosa, que requiere más medios técnicos y el tiempo de exploración es mayor. Una rotura en espesor completo muestra un *gap* relleno de edema y hematoma; pueden verse los cabos tendinosos retraídos y, en casos de roturas parciales, se observan hiperintensidades de señal en secuencias con TR largos, y aumento del volumen de tendón (diámetro anteroposterior > 7mm). Se describe para esta técnica una sensibilidad del 100% y una especificidad de 0,03 (58).

Garras y cols han descrito una menor sensibilidad para las roturas parciales, llegando a condicionar un retraso en intervención de 6,8 días, según su estudio (63). Sin embargo, es una técnica muy útil en los casos de roturas crónicas, fundamentalmente para la planificación del tratamiento, ya que define el *gap* entre los extremos tendinosos e informa sobre la calidad de los tejidos adyacentes.

## **1.9 Tratamiento de la rotura aguda del tendón de Aquiles**

El manejo de las roturas agudas del tendón de Aquiles ha sido y sigue siendo motivo de controversia ya que existen numerosas opciones de tratamiento, divididas en dos grandes grupos; tratamiento conservador, es decir no quirúrgico, y quirúrgico.

El objetivo final es conseguir un tendón con la tensión adecuada y con la suficiente capacidad de transmitir fuerza, con la menor morbilidad, con una recuperación de la función completa y evitando complicaciones.

No está claro cual es el límite para clasificar una rotura aquilea como aguda, o clasificarla como subaguda. Como hemos indicado previamente, parece que el límite superior para considerar una rotura como aguda está en las 4 semanas (66); sin embargo, a la hora de plantear el tratamiento, hemos de valorar no sólo el tiempo transcurrido sino que hemos de tener en cuenta también otros datos clínicos, entre los cuales matizamos: la edad, la calidad de vida, las comorbilidades del paciente, el *gap* existente y su modificabilidad en flexión y extensión, y la posibilidad de complicaciones.

Hutchinson y cols establecieron un protocolo para ayudar en la toma de decisiones, de tal manera que, atendiendo a los siguientes criterios, se plantea o no la opción quirúrgica: edad, lugar anatómico de la rotura, y *gap* en flexión plantar; así, que aquellos pacientes menores de 55 años, con rotura en el cuerpo tendinoso y con un *gap* mayor de 1 cm son candidatos ideales a la cirugía (67).

### **1.9.1. Tratamiento conservador**

Pels Leusden fue el primero en llevar a cabo el tratamiento no quirúrgico de las roturas del tendón de Aquiles en 1900. Clásicamente estos tratamientos están basados en largos períodos de inmovilización (59).

La inmovilización con yeso, o con un dispositivo ortopédico, se ha visto que es una opción válida con pocas complicaciones y un coste bajo; sin embargo, se asocia a una menor tensión del tendón, lo que conlleva un incremento de la flexión dorsal con respecto al contralateral y, con ello, a una pérdida de potencia en el despegue rápido del pie, lo cual hace que sea una técnica indicada en pacientes con poca demanda funcional. Se ha descrito, además, un índice de rerrotura de en torno al 9,8%-12,6% con este procedimiento (6).

De manera general, el tratamiento conservador utiliza una inmovilización por debajo de la rodilla, con equino inicial de 30º del pie, durante 4 semanas, seguida de otras 4 semanas en las que progresivamente se lleva el pie a posición neutra plantígrada.

Otra pauta recomienda el uso de 2 semanas de yeso, en equino del pie, seguido de otras 2 semanas en neutro, y a partir de entonces iniciar rehabilitación funcional.

En resumen, existe una variedad importante de manejo conservador según escuelas y experiencia, variando de inmovilizaciones extendidas desde las 8-12 semanas, hasta inmovilizaciones por encima de la rodilla; recientemente se ha comprobado que no están justificadas las mismas, pues no modifican el *gap* a nivel de la rotura de manera significativa (68). En los últimos años existe una importante corriente a favor del tratamiento conservador utilizando dispositivos funcionales. Señalan un índice de rerrotura mucho más bajo que el clásico; así Wallace y cols refieren un 2,95% en una serie de 945 pacientes, frente al porcentaje previo de hasta el 17% (69); esto está haciendo en la actualidad replantearse muchos de aquellos casos que “*a priori*” se consideraban quirúrgicos.

Actualmente, este auge de los tratamientos conservadores ha conducido al desarrollo de dispositivos ortopédicos que ayudan a llevar a cabo un tratamiento más funcional y conducen a una mayor comodidad del paciente. En centroeuropa llama la atención el sistema ortopédico Vacoped®, que es un bota que controla mediante una almohadilla de aire, el ajuste al tobillo del paciente, y permite tres posiciones del tobillo: a 30° de flexión plantar, 15° de flexión plantar y 0°; la pauta que se recomienda pasadas las dos primeras semanas, donde inmoviliza con férula de yeso, son otras dos semanas en cada uno de los rangos; además, el sistema permite carga desde las dos primeras semanas y el hecho de que se controle con aire permite inflar y desinflar periódicamente, con ello se facilita, teóricamente, el drenaje venoso y disminuye la incidencia de fenómenos trombóticos (58) (*figuras 14 y 15*).



**Figura 14.-** Dispositivo bota Vacoped®, (imagen tomada de la ficha técnica del producto).



**Figura 15.-** Imagen de bota Vacoped® (imagen cedida por el Dr. García Granja; paciente del Hospital Universitätsklinikum Münster, Alemania).

Después de la inmovilización prolongada se produce una profunda alteración de la morfología y de la fisiología del músculo. Así, vemos que

el músculo sóleo, debido a la gran proporción de fibras musculares tipo I, es muy sensible a la inmovilización y ésto se traduce en atrofia manifiesta tras largos períodos de inmovilización. La circunferencia gemelar disminuye mucho y lo hace más que en la opción quirúrgica, y tanto en la abierta como en la percutánea (1).

Parece claro que una carga precoz podría, en teoría, disminuir la atrofia muscular, la debilidad, las adherencias e incluso las trombosis venosas profundas ayudando a regenerar el tendón (70). Es más, Berlet y cols describen que esta carga precoz ayuda al fibroblasto en su orientación y en su distribución paralela en el tendón (71), tanto para manejos quirúrgicos como no quirúrgicos (72); aún con todo, en la corriente conservadora no está muy instaurada la carga precoz.

A la vista de las complicaciones de la cirugía abierta, muchos son los estudios que se están llevando a cabo con tratamientos conservadores no quirúrgicos, entre ellos destacamos:

- **Amendola y cols** que demuestran en su estudio unos resultados clínicos semejantes a los operados; eso sí, se trata de pacientes que han seguido un método de rehabilitación funcional acelerada tras la retirada de la inmovilización, asistida por un equipo específico de fisioterapeutas (73).
- **Bhandari y cols** en 2002 que sobre un total de 448 pacientes, establecen un riesgo de rerrotura de 0,32% en el tratamiento no quirúrgico, en el que los pacientes habían sido inmovilizados entre 6 y 8 semanas (74).
- **Wilits y cols** con la premisa de que la carga precoz y la movilidad protegida tienen efectos muy positivos sobre el tendón en cuanto a recuperación de fuerza (75), propugnan un tratamiento no

quirúrgico con carga y movilizaciones precoces, con resultados muy buenos y bajos índices de rerroturas.

### **1.9.2. Tratamiento quirúrgico**

Una de las ventajas atribuidas al tratamiento quirúrgico es que disminuyen significativamente el número de rerroturas en el mismo tendón. Sin embargo, el principal inconveniente es el aumento del riesgo de complicaciones, fundamentalmente de índole cutáneo. La localización superficial del tendón, así como la afectación que existe en las partes blandas adyacentes, genera cambios locales que, añadidos al déficit de vascularización, (76) hacen que las complicaciones locales cutáneas oscilen entre el 7-13%, y el rango de infecciones profundas entre el 2-4,7%; esto supone un retraso en la rehabilitación y obliga a cirugías repetidas, desbridamientos quirúrgicos y cirugías de cobertura y, al final de todo el proceso, el resultado conlleva limitación funcional y regulares resultados.

Keating y cols (77) y Twaddle y cols (78) no encuentran diferencias ni en índice de rerroturas ni en complicaciones, entre los pacientes operados y pacientes con tratamiento conservador.

Hutchison y cols concluyeron que el porcentaje de rerrotura en pacientes tratados quirúrgicamente se encuentra en torno al 5%, frente al 13% clásico de los no intervenidos, estando influido por la propia fisiología y el estado patológico del tendón, así como por las demandas funcionales del paciente (67) .

Las rerroturas se describen clásicamente entre las 7-8 semanas y en estudios de RM seriados son roturas coincidentes con la presencia de *gap* en el sitio de la reparación (79). Estas rerroturas ocurren en base a la

disposición de las fibras de colágeno, su número y orientación, que es lo que define la fuerza tensil (67).

Holm y cols (80) valoran, en un revisión sistemática, las diferencias más groseras entre aquellas roturas aquileas intervenidas y las que fueron tratadas de forma ortopédica; concluyen que el tiempo de retorno a la vida previa laboral, acontecía antes en el grupo de los pacientes intervenidos.

Entre los defensores del tratamiento quirúrgico, algunos autores, como Maes y cols, y Copin y cols prefieren la técnica quirúrgica abierta, porque disminuye el riesgo de rerrotura, aunque tiene doble coste y un mayor espectro de complicaciones. Otros, en cambio, prefieren las técnicas percutáneas, como Henríquez y cols, Bhattacharyya y cols, Ververedis y cols, que disminuyen significativamente los costes y minimizan las complicaciones cutáneas, infecciosas, adherencias... etc.

En general, la cirugía conlleva un riesgo, que es el destensamiento del tendón, lo que resulta en un tendón con más longitud y menor potencia. Sin embargo, Porter y cols (38) realizaron un estudio en el que valoraron, al año de la cirugía, la fuerza a la flexión plantar, y resultó ser menor en el lado no intervenido siendo, además, simétrica en cuanto a la flexión dorsal.

Spennacchio y cols (81) establecen que el destensamiento, y con ello el alargamiento "*per se*" del tendón, después de la sutura, es la causa de anomalías en la fuerza y potencia muscular por reducir la tensión en la unión miotendinosa, así como en el recorrido articular del tobillo que gana flexión dorsal (*figura 16*).

Silvernagel y cols (82) demuestran una clara correlación entre la elongación tendinosa y la capacidad de puntillas, viendo que ésta última está claramente disminuida en aquellos tendones destensados.



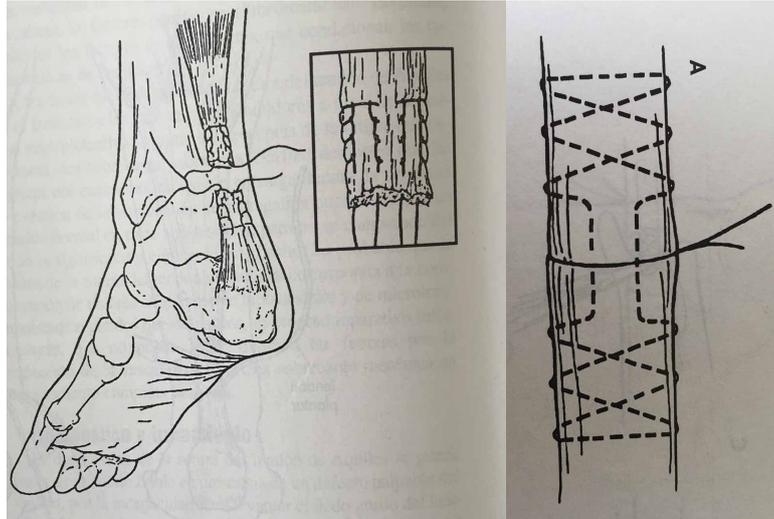
**Figura 16.- Imagen de flexión dorsal simétrica en sutura percutánea aquilea (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

En general, se propugna un tratamiento quirúrgico en base a menor índice de rerrotura, incorporación laboral más temprana y mayor fuerza tensil a nivel tendinoso.

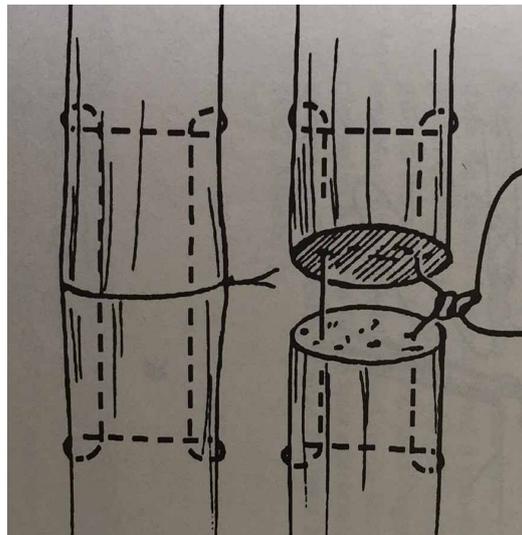
Existen dos tipos de abordaje quirúrgico:

- *Cirugía abierta:* existen muchas técnicas quirúrgicas pero todas ellas tienen en común la visión directa del tendón tras abrir el peritenon.

La técnica abierta se describe por una incisión longitudinal de unos 6-10 cm en el lado medial del tendón y por un tipo de sutura que ha demostrado en los diferentes estudios no tener diferencias significativas: suturas tipo Bunnell, Krackow o Kesslerdef (83), todas ellas termino-terminales; aunque existen modificaciones más complejas, usando refuerzos de fascia autóloga o de donante, e incluso materiales sintéticos a modo de malla (*figuras 17 y 18*).



**Figura 17.- Suturas tipo Krakow y Bunnell (imágenes tomadas de Campbel. Cirugía ortopédica. Vol 3. 10ª ed. Madrid: Elsevier; 2004. p. 2459-3429).**



**Figura 18.- Suturas tipo Kesslerdef (imagen tomada de Campbel, Cirugía ortopédica. Vol 3. 10ª ed. Madrid: Elsevier; 2004. p. 3429).**

La incisión se realiza normalmente en la zona cutánea que más precaria vascularización tiene (figura 19). Ello hace que los retrasos de cicatrización lleguen en algunos estudios al 1%-5%, y la incidencia de dehiscencias y necrosis cutáneas lleguen al 0,4%-2% (76).

Se describe también el refuerzo primario con el tendón del delgado plantar, con 1 ó 2 vueltas, o con el tendón del peroneo lateral corto, o el gracilis..., incluso, algunos autores propugnan de inicio el uso de un *flap* o colgajo de la región proximal, de 2 cm de ancho y 7-8 cm de longitud, siendo suturado a 3-4 cm de la zona de la rotura; sin embargo, no hay evidencia científica de que el refuerzo primario tenga mejores resultados que la sutura inicial termino-terminal, estando expuesto igualmente a problemas cutáneos. Corradino y cols aplicaron esta técnica en 8 pacientes, estando uno de ellos afecto por una dehiscencia de sutura que precisó desbridamiento (84).

Berlet y cols propugnan el uso de una cinta de colágeno como refuerzo a la sutura. Concluyen que esto hace más resistente el tendón y con ello limita la inmovilización y propicia una movilización mas temprana (71).

Se describe para ella tasas de rerrotura que oscilan entre 1,7-5%; clásicamente, el lugar de rerrotura es el mismo que el previo; sin embargo, autores como Rushton añaden que si el origen de la rotura es la degeneración tendinósica, la rotura podría acontecer a otro nivel (46) .

Está técnica está expuesta a complicaciones, fundamentalmente de tipo cutáneo e infeccioso, que pueden precisar de la colaboración de procedimientos de cirugía plástica hasta en un 10% (7-13%) (85). Y según otros autores hasta un 34,1% (59): fístulas cutáneas hasta en un 3%, infecciones profundas en un 1%; y problemas más superficiales en torno a un 4% (15); molestias posteriores con el calzado, pérdida de potencia muscular gemelar, engrosamiento del diámetro del tobillo etc.

Dalton y cols (54) establecieron un rango de complicaciones cutáneas entre el 7%-13,6%, con un rango de infección profunda del 2,5 % al 4%.



**Figura 19.- Imagen de abordaje posteromedial para rotura aguda de tendón de Aquiles (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del Hospital de Dshang, Camerún).**

Pajala y cols (87) describieron igualmente que el uso de corticoides en su grupo es un factor de riesgo para el desarrollo infecciones profundas y rerroturas, otros factores descritos fueron la edad mayor de 50 años, la diabetes, y el IMC mayor de 30; todos eran factores relacionados pero sin significación estadística. Observaron también que aquellas roturas ocasionadas por mecanismo trivial eran las que más complicaciones cutáneas presentaban en su serie (figuras 20 y 21).

Bruggeman y cols (76) encontraron en su estudio, realizado en 167 pacientes, que el 10,4% de los pacientes desarrollaron complicaciones cutáneas: un 7,3% necrosis cutánea superficial que logró resolverse con antibioterapia oral y curas seriadas; un 3% padecieron infecciones profundas, siendo el germen implicado el *Staphylococcus aureus*, seguido de floras mixtas (entre las que describieron *Enterobacter* y *Pseudomonas*) y, de estos pacientes,

dos acabaron en colgajos libres para dar cobertura. Las complicaciones cutáneas acontecían en un 35% en el sexo femenino, coincidente en éstas con mecanismo lesional trivial, y el 17% necesitó de coberturas, lo cual puede indicar cierta fragilidad cutánea y susceptibilidad al desarrollo de complicaciones cutáneas.



***Figura 20.- Imagen de problema cutáneo en sutura de tendón de Aquiles con técnica abierta, (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).***

Para el manejo de las complicaciones cutáneas existe gran variedad de técnicas: se ha propuesto desde una transferencia local tendinosa, hasta un colgajo libre..., (figuras 22 y 23) sin embargo, son intervenciones no exentas de complicaciones. Pajala describe 6 pérdidas de tendón en infecciones profundas (87), incluso después de haber realizado colgajos rotaciones o libres. Éstos pueden fracasar por trombosis local del colgajo; por ello, teniendo en cuenta la riqueza de angiosomas y su distribución en el tejido conectivo, propugna el uso de la terapia VAC como un tratamiento válido en los defectos cutáneos (85).

Mosser y cols (85) integran el concepto de presión negativa, que se había descrito en 1900 y desde entonces es una terapia que se usa como opción en aquellas heridas que presentan dificultad para su cierre primario. Se le atribuyen ventajas, como aceleración

del proceso de granulación y eliminación del edema intersticial. Se realiza un desbridamiento quirúrgico exhaustivo de las partes isquémicas, necróticas,..., y a continuación del lavado con solución *Ringer*, se aplican las esponjas de alcohol polivinílico y se cubren con capa adhesiva sobresaliendo entre 4-5 cm de la herida quirúrgica, con conexión a presión negativa continua de 125 mm Hg; realizan su cambio con una media de cada 3 días, consiguiendo así un lecho adecuado para la colocación de injertos libres de piel en una media de 12 días.



***Figura 21.- Imagen de problemas cutáneos tras cirugía abierta de rotura de tendón de Aquiles (imagen cedida por el Dr. Higinio Ayala; paciente del HUMV).***



**Figura 22.-** Imagen de la transferencia del tendón del flexor largo, por defecto de tendón de Aquiles (imagen cedida por Dr. Higinio Ayala; paciente del HUMV).



**Figura 23.-** Imagen de colgajo pediculado para defecto cutáneo, y transferencia del tendón del flexor largo del 1º dedo (imagen cedida por Dr. Higinio Ayala; paciente del HUMV).

Después de la cirugía abierta, encontramos también problemas en la región de la cicatriz, que según algunos autores alcanza el 12% y que, sin embargo, es una complicación no descrita en la cirugía percutánea (88). Esto hace que, tras la cirugía abierta, la zona cutánea sea más gruesa y, en ocasiones, dolorosa al roce con el calzado, además de encontrarnos con adherencias en la movilización del tendón, que pueden resultar igualmente molestas e incluso dolorosas (*figura 24*).



***Figura 24.- Imagen del aspecto cutáneo de una rotura de tendón de Aquiles suturado de forma abierta y sin complicaciones cutáneas (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).***

- *Cirugía percutánea:* fue introducida para minimizar las complicaciones cutáneas y descrita por Ma y Griffith (89). La técnica original se realiza en decúbito prono con anestesia general, regional o local y sin isquemia. A través de la palpación clínica se localiza el sitio de la rotura, realizándose dos pares de incisiones, una medial y otra lateral al tendón, tanto en proximal como en distal de la rotura. La sutura usada es del número 0 o 1, no reabsorbible, con aguja recta en cada lado del hilo.

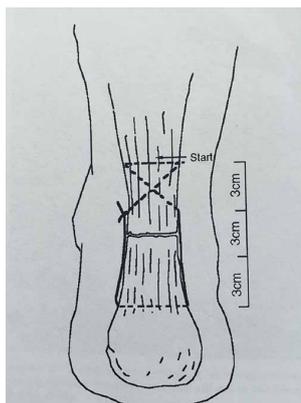
La sutura empieza desde lateral y proximal y anuda a distal. Postoperatoriamente se mantiene el equino 4 semanas sin carga; 4 semanas posteriores con yeso neutro en carga y, a continuación, otras 4 semanas con ejercicios de estiramiento y carga demostrando una menor disminución de la circunferencia gemelar al año de 5 mm (89).

Klein y cols (90) en su estudio concluyeron que la rerrotura tras haber realizado 43 suturas, según técnica de Ma y Griffith es del 4,6% con un 71% de éxito.

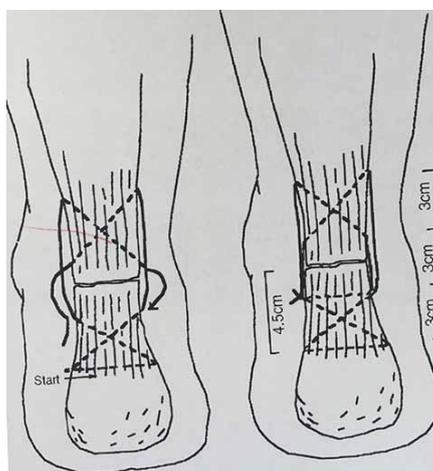
En general, la técnica percutánea combina las ventajas de tratamiento conservador y de la cirugía abierta. El porcentaje de rerrotura es de 6,4%. La complicación más frecuente es la lesión del nervio sural y la consecuente formación de una hiperplasia neuromatosa; la incidencia varía entre las series, de un 13% a un 60% (54). Es interesante, a este respecto reseñar la variabilidad de la anatomía del nervio sural en un área pequeña como ya se ha referido con anterioridad; la clínica sural es variable, desde parestesias que ceden, a un verdadero dolor neuropático que en algunos pacientes obliga a retirar la sutura y liberar el nervio (6).

Desde la primera sutura percutánea en 1977 muchos son los estudios que han sido dirigidos hacia la comparación entre la técnica abierta y la técnica percutánea. Parece claro que se minimiza en gran cantidad la lesión de los tejidos circundantes, con lo cual las complicaciones cutáneas e infecciosas locales se reducen de manera significativa en las series recogidas (91) (92).

Cretnik y cols (93) , estudiaron 36 tendones de cadáver en los que se realizaron dos técnicas: una de ellas la de Ma y Griffith, en ella se comienza lateral y proximal; y otra modificada, en la que se empieza distal (*figuras 25 y 26*).



**Figura 25.- Imagen de la técnica original descrita por Ma y Griffith (imagen tomada de Cretnik A, Zlajpah L, Smrkolj V, Kosanović M. The strength of percutaneous methods of repair of the Achilles tendon: a biomechanical study. Med Sci Sports Exerc. 2000; 32(1):16-20).**



**Figura 26.- Imagen de la técnica modificada por Cretnik et al (imagen tomada de Cretnik A, Zlajpah L, Smrkolj V, Kosanović M. The strength of percutaneous methods of repair of the Achilles tendon: a biomechanical study. Med Sci Sports Exerc. 2000; 32(1):16-20).**

Valoraron longitud del tendón, fuerza, resistencia, y anchura. Utilizaron Vicryl nº 2, y simulaban la rotura entre los 2 y los 7 cm de la inserción calcánea. Demostraban la fortaleza de esta técnica y concluían que es todavía más robusta si se comienza desde distal.

Por otra parte, es interesante reseñar que tanto en la cirugía abierta como en la percutánea la tendencia es utilizar sutura no reabsorbible con alto peso molecular, en monofilamento. Los

problemas más importantes, en relación a la sutura, son reacciones locales ya que la propia sutura se comporta como un cuerpo extraño, lo que genera granulomas locales como forma de reacción a cuerpo extraño y, a veces, se asocia a infecciones profundas. La ventaja de su uso es la alta resistencia que proporciona. Aún así, se describen suturas realizadas con poliglactina que se reabsorben a los 3-4 meses y que tienen un índice de reacción a cuerpo extraño mucho menor, con lo que éstas podrían tenerse en cuenta para la realización de la sutura.

En el estudio de Kocaoglu y cols (83) se recoge que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al uso de sutura reabsorbible o no, en cuanto a monofilamentos se refiere. Es más, estudios que comparan biomecánicamente la resistencia de la sutura, establecen que el fracaso de una sutura se define porque se rompe o porque la sutura se sale del tendón desgarrándole. Se concluye que un hilo del número 2 es suficiente cuando es sabido que se tienden a usar suturas de mayor grosor, que sólo conducen a que, al anudar los nudos, éstos resulten más gruesos y molestos (93).

Otros autores como Edmiston y Sprowson (94) (95) prefieren el uso de suturas trenzadas reabsorbibles en un plazo de tiempo corto. Entre ellas se propone "Irgacare®", que mantiene una fuerza tensil del 75% las dos primeras semanas, pasando al 50% de resistencia mecánica a las 4 semanas, y mostrando una reabsorción completa a los 70 días. Se añade además la presencia de un antibacteriano de la familia del triclosan en una base de sutura Vycril®, que protege al hilo de la colonización bacteriana. Es importante reseñar esta capacidad, pues siempre se ha dicho que las suturas trenzadas favorecen la adhesión de las bacterias y la formación de las colonias. Las suturas impregnadas en triclosan han demostrado *in vitro* efectividad frente a *Staphylococcus*

*aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *methicilin resistant Staphylococcus aureus*, *methicilin resistant Staphylococcus epidermidis*, *vancomycin-resistant Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, y *Escherichia coli* (96).

No podemos decir que exista evidencia científica al respecto, pero todo parece indicar que el uso de estas suturas son un beneficio adicional, protegiendo de la infección tanto a nivel superficial como profundo (95) (97).

Muchas son las variaciones de la técnica original que se han descrito.

Destacamos la técnica de Webb y Bannister, que usa 3 incisiones transversas de 2,5 cm. Carmont y Maffulli que usan también 3 incisiones transversas pero más pequeñas y cambian el tipo de sutura (1). Lui y cols han descrito una técnica de mini-open a través de una incisión medial al sitio de rotura de 1,5 cm a través de la cual, desbridan el desflecamiento tendinoso proximal y el hematoma local (98).

Assal describió una técnica percutánea con el uso de un dispositivo comercializado bajo el nombre de “Assal Achillon suture”, que se introduce a través de una incisión a nivel del sitio de rotura transversa, con 3 pases proximales y 3 distales; se describió una incidencia de lesión del nervio sural de hasta un 27% (23).

Hegewald y cols proponen una incisión transversa inmediatamente superior a la zona del *gap*, a través de ella se cruzan las suturas que vienen de la región proximal y se pasan subcutáneamente hasta la zona calcánea, donde son fijadas con un tornillo interferencial. Esta técnica, a diferencia de las anteriores, no se basa en aproximación de cabos (99).

Wang y cols (100) realizan un cirugía mínimamente invasiva con

una incisión en el sitio de rotura, accediendo directamente a la sutura.

Así mismo, y hoy en día, son muchos también los autores que asisten endoscópicamente la sutura percutánea siguiendo los 6 portales descritos por Ma y Griffith, siendo los resultados obtenidos muy buenos. Destacando como complicación, igualmente, hipoestesia transitoria en el territorio del nervio sural (77).

Otros autores como Ze-yang y cols (101), se ayudan de agujas de Kirschner (Kw) transfixiando el tendón para ayudar a la reducción del *gap*, de tal manera que transfixian el tendón con 3 Kw a cada lado del tendón: 2 kw en proximal al sitio de rotura y 1 en distal, ayudándose después de gomas para acercar entre sí las Kw. Proponen, incluso, que una de las kw transfixie el calcáneo y, así, tener más soporte a la hora de acercar la región más proximal del tendón.

Una de las complicaciones más frecuentes en toda técnica percutánea es la lesión del nervio sural. Algunos autores, han desarrollado modificaciones de las técnicas originales para tratar de no lesionar el nervio sural. Makulavicius y cols (25) realizaron un estudio en cadáveres en fresco, que dividieron en dos grupos. A todos ellos se les realizó una tenotomía aquilea a 5cm de la inserción calcánea, mediante una incisión transversa de 2-3 cm de longitud. Después, se realizó en un grupo la sutura percutánea con punto de Bunnell y, en otro grupo modificando el punto a región medial del tendón. A continuación, se evaluó el contacto de los cabos y la distancia en cm a los que el nervio sural cruza el borde lateral. En el grupo que el punto se medializó no se encontró el nervio atrapado en ninguno, pero sí el punto cercano al nervio en una media de 11,5mm con una SD 4,2.

En cambio, en aquellos que el punto no se medializó, el nervio sural fue atrapado en 7 de las 10 piezas; en los 3 restantes, la media de cercanía al nervio sural era de 1,3mm con un SD 2,1mm. Además, se localiza el punto de cruce del nervio sural entre 7,11-11,12 con una media de 9,30 SD 1,14 cm.

Los resultados mostraron, además, que todos los tendones estaban en contacto.

El control de la cicatrización tendinosa se lleva a cabo no solo por la clínica, sino también por técnicas de imagen.

En estudios de referencia, como el de Fujikawa y cols (79) se analiza en imágenes de RM la presencia de un *gap* que desaparece a las 11-13 semanas; hay una tendencia a la desaparición del *gap* en secuencias potenciadas en T2 antes que en secuencias potenciadas en T1; lo que sugiere, que las imágenes en T2 son más sensibles para percibir la transición de tejido de granulación a tejido cicatricial.

En resumen, no existe a día de hoy una evidencia clara para plantear la intervención quirúrgica de una rotura aguda de tendón de Aquiles; en todo caso, debe ser una elección consensuada con el paciente y acorde a la rotura y a las comorbilidades y a las expectativas.

Si nos inclinamos por un tratamiento quirúrgico, disponemos de dos opciones: o una técnica abierta, o bien una técnica percutánea; si bien, ninguna exenta de complicaciones tales como: complicaciones cutáneas, lesión del nervio sural, cicatrices hipertróficas, adherencias, cambio en la morfología tendinosa, alargamiento tendinoso, síndrome compartimental, TVP, TEP, atrofia muscular, desarrollo de algodistrofia refleja, dolor local, etc.

La incidencia de dolor a nivel del tendón después de la intervención, es variable pero se recoge en algunas series de hasta el 67% (102). Señalan

la presencia de dolor en la fase de despegue y en aquellas actividades que requieren sollicitaciones mecánicas mayores.

Muchas son las teorías por las cuales duele un tendón, desde la formación de granulomas en el sitio de sutura por el uso de hilos no reabsorbibles, hasta la alteración de los receptores del dolor, al ser estimulados estos por el tejido cicatricial. La proliferación del tejido conectivo alrededor del tendón de Aquiles tiene una capacidad potencial de dañar el sistema venoso, de tal manera que éste no penetra adecuadamente en la región más central de un tendón hipertrofiado. Además, una distensión del paratenon produce una estimulación secundaria de los receptores mecánicos. A esto se añade un aumento de la vascularización local, por la existencia de una nueva neovascularización, y con ello un aumento de factores locales que excitan a esos receptores.

La existencia de adherencias, después de una reparación quirúrgica abierta del tendón oscila entre 1% y 18,6%. Las adherencias tienen una importante influencia en el resultado funcional: como limitación mecánica, aumentan la tensión intratendinosa, aumentan la fricción entre el paratenon la fascia y la propia piel.

Con todo, parece claro, que la sutura percutánea es una opción para la cirugía del tendón de Aquiles, tiene una recuperación en tiempo más rápida, con tiempos quirúrgicos menores y menor grado de complicaciones cutáneas (92).

### **1.9.3 Terapia biológica**

La reparación de un tendón roto lleva implícita una cicatriz que puede suponer un área de debilidad del mismo. El plasma rico en plaquetas

(PRP) puede ayudar en el proceso de curación del tendón; sin embargo, no parece que ayude en los procesos tendinopáticos para prevenir futuras lesiones o roturas. No hay estudios aún que demuestren, suficientemente evidencias para ello.

El uso de factores de crecimiento, tales como el factor de crecimiento hepático, el factor de crecimiento plaquetario recombinante humano-BB, la interleucina-6 y algunas proteína morfogenéticas, han mostrado resultados prometedores (29).

- Plasma rico en plaquetas: es plasma que contiene el doble o más de la concentración de plaquetas, con niveles superiores a 1,1X 1.000.000 plaquetas/microlitro. Esta gran cantidad de plaquetas hace que este plasma tenga, a su vez, una gran cantidad de factores de crecimiento, entre ellos el factor de crecimiento insulina-like IGF, el factor de crecimiento endotelial ECGF, el factor de crecimiento endotelial vascular VEGF, factor angiogénico derivado de las plaquetas PDAF. El uso del plasma rico en plaquetas no ha demostrado, en procesos tendinopáticos, ser superior al placebo. Sí ha demostrado, en cambio, que puede ser útil en la fase precoz de la cicatrización, favoreciendo el aumento de la formación de colágeno (29). Sin embargo, no hay suficientes estudios que hagan significativos los hallazgos. Es importante tener en cuenta, que el plasma rico en plaquetas, debe estar libre de neutrófilos ya que éstos, inducen la expresión de enzimas que degradan la matriz como, por ejemplo, la metaloproteasa-8 (103). Sánchez y cols (103) realizan un estudio comparativa de pacientes en el que recogen que no hay disminución del corte seccional del tendón.

Sin embargo, el estudio llevado a cabo por De Carli y cols (104) no demuestra resultados superiores en aquellos pacientes tratados con plasma rico en plaquetas, ni en la evolución clínica ni en

estudios radiológicos del tendón realizados a los 6 meses de la lesión.

En la línea anterior, Baran Sen y cols (105) realizan un estudio en conejos en los que se lleva a cabo sutura del tendón de Aquiles con inyección postoperatoria de PRP. Al cabo de 28 días realizan un estudio, con microscopía electrónica del tendón, concluyendo que la inyección postoperatoria de PRP no modifica el proceso de cicatrización del tendón, no encuentran diferencias significativas ni en la biomécanica ni en la histopatología entre los tendones suturados, sin y con inyección postoperatoria de PRP.

- Aspirado de médula ósea: aspirado normalmente extraído de la cresta iliaca, que contiene células madre en un número inferior al 0,1%. Estudios “*in vitro*” han demostrado el incremento de la trama aquilea, con aspecto semejante al tendón previo, tras la inyección de este aspirado. La transformación de célula madre en tenocito aumenta la fuerza de la cicatrización tendinosa y produce además colágeno tipo I (106); parece claro que los niveles de citoquinas proinflamatorias son más bajos en aquella situación en la que se añade aspirado de la médula ósea. Sin embargo, la dificultad en su obtención hace que el manejo no sea tan popular como en el caso de los PRP.

Es importante concluir, que el uso de tratamientos biológicos puede ser también considerado coadyuvante en todos los casos, tanto en los tendones tratados de forma conservadora como en los tratados quirúrgicamente, ya sea con técnica de cirugía abierta o percutánea.



## 2. HIPÓTESIS

---



## **2.-HIPÓTESIS**

La técnica percutánea quirúrgica asistida con ecografía, presenta mejores resultados clínicos- funcionales, menos complicaciones, menor coste-efectividad y una mejor cicatrización tendinosa desde el punto de vista de la imagen (RM), que la cirugía abierta convencional en lesiones agudas del tendón de Aquiles.



# 3. JUSTIFICACIÓN

---



### **3.- JUSTIFICACIÓN**

Las roturas agudas del tendón de Aquiles generalmente ocurren en la etapa laboral y deportiva de la vida, conllevan tiempo de incapacidad laboral y restringen la calidad de vida de los pacientes, limitando su actividad deportiva posterior. Por ello, este trabajo de investigación clínica se realiza en base a la necesidad de desarrollar nuevas técnicas quirúrgicas, con menor morbilidad para el paciente, con recuperaciones más rápidas y eficaces y que acarreen un menor coste para el sistema sanitario.



## 4. OBJETIVOS

---



## 4.- OBJETIVOS

1. Valorar si existen diferencias clínico-funcionales después de cirugía abierta por rotura aguda del tendón de Aquiles y los pacientes sometidos a cirugía percutánea ecoguiada, mediante la escala funcional AOFAS y EVA.
2. Evaluar el coste-efectividad hospitalario de la cirugía abierta *versus* percutánea ecoguiada, en roturas agudas de tendón de Aquiles.
3. Valorar las complicaciones de la cirugía abierta y de la cirugía percutánea ecoguiada, a corto y medio plazo, (cutáneas, infecciosas, rerroturas, clínica del sural) en roturas agudas de tendón de Aquiles.
4. Comparar la reincorporación laboral en pacientes intervenidos mediante cirugía abierta y percutánea ecoguiada, en rotura aguda de tendón de Aquiles.
5. Evaluar la reincorporación deportiva, y la necesidad de cambio de dicha actividad, en pacientes intervenidos mediante cirugía abierta y percutánea ecoguiada en rotura aguda de tendón de Aquiles.
6. Comparar los hallazgos de imagen, en RM, en pacientes tratados con cirugía abierta y en los tratados con cirugía percutánea ecoguiada, al año de la cirugía.



# 5. MATERIAL Y MÉTODOS

---



## 5.- MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Cantabria, como proyecto de Investigación (código: 2015.006), año 2015. Se considera que se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo, en relación con los objetivos, y están justificados los riesgos y molestias para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados (*anexo I*).

El trabajo se llevó a cabo en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital “Universitario Marqués de Valdecilla” del Servicio Cántabro de Salud, en colaboración con el Departamento de Radiodiagnóstico de dicho hospital.

### **Selección de pacientes**

- **Grupo I**

Se realizó una búsqueda retrospectiva en el Servicio de Documentación, atendiendo al registro realizado en las hojas de codificación del mismo, para identificar los pacientes atendidos por “*rotura aguda de tendón de Aquiles*” entre enero del 2013 y junio de 2014 y seleccionar, de entre ellos, aquellos intervenidos quirúrgicamente mediante técnica de cirugía abierta que cumplieran los siguientes criterios:

- **Criterios de inclusión:**

- Edad, mayores de 18 años.
- Conformidad expresa del paciente para la realización de una entrevista clínica personal al cabo de un año desde la cirugía.
- Conformidad expresa para la realización de un estudio de RM del tendón de Aquiles al cabo de un año de la cirugía.

➤ **Criterios de exclusión:**

- Tiempo de evolución: superior a cuatro semanas.
- Edad menor de 18 años.
- Presencia de problemas cutáneos o infecciones concomitantes, locales, en el momento de la cirugía.
- Localización de la rotura del tendón de Aquiles a nivel de la inserción en el calcáneo.
- Antecedentes de cirugía previa en el tendón de Aquiles.
- Ausencia de consentimiento informado para la realización del estudio
- No comparecencia a la entrevista clínica personal al cabo de un año.

Este Grupo I quedó finalmente constituido por 54 pacientes.

• **Grupo II**

Incluye 32 pacientes consecutivos, diagnosticados de rotura aguda del tendón de Aquiles, en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, entre abril de 2014 y septiembre de 2015, seleccionados atendiendo a los mismos criterios de inclusión y exclusión descritos para el Grupo I, e intervenidos quirúrgicamente, con técnica percutánea ecoguiada, por la doctoranda, Mónica Rubio Lorenzo, responsable también de realizar la entrevista clínica y exploración personal transcurrido el periodo de un año desde la intervención quirúrgica.

**Evaluación clínica**

Todos los pacientes de ambos grupos fueron atendidos en consulta por la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo. En todos los casos, se llevó a cabo una entrevista clínica personal (*anexo II*) en la que se recogieron parámetros demográficos y clínicos, así como parámetros específicamente relacionados con el episodio de rotura del tendón de Aquiles. Se llevó también a cabo, en todos

ellos, una evaluación clínica y una exploración física, que incluía mediciones clínicas específicas. Destacamos la medición de la circunferencia gemelar que se realiza con el paciente sentado y la rodilla flexionada 90º, medimos el valor en cm y lo hacemos 15 cm distales al polo inferior de la rótula. Igualmente, la medición del diámetro del tobillo la realizamos a nivel supramaleolar, con el paciente sentado, la medición se registra en cm.

Finalmente, en todos los casos se realizó también una valoración funcional de la recuperación al cabo de un año, a través de escalas funcionales:

- Escala funcional AOFAS (*anexo III*): valora dolor, función, capacidad de caminar y alineación del pie. La máxima puntuación es 100, la mínima 0. Y atendiendo a esto se considera un resultado *malo* menor de 69 puntos, *moderado* entre 70-79, y un resultado *excelente* si es mayor de 90.
- Escala visual analógica EVA (*anexo IV*): valora cuantitativamente la percepción del paciente entre 0 (ausencia de mejoría) y 10 (mejoría absoluta).

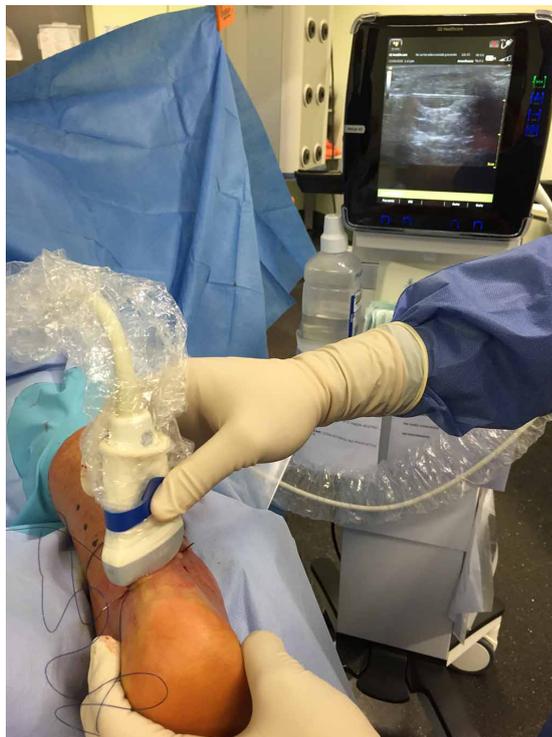
### **Técnicas quirúrgicas**

- Abierta, grupo I, estudio retrospectivo en todos los casos, abordaje posteromedial.
- Percutánea ecoguiada, grupo II, estudio prospectivo: (*anexo V*)

El paciente accede al Hospital “Marqués de Valdecilla” a través del Hospital de Día Quirúrgico. La cirugía se lleva a cabo en quirófano, tras la técnica anestésica escogida que varía entre anestesia regional (bloqueo ciático), anestesia local y raquianestesia. Se realiza una ecografía con el paciente en decúbito prono con los pies apoyados en un rodillo de espuma de 15 cm de diámetro que, indirectamente, ayuda a conseguir una flexión de la rodilla de 30º. Se utilizó un ecógrafo con transductor de

7.5 MHz, y gel osteoconductor para aumentar la definición de la imagen. Se realizó una preparación del campo quirúrgico marcando la región proximal y distal de la zona de rotura para la sutura percutánea, atendiendo al *gap* en flexión plantar y en flexión dorsal.

A continuación, sin isquemia quirúrgica y sin profilaxis antibiótica, se procede a la sutura con monofilamento irreabsorbible del número 0, aguja recta de 8 centímetros (marca registrada “Premilene®” de Braun), bajo guía ecográfica para valorar el punto de introducción de la aguja y calcular el porcentaje de tendón que se sutura, así como la proximidad del hilo al nervio sural para evitar la posibilidad de transfixiar al propio nervio sural con la aguja (*figuras 27 y 28*). Bajo guía ecográfica y, acorde a la situación más idónea, se van realizando los puntos de entrada con un bisturí del nº11 para apertura de piel y disección con mosquito recto hasta paratenon.



***Figura 27.- Imagen del uso del ecográfico intraquirúrgico como guía en la colocación de la aguja (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).***



**Figura 28.- Imagen que muestra la relación de la vena safena y del nervio sural con el pase de la aguja (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

Se realizó la técnica de Ma y Griffit modificada, de tal manera que comienza la sutura en la región distal y en posición neutra del tobillo. Así, y con ayuda de la imagen ecográfica, se comprueba en plano transversal la posición de la aguja. La capacidad de tracción del mismo, se realiza tirando del hilo y viendo que el pie realiza flexión plantar. Se realizan dos cruces distales siguiendo el modelo Bunnel de sutura. A continuación, se desplaza el rodillo hacia caudal intentando colocar el pie en aquella flexión plantar que disminuya el *gap* de rotura, así como el rodillo que colocamos para ganar flexión en la rodilla, bajo guía ecográfica, y en esa posición realizamos los cruces proximales, 3, para distribución de carga y fuerza en la sutura. Durante todo el procedimiento, la guía ecográfica permite controlar el nervio sural y la vena safena para no transfixiarlos ni atraparlos (*figura 28*). Anudamos siempre en región medial para evitar granulomas posteriores que puedan afectar al nervio sural (*figuras 29 y 30*), controlando ecográficamente el *gap* y la orientación de las fibras tendinosas y del propio paratenon antes de anudar. Se realizan 4 nudos bloqueados. A continuación, se vuelve a desplazar el rodillo distal a posición neutra y se valora ecográficamente, en plano axial y longitudinal, el aspecto del sitio de rotura.



**Figura 29.- Imagen que ilustra el trayecto de una sutura anudada a medial para evitar el nervio sural (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**



**Figura 30.- Imagen que muestra el final de una sutura anudada a medial para evitar el nervio sural (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

Tras la cirugía el paciente es inmovilizado con una ortesis tipo PTB 06120612 con 4 cuñas (figuras 31 y 32), que permite deambulaci3n y carga desde el primer d3a. El paciente permanece con 4 cuñas hasta la tercera semana y, a partir de entonces, se empiezan a retirar cuñas, una por semana; a la vez, y diariamente, se instruye al paciente para comenzar con movilizaciones activas suaves del tobillo, durante esas 3

semanas. Transcurrido dicho tiempo, se retira la bota y los pacientes comienzan a caminar sin ella, con zapatillas deportivas. Posteriormente, se deriva al paciente al Servicio de Rehabilitación.



***Figura 31.- Imagen de la ortesis PTB (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).***



**Figura 32.- Imagen de la bota ortopédica con las cuñas en su interior (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

### **Estudios de imagen.**

- **Ecografía prequirúrgica**, realizada por la Doctora Doña Rosa María Landeras del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital “Marqués de Valdecilla”, donde valora la distancia a la inserción calcánea medida en centímetros y la presencia de *gap* que es valorado, tanto en flexión plantar como en flexión dorsal, y también medido en centímetros (*figuras 33, 34 y 35*). La literatura más reciente aboga por valorar siempre y cuantificar el *gap* existente entre los cabos tendinosos, y ver la medida en que disminuye con las maniobras dinámicas; se considera este un punto crucial en la toma de decisiones y en la minimización de las rerroturas posteriores. Se valoran también los signos ecográficos indicativos de la presencia de tendinosis.
- **Resonancia magnética postquirúrgica**, realizada en los pacientes de los grupos I y II al cabo de un año de la cirugía.

#### **- Protocolo de RM**

- Todos los estudios se realizaron en una unidad de 1,5 Tesla (Sigma, General Electric, Medical Systems, Milwaukee, W)

equipada con bobina específica de extremidades. Se adquirieron imágenes en planos axial y sagital –incluyendo toda la longitud del tendón de Aquiles, desde la unión miotendinosa hasta su inserción calcánea-, con los mismos parámetros (tabla1).

	Plano	TR (ms)	TE (ms)	Matriz	FOV (cm)	Grosor de corte/gap (mm)
<b>SE T1</b>	Sagital	500	min	512x512	20	4/0,4
<b>DP supresión grasa</b>	Sagital	4200	48	512x512	20	4/0,4
<b>SE T1</b>	Axial	500	12,3	512x512	16	4/0,4
<b>DP supresión grasa</b>	Axial	3045	42	512x512	16	4/0,4

Tabla 1.- Protocolo RM tendón de Aquiles.

- Análisis de las imágenes de RM:

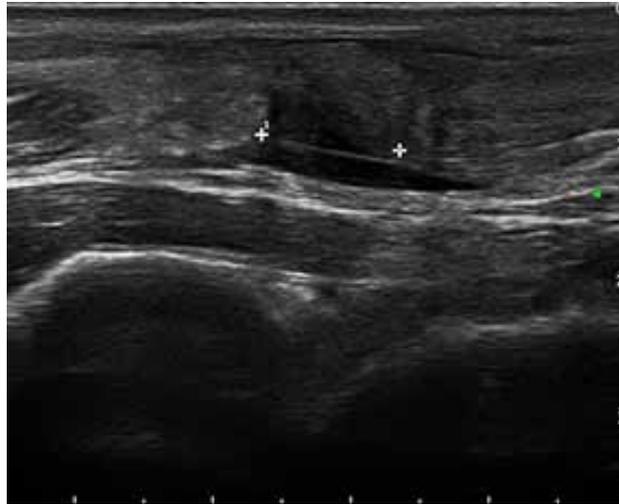
*- Aspecto postoperatorio de la morfología del tendón:*

- Presencia o no de engrosamiento del mismo y longitud máxima estimada en centímetros.
- Diámetros máximos tendinosos, en planos anteroposterior y axial, expresados en milímetros.
- Estimación del sitio de sutura, medido en centímetros desde su inserción calcánea.
- Características de señal intratendinosas: presencia o no de hiperintensidades de señal en secuencias potenciadas en T1 y T2.

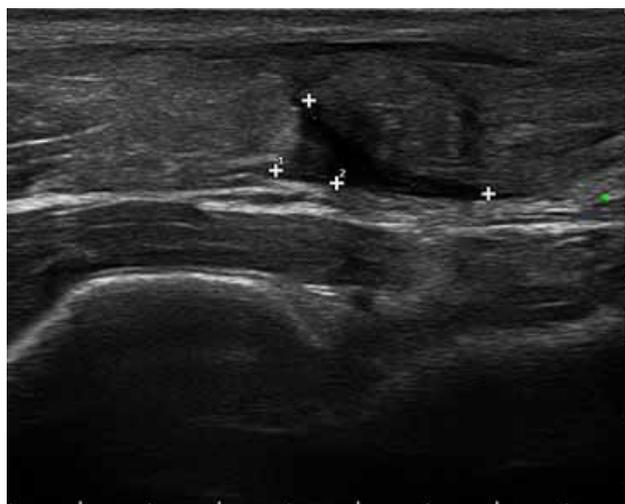
*- Aspecto de los tejidos adyacentes:*

- Piel y partes blandas: presencia o no de fibrosis.

- Grasa de Kager: presencia o no de alteraciones en la señal de la misma.
- Bursa preaquilea: presencia o no de signos de bursitis.
- Nervio sural:
  - Presencia o no de alteraciones en el mismo y, en caso, positivo, localización de la lesión (estimada en centímetros) y referida a la inserción calcánea del tendón.
  - Presencia o no de neuromas.



**Figura 33.- Imagen de ecografía de la rotura aquilea (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**



**Figura 34.- Imagen de la ecografía de la rotura aquilea en flexión dorsal (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**



*Figura 35.- Imagen de la ecografía de la rotura aquilea en flexión plantar (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).*

#### **Análisis de las imágenes:**

- **Ecografía intraoperatoria**, en los 32 pacientes del grupo II, la cirugía percutánea se realizó asistida mediante guía ecográfica, operada por la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo. Se utilizó ecógrafo *General Electric*, transductor de 7 MHz.

#### **Estudios de valoración de costes económicos**

El servicio de Gestión Económica del Hospital Universitario “Marqués de Valdecilla” elaboró un documento estimativo del gasto en la cirugía abierta del tendón de Aquiles, y en la sutura percutánea ecoguiada del mismo, atendiendo a: la estancia media de ingreso, en una cama de hospitalización quirúrgica, cuya codificación es una lesión de partes blandas, y al tiempo de ocupación de quirófano.

## 5.1 Metodología-análisis estadístico

En primer lugar se ha dividido la muestra según el factor de estudio en intervención quirúrgica con técnica abierta y técnica percutánea.

A nivel descriptivo, para las variables discretas se estimaron proporciones con sus correspondientes intervalos de confianza al 95% (IC 95%). Para las variables continuas, se estimaron medias con su desviación estándar.

Se realizó un análisis univariante relacionando el factor de estudio con las diferentes variables sociodemográficas y clínicas recogidas en el estudio. Se utilizó el test de T Student para analizar la relación entre variables cuantitativas y el factor de estudio. Así mismo, el test de Chi<sup>2</sup> fue utilizado para la relación entre variables categóricas.

Por ultimo, se realizó un análisis multivariante mediante regresión lineal múltiple, incluyendo todas aquellas variables que en el estudio univariante se asociaron a las variables resultado con un valor de significación  $p < 0,05$ . Además, se incluyeron variables posibles modificadoras del efecto en este análisis multivariante.

Se ha considerado un nivel de significación estadística de 0,05 y todas las pruebas fueron bilaterales. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa informático SPSS 21.0. (Statistical Product and Service Solutions IBM SPSS Statistics).

## 6. RESULTADOS

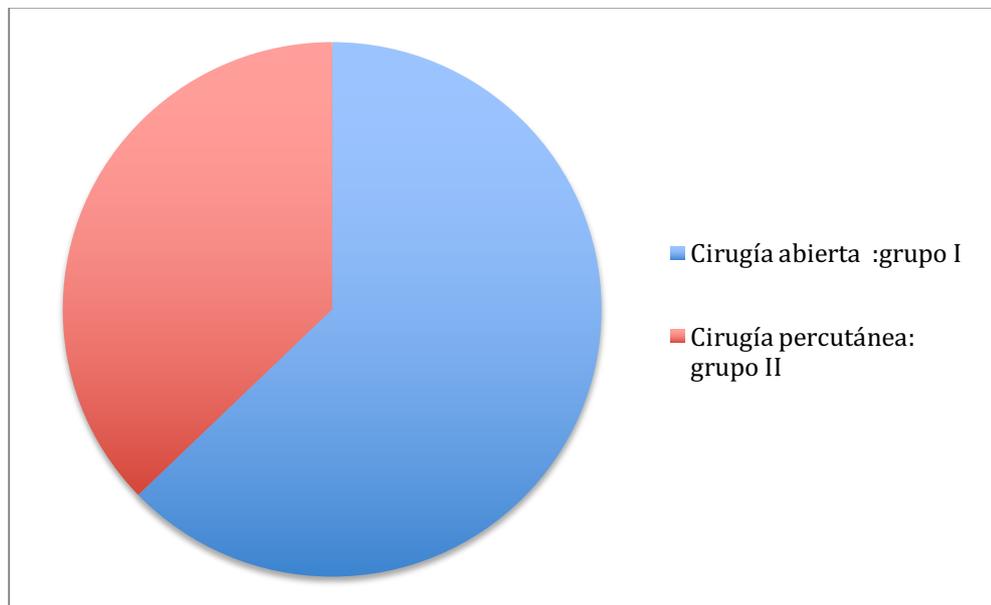
---



## 6.- RESULTADOS

### 6.1. Características demográficas, clínicas y radiológicas

El estudio incluye un total de 86 pacientes, 54 pacientes tratados con técnica quirúrgica abierta (62,8%) y 32 pacientes con técnica quirúrgica percutánea (37,2%) (*gráfico1*).



**Gráfico 1.- Distribución de la muestra.**

### 6.1.1 Parámetros demográficos

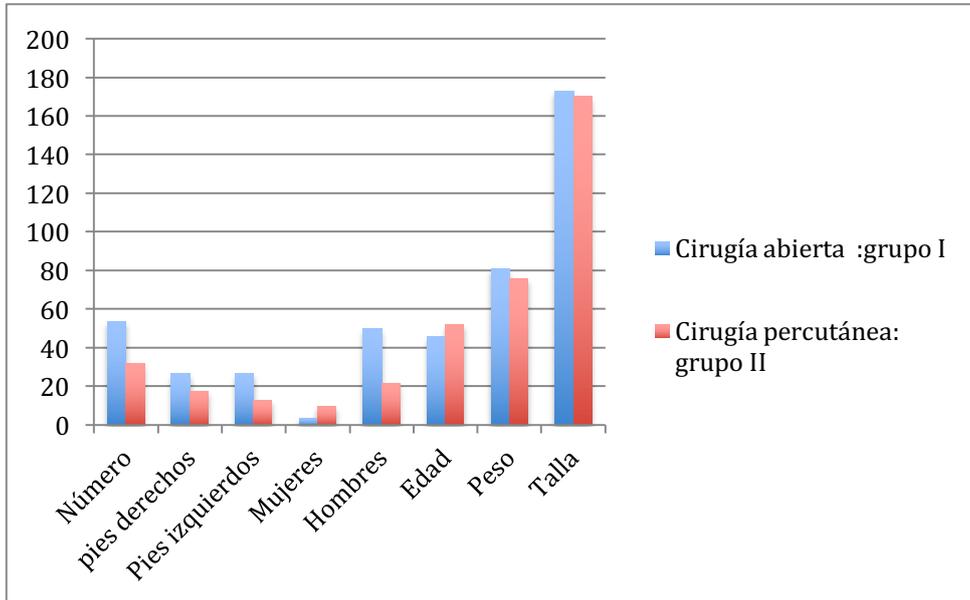


Gráfico 2.- Parámetros de medida demográficos.

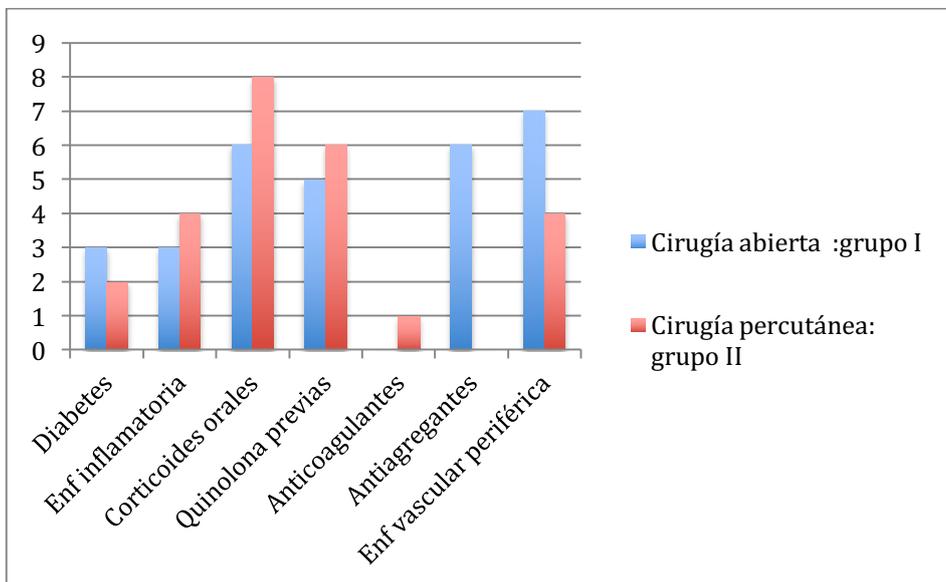
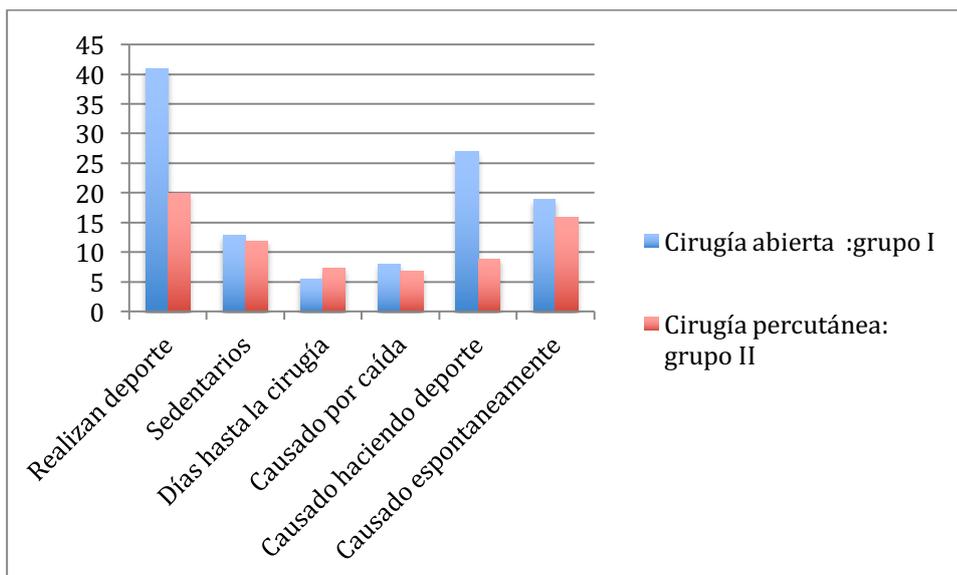


Gráfico 3.- Parámetros de medida clínicos.



**Gráfico 4.- Parámetros de medida específicos.**

El **grupo I** incluye 54 pacientes, 4 mujeres (7,4%) y 50 hombres (52,6%); 27 tendones son derechos y 27 izquierdos; *edad media* 46 años,  $\pm 15,08$  años (18-82); *peso medio* 81 kg,  $\pm 17,74$  kg (59-117); *altura media* 173 cm,  $\pm 9,2$  cm (149-191); *IMC medio* 27,30 kg/m<sup>2</sup>  $\pm 4,06$  kg/m<sup>2</sup> (21,77-40,96) (*gráfico 2*).

Factores de riesgo asociados: (*gráfico 3*)

- 3 pacientes (5,6%): eran diabéticos en tratamiento con antidiabéticos orales.
- 3 pacientes (5,6%): padecían enfermedad inflamatoria (*arthritis reumatoide: AR*)
- 6 pacientes (11,1%): seguían tratamiento crónico con corticoides.
- 5 pacientes (9,3%): habían seguido tratamiento con quinolonas en el mes anterior a la rotura del tendón aquileo.
- 7 pacientes (13%): tenían diagnóstico de enfermedad vascular periférica.
- 6 pacientes (11%): estaban bajo tratamiento antiagregante.

- 41 pacientes (75,1%): realizaban actividad deportiva asiduamente.

Mecanismo lesional: (*gráfico 4*)

- Antecedente traumático (caídas casuales): en 8 pacientes (14,8%).
- Durante la práctica deportiva: 27 pacientes (75,1%).
- Atraumático, casual: en 19 pacientes (35,2%).

El **grupo II**, incluye 32 pacientes, 10 mujeres (31,3%) y 22 hombres (66,8%); 18 tendones son derechos y 14 izquierdos; *edad media* 52 años,  $\pm$  18,23 años (24-93); *peso medio* 76 kg,  $\pm$  12,95 kg (60-105); *altura media* 170 cm,  $\pm$  9,93 cm (151-195); *IMC medio* 26,29 kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  3,54 kg/m<sup>2</sup> (18,93-34,29) (*gráfico 1*).

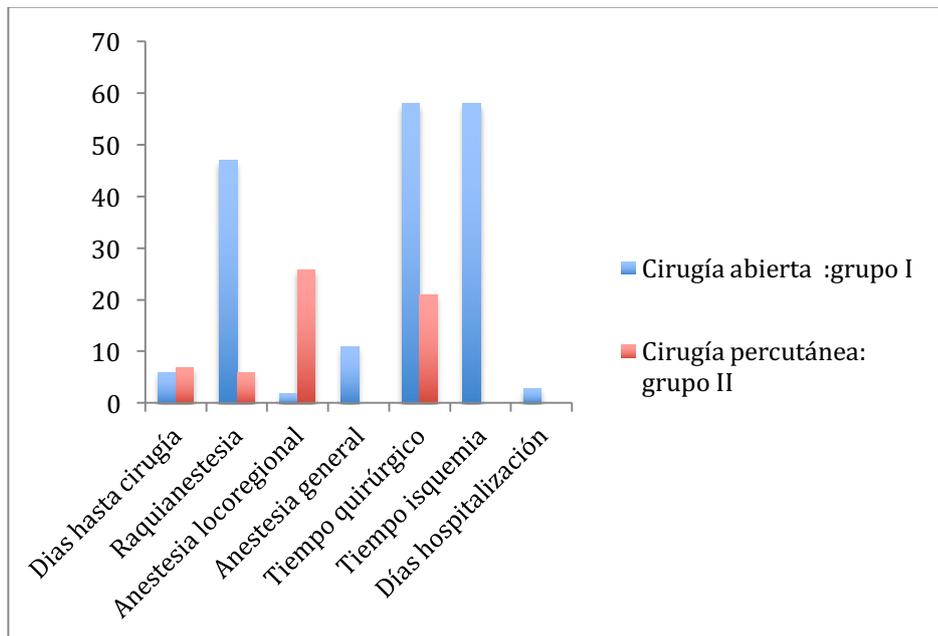
Factores de riesgo asociados: (*gráfico 3*)

- 2 pacientes (6,3%): eran diabéticos en tratamiento, todos ellos, con antidiabéticos orales.
- 4 pacientes (12,5%): padecían enfermedad inflamatoria (AR).
- 8 pacientes (25%): seguían tratamiento crónico con corticoides.
- 6 pacientes (18,8%): habían seguido tratamiento con quinolonas en el mes anterior a la rotura del tendón aquileo.
- 4 pacientes (12,5%): tenían diagnóstico de enfermedad vascular periférica.
- 1 paciente (3,1%): estaba en tratamiento anticoagulante con acenocumarol.
- 6 pacientes (11%): estaban bajo tratamiento antiagregante.
- 20 pacientes (62,5%): hacían deporte de forma regular.

### Mecanismo lesional (gráfico 4)

- Antecedente traumático (caídas casuales): en 7 pacientes (21,9%).
- Durante la práctica deportiva: 9 pacientes (28,1%).
- Atraumático, casual: en 16 pacientes (50%).

## 6.1.2 Parámetros clínicos perioperatorios



**Gráfico 5.- Parámetros clínicos perioperatorios.**

### Grupo I (gráfico 5)

#### Tiempo medio de demora quirúrgica:

- Entre la rotura y la cirugía transcurrió un tiempo medio de 5,7 días  $\pm$  5 días (0-24).

#### Técnica anestésica:

- Raquiánestesia: 47 pacientes (87%).
- Anestesia general: 6 pacientes (11,1%).

- Anestesia locorreional: 1 paciente (1,9%).

Tiempo quirúrgico medio:

- 57,65 minutos  $\pm$  17,40 minutos (25-120).

Tiempo de isquemia medio:

- 57,46 minutos  $\pm$  14,62 minutos (26-90).

Estancia hospitalaria media postquirúrgica:

- 3,04 días  $\pm$  3,52 días (1-20).

**Grupo II** (*gráfico 5*)

Tiempo medio de demora quirúrgica:

- El tiempo medio que encontramos entre la rotura y la cirugía fueron 7,41 días  $\pm$  7,07 días ( 1-26).

Técnica anestésica:

- Raquianestesia: 6 pacientes (18,8%).
- Anestesia general: 0 pacientes (0%).
- Anestesia locorreional: 26 pacientes (81,2%).

Tiempo quirúrgico medio:

- 20,81 minutos  $\pm$  6,61 minutos (10-32).

Tiempo de isquemia medio:

- 0 minutos.

Estancia hospitalaria media postquirúrgica:

- 0 días.

### 6.1.3 Parámetros clínicos postoperatorios

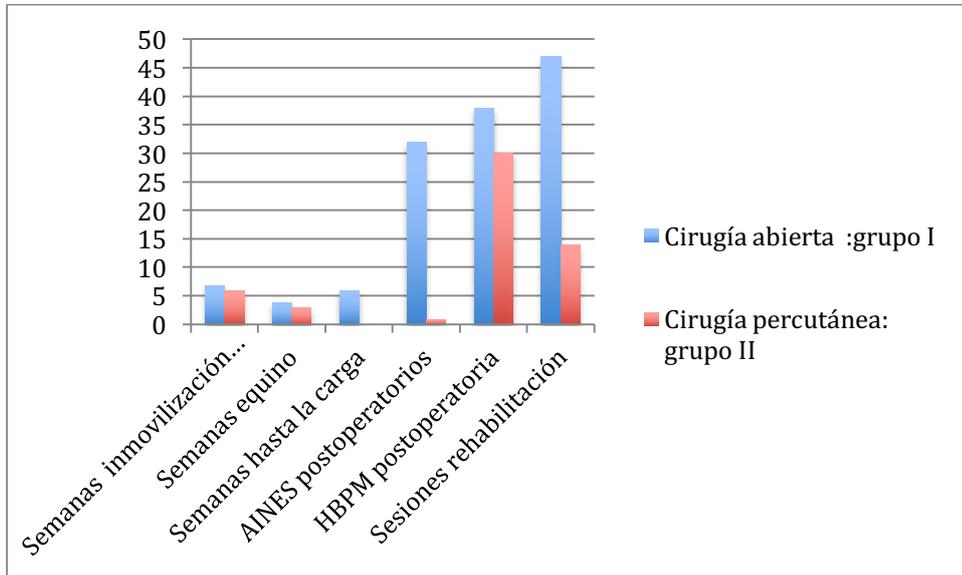


Gráfico 6.- Parámetros clínicos postoperatorios.

#### Grupo I (gráfico 6)

##### Tiempo medio de inmovilización:

- 7,33 semanas  $\pm$  2,323 semanas (3-20).

##### Tiempo medio de inmovilización en equino:

- 3,63 semanas  $\pm$  0,853 semanas (3-8).

##### Tiempo medio en descarga:

- 5,58 semanas  $\pm$  2,02 semanas (3-13).

##### Tiempo medio de tratamiento con HBPM:

- 38,26 días  $\pm$  60,83 días (4-90).

##### Sesiones medias de rehabilitación:

- 46,52 días  $\pm$  49,70 días (0-300).

Tiempo medio de ingesta de tratamiento con AINES postoperatorio:

- 30,62 días ± 60,83 días (1-365).

**Grupo II** (*gráfico 6*)

Tiempo medio de inmovilización:

- 6,19 semanas ± 0,592 semanas (6-8).

Tiempo medio de inmovilización en equino:

- 3,63 semanas ± 0,421 semanas (3-5).

Tiempo medio en descarga:

- 0,56 semanas ± 1,366 semanas (0-1,3).

Tiempo medio de tratamiento con HBPM:

- 30,03 días ± 3,8 días (15-45).

Sesiones medias de rehabilitación:

- 14,78 días ± 12,70 días (0-47).

Tiempo medio de ingesta de tratamiento con AINES postoperatorio:

- 1,06 días ± 1,75 días (0-7).

## 6.1.4 Parámetros específicos: complicaciones

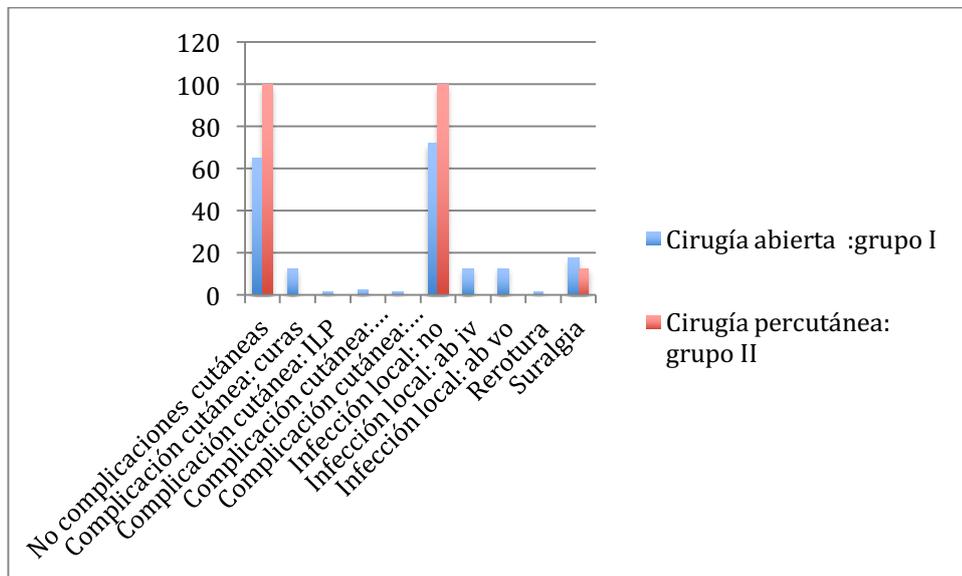


Gráfico 7.- Parámetros específicos: complicaciones postoperatorias.

### Grupo I (gráfico7)

#### Problemas cutáneos:

- 35 pacientes (64,8%): sin complicaciones.
- 12 pacientes (22,2%): problemas cutáneos que se trataron exclusivamente con curas locales.
- 1 paciente (1,9%): problema cutáneo que precisó de un injerto libre de piel.
- 5 pacientes (9,3%): problemas que precisaron cobertura plástica precisando colgajo de arteria.
- 1 paciente (1,9%): problema cutáneo que precisó colgajo de arteria perforante y una transferencia del tendón del flexor *hallucis longus*.

#### Antibióterapia por infección de herida quirúrgica:

- Ninguno: 39 pacientes (72,2 %).
- Oral: 7 pacientes (13,9%).

- Endovenosa: 7 pacientes (13,9%).

Rerrotura:

- 1 paciente (1,9%): descrita, ésta, en el primer mes postoperatorio.

Clínica sural:

- 10 pacientes (18,5%): hipoestesia en territorio inframaleolar extendida a región del 5º metatarsiano, permanente y lesión estable en el tiempo desde la cirugía.

**Grupo II** (*gráfico7*)

Problemas cutáneos (*figuras 37 y 38*)

- No existen.

Antibioterapia por infección de herida quirúrgica:

- Ninguno: 0 pacientes (0%).

Rerrotura:

- Ninguna.

Clínica sural:

➤ Suralgia Postoperatoria:

- 23 pacientes (71,8%): no suralgia.
- 5 pacientes (15,6%): suralgia resuelta en 4 semanas con tratamiento tópico de capsaicina.
- 3 pacientes (9,37%): suralgia que precisó de liberación del nervio sural sin formación de neuroma y con clínica prácticamente inexistente tras la liberación (*figura 39*).
- 1 paciente (3,12%): suralgia resuelta con liberación bajo anestesia local donde se retiró el hilo y se observó

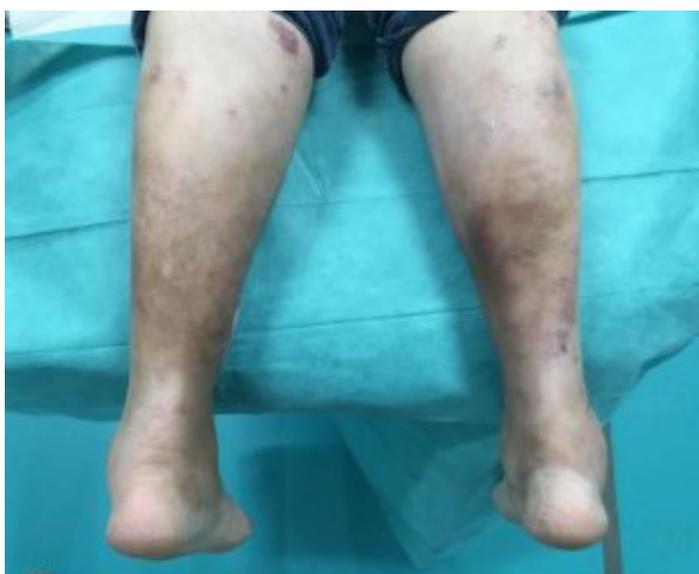
formación de una hiperplasia neuromatosa local (figura 40).

➤ Hipoestesia al año:

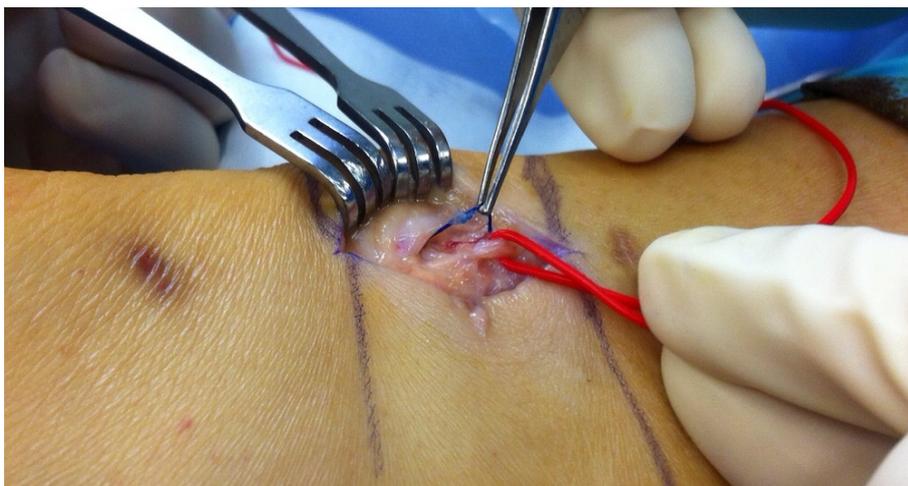
- 9 pacientes (28,12%) presentaron en mayor o menor medida hipoestesia en la exploración dirigida del territorio sensitivo del nervio sural



**Figura 37.- Imagen de malas condiciones cutáneas en una paciente en la que se realizó cirugía percutánea sin complicaciones posteriores (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**



**Figura 38.- Imagen postquirúrgica sin complicaciones cutáneas en paciente con malas condiciones cutáneas previas (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**



**Figura 39.- Imagen del hilo por encima de la vena safena y del nervio sural sin alteración (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**



**Figura 40.- Imagen del hiperplasia neuromatosa del nervio sural por el hilo (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

### 6.1.5 Parámetros específicos: vida cotidiana postoperatoria

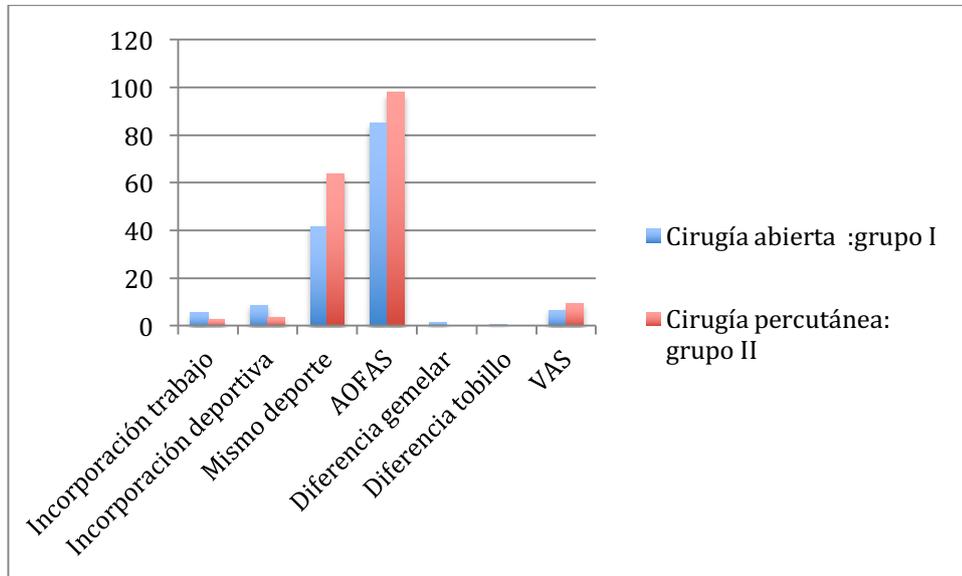


Gráfico 8.- Parámetros específicos: vida cotidiana postoperatoria.

#### Grupo I (gráfico 8)

##### Reincorporación a la vida laboral:

- 42 pacientes (77,8%): eran trabajadores en activo.
- Tiempo medio de reincorporación: 5,6 meses  $\pm$  2,34 meses (1-12).
- 5 pacientes (10,63%): no se pudieron reincorporarse al trabajo.

##### Reincorporación a la actividad deportiva previa:

- 40 pacientes (74%): hacían deporte.
- Tiempo medio de reincorporación: 8,96 meses  $\pm$  3,481 meses (4-18).
- 13 pacientes (32,5%): no pudieron volver a realizar actividad deportiva.
- 17 pacientes (42,5%): se incorporaron al mismo deporte.
- 10 pacientes (25%): se incorporaron a un deporte diferente.

Valoración clínica funcional al año de la cirugía:

- Escala AOFAS: valor medio 84,63 puntos  $\pm$  16,67 puntos (27-100).
- Escala EVA: valor medio 7,06 puntos  $\pm$  2,132 puntos (6-10).

Asimetrías de volumen entre extremidades al año de cirugía (por atrofia de la pierna intervenida):

- Diferencia de diámetro gemelar: valor medio 2,24 cm  $\pm$  1,64 cm (1-6).
- Diferencia de diámetro tobillo: valor medio 1,67 cm  $\pm$  1,67 cm (2-4).

**Grupo II** (*gráfico 8*)

Reincorporación a la vida laboral:

- 17 pacientes (53,1%): eran trabajadores en activo.
- Tiempo medio de reincorporación: 3,53 meses  $\pm$  1,12 meses (2-6).
- Se reincorporaron todos a su mismo puesto de trabajo.

Reincorporación a la actividad deportiva previa:

- 22 pacientes (68,8%): hacían deporte.
- Tiempo medio: 4,36 meses  $\pm$  1,09 meses (3-6).
- 3 pacientes (12%): no pudieron volver a realizar actividad deportiva.
- 20 pacientes (80%): se incorporaron al mismo deporte.
- 2 pacientes (8%): se incorporaron a un deporte diferente.

Valoración clínica funcional al año de la cirugía:

- Escala AOFAS: valor medio 87,97 puntos  $\pm$  5,08 puntos (77-100).
- Escala EVA: valor medio 9,59 puntos  $\pm$  0,91 puntos (6-10).

Asimetrías de volumen entre extremidades al año de cirugía (por atrofia de la pierna intervenida): (figuras 40, 41 y 42)

- Diferencia de diámetro gemelar: valor medio  $0,4 \text{ cm} \pm 0,4 \text{ cm}$  (-1-2).
- Diferencia de diámetro tobillo: valor medio  $0,06 \text{ cm} \pm 0,07 \text{ cm}$  (0-1).



**Figura 40.- Imagen del aspecto cosmético de una sutura percutánea aquilea en paciente (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

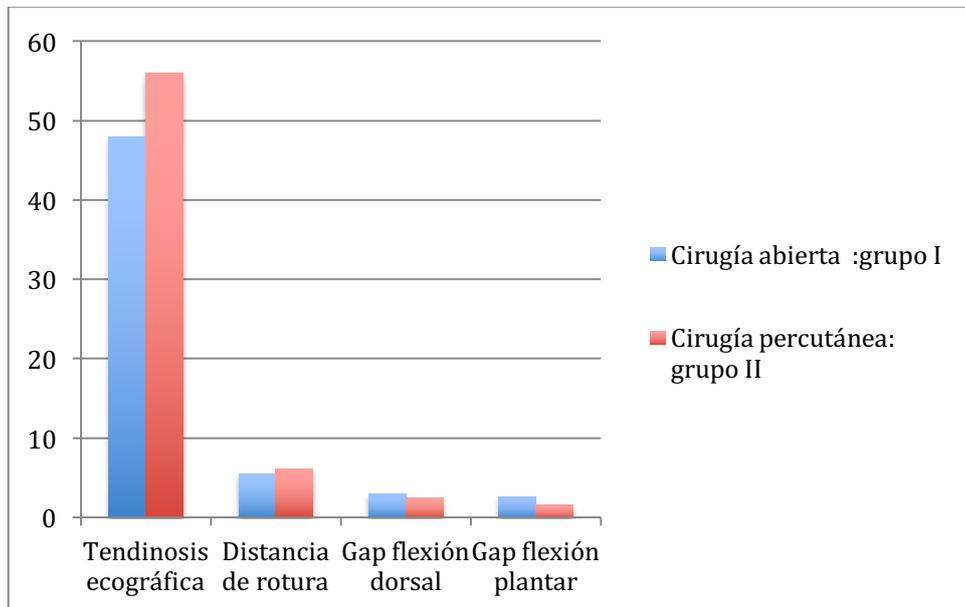


**Figura 41.- Imagen del puntillas bipodales de una sutura percutánea aquilea (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

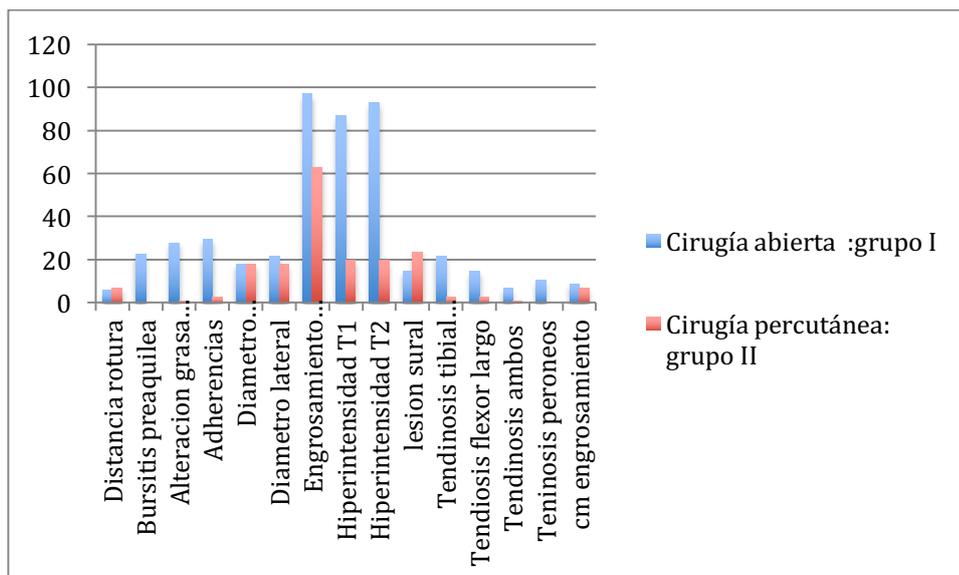


**Figura 42.- Imagen del puntillas monopodales de una sutura percutánea aquilea (imagen de la doctoranda Mónica Rubio Lorenzo; paciente del HUMV).**

### 6.1.6 Parámetros específicos: radiológicos



**Gráfico 9.- Parámetros específicos: radiológicos ecográficos.**



**Gráfico 10.- Parámetros específicos: radiológicos RM.**

### **Grupo I:**

#### Estudio de ecografía prequirúrgica: (gráfico 9)

- Se realizó en 31 pacientes (58,5 %).
- Se observaron signos de tendinosis en 15 pacientes (48,4%).
- Distancia media del punto de rotura a la inserción calcánea: valor medio 5,57 cm ± 1,24 cm (4-9).
- *Gap* en flexión dorsal: valor medio 3 cm ± 2,67 cm (1-6).
- *Gap* en flexión plantar: valor medio 2,20 cm ± 2,90 cm (0-6).

#### Estudio RM de control evolutivo, al año: (gráfico 10)

- Se realizó en 40 pacientes (74,1%).

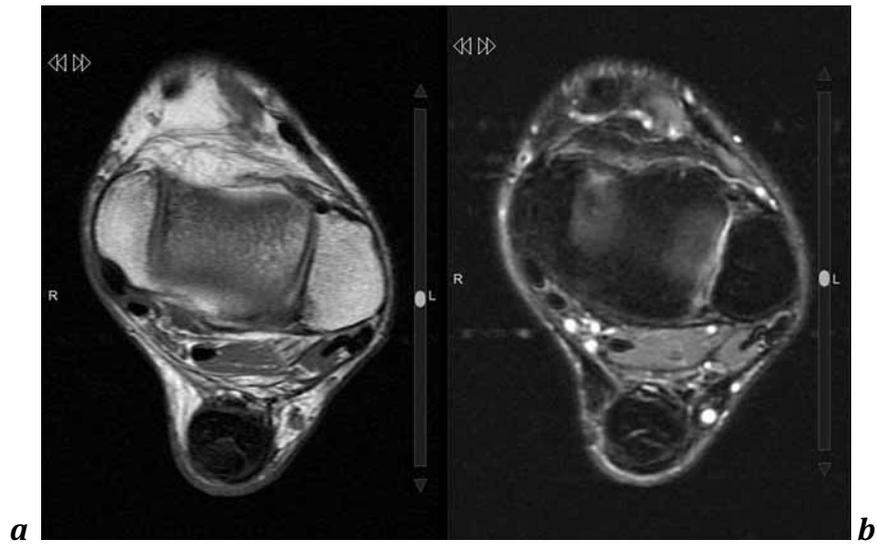
#### Aspecto postoperatorio de la morfología del tendón: (figuras 43 y 44)

- Se observó engrosamiento tendinoso en un 97,45% de los casos, en una longitud máxima de 9,14 cm ± 3,39 cm (1-16).
- Se obtuvo un diámetro anteroposterior del tendón de 17,66 mm ± 3,48 mm (9-25).

- Diámetro axial del tendón de 21,60 mm  $\pm$  4,30 mm (11-30)
- Distancia media del punto de rotura a la inserción calcánea de 5,92 cm  $\pm$  1,51 cm (3-11)
- Se objetivaron hiperintensidades de señal en secuencias potenciadas en T1 en 47 pacientes (87,5%) y en T2 en 50 pacientes (92,5%).

Aspecto postoperatorio de los tejidos adyacentes: (figuras 43 y 44)

- Se describieron adherencias a la piel y al tejido celular subcutáneo en 2 pacientes (2,9%).
- Se objetivaron alteraciones de señal en la grasa de Kager en 15 pacientes (27,8%).
- Se objetivaron signos de bursitis preaquilea en 14 pacientes (23,5%).
- Se describieron adherencias al tendón del flexor largo en 14 pacientes (26,55%).
- No se encontraron alteraciones en el nervio sural.
- Existían signos de tendinosis aisladas del tibial posterior en 12 pacientes (22%); del tendón flexor largo del 1º dedo en 8 pacientes (14,8%); de los tendones peroneos en 6 pacientes (11,1%).
- Existían signos de tendinosis en varios tendones en 3 pacientes: en 2 estaban afectados el flexor del 1º dedo, los peroneos y el tibial posterior; en 1 paciente los tendones flexores y los tendones peroneos.



**Figura 43 a,b.-** Imágenes RM plano axial T1 (a) y T2 supresión grasa (b) de tendón suturado de forma abierta. Obsérvese el engrosamiento del mismo, la pérdida del contorno cóncavo anterior y la irregularidad de la señal, con presencia de imágenes lineales hiperintensas en ambas secuencias (imagen cedida por la Dra. M.R. García-Barredo; paciente del HUMV).



**Figura 44 a,b.-** Imágenes RM plano sagital T1 (a) y T2 supresión grasa (b) de tendón suturado de forma abierta. El tendón de Aquiles presenta un aspecto engrosado, fusiforme, con borde anterior convexo y marcada heterogeneidad de la señal (imagen cedida por la Dra. M.R. García-Barredo; paciente del HUMV).

## **Grupo II:**

### Estudio de ecografía prequirúrgica: (gráfico 9)

- Se realizó en 31 pacientes (96,9%).
- Se observaron signos de tendinosis en 18 pacientes (56,3%).
- Distancia media del punto de rotura a la inserción calcánea: valor medio 6,16 cm  $\pm$  1,51 cm (3-10).
- *Gap* en flexión dorsal: valor medio 2,58 cm  $\pm$  1,15 cm (1-5).
- *Gap* en flexión plantar: valor medio 1,68 cm  $\pm$  1,44 cm (0-7).

### Estudio RM de control evolutivo, al año: (gráfico 10)

- 30 pacientes (93,8%) se hicieron RM al año.

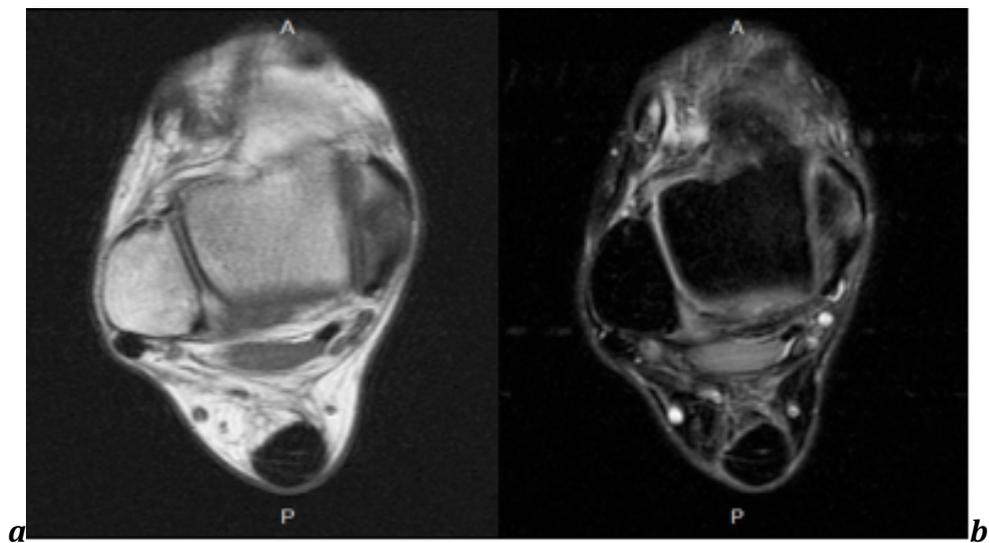
### Aspecto postoperatorio de la morfología del tendón: (figuras 45 y 46)

- Se observó engrosamiento tendinoso en un 63,3% de los casos, en una longitud máxima de 7,07 cm  $\pm$  2,759 cm (2-10).
- Se obtuvo un diámetro anteroposterior del tendón de 17,79 mm  $\pm$  4,030 mm (10-26).
- Diámetro axial del tendón de 17,54 mm  $\pm$  3,205 mm (11-22).
- Distancia media del punto de rotura a la inserción calcánea de 6,73 cm  $\pm$  1,73 cm (5-10).
- Se objetivaron hiperintensidades de señal en secuencias potenciadas en T1 en el 20% de los pacientes, y 20% en T2.

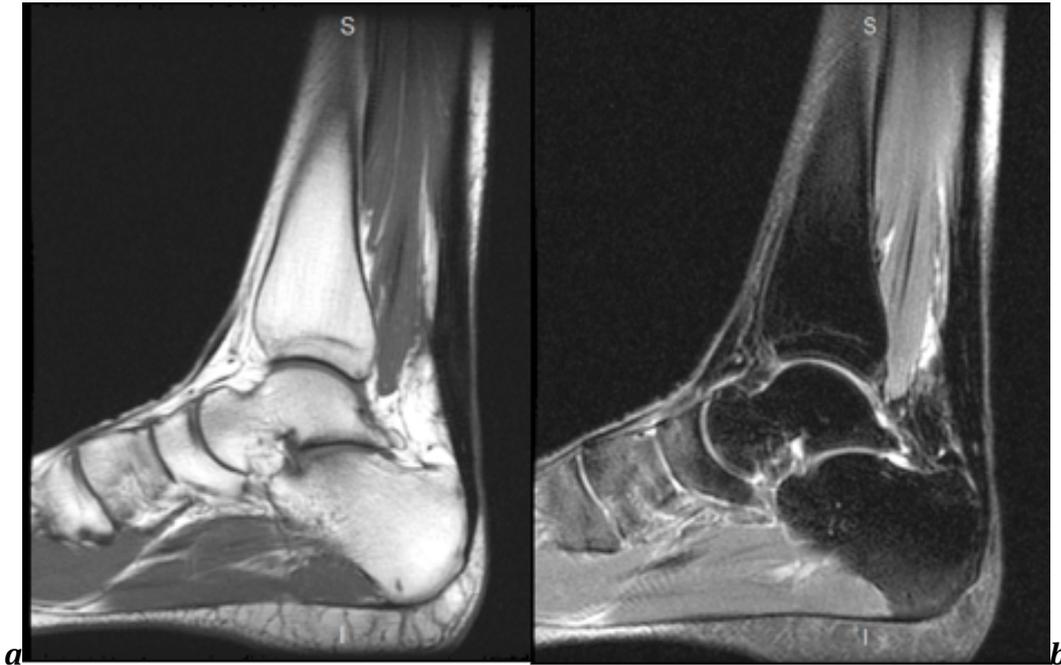
### Aspecto postoperatorio de los tejidos adyacentes: (figuras 45 y 46)

- Se describieron adherencias a la piel y al tejido celular subcutáneo en 1 paciente (3,3%).
- Se describieron adherencias a la masa muscular del tendón flexor largo en 1 pacientes (3,3%).
- No se objetivaron alteraciones de señal en la grasa de Kager en ningún paciente (0%).

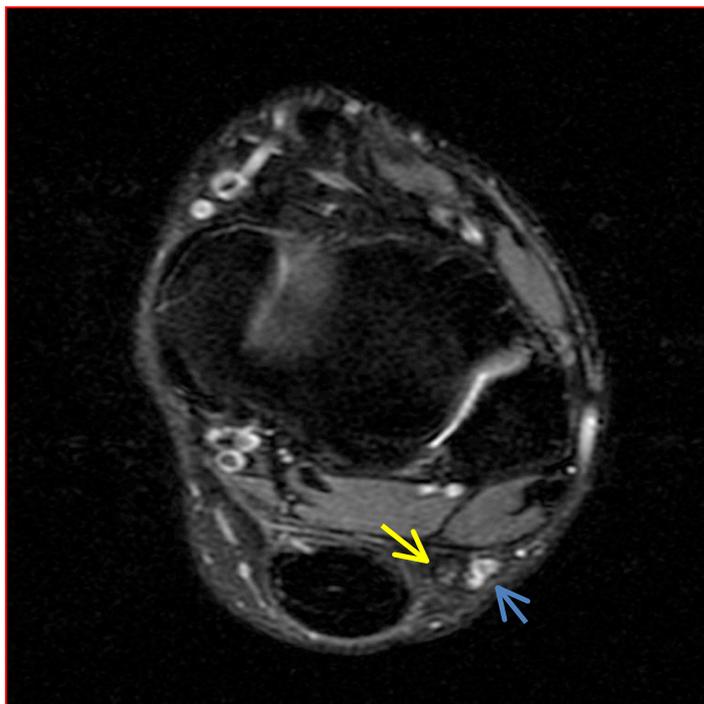
- No se objetivaron signos de bursitis preaquilea en ningún paciente (0%).
- Se describieron adherencias al tendón del flexor largo en 1 paciente (3,3%).
- Se observó alteración en la morfología / señal de resonancia del nervio sural en 9 pacientes (28,1%), localizada a 8 cm de la inserción calcánea  $\pm 1,73$  cm (5-10) (*figuras 47 y 48*).
- Existían signos de tendinosis aisladas del tibial posterior en 4 pacientes (13,3%); del tendón flexor largo del 1º dedo en 1 paciente (3,3%).
- Existían signos de tendinosis en varios tendones en 1 paciente (3,3%): 1 paciente estaban afectados el flexor del 1º dedo y el tibial posterior.



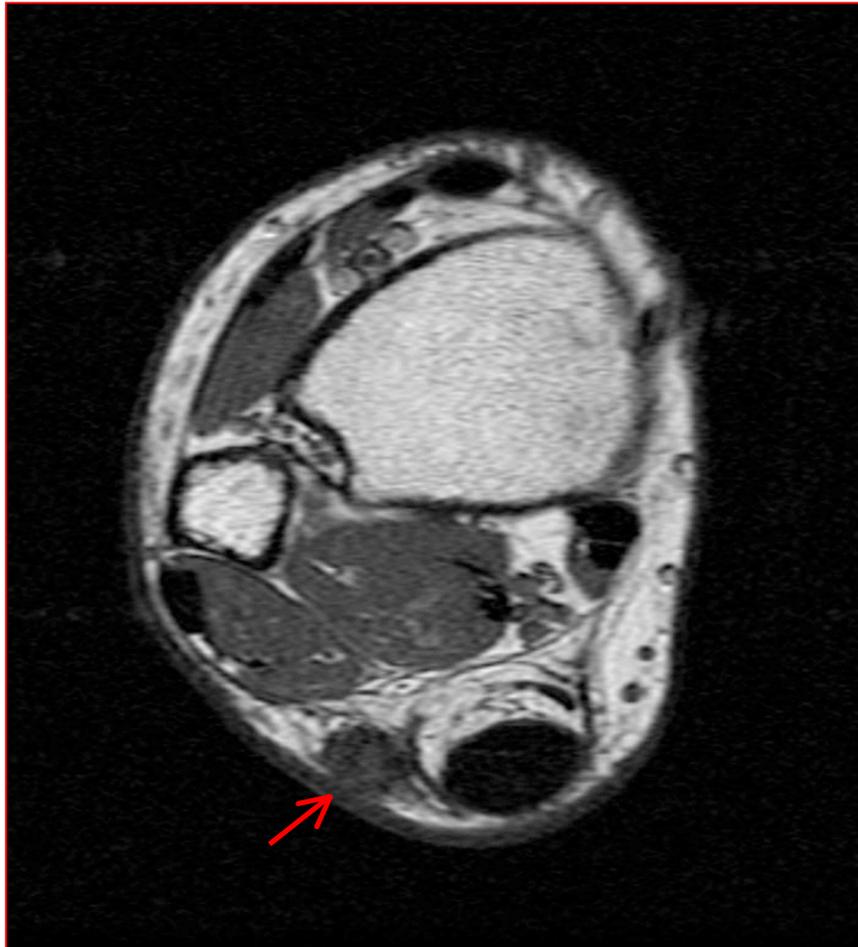
**Figura 45 a,b.-** Imágenes RM plano axial T1 (a) y T2 supresión grasa (b) de tendón suturado de forma percutánea. Obsérvese el menor volumen del mismo, respecto al suturado de forma abierta (Fig.43) y la homogeneidad de su señal (imagen cedida por la Dra. M.R. García-Barredo; paciente del HUMV).



**Figura 46 a,b.-** Imágenes RM plano sagital T1 (a) y T2 supresión grasa (b) de tendón suturado de forma percutánea. El tendón de Aquiles presenta un aspecto uniforme, hipointenso, con borde anterior plano y marcada homogeneidad de la señal (imagen cedida por la Dra. M.R. García-Barredo; paciente del HUMV).



**Figura 47.-** Imagen Axial T2 supresión grasa (paciente intervenido mediante cirugía percutánea). Obsérvese el nervio sural (flecha amarilla), por delante de la vena safena externa, a nivel de su bifurcación (flecha azul), discretamente engrosado. Nótese el tendón de Aquiles, discretamente engrosado, con hipointensidad de señal homogénea. (imagen cedida por la Dra. M.R. García-Barredo; paciente del HUMV).



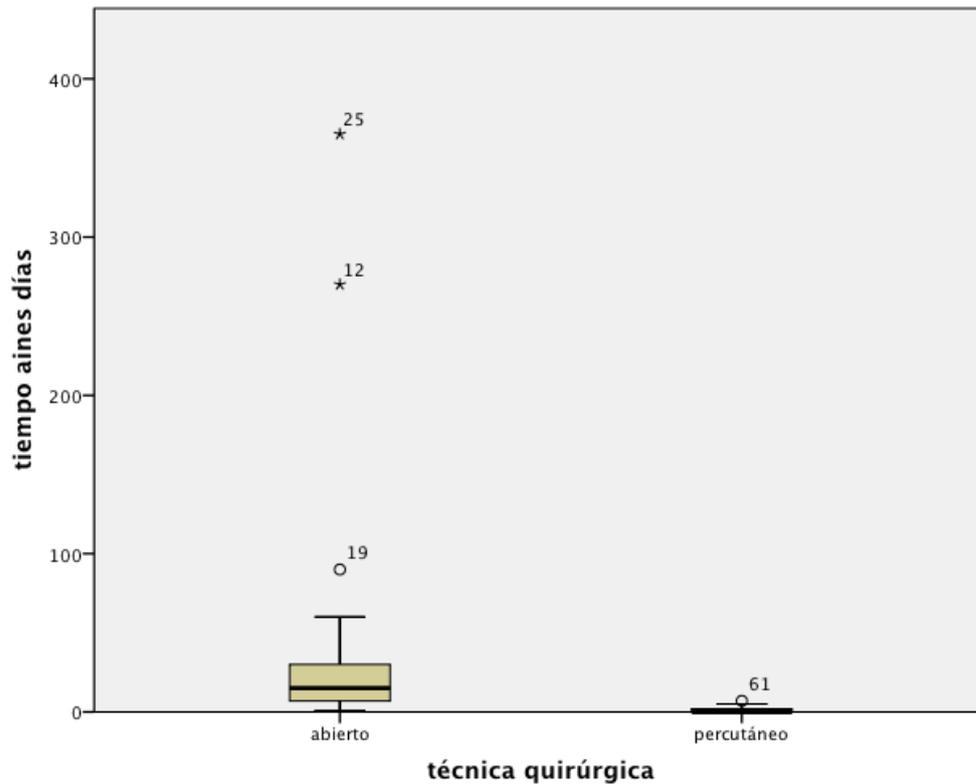
*Figura 48.- Imagen Axial T1 (paciente intervenido mediante cirugía percutánea). Obsérvese el tejido cicatricial (flecha roja), englobando a la vena safena externa, y al nervio sural (imagen cedida por la Dra. M.R. García-Barredo; paciente del HUMV).*

## **6.2. Resultados comparativos de ambos grupos**

### **6.2.1 Resultados comparativos parámetros clínicos postoperatorios**

Ingesta de AINES postoperatoria: (gráfico 11)

- Los pacientes del grupo II precisaron menor tiempo de tratamiento con AINES después de la cirugía, con una diferencia significativa entre el grupo I y el grupo II,  $p=0,001$ .



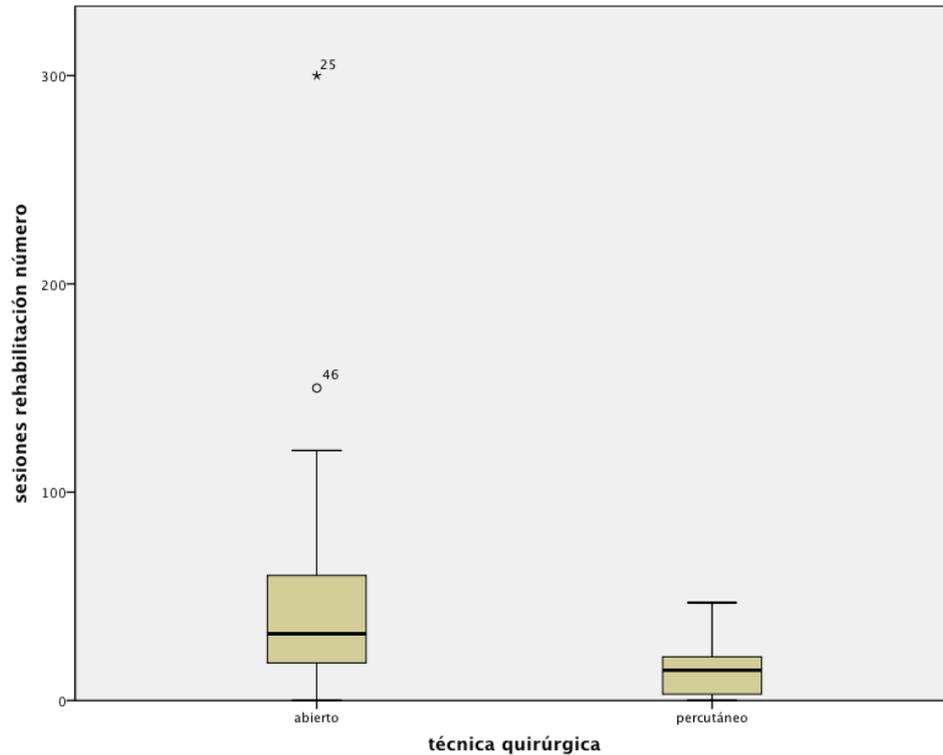
**Gráfico 11.- Ingesta de AINES en función de la técnica quirúrgica.**

Tratamiento con HBPM:

- Los pacientes del grupo I recibieron HBPM durante más tiempo después de la cirugía que los pacientes del grupo II, con una diferencia significativa  $p < 0,001$ .

Manejos postoperatorios:

- Todos los tiempos de recuperación estudiados fueron menores para el grupo II. Encontramos una significación estadística  $p=0,001$ , en cuanto a las diferencias entre ambos grupos en el tiempo de inmovilización total, tiempo de inmovilización en equino, tiempo hasta la carga y tiempo de ingreso hospitalario.
- También encontramos significación estadística con  $p < 0,001$  en el número de sesiones de rehabilitación postcirugía, siendo menor el número de sesiones recibidas por los pacientes del grupo II (*gráfico12*).



**Gráfico 12.- Sesiones de rehabilitación en función de la técnica.**

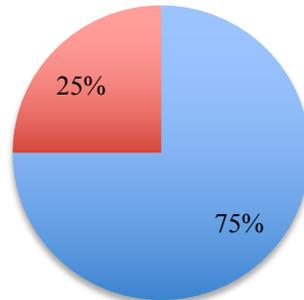
## 6.2.2 Resultados comparativos: complicaciones postoperatorias

### Complicaciones cutáneas postquirúrgicas y antecedente de tratamiento corticoideo:

- De un total de 54 pacientes sometidos a cirugía abierta, 6 pacientes (11,1%) estaban en tratamiento con corticoides, 4 de los cuales, desarrollaron complicaciones cutáneas (en 3 casos el problema cutáneo se solventó con curas locales, y 1 caso precisó de un colgajo pediculado rotacional). Sin embargo, no hemos encontrado significación estadística entre ambas variables,  $p=0,403$  (gráfico 13).

## Ingesta de corticoides

■ Complicaciones cutáneas. Curas ■ Complicaciones cutáneas: colgajo



**Gráfico 13.- Complicaciones cutáneas en tomadores de corticoides.**

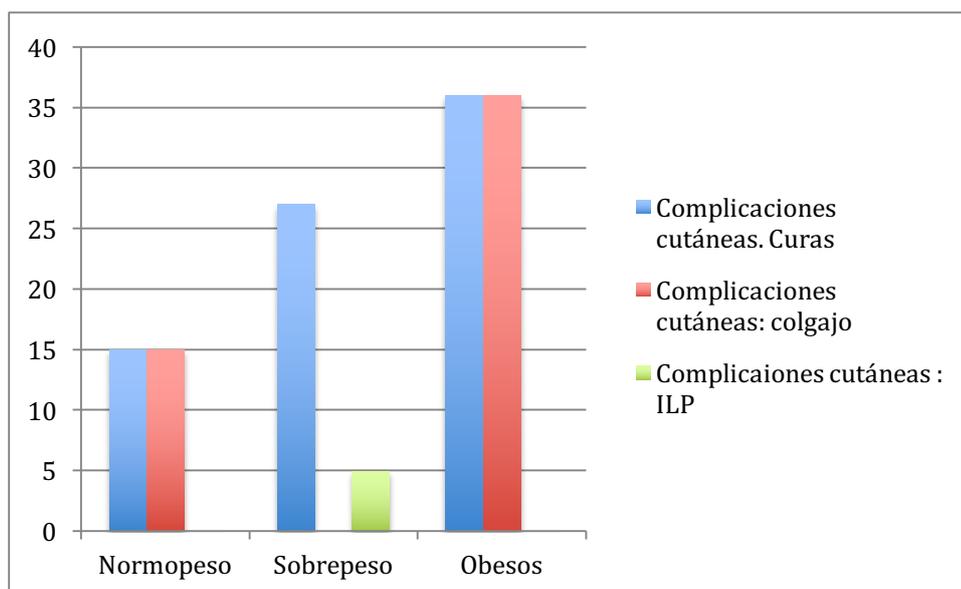
- No existió ninguna complicación cutánea postoperatoria entre los 32 pacientes sometidos a cirugía percutánea, de los cuales 7 pacientes (21,8%) estaban en tratamiento con corticoides.

### Complicaciones cutáneas postquirúrgicas y antecedente de tratamiento con quinolonas:

- Objetivamos una asociación estadísticamente significativa ( $p=0,023$ ), entre estas dos variables: de un total de 6 pacientes (11,1%) del grupo I que habían seguido tratamiento con quinolonas en el mes anterior a la rotura del tendón de Aquiles, 5 presentaron complicaciones cutáneas (2 pacientes precisaron de curas seriadas para el cierre de la herida quirúrgica, y los 3 pacientes precisaron de colgajo realizado por el Servicio de Cirugía Plástica).
- No existió ninguna complicación cutánea postoperatoria entre los 32 pacientes sometidos a cirugía percutánea; de los cuales, 5 pacientes (18,8%) habían seguido tratamiento con quinolonas en el mes anterior a la rotura del tendón de Aquiles.

### Complicaciones cutáneas postquirúrgicas e IMC:

- No se encontró asociación estadística entre mayor IMC y la aparición de complicaciones cutáneas ( $p=0,325$ ). Atendiendo al IMC, en el grupo I existían 20 pacientes (37%) en *normopeso*, 6 hicieron complicaciones cutáneas (3 de ellos precisaron colgajo rotacional y otros 3 se solventaron con curas locales); 22 pacientes (40,74%) con *sobrepeso*, de los cuales 7 tuvieron complicaciones cutáneas (6 precisaron curas locales seriadas para el cierre, 1 paciente precisó un injerto libre de piel); 11 pacientes (20,37%) *obesos*, de los cuales 4 tuvieron problemas cutáneos (2 precisaron un colgajo rotacional y 2 se solventaron con curas periódicas); 1 paciente (1,8%) *obeso mórbido* que presentó problemas cutáneos (curas locales) (gráfico 14).



**Gráfico 14.- Complicaciones cutáneas en función del IMC.**

### Infecciones locales postquirúrgicas e IMC:

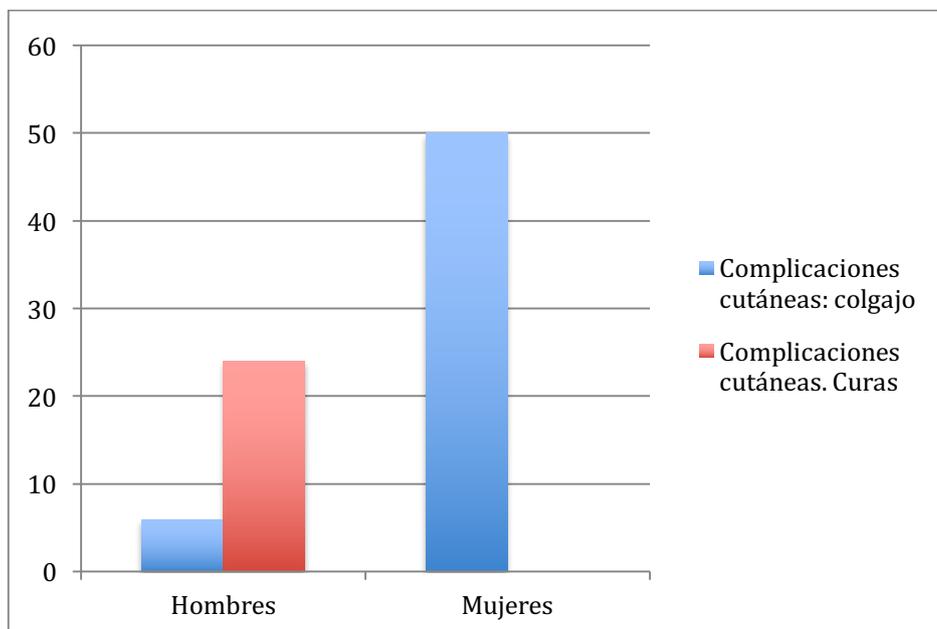
- Tampoco hemos encontrado asociación entre el IMC y la existencia de infecciones locales postquirúrgicas que precisaron de tratamiento antibiótico ( $p= 0,762$ ); un 20% de los pacientes en

*normopeso* precisaron antibiótico endovenoso, y un 10% de antibiótico oral; un 13,6% de los pacientes con *sobrepeso* precisaron de antibiótico oral y un 9,9% de antibiótico endovenoso. Un 18,1% de los pacientes *obesos* precisó de antibiótico endovenoso y otro 18,1% precisó de antibiótico oral.

- En el grupo II, ningún paciente presentó infección local (16 pacientes tenían *normopeso*, 11 pacientes *sobrepeso* y 4 *obesos*).

#### Complicaciones cutáneas postquirúrgicas y sexo de los pacientes:

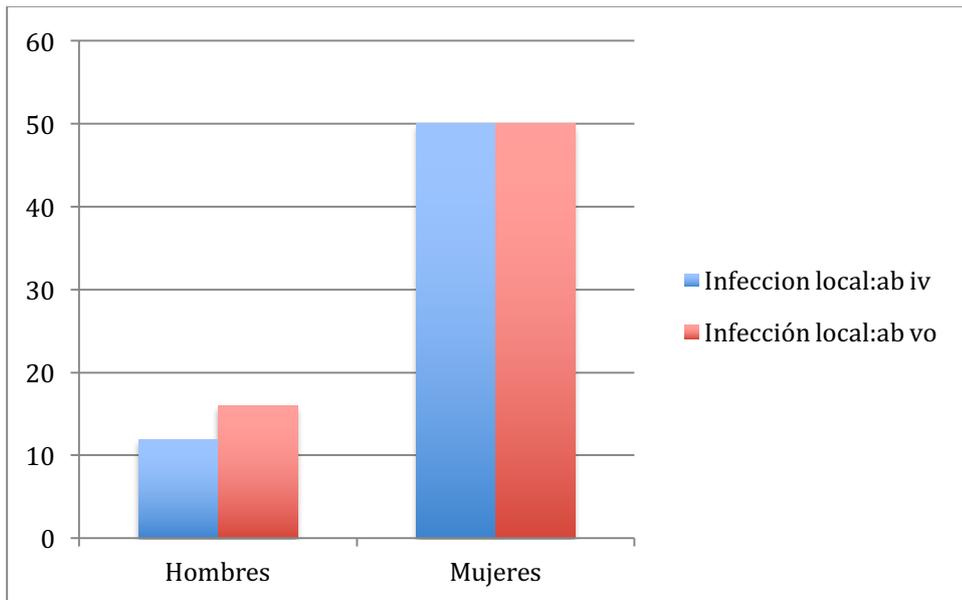
- No se encontró significación estadística ( $p=0,06$ ), aunque se acerca al valor de significación  $p<0,05$ , entre el sexo del paciente y la existencia de complicaciones cutáneas postquirúrgicas. De los 54 pacientes sometidos a cirugía abierta, 50 son hombres y 4 mujeres. De las 4 mujeres, 2 precisaron de un colgajo rotacional por problema cutáneos; de los 50 varones, 3 precisaron colgajo rotacional y 12 precisaron curas seriadas para el cierre de la herida (*gráfico 15*).



**Gráfico 15.- Complicaciones cutáneas en función del sexo.**

Infecciones locales postquirúrgicas y sexo de los pacientes:

- Encontramos una mayor tasa de infecciones locales postquirúrgicas, estadísticamente significativa ( $p=0,038$ ), entre las mujeres sometidas a cirugía abierta: 2 de las 4 mujeres (50%) precisaron tratamiento antibiótico (oral o endovenoso) (*gráfico 16*).



**Gráfico 16.- Complicaciones infecciosas que precisaron antibiótico según el sexo.**

- En el grupo II no se objetivó ningún problema cutáneo. De los 32 pacientes 10 son mujeres y 22 hombres.

Tiempo de demora quirúrgica y complicaciones postquirúrgicas:

- No hemos encontrado asociaciones estadísticamente significativas entre la demora quirúrgica (en número de días desde el diagnóstico a la cirugía) y las complicaciones postquirúrgicas: ni cutáneas ( $p=0,772$ ), ni infecciosas ( $p=0,350$ ), en ninguno de los dos grupos.

Tiempo de demora quirúrgica y tiempo quirúrgico:

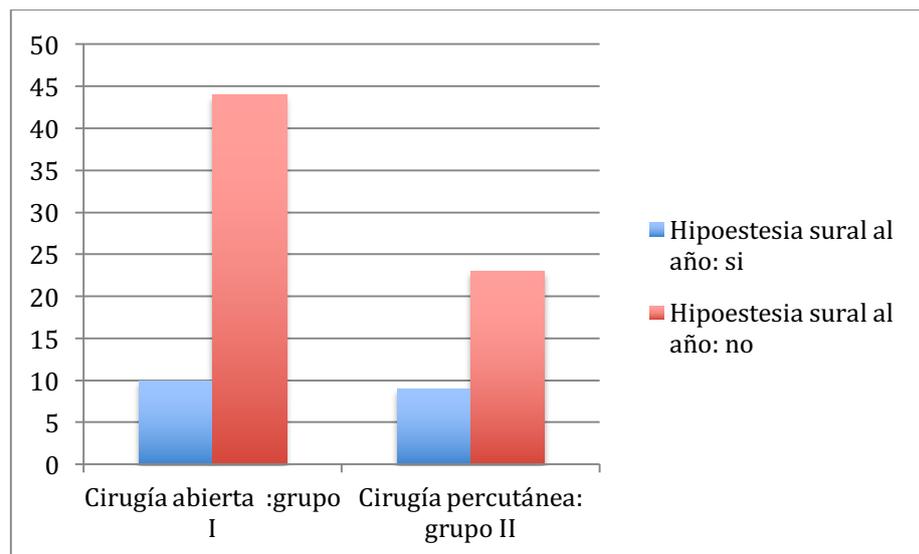
- Sin embargo, sí describimos una correlación entre el tiempo quirúrgico y la demora en los días de la cirugía en el grupo I, ( $p=0,037$ ).

Tiempo de demora quirúrgica y *gap* en flexión dorsal:

- Se encontró asociación estadística entre el valor del *gap* en flexión dorsal y el tiempo medio de demora hasta la cirugía, en el grupo II ( $p=0,009$ ).

Clínica sural al año:

- Se encontró una diferencia estadísticamente significativa a este respecto entre los pacientes del grupo I y II ( $p<0,001$ ): el 18,51% de los pacientes del grupo I ( $n=10$ ), presentaron hipoestesia-anestesia en territorio sural al año de la cirugía (lesión estable que no había cambiado desde el momento postquirúrgico); frente a un 28,1% ( $n=9$ ) de los pacientes del grupo II que presentaban hipoestesia en mayor o menor cuantía (*gráfico 17*).



**Gráfico 17.- Distribución de la hipoestesia sural en ambos grupos al año.**

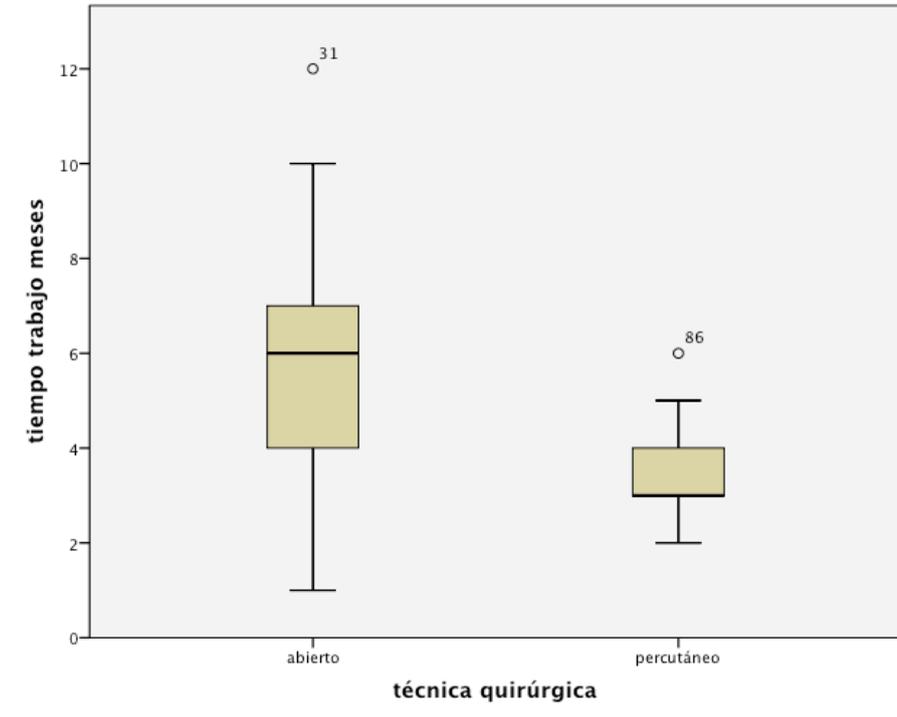
#### Rerroturas al año:

- No hemos encontrado significación estadística ( $p=0,439$ ): entre los dos grupos de pacientes, sin embargo, en el grupo I hay un 1,9% de rerroturas, mientras que en el grupo II es un 0%.

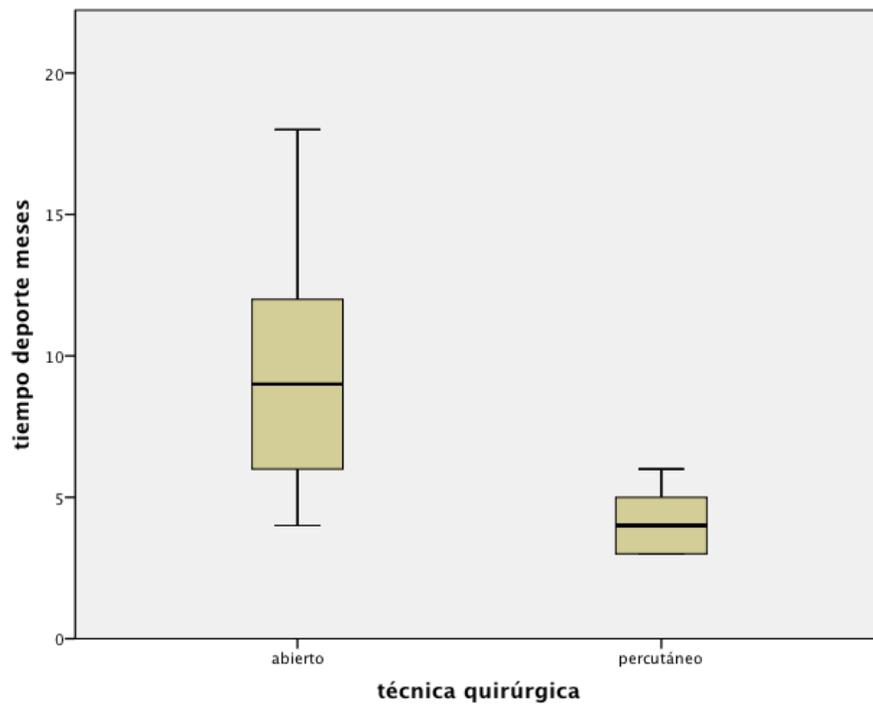
### **6.2.3 Resultados comparativos: parámetros específicos, vida cotidiana postoperatoria**

#### Reincorporación a la vida laboral y deportiva: (gráficos 18, 19 y 20)

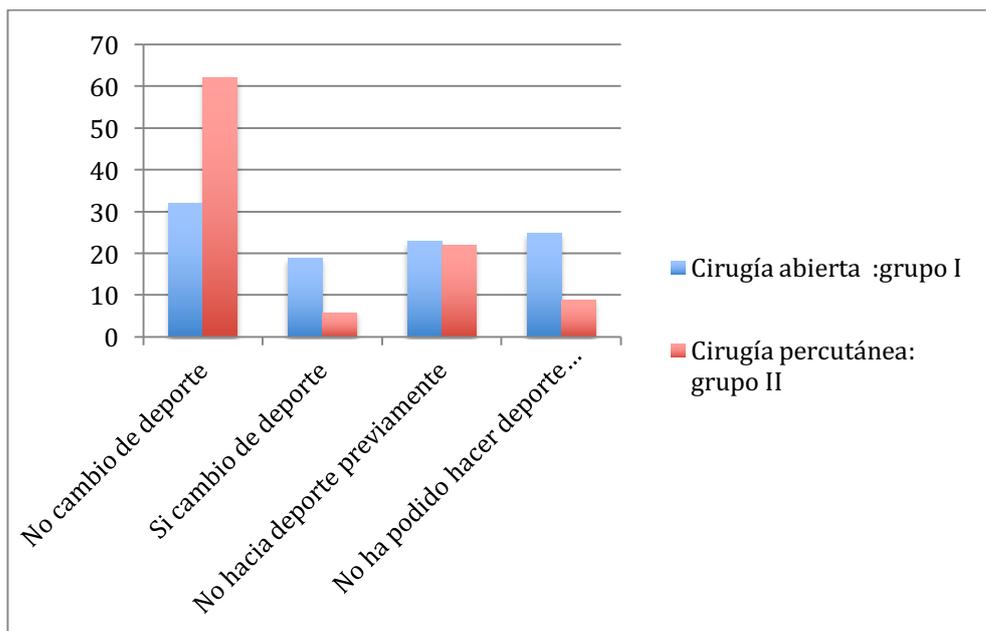
- Los pacientes del grupo II se reincorporaron más temprano a la vida laboral que los del grupo I, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,001$ ).
- Los pacientes tratados mediante cirugía percutánea se reincorporaron antes que los tratados con cirugía abierta a la actividad deportiva, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,001$ ).
- Y entre los pacientes del grupo I, hubo más pacientes que necesitaron variar su deporte después de la cirugía, que entre los del grupo II ( $p=0,031$ ).



**Gráfico 18.- Incorporación al trabajo en función de la técnica quirúrgica.**



**Gráfico 19.- Incorporación al deporte en función de la técnica quirúrgica.**



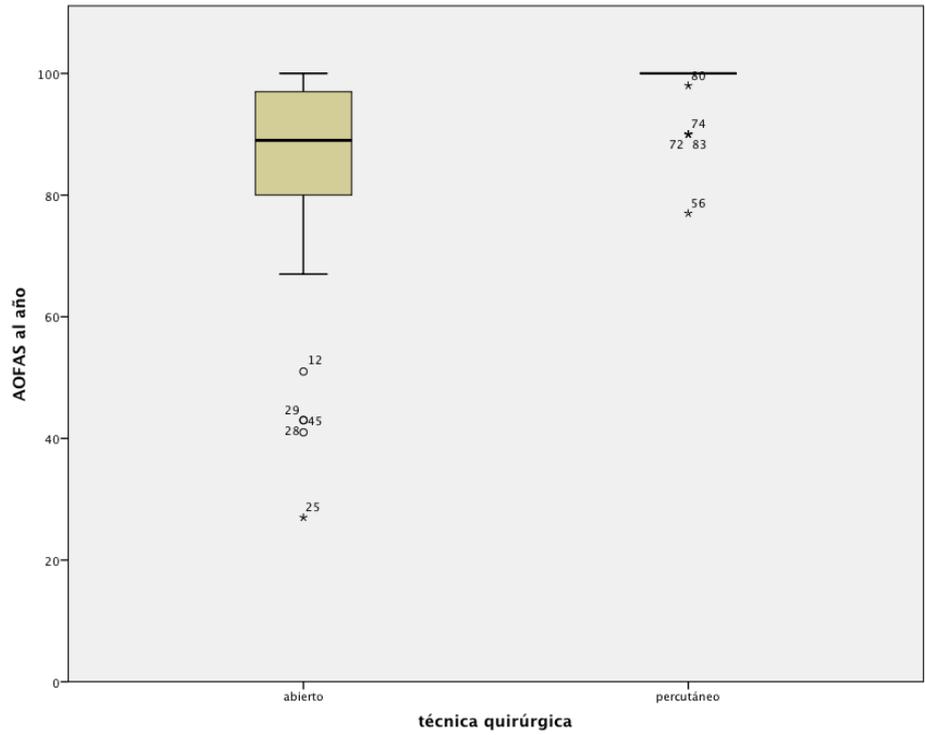
**Gráfico 20.- Distribución de la actividad deportiva después de la cirugía en ambos grupos.**

Asimetrías de volumen en la extremidad al año de la cirugía:

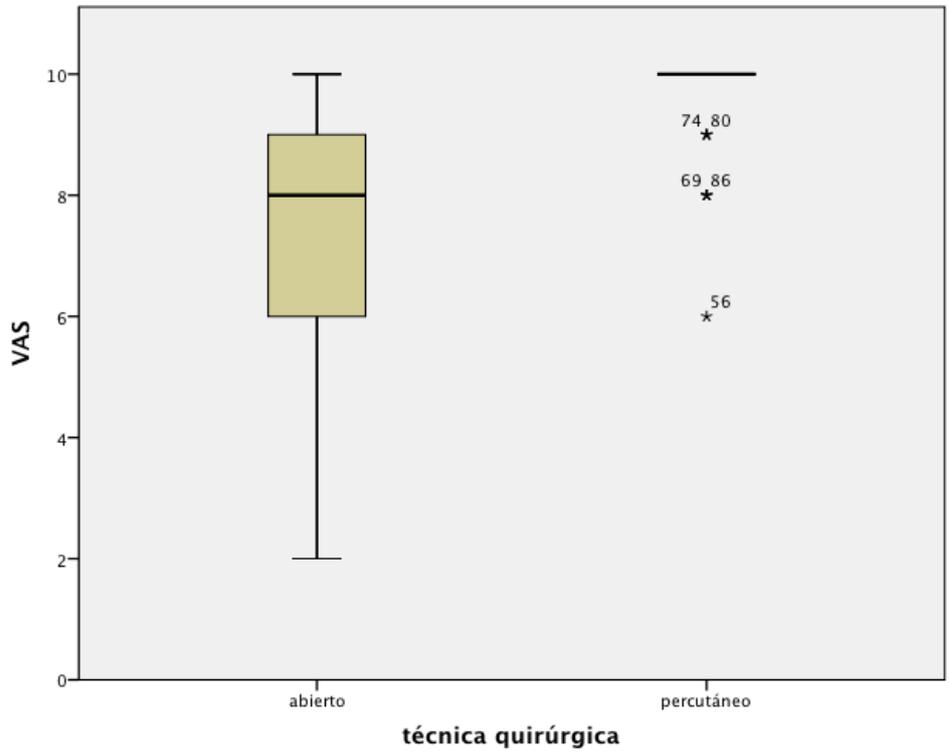
- En el grupo II se objetivó una menor atrofia gemelar: encontramos una diferencia estadísticamente significativa tanto para el diámetro gemelar ( $p < 0,001$ ), como para el diámetro en el tobillo  $p < 0,001$ .

Valoración clínica funcional al año:

- Encontramos una mayor satisfacción del paciente y una mayor funcionalidad en los pacientes del grupo II. En ambos casos hemos obtenido significación estadística, siendo para la escala AOFAS  $p < 0,001$  y para la escala VAS  $p < 0,001$  (gráficos 21 y 22).



**Gráfico 21.- Valor de escala AOFAS en función de la técnica quirúrgica.**



**Gráfico 22.- Valor de escala EVA en función de la técnica quirúrgica.**

## 6.2.4 Resultados comparativos: parámetros radiológicos

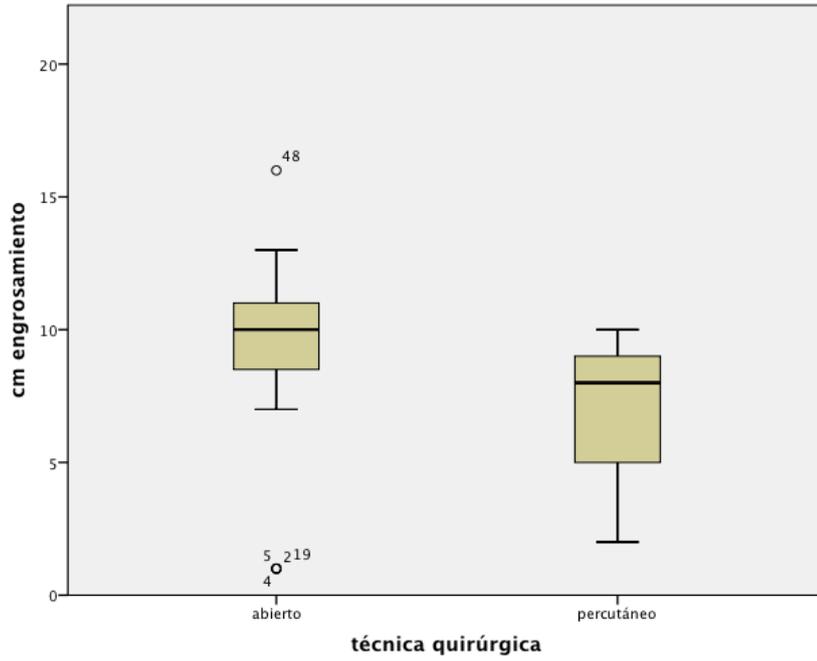
Hallazgos en imágenes de RM al año de la cirugía: (gráficos 23 y 24)

### Aspectos postoperatorios de la morfología del tendón:

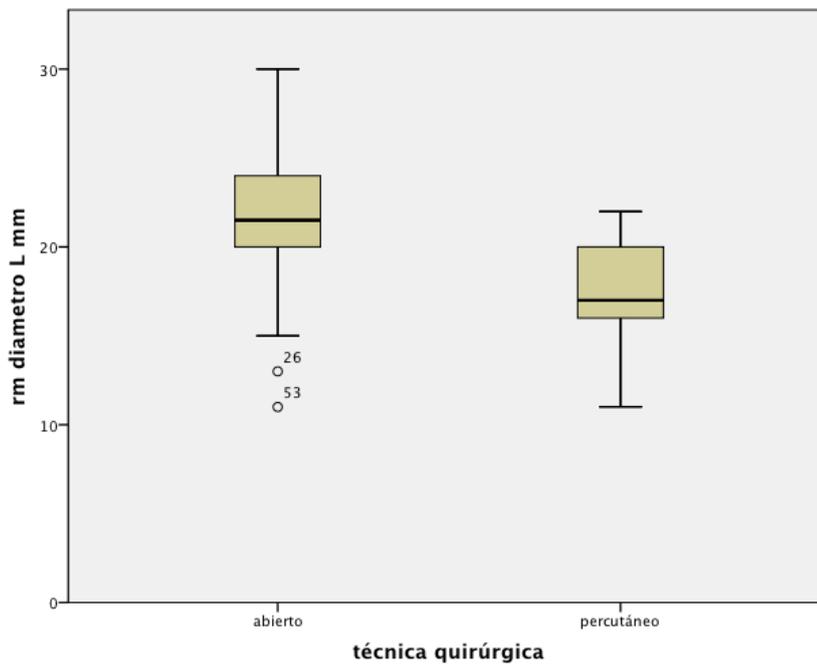
- No existen diferencias significativas entre el diámetro anteroposterior de los tendones del grupo I y del grupo II ( $p=0,892$ ). Sin embargo, el diámetro axial de los tendones del grupo II es significativamente menor que el de los tendones del grupo I ( $p=0,003$ ).
- Los tendones de los pacientes operados mediante cirugía percutánea (grupo II), muestran un aspecto más regular y definido, con un aumento de volumen estadísticamente significativo ( $p<0,001$ ), en una extensión significativamente menor ( $p=0,048$ ) que los tendones intervenidos mediante cirugía abierta (grupo I).
- Existían menos alteraciones de señal intratendinosas, tanto en secuencias potenciadas en T1 ( $p<0,001$ ), como en secuencias potenciadas en T2 ( $p<0,001$ ) en los tendones del grupo II.

### Aspecto postoperatorio de los tejidos adyacentes:

- La afectación de los tejidos circundantes fue significativamente menor en los tendones intervenidos mediante cirugía percutánea respecto a todos los ítems estudiados: menos adherencias ( $p=0,022$ ), afectación de la grasa de Kager en menos pacientes ( $p=0,027$ ), menos bursitis preaquileas ( $p=0,05$ ) y menos casos de tendinosis en otros tendones ( $p=0,040$ ).



**Gráfico 23.- Valor en cm del engrosamiento en función de la técnica quirúrgica.**



**Gráfico 24.- Valor en mm del diámetro lateral en función de la técnica quirúrgica.**

Se realizó una regresión lineal múltiple, con el objetivo de identificar posibles variables modificadoras en el resultado, consideramos con las siguientes covariables:

- Factores demográficos y clínicos: sexo, edad, IMC, presencia de diabetes, ingesta previa de quinolonas o toma de corticoides y la actividad deportiva previa.
- Factores perioperatorios: el número de días de demora entre la rotura y la cirugía.
- Factores radiológicos preoperatorios: la medida de la distancia de la rotura de la inserción calcánea, el valor del *gap* en flexión en plantar y el valor del *gap* en flexión dorsal.

Se tuvieron en cuenta, como variables, aquellas que resultaron significativas en el estudio estadístico comparativo: ingesta de AINES postoperatoria, número de sesiones de rehabilitación, valor de la escala AOFAS y valor de la escala EVA.

En todos los casos, se encontró que el único factor que influye en el resultado es la técnica quirúrgica.



## 7. DISCUSIÓN

---



## 7.-DISCUSIÓN

Estamos asistiendo, en los últimos tiempos, a un aumento en la incidencia de roturas agudas del tendón de Aquiles en los grupos de edad por encima de los 33 años; tal y como ya hemos señalado, existe una distribución bimodal y dos hechos significativos, y posiblemente, relacionados con la misma: crecimiento en la edad deportiva de la población -con mayor número de deportistas “*amateurs*” y “*ocasionales*”, y un aumento en la calidad y esperanza de vida de la población. Malos gestos técnicos repetidos, entrenamientos inapropiados, envejecimiento fisiológico del tendón, tratamientos farmacológicos, etc., son algunos de los posibles factores de riesgo implicados.

El coste de esta lesión es alto, tanto desde el punto de vista funcional –períodos largos de inmovilización y recuperación- como económico, y ello ha contribuido al impulso en el desarrollo de nuevas líneas de investigación para su tratamiento, avanzando desde las propuestas clásicas a evolucionar las técnicas percutáneas.

En este trabajo exponemos el desarrollo de una nueva técnica de cirugía percutánea, guiada con ecografía intraoperatoria. Analizamos sus ventajas e inconvenientes.

Clásicamente, el tratamiento de las roturas agudas del tendón de Aquiles ofrece dos alternativas: tratamiento conservador y tratamiento quirúrgico.

La primera revisión sistemática de estudios randomizados y de meta-análisis, comparando el tratamiento quirúrgico con el no quirúrgico o conservador, fue realizada por Bhandari y cols en el año 2002. De ella, podemos extraer dos conclusiones principales: el riesgo relativo de evitar una rerrotura del tendón, en aquellos pacientes que fueron intervenidos, es del 65%, es decir, por cada diez pacientes intervenidos, en uno se evita la rerrotura. La segunda conclusión,

más relevante, es la existencia de riesgo de infección para los pacientes intervenidos, pues se describe una incidencia del 4,7%.

En los trabajos publicados, se constata un mayor índice de rerroturas en los casos de tratamiento conservador. Wallace y cols (69) estudian entre 1996 y 2008 todos los paciente afectados de rotura del tendón de Aquiles en el norte de Irlanda, y establecen un índice de rerroturas del 2,8% para aquellos pacientes atendidos con tratamiento conservador. Nilsson-Helander y cols (72) describen un 12% de rerroturas en el grupo de pacientes tratados de forma conservadora y un 4% en el grupo quirúrgico, sometidos a cirugía abierta. Willits y cols (75) revisan 144 pacientes, 72 operados de forma abierta y otros 72 no intervenidos, y describen rerroturas en ambos grupos: 2 pacientes en el grupo quirúrgico (2,7%) y 3 pacientes en aquellos que no se habían intervenido (4,16%). No encuentran diferencias estadísticamente significativas. Las rerroturas se describen en un intervalo entre los 4 y los 12 meses postrotura inicial.

También se recoge la existencia de complicaciones asociadas al tratamiento quirúrgico, Amendola y cols (73) concluyen que el riesgo de rerrotura en pacientes con tratamiento conservador es superior al de los pacientes operados, pero también describen mayor número de complicaciones en los pacientes intervenidos, tanto cutáneas como infecciosas.

El criterio que se sigue para decidir si el paciente es subsidiario de tratamiento quirúrgico u ortopédico es muy variable. Autores como Wallace y cols (69) consideran la coaptación de los cabos tendinosos en la exploración clínica como el criterio más importante en la elección; Hutchinson y cols (67) establecen un protocolo en el que el paciente ha de cumplir tres premisas: ser menor de 55 años de edad, tener una rotura completa en el cuerpo del tendón y una separación de los cabos no superior a 1cm.

En definitiva, no hay un consenso claro sobre qué criterios son los válidos a la hora de decidir si manejar una rotura aquilea de forma conservadora o de forma quirúrgica. A nuestro juicio, se debe atender más a la edad cronológica del

paciente que a su edad fisiológica, a las posibles comorbilidades, y a sus propias expectativas.

El manejo quirúrgico de las roturas agudas del tendón de Aquiles se popularizó por obtener mejoría en la flexión plantar respecto a los resultados del tratamiento conservador. Sin embargo, como hemos visto, no está exento de complicaciones. Por todo ello, desde hace cuatro décadas (89), se intenta desarrollar nuevos métodos, tendentes a minimizar los abordajes. La idea es llegar a la técnica menos invasiva posible y el principio de la cirugía, al igual que en la cirugía abierta, es que los cabos tendinosos se encuentren aproximados y que las suturas estén correctamente posicionadas.

Con este objetivo, nosotros describimos una técnica quirúrgica íntegramente percutánea, guiada con ecografía intraoperatoria, que aplicamos en roturas agudas del tendón de Aquiles.

La ecografía nos ayuda a valorar el *gap* entre los cabos tendinosos (*gráfico 9*), la posición de entrada de la aguja, y con ello, la posición del hilo en el propio tendón y respecto a las estructuras vecinas, el nervio sural y la vena safena, principalmente.

Utilizamos en la sutura Premilene® de polipropileno no absorbible de estructura monofibrilar del número 0, con 100 cm de longitud y aguja recta triangular de 75mm de longitud.

Encontramos en la literatura algunas referencias al uso de la ecografía. Soubeyrand y cols (107) describen el uso de la ecografía prequirúrgica y postquirúrgica; utilizan el sistema Tenolig®. En los resultados descritos reflejan que la ecografía muestra en un 55% de los casos que las agujas introducidas “*a ciegas*” están fuera del tendón; un 10% de rerroturas; concluyen, que un posicionamiento incorrecto del sistema, y con ello de la sutura, favorece la rerrotura.

Blankstein y cols (108) realizan un estudio en el que describen el uso de la ecografía intraquirúrgica, pero sólo como ayuda para ver el *gap* existente.

Llevan a cabo la sutura de roturas de tendón de Aquiles utilizando un hilo no reabsorbible, del número 1, con 36 cm de longitud y con una aguja de 8 cm de largo.

Sin embargo, no hemos encontrado referencias bibliográficas con respecto a la utilización de la ecografía como guía de imagen durante todo el proceso quirúrgico. En nuestro estudio, es ésta la que marca, en todo momento, donde se posiciona la sutura, los puntos de entrada y de salida, y donde se localizan las estructuras adyacentes para evitar su lesión: identificar el nervio sural y la vena safena para evitar su transfixión con la aguja.

Permite, igualmente, valorar, el momento de anudar la coaptación de los cabos, y, una vez concluida la sutura, ver si existe *gap* residual.

En resumen, se trata de una técnica que permite valorar los cabos tendinosos y su aproximación, disminuye la devascularización que se produce en las cirugías abiertas, y preserva el hematoma que facilita la cicatrización, permitiendo, globalmente, iniciar una movilización temprana.

Llevamos a cabo este estudio sobre una muestra de dos grupos de pacientes que responden al patrón clásico descrito en la literatura; mayoría de varones (92,59% en el grupo de cirugía abierta, y 68,75% en el grupo de cirugía percutánea) por encima de los 33 años (46 años de edad media en el grupo de cirugía abierta, y 52 años de edad media en el grupo de cirugía percutánea).

La mayoría de los autores presentan series, desde el punto de vista demográfico, muy parecidas a la de este trabajo: Wang y cols (100) realizan cirugía mínimamente invasiva en 23 pacientes con una media de edad de 43 años; Gigante y cols (5) establecen una media de edad de 40,7 años y una ratio de 9 hombres por cada mujer; Willits y cols (75), describen una media de edad de 40,4 años; Nilsson-Helander y cols (72) incluyen pacientes entre 16 y 65 años; Henríquez y cols (6) describen una edad media de 40 años, en 38 pacientes, de

los cuales 28 pacientes son hombres y 4 mujeres; Giannetti y cols (88) refieren, en su revisión, una edad media de 38 años, en 40 pacientes, de los cuales 35 son hombres y 5 mujeres.

En cuanto a la lateralidad, la literatura recoge mayor número de roturas del tendón izquierdo, relacionándolo con mayor prevalencia de impulso para la marcha con este lado. En este trabajo de Giannetti y cols (88), sin embargo, el lado derecho estaba afecto en un 62,55% y el izquierdo en un 37%. Sin embargo, Kosanović y cols (109) describen 36 pacientes con sutura percutánea, de los cuales 20 tendones eran izquierdos (55,5%) y 16 derechos (45,5%). En nuestro estudio, no hemos encontrado mayor incidencia de roturas de tendones izquierdos que derechos: para el grupo de cirugía abierta, la distribución es un 50% tendones derechos y 50% tendones izquierdos; para el grupo de cirugía percutánea, el 56,25% son tendones derechos y el 40,62% son tendones izquierdos.

Se recoge en la literatura el caso de una rotura bilateral, traumática, sin factores de riesgo, suturada con el sistema comercial Achillon® -técnica mínimamente invasiva- (44).

Como peculiaridad, en nuestra muestra hemos tratado a un paciente de una rotura bilateral, acontecida de forma espontánea, con técnica percutánea, realizando ambas suturas en el mismo acto quirúrgico. Como antecedente personal en este paciente, destaca la toma de quinolonas durante una semana, un mes antes de la rotura. El paciente no presentó ninguna complicación, ni cutánea, ni infecciosa, ni de rerrotura, reincorporándose a su actividad previa sin ningún tipo de limitación y con plena satisfacción.

De la literatura revisada y hasta nuestro conocimiento, es el único caso descrito tratado con sutura percutánea asistida por ecografía, bilateral y simultáneamente, asociado a tratamiento con quinolonas y con excelentes resultados.

Recordemos, además, a este respecto, que en nuestra revisión encontramos una asociación estadísticamente significativa entre la toma de quinolonas y la

aparición de complicaciones cutáneas postquirúrgicas en los pacientes tratados con cirugía abierta. Creemos que la utilización de la técnica percutánea, en pacientes tratados con quinolonas previamente a la rotura, es una buena opción, para evitar las complicaciones cutáneas.

Hemos encontrado una gran variabilidad en la literatura al analizar el tiempo transcurrido desde la rotura hasta la cirugía. Kosanović y cols (109), por ejemplo, realizan un estudio, en pacientes sometidos a cirugía percutánea, y encuentran un tiempo medio de demora de 10 días. Majewski y cols (16) encuentran un máximo de demora en cirugía percutánea de 5 días. Ze-yang y cols (101) realizan la sutura percutánea con un máximo de 3 días de demora.

En nuestro estudio, en el grupo de cirugía abierta, el tiempo medio de demora desde la rotura a la cirugía es de 5,7 días, hallando una correlación estadísticamente significativa entre el tiempo de demora hasta la cirugía y el tiempo quirúrgico, a pesar de no encontrar una correlación entre mayor tiempo de demora y el tamaño del *gap* que dificultase la técnica. Sin embargo, en el grupo de cirugía percutánea, el tiempo medio de demora es mayor, existiendo una correlación entre el tiempo de demora y el *gap* en flexión dorsal, no implicando –paradójicamente– mayor tiempo quirúrgico. Este hallazgo nos parece muy importante, en el contexto actual de baja disponibilidad de quirófanos.

Las referencias en la literatura a la técnica anestésica utilizada durante la cirugía no son muchas. Autores como Bhattacharyya y cols (21) utilizan anestesia general, a pesar de utilizar una técnica *mini-open*; Makhdom y cols (110) y Carmont y cols (111) utilizan igualmente anestesia general pero, en estos casos, para cirugía abierta convencional; Kosanović y cols (109) describen el uso de anestesia local en técnica percutánea.

En nuestra muestra, el 87% de las cirugías abiertas se realizan bajo raquianestesia, un 11% bajo anestesia general, y sólo en un paciente con

anestesia locorreional; sin embargo, el 81% de las intervenciones percutáneas se realizan con anestesia locorreional. Este dato resulta relevante e importante, pues la utilización de técnicas regionales y locales como procedimiento anestésico suponen un menor riesgo y una menor morbilidad para el paciente.

Dado que nuestra técnica percutánea ecoguiada no precisa de disección quirúrgica, ni de isquemia, podemos utilizar técnicas locales de anestesia, que nos facilitan el manejo, sin necesidad de ingreso hospitalario del paciente, accediendo al hospital por el llamado *Hospital de Día Quirúrgico*. En cambio, los pacientes sometidos a cirugía abierta, ingresan en la *hospitalización convencional*, con un tiempo medio de estancia hospitalaria postoperatoria de 3,04 días.

El tiempo de ocupación de quirófano también es mayor para la cirugía abierta, con una media de 57,65 minutos, frente a una media de 20,81 minutos para la cirugía percutánea. Finalmente, hay que destacar que la técnica percutánea se realiza sin isquemia, con las ventajas de toda índole que ello supone en cuanto a dolor postoperatorio, eventos trómbóticos, daño de estructuras venosas, etc.

Carmont y cols (111), incluyen en su trabajo un estudio económico en el que concluyen que las técnicas percutáneas suponen un menor coste medio por paciente. Para su valoración tienen en cuenta el intervalo de tiempo desde el diagnóstico hasta la cirugía, la duración de la estancia hospitalaria y el tiempo de ocupación del quirófano (que es significativamente más corto para las formas percutáneas) dato que extraen del tiempo de isquemia reflejado en las gráficas (15 minutos de media para la técnica percutánea y 45 minutos para la técnica abierta). Estimando que el coste medio para una cirugía abierta, sin complicaciones, era el doble que para una cirugía percutánea.

En nuestro caso el Servicio de Gestión Económica del Hospital calcula para la cirugía abierta, no complicada con reingresos, ni reintervenciones, un gasto aproximado de TRES MIL EUROS (3.000,00.-€), con una estancia media postoperatoria de 2 días; mientras que, para el caso de la cirugía percutánea el

coste se reduce a un tercio de dicha cantidad.

Otro aspecto muy importante a considerar, son el periodo y el tipo de inmovilización después del tratamiento, conservador o quirúrgico –abierto o percutáneo-.

Creemos que, clásicamente, se tendía a “*asegurar la sutura*” y se inmovilizaba, incluso, por encima de la rodilla, durante largo tiempo -total y en equino-; sin embargo, tal y como hemos ido describiendo en el presente estudio, la carga precoz y la movilización temprana controlada, favorecen la cicatrización del tendón y dan una mayor confortabilidad al paciente.

Una de las discusiones clásicas es, si se debe utilizar una inmovilización que bloquee la flexo-extensión de la rodilla, es decir, una inmovilización cruropédica. Al respecto, Qureshi y cols (112) realizan un estudio para valorar cuánto influyen la posición de la rodilla y del tobillo en la coaptación de los cabos en una rotura de tendón de Aquiles. Obtienen una media de 12 mm del valor del *gap* en sitio de rotura. Esta distancia disminuye una media de 5mm con un flexión plantar máxima y con 0º de flexión en la rodilla; y a 4 mm de media, si además se añade una flexión de rodilla de 30º; la distancia disminuye a una media de 3mm con una flexión de 60º y a 2mm con una flexión de 90º de la rodilla.

Sin embargo, la relevancia clínica es matizable puesto que se ha de tener en cuenta también, que aumenta el riesgo de tromboembolismo -al permanecer inmovilizadas dos articulaciones, el tobillo y la rodilla- y el riesgo de rigidez postoperatoria a dos articulaciones (101).

Wallace y cols (69) describen el manejo de roturas de tendón de Aquiles de forma conservadora: durante 4 semanas utilizan una inmovilización enyesada que cambian por una férula neumática con la que permanecen otras 4 semanas mas, tras las cuales, se retira y se inicia un entrenamiento de marcha para ganar movilidad y fuerza.

Korkmaz y cols (113) realizan un estudio en el que revisan la carga inmediata postoperatoria *versus* la carga diferida -en pacientes tratados de forma conservadora-. En este caso, hasta las 4 semanas concluyen que una carga

inmediata bien dirigida proporciona mejores resultados clínicos sin aumento de las complicaciones.

Nilsson-Helander y cols (72) describen dos grupos de pacientes, un grupo tratado de forma conservadora y otro grupo tratado mediante cirugía abierta - abordaje medial de 5-8 cm y sutura con punto de Kessler modificado-. En ambos grupos se utiliza yeso inmovilizador por debajo de la rodilla durante 2 semanas en equino, seguido de una bota ortopédica las siguientes 6 semanas; las primeras 2 semanas con el uso de la bota se deja libre la flexión plantar, pero se limita la flexión dorsal a  $-30^{\circ}$ ; las siguientes dos semanas hasta  $-10^{\circ}$  de flexión dorsal, y las 2 últimas a  $10^{\circ}$  de flexión dorsal. Se permite carga después de las 6-8 semanas. No se permite a los pacientes manejar la bota ortopédica, sino que este gesto es llevado a cabo por un fisioterapeuta.

Van Der Eng y cols (114) estudian la influencia de la carga antes de las 4 semanas, valorando el rango de rerrotura en pacientes operados con carga en las primeras 4 semanas, y aquellos con tratamiento ortopédico con carga precoz, igualmente. Concluyen que no hay diferencia significativa de rerrotura entre los pacientes operados y los pacientes que se manejaron de forma conservadora con carga precoz.

Wang y cols (100) utilizan una inmovilización total de 8 semanas, de las cuales, las cuatro primeras en equino mantenido y las siguientes decreciendo el equino paulatinamente, y lo describen en pacientes con técnica quirúrgica abierta y en pacientes con técnica *mini-open*.

Ding y cols (91) revisan un total de 33 pacientes sometidos a cirugía abierta y 20 pacientes con técnica percutánea, y describen el manejo postoperatorio realizado en ambos grupos, que es el mismo: inmovilización en  $30^{\circ}$  de flexión de la rodilla y  $30^{\circ}$  en flexión plantar del pie durante las 2 primeras semanas, cambiándose entonces a yeso corto; se decrece, también la flexión plantar del pie en ese momento, y a las 6 semanas se retira la inmovilización, permitiendo hasta la semana 8 carga parcial, siendo en la semana 10 cuando se comienza la carga total.

Gigante y cols (5) retrasan la carga hasta la 7<sup>a</sup> semana, tiempo que permanece inmovilizada la extremidad y lo hace en dos grupos de pacientes: un grupo de pacientes con cirugía percutánea y otro con cirugía abierta convencional.

Henríquez y cols (6) describen la inmovilización utilizada en dos grupos de pacientes: 15 pacientes con cirugía abierta -mediante abordaje posterior ligeramente medializado y sutura tipo Kessler-, y 17 pacientes con sutura percutánea utilizando el sistema Achillon®, -con una incisión 2 cm proximal al *gap*-. Siguen la misma pauta en los dos grupos, retrasando la carga 9 semanas.

Karabinas y cols (8) inmovilizan 3 semanas en flexión plantar sin carga, seguido de una disminución progresiva de la flexión plantar durante las siguientes 3-4 semanas y lo hacen, tanto en cirugía abierta como percutánea.

Tagliavoro y cols (35) valoran dos técnicas percutáneas (Ma Grifit y sistema Tenolig®) utilizan una inmovilización posterior en ambas y varía de la siguiente manera: inmovilizan 4 semanas en equino por encima de la rodilla, seguido de 3 semanas en posición neutra, o inmovilizan 30 días por debajo de la rodilla en equino, y a continuación 20 días en posición neutra.

Groetelaers y cols (115) comparan, en pacientes sometidos a cirugía percutánea, el uso de tratamiento inmovilizador total durante 6 semanas, con la temprana movilización y carga precoz a partir de la primera semana, durante la cual, se mantiene inmovilizado en flexión plantar de 10°; tras la misma, comienza carga y movilización precoz. No encuentran diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a reincorporación al deporte, pérdida de fuerza o rango de movimiento. Pero los pacientes del grupo funcional demuestran más grado de satisfacción por tener un mayor nivel de confortabilidad.

Bertelli y cols (66) , utilizan una pauta de inmovilización de 6 semanas: las 4 primeras en descarga y las 2 últimas con carga en un equino de 3 cm para la técnica percutánea.

Bruman y cols(116) se muestran igualmente conformes con la carga precoz en toda rotura aguda de tendón de Aquiles, independientemente de su manejo.

Geremia y cols (36) valoran los tendones desde el punto de vista mecánico y de sus propiedades estructurales a los dos años de las lesiones, no viendo

diferencias entre aquellos tendones que llevaron a cabo una recuperación con carga y aquellos tratados sin carga.

En 2010 la “*Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos*” publicó la única guía clínica existente al respecto, en la que se recomienda carga inmediata postoperatoria e inmovilización del tobillo en una ortesis (116).

A la vista de la falta de consenso expuesta en la literatura y atendiendo a las recomendaciones de la “*Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos*”, diseñamos el manejo de la carga y de la inmovilización postoperatoria, reduciendo el período clásico de 8 semanas de la cirugía abierta a 6 semanas en el grupo de cirugía percutánea, e inmovilizamos sin bloquear rodilla y en carga desde el primer día.

Introducimos en nuestra técnica quirúrgica la utilización de rodillos para minimizar el *gap* al máximo posible, jugando con la flexión de la rodilla en el momento quirúrgico para lograr la máxima coaptación de los cabos.

Utilizamos el dispositivo ortesis PTB 06120612 con 4 cuñas de 1 cm cada una, que permiten al paciente carga desde el primer día. Lo hemos utilizado, incluso, en un caso intervenido de forma bilateral y simultáneamente, que ha permitido al paciente ser autónomo, con sendas botas en ambas piernas. A partir de la 3ª semana permitimos la retirada, una vez al día de la ortesis, para realizar la higiene de la extremidad e iniciar movilizaciones activas suaves del tobillo hacia flexión plantar máxima y no más de 20º de flexión dorsal, de manera que minimizamos el número de adherencias, tanto tendinosas como a piel, y permitimos el mantenimiento del trofismo cutáneo. Es a partir también de la 3ª semana cuando retiramos paulatinamente las cuñas, una por semana.

En resumen, hemos intentado minimizar los tiempos y dar confortabilidad al paciente.

Una rotura de tendón de Aquiles es el comienzo de un periodo más o menos largo de rehabilitación: independientemente de la técnica quirúrgica utilizada, la rehabilitación postquirúrgica y el manejo postoperatorio son cruciales, siendo

el objetivo restaurar la actividad prelesional, sin provocar elongación tendinosa y mejorar la calidad de vida al paciente.

Tavares y cols (117) establecieron que una rehabilitación acelerada, ayudada por una pronta carga, es crucial en la recuperación del paciente. Es importante tener en cuenta que el tiempo medio de recuperación de estos pacientes se estima en 1 año y remarcar que algunos nunca vuelven a su situación previa de función y fuerza.

Jallageas y cols (56) establecen una media de 28 sesiones de rehabilitación en cirugía percutánea y de 31 sesiones en los procedimientos abiertos.

En nuestro trabajo, las sesiones de rehabilitación realizadas son, para el grupo de cirugía abierta de 46,52 días de media. Encontramos una diferencia significativa a este respecto, pues el grupo de cirugía percutánea sólo precisa una media de 14,78 días. Remarcamos, además, que en el grupo de cirugía percutánea los pacientes comienzan ya en la 3ª semana a realizar ejercicios activos suaves en el tobillo.

El dolor postoperatorio constituye una de las principales preocupaciones en los pacientes recién operados y representa, a veces, uno de los principales obstáculos para el desarrollo de nuevos procedimientos.

Las referencias bibliográficas respecto a la utilización de analgesia postoperatoria, sin embargo, son escasas en la literatura. Bhattacharyya y cols (21) comparan dos grupos de pacientes: 34 pacientes sometidos a cirugía abierta con incisión posteromedial y 25 pacientes en los que se usa el sistema Achillon®, describen diferencias en la ingesta de analgesia postoperatoria, 7 días de media en la técnica abierta y 3 días en la percutánea.

Nosotros encontramos en nuestro grupo de pacientes intervenidos mediante cirugía abierta una media de 30,62 días de ingesta de analgésicos, dato muy superior al de otros autores. Lo atribuimos a que incluimos en el registro la analgesia requerida para el tratamiento de algunas de las complicaciones, que generan mayor tiempo de convalecencia y con ello de dolor.

Sin embargo, para el grupo de cirugía percutánea registramos una media de 1,06 días, siendo estadísticamente significativa la diferencia con el grupo de cirugía abierta. Igualmente, creemos que este dato está condicionado por la ausencia de complicaciones postoperatorias en este segundo grupo, pero también, por otras características inherentes a la propia técnica quirúrgica, como la no utilización de anestesia general, ausencia de disección quirúrgica o de isquemia perioperatoria, por ejemplo.

En cuanto a posibles eventos tromboembólicos perioperatorios, no existe consenso en la literatura respecto a la recomendación de profilaxis antitrombótica en roturas agudas de tendón de Aquiles.

Un metaanálisis de *Cochrane* (red internacional independiente de investigadores) establece que la profilaxis tromboembólica disminuye un 51% el riesgo de TVP o TEP, con un nivel de protección semejante en las fracturas del miembro inferior que en las lesiones tendinosas. Sin embargo, no hay guías internacionales que establezcan consenso para su aplicación.

Patel y cols (118) realizan un estudio al respecto y reportan una incidencia de eventos tromboticos relacionados con la rotura aguda del tendón de Aquiles de 6,3% a 34%. Atribuyen como factores de riesgo el traumatismo causado por la propia rotura, la edad por encima de 40 años, el uso de isquemia en la cirugía, la cirugía en si misma, y un IMC mayor de 30 kg/m<sup>2</sup>. Revisan 1172 pacientes con diagnóstico de rotura de tendón de Aquiles, y encuentran que no hay diferencias entre aquellos pacientes que han sido sometidos a intervención y aquellos que no lo han sido.

Esta afirmación es compartida también por Nilsson-Helander y cols (72). Estos autores no encuentran diferencias asociadas con la obesidad, pero sí con la edad: todos aquellos pacientes que sufrieron TEP o TVP en el curso de la lesión, eran mayores de 40 años. Ante estos resultados concluyen que la incidencia de TVP, sintomática y asintomática, es alta después de una rotura del tendón de Aquiles y es necesario definir el posible beneficio de la tromboprofilaxis.

Healy y cols (119) estudian 208 pacientes, de los cuales, sólo 45 habían sido intervenidos; en el resto, se había llevado a cabo tratamiento conservador.

Todos los pacientes fueron inmovilizados con escayola, y ningún paciente recibió profilaxis antitrombótica. Encontraron una media de TVP, confirmadas por ecografía-doppler de la extremidades inferiores, del 6,3%.

Autores como Hutchison y cols (67) reportan una incidencia de TVP de 7,5%, siendo sintomáticas en un 5,5%, y de TEP sintomático del 2%; y Lapidus y cols (120) establecen que, sin profilaxis, en cirugías de rotura aguda del tendón de Aquiles la incidencia de TVP es del 7.2% (5,5-9,4).

En nuestro estudio, y ante la ausencia de un consenso internacional hemos realizado la profilaxis antitrombótica habitual de pacientes con fracturas en extremidad inferior. Obtenemos una media de 38,26 días para el grupo de cirugía abierta y de 30,03 días para el grupo de cirugía percutánea.

El mayor inconveniente de la cirugía aquilea abierta, tal y como hemos reseñado anteriormente, son las complicaciones cutáneas postquirúrgicas que se manifiestan, desde problemas menores en la cicatrización – en forma de dehiscencia de sutura – hasta verdaderos problemas con la piel e infecciones asociadas, que precisan de largos períodos de cobertura antibiótica y de nuevas intervenciones quirúrgicas.

Gigante y cols (5) revisan en su estudio 40 pacientes con un seguimiento de 1 año. Comparan el uso de la cirugía abierta convencional con sutura tipo Kessler y sutura percutánea con sistema Tenolig®, y no encuentran diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a las complicaciones infecciosas o cutáneas se refiere.

Tagliavoro y cols (35) compararon 3 técnicas quirúrgicas en roturas agudas: en 24 pacientes se había realizado la técnica de Silverskiöld, en 22 se había realizado sutura abierta termino-terminal, y en 9 sutura percutánea, según técnica de Ma y Griffith. Llamativamente, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las complicaciones cutáneas, ni infecciosas.

Maes y cols (121) revisan en su estudio 124 pacientes tratados percutáneamente con sistema Tenolig y describen un 8% de problemas cutáneos.

Jallageas y cols (56) recogen también el uso del sistema Tenolig® en 16 pacientes y los comparan con 15 pacientes en los que se había realizado cirugía abierta convencional; y encuentran 5 casos de infección local (31%) y un retraso de cierre de la herida (6,6%) entre los pacientes tratados con cirugía convencional.

Henríquez y cols (6) describen un 13% de problemas cutáneos en cirugía abierta.

Jallageas y cols (56) describen un 33% de complicaciones cutáneas, en su revisión, para cirugía abierta.

Del Buono y cols (60) no encuentra infecciones profundas en la técnica percutánea; pero sí describen, en cambio, infecciones superficiales en técnica *mini-open* (0,5%) y en cirugía abierta (4.3%).

Willits y cols (75) describen, en 72 pacientes intervenidos mediante *mini-open* en foco de rotura: 4 infecciones superficiales (5,5%), 1 infección profunda (1,38%), 1 cicatriz hipertrófica (1,8%) y 2 complicaciones en el cierre de la herida (2,7%).

Bhattacharyya y cols (21) establecen en cirugía abierta un porcentaje de complicaciones cutáneas que asciende hasta el 20,58% y que en un 5,8% precisaron de coberturas por parte del servicio de Cirugía Plástica.

En nuestro estudio, el porcentaje de problema cutáneos en el grupo de cirugía abierta es de 35,2%, precisando el 13,1% nueva cirugía posterior por parte del servicio de Cirugía Plástica; cirugía que varía, desde injerto libre de piel en un 1,9%, colgajo rotacional en un 9,3% y colgajo rotacional más transferencia del tendón del flexor del 1º dedo en un 1,9%. Un 13,9 % de los pacientes del grupo de cirugía abierta, también, presentan infección en la zona de la intervención que precisa de tratamiento con antibiótico oral, y un 13,9% precisa de tratamiento antibiótico endovenoso, coincidentes estos pacientes con aquellos

que precisaron posteriormente nuevas intervenciones por parte del servicio de cirugía plástica.

En cambio, no encontramos ninguna complicación, ni cutánea ni infecciosa, en el grupo de pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea, a pesar, de existir en este grupo de pacientes, numerosos factores de riesgo: toma de quinolonas y/o corticoides, pacientes oncológicos, pacientes con AR, pacientes con VIH...

Respecto a la tasa de rerroturas tras la cirugía del tendón de Aquiles, otra de las complicaciones a considerar, Cretnik y cols (122) describen un mayor índice de rerroturas en la cirugía percutánea que en la abierta, 3,7% frente a un 2,8%.

Gigante y cols (5) revisan en su estudio 40 pacientes, con un seguimiento de 1 año y comparan el uso de la cirugía abierta convencional -con sutura tipo Kessler- con la sutura percutánea -con sistema Tenolig®-. Describen una sutura fallida en la técnica percutánea.

Henríquez y cols (6) describen una rerrotura dentro del grupo de cirugía abierta realizada en 15 pacientes, mediante abordaje posterior directamente sobre el *gap* y ligeramente medializada. La sutura se realizó con punto de Kessler y sutura tipo FiverWire® del número 2. Sin embargo, no describen rerroturas en el grupo de cirugía percutánea, que se realizó mediante *mini-open* de 2 cm proximal al *gap* en 17 pacientes con el sistema Achillon®, que utiliza sutura FiberWire® del número 2 igualmente.

Ververidis y cols (2) encuentran un índice de rerrotura del 2,1% en la cirugía percutánea .

Mc Mahon y cols (123) encuentran el mismo nivel de rerrotura para cirugías abiertas que para cirugías percutáneas en un meta-análisis donde comparan 136 pacientes tratados con cirugía mínimamente invasiva con 141 pacientes tratados con reparación convencional abierta.

En nuestro estudio no hallamos ninguna rerrotura en el grupo de sutura percutánea; y sí, en cambio, en el grupo tratado con cirugía abierta (1,9%).

Muchas de las rerroturas de la técnica percutánea son atribuibles a una incorrecta localización de las suturas, por ello hemos utilizado la ecografía intraquirúrgica como guía para disminuir estos errores técnicos y, con ello, minimizar la incidencia de rerroturas.

Creemos también importante, que en la técnica percutánea que nosotros describimos no lesionamos el peritenon, ni lesionamos la vascularización, favoreciendo así la cicatrización tendinosa.

Finalmente, otra complicación frecuente en la cirugía es la lesión, en mayor o menor medida, del nervio sural.

Así, Ververidis y cols (2) describen una lesión del sural del 3,3% para cirugía percutánea.

Jallageas y cols (56) describen una lesión del nervio sural del 10%, con clínica parestésica hasta en el 20%, coincidente con la descrita por Maes y cols (121) quienes describen un 10% de lesión del nervio sural con el uso del sistema percutáneo Tenolig®.

Del Bueno y cols (60), en su estudio de revisión, recogen que la lesión del nervio sural en cirugía percutánea alcanza el 2,9%, y en cirugía abierta el 1,8%. Es interesante esta aportación, puesto que en la cirugía abierta, en la mayoría de los estudios, no se valora la lesión del nervio sural en la cirugía abierta, ya que habitualmente, se traduce en hipoestesia-anestesia del territorio sural y no en clínica neuropática como ocurre en la cirugía percutánea; el paciente refiere un área de adormecimiento local en relación a la herida quirúrgica. Este hecho puede deberse a que la lesión del nervio, en cirugía abierta, no se debe a atrapamiento en la sutura y, por tanto, no se manifiesta con clínica neuropática, más molesta y limitante para el paciente que la hipoestesia-anestesia.

Como ya hemos remarcado anteriormente, la gran variabilidad anatómica del nervio sural es otro de los factores que contribuyen al desarrollo de esta complicación. Por ello, conocer la “zona caliente” y manejar la ecografía como guía en la cirugía nos debe ayudar a evitar o, al menos, a minimizar su lesión.

Aún así, encontramos clínica de lesión del nervio sural en los pacientes de nuestra muestra. Diferenciamos dos momentos en la evolución clínica. Durante los primeros meses del postoperatorio, un 18,5% de los pacientes del grupo de cirugía abierta, y un 28,1% de los pacientes del grupo de cirugía percutánea, presentan síntomas derivados de la lesión del nervio sural.

Los pacientes del grupo de cirugía abierta presentan clínica hipoestésica en el territorio de la cicatriz.

Sin embargo, observamos que en los pacientes del grupo de cirugía percutánea, los síntomas de lesión del nervio sural comienzan en torno a las 7- 8 semanas del postoperatorio, cuando empiezan a caminar sin la ortesis. Los pacientes describen entonces suralgia en flexión plantar.

En un segundo momento, al año de la cirugía, mientras en el grupo de cirugía abierta el porcentaje de hipoestesia del sural es el mismo, en el grupo de los pacientes sometidos a cirugía percutánea el porcentaje de suralgia disminuye, debido a varios gestos terapéuticos: en un 15,62% de los pacientes cesa la clínica tras tratamiento tópico con capsaicina, un inhibidor de la liberación en las terminaciones centrales y periféricas de las fibras tipo C, del neuropéptido sustancia P, principal neurotransmisor de los estímulos dolorosos; en un 12,4% de los pacientes, tras el fracaso del tratamiento tópico, y la persistencia de dolor al caminar -tras retirar la ortesis- se decide revisión quirúrgica del nervio sural bajo anestesia local: en el 3,12% de los casos encontramos una hiperplasia neuromatosa (confirmada anatomopatológicamente) del nervio sural (*imagen 31*); y, en el 9,24% restante, se observa "*in situ*" el hilo en contacto con el nervio, el cual, no muestra alteraciones y se procede a la retirada del hilo, con desaparición prácticamente inmediata de la sintomatología. Por ello, creemos que cuando el paciente comienza a caminar sin la ortesis, es el hilo el que, al tensarse, tracciona del nervio y causa la clínica. Aventuramos que el uso de una sutura rápidamente reabsorbible, puede ser la solución para esta complicación en esta técnica percutánea. Estos pacientes, al cabo de un año de la cirugía, refieren, únicamente hipoestesia en el territorio sural.

Si bien está descrita la lesión del nervio sural como una complicación relativamente frecuente después de la cirugía del tendón de Aquiles, hasta nuestro conocimiento no existen estudios de imagen centrados en la valoración de los efectos de la cirugía de las roturas agudas del tendón de Aquiles sobre el nervio sural.

Nosotros hemos analizado los hallazgos de las imágenes de RM realizadas en ambos grupos de pacientes al año de la cirugía. 10 pacientes del grupo tratado mediante cirugía abierta presentan clínica de hipoestesia al cabo de un año, en relación con irritación/lesión del nervio sural. En los estudios de RM no identificamos alteraciones en el trayecto del mismo en estos pacientes.

En el grupo de cirugía percutánea 9 pacientes presentan clínica hipoestésica al cabo de un año, residual, tras haber sido tratados por clínica neuropática – tratamiento tópico con capsaicina en 5 casos y retirada del hilo en 4 casos- ya desaparecida. En las imágenes de RM observamos hallazgos compatibles con presencia de pequeña cantidad de tejido cicatricial en 8 de ellos e identificamos el nervio sural en los 9 casos. Encontramos presencia, prácticamente constante, de tejido cicatricial en los pacientes sintomáticos y alteraciones morfológicas y de intensidad de señal del propio nervio. Se observan engrosamientos segmentarios del nervio sural, con aumento de la intensidad de señal del mismo en secuencias potenciadas en T2 en todos los casos, en relación con atrapamiento del nervio sural en un tejido/masa cicatricial.

En los pacientes sin clínica de irritación del nervio sural no se identifica tejido cicatricial y, prácticamente, no se identifica el nervio.

A la vista de estos resultados, coincidimos con los autores que sostienen que la neuralgia se resuelve al cabo de un año y podemos suponer que la suralgia ya resuelta produjo un cuadro de neuritis. En uno de los casos tenemos confirmación anatomopatológica de una hiperplasia neuromatosa del nervio sural, obtenida de uno de los pacientes a los que se retiró el hilo.

Los gestos terapéuticos, no obstante, aumentan el bienestar del paciente acortando los tiempos sintomáticos. En nuestra experiencia personal la hipoestesia residual no es percibida como una complicación por los pacientes, que sólo la refieren a la exploración clínica sensitiva dirigida, posiblemente por la naturaleza exclusivamente sensitiva del nervio sural. Sin embargo, la clínica neuropática es percibida como una gran limitación.

Es nuestro objetivo futuro realizar estudios de RM tempranos para valorar el nervio sural en períodos de síntomas neuropáticos con el objeto de analizar la relación entre el hilo de sutura y el trayecto del nervio –que a nuestro juicio, puede estar en la base del dolor- y estadiar la aparición del tejido cicatricial correlacionándolo con la clínica neuropática.

Para la valoración clínica y funcional de los pacientes hemos utilizado la escala AOFAS en ambos grupos, cuyo valor máximo es 100 y valora diferentes aspectos, que agrupa en tres grandes categorías: dolor, función y alineación del pie.

Atendiendo a la universalidad de su aplicación, Ceccarelli y cols (124) aplican esta escala a 17 pacientes en los que se realiza la técnica modificada de Ma y Griffith por el propio Ceccarelli. Intenta comparar el SF-36 (que es un cuestionario de salud que aborda diferentes aspectos de la vida cotidiana, agrupándolos en ocho categorías: funcionamiento físico, limitación por problemas físicos, dolor corporal, rol social, salud mental, problemas emocionales, vitalidad y energía y percepción general de la salud) con el AOFAS, demostrando un escaso nivel de correlación entre ambos, puesto que el AOFAS no valora aspectos de salud global, por ello se consideran complementarios y no comparables.

Ding y cols (91) revisan un total de 33 pacientes sometidos a cirugía abierta y 20 pacientes con técnica percutánea y valoran en ambos grupos la escala AOFAS; obtienen una media para la cirugía abierta 92 puntos, y de 95 puntos para los percutáneos. La “*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*” considera un valor excelente entre el 91 y el 98 puntos, por tanto, para este autor, no existen diferencias entre ambas técnicas en cuanto al resultado clínico

y funcional, valorado por los propios pacientes. Otros autores encuentran también una valoración “excelente”, tanto para cirugía abierta con reducción de la incisión, técnica *mini-open*, como Wang y cols (100) (AOFAS medio de 98,7 puntos sobre 100) o Karabinas y cols (8), tanto para cirugía abierta (AOFAS 95 puntos sobre 100) como para cirugía percutánea (AOFAS 98 puntos sobre 100). Resultados parecidos obtienen, Cretnik y cols (122) para el grupo de cirugía abierta (AOFAS 96,1 puntos sobre 100) y para el grupo de cirugía percutánea (AOFAS de 96,6 puntos sobre 100).

Bertelli y cols (66) presentan en sus pacientes una media de AOFAS de 99 puntos sobre 100, con satisfacción estética y funcional del paciente para técnica percutánea, lo aplica en un grupo de 20 pacientes con roturas subagudas (entre las 7-13 semanas).

En el trabajo de McMahon y cols (123), 6 meses en la cirugía percutánea, los pacientes calificaban como buenos o excelentes los resultados, para ello tienen en cuenta: el dolor y la reincorporación al trabajo y a la vida cotidiana.

Boyden y cols (125) establecen en 1995 una escala que divide los resultados en 4 categorías, tomando como base los parámetros desglosados del AOFAS y de la opinión del paciente, y los clasifica en: resultado excelente: no hay dolor, ni limitación en actividades deportivas, ni en la vida diaria, ni en el calzado y la satisfacción del paciente es alta, corresponde con un AOFAS de 90 a 100 puntos; resultado bueno: el paciente tiene dolor ocasional, pero no limitación en actividades diarias, ni deportivas, ni en uso de calzado y el paciente está contento pero con reservas, el resultado del AOFAS estaría entre 80 y 89 puntos; resultado justo o moderado: el paciente tiene dolor moderado, con limitación de la vida diaria y deportiva, con restricciones al calzado, el paciente está contento pero muestra quejas de índole mayor, se correspondería con un AOFAS entre 65 y 79 puntos; y, por último, estaría el resultado pobre: el paciente presenta dolor severo, con claras limitaciones en la vida diaria y recreacional, así como limitaciones importantes con el calzado, el paciente está claramente insatisfecho con la cirugía, se correspondería con un AOFAS inferior a 64 puntos.

En nuestro estudio, para el grupo de cirugía abierta, el valor de la escala AOFAS tiene un valor medio de 84,63 puntos sobre 100, mientras que para el grupo de cirugía percutánea el valor medio es de 97,97 puntos, siendo la diferencia estadísticamente significativa. Nuestros resultados se encuadran como resultado moderado en la escala AOFAS, y bueno en la escala de Boyden, para el grupo de cirugía abierta; mientras que en el caso del grupo de cirugía percutánea, el resultado se clasifica como excelente para ambas escalas.

En nuestro trabajo incluimos también la escala EVA. Obtenemos para el grupo de cirugía abierta un valor medio de la escala EVA de 7,06; y para el grupo de cirugía percutánea, un valor de la escala EVA media de 9,59, diferencia igualmente significativa.

Aunque no encontramos en la literatura referencias al valor de la escala EVA en pacientes postoperados de rotura aguda de tendón de Aquiles, creemos que es una escala útil, representativa, fácil de comprender por el paciente y reproducible, que nos aporta la percepción del dolor del paciente. Aplicamos la escala al año de la cirugía en los dos grupos, y encontramos que la percepción del paciente es más satisfactoria en el grupo de cirugía percutánea, los pacientes se muestran más contentos con el manejo y con el resultado final.

Respecto al resultado estético, autores como Henríquez y cols (6) comparan la cirugía abierta llevada a cabo en 15 pacientes -con abordaje posterior ligeramente medializado y sutura tipo Kessler- con 17 pacientes en los que se llevó a cabo una sutura percutánea - incisión 2 cm proximal al *gap*-. Encuentran diferencias en el aspecto cosmético entre ambas cirugías, puesto que la longitud media de la incisión es de 9,5 cm frente a los 2,5 cm de la técnica percutánea.

En cuanto a la valoración del trofismo muscular, Kosanović y cols (109) describen en los pacientes, en los que se lleva a cabo la técnica según Ma y Griffith, una atrofia gemelar de 1 cm, capacidad de puntillas en todos ellos conservada y sin *gap* palpable.

Del Buono y cols (60) encuentran que la circunferencia gemelar está menos afectada en la cirugía percutánea, y que el 80% de los atletas pueden volver a su

actividad previa. Los resultados objetivos fueron de una atrofia muscular de 1,3 cm después de cirugía percutánea y 2,5 cm en la cirugía abierta.

En el presente estudio, al año de la cirugía, en el grupo de cirugía abierta encontramos menor diámetro gemelar en la extremidad intervenida, comparada con la pierna contralateral, con una media de 2,24 cm. El diámetro del tobillo es, por el contrario, mayor en la pierna intervenida, con una media de 1 cm.

En cambio, para el grupo de cirugía percutánea se mantienen las asimetrías, pero el valor disminuye hasta 0,4 cm de media en el gemelo, y 0,06 cm en el tobillo.

Por tanto, existe un mejor trofismo muscular en la pierna a largo plazo en los pacientes intervenidos con la técnica percutánea ecoguiada que en aquellos en que se realizó la cirugía abierta.

Las adherencias de la cicatriz a la piel son una de las complicaciones comunes. La incidencia es mayor después de la cirugía abierta, según algunos autores, y se presentan en el 12% de los pacientes. Sin embargo, es una complicación no descrita en la cirugía percutánea (88). Las adherencias hacen que la zona cutánea sea más gruesa y, en ocasiones, dolorosa al roce con el calzado lo que limita posteriormente la utilización de calzado, sobre todo con contrafuerte alto. (25).

En nuestro estudio, las diferencias cosméticas son muy significativas, puesto que en la técnica percutánea no realizamos incisión, a diferencia de la cicatriz – más o menos larga- de la cirugía abierta.

Además, existe una menor atrofia gemelar y una similitud en los diámetros de los tobillos, en el grupo de cirugía percutánea, en comparación con el de cirugía abierta.

Por tanto, creemos que la posibilidad que ofrece la cirugía percutánea para una movilización precoz del tobillo, contribuye a disminuir el desarrollo de

adherencias y la atrofia gemelar, minimizando, en definitiva, la existencia de diferencias en el aspecto estético de las piernas.

Como hemos visto anteriormente, es muy importante valorar la reincorporación a la vida cotidiana del paciente, en tiempo y en calidad, como también en la esfera laboral y en la deportiva. A tal efecto, autores como Ververidis y cols (2) realizan un trabajo de revisión en cirugías percutáneas realizadas en roturas agudas aquileas. Valoran la actividad deportiva que los pacientes llevaban a cabo previamente a la cirugía y su reincorporación posterior. Encuentran que un 8,6% de los pacientes abandona la actividad deportiva previa por limitaciones físicas.

Karabinas y cols (8) describen en su grupo de pacientes una reincorporación al deporte al cabo de una media de 5 meses, y no hallan diferencias entre los operados con técnica percutánea y los operados con técnica abierta.

Jallageas y cols (56) describen en su estudio, un tiempo medio para la reincorporación a las actividades deportivas de 130 días para aquellos pacientes intervenidos con cirugía percutánea, y 178 días para los sometidos a cirugía abierta.

Amin y cols (62) por su parte, estudiaron la evolución de 18 jugadores profesionales de la NBA con roturas agudas de tendón de Aquiles sometidos a cirugía abierta -edad media de los jugadores 29,7 años y número medio de temporadas en la liga de 7,6-. Encontraron que: el 38% de los jugadores nunca se reincorporó; el 16,6% de los jugadores se reincorporaron a un solo partido; y el 44,45% fue capaz de jugar más de dos partidos. El llamado PER -que es un índice de eficiencia de los jugadores- decrece de forma significativa de la primera a la segunda temporada.

Es importante recordar que después de la rotura del tendón de Aquiles, la dorsiflexión del tobillo tiende a estar aumentada debido a la elongación tendinosa, en detrimento de la flexión plantar, ésto se traduce en un déficit en la fase de despegue del 90% del valor previo y, como consecuencia secundaria, puede ser potencial factor inestabilizador en el tobillo (126).

En nuestro estudio, sólo el 42,5% de los pacientes intervenidos mediante cirugía abierta se reincorporó a su actividad deportiva previa, frente al 80% de los intervenidos con técnica percutánea que lo hicieron, además, en la mitad de tiempo (3,5 meses). En el otro extremo, un 32,5% de los pacientes del grupo de cirugía abierta tuvo que abandonar el deporte, frente a sólo un 12% de los pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea.

Resulta también relevante, y estadísticamente significativa, la diferencia en el rendimiento deportivo del paciente, de modo que en la cirugía abierta el 25% necesita cambiar de deporte, frente a sólo el 8% de los pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea.

Creemos que las limitaciones físicas son importantes para reincorporarse a la actividad deportiva pero también lo son las limitaciones psíquicas. Durante la entrevista anual, los pacientes refieren *“miedo a volver a romperse el tendón”* y esto hace, que la reincorporación al deporte, les genere ansiedad, con lo que muchos, no vuelven a reincorporarse, y algunos cambian de actividad deportiva; sin embargo, los deportistas profesionales no tienen la opción de cambiar de deporte, por lo tanto, o siguen con menor capacidad o abandonan su carrera.

Jallageas y cols (56) estudian resultados funcionales y tiempo de incorporación al trabajo. En aquellos en los que se había llevado a cabo cirugía percutánea la reincorporación media fue en 63 días y, en aquellos en los que se había realizado cirugía abierta fue en 73 días.

Karabinas y cols (8) describen la incorporación al trabajo con una media de 7 semanas para la cirugía abierta y de 9 semanas para la percutánea.

En nuestro estudio, en el grupo de cirugía abierta, la incorporación al trabajo es de 5,60 meses; mientras que en el grupo de cirugía percutánea es de 3,53 meses, siendo la diferencia, una vez más, estadísticamente significativa. Creemos que es importante una pronta incorporación a la actividad laboral, no solamente para el sistema, sino también para el propio paciente que recupera la dinámica normal de su vida en un tiempo menor.

La apariencia en imágenes de RM de las roturas de los tendones de Aquiles intervenidos está descrita en la literatura.

Respecto a la localización de la rotura, MacMahon y cols (127), sitúan las roturas aquileas a 5,7 cm de su inserción al calcáneo, con un *gap* de 2,8 cm; Bertelli y cols (66) establecen este *gap* medio en 4,2 cm; y Karjalainen y cols (128) lo sitúan a 5,8 cm.

Otros autores han descrito también, la evolución en imágenes del proceso de curación del tendón. Fujikawa y cols (79) hipotetizaron que, cuando un tendón de Aquiles se rompe y se sutura de forma percutánea, el contacto entre los dos cabos es incompleto y debería existir un *gap*. Para su comprobación diseñan un estudio de imagen mediante RM, que realizan a las 4, 8 y 12 semanas tras la cirugía; en las imágenes se valoran la presencia, o no, del *gap*, y el valor del mismo, el contorno del tendón de Aquiles y si existe, o no, hiperintensidad de señal en la zona. En la primera RM, realizada a las 4 semanas, encuentran un *gap* similar al que se encuentra en los casos intervenidos mediante cirugía abierta y especulan que puede corresponder a una mezcla entre el *gap* inevitablemente asociado a esta técnica quirúrgica y la degeneración tendinosa existente previamente a la fusión. Este *gap*, en cirugía percutánea, desaparece entre las 11-13 semanas. Llamam la atención sobre el hecho de que, durante la segunda semana postcirugía, aunque a la exploración ya no se palpa el *gap*, sin embargo, éste es aún visible en las imágenes de RM; los autores lo atribuyen a la aparición de tejido de granulación, pues en este momento aún es pronto para encontrar tejido fibroso maduro. Sugieren, además, que las secuencias potenciadas en T2, son más sensibles para percibir la transición del tejido de granulación al tejido fibroso maduro. En la tercera RM, realizada al cabo de 12 semanas, ya no identifican *gap* en ninguna secuencia. Éste desaparece, independientemente del tamaño inicial del mismo.

Karjalainen y cols (128) estudian 20 pacientes intervenidos mediante distintas técnicas quirúrgicas, desde plastias de Lindholm, a tenorrafia directa, o plastia de Lynn, para analizar la evolución en imágenes de RM de la curación del tendón. Mantienen inmovilización durante 3 semanas en equino, sin carga, seguidas de 3 semanas en posición neutra, con carga permitida. Obtienen

imágenes de RM a las 3 y 6 semanas y, posteriormente, a los 3 y 6 meses. Concluyen que: a las 6 semanas se hacen visibles por primera vez áreas intratendinosas, continuas, de hiperintensidad de señal en secuencias potenciadas en T2, posiblemente correspondientes a tejido cicatricial activo; a los 6 meses dichas alteraciones de señal han disminuido significativamente o, incluso, desaparecido en algunos de los casos.

Tavares y cols (117) publican un estudio realizado en conejos, en los que llevan a cabo, bajo anestesia, una escisión del tercio central del tendón marcando los cabos con nylon para su identificación posterior, cierran el paratenon y a continuación la piel. No inmovilizan después de la cirugía y permiten a los conejos realizar su actividad habitual. Posteriormente, obtienen estudios de imagen con RM, y observan en los tendones hiperintensidades de señal intratendinosas, de morfología irregular, que en el análisis histológico posterior corresponden a áreas de tejido cicatricial, con fibras de colágeno desordenadas.

Existen también otros autores, que han estudiado la imagen de los tendones de Aquiles operados, a más largo plazo.

Mafulli y cols (131) estudian tendones de Aquiles intervenidos con cirugía abierta, con RM a los 32,5 meses tras la cirugía (rango: 29-36 meses). Describen que los tendones operados son significativamente más gruesos que los no operados, con un diámetro medio de 12,6 mm (+/- 0,21 mm); identifican alteraciones de señal intratendinosas en un 31,25% de los casos; estas alteraciones de señal ocupan menos del 25% en diámetro anteroposterior y, llamativamente, se localizan, de forma mayoritaria, en la mitad anterior del tendón. Señalan que todos los pacientes están asintomáticos, independientemente de la existencia o no de dichas alteraciones.

Karjalainen y cols (129) publican otro estudio en el que realizan estudios de RM a 13 pacientes intervenidos de roturas de tendones de Aquiles entre 1 y 3 años antes. Determinan que, en un corte axial, el tendón operado se muestra menos oval y en cambio más redondeado e irregular en su contorno, encuentran adherencias entre el tendón y la piel en un 40% y, en todos los casos, identifican en las imágenes de RM la cicatriz en la piel.

Lo que parece claro, y así se describe en la literatura, es que en un tendón que ha sufrido una rotura y ha sido reparado, encontraremos alteraciones, en mayor o menor medida en el grosor, en el contorno y en la presencia de cavidades intratendinosas (130).

Nuestros resultados no difieren de los de otros autores. En el grupo de cirugía abierta encontramos una distancia media del punto de rotura al de inserción calcánea de 5,57 cm y una medida media del *gap* en flexión dorsal de 3 cm, y en flexión plantar de 2,20 cm. Tampoco encontramos diferencias significativas entre los resultados de los dos grupos de nuestra muestra. En el grupo de cirugía percutánea, la distancia media del punto de rotura a la inserción calcánea es de 6,16 cm, la medida media del *gap* en flexión dorsal es de 2,58 cm y del *gap* en flexión plantar es de 1,68 cm.

Encontramos hiperintensidades de señal intrasustanciales en secuencias potenciadas en T1 en 47 pacientes (87,5%) y en secuencias potenciadas en T2 en 50 pacientes (92,5%) de los intervenidos mediante cirugía abierta. Sin embargo, únicamente encontramos estas hiperintensidades de señal intrasustanciales en T1 y T2 en el 20% de los pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea. Es importante reseñar, y así lo han hecho ya otros autores - Mafulli y cols (131)- que, en la mayoría de los casos, estas alteraciones de la señal -por su distribución, intensidad de señal y morfología- creemos que son atribuibles a los hilos de sutura. Únicamente, en algunos casos, existen alteraciones de señal intrasustanciales, centrales, lineales, generalmente en el eje largo del tendón, en relación con persistencia, posiblemente, de tejido degenerado. Las diferencias entre la técnica de sutura de ambas cirugías explica la menor proporción de alteraciones de señal en los tendones tratados con cirugía percutánea.

En nuestro estudio, en el grupo de cirugía abierta, el 97,45% de los pacientes presenta engrosamiento del tendón -un engrosamiento difuso que se extiende en una longitud media de 9,14 cm- con un diámetro medio anteroposterior del tendón de 17,66 mm, y axial medio de 21,60 mm.

En el grupo de cirugía percutánea, observamos engrosamiento tendinoso en el 63,3% de los pacientes –en una extensión media de 7,07 cm- con un diámetro medio anteroposterior de 17,79 mm, y axial medio de 17,54 mm. El aspecto en imagen de los tendones intervenidos mediante cirugía percutánea es más homogéneo, con menor distorsión de la morfología.

Una de las mayores limitaciones de este estudio es el número de pacientes de la muestra de cirugía percutánea. Sin embargo, viene condicionado por la población de Santander (175.736 habitantes en 2014) y la incidencia de esta patología (aproximadamente 37,3/100.000). Hemos realizado la técnica de forma prospectiva durante 17 meses, incluyendo 32 pacientes, después de considerar los criterios de exclusión y la conformidad del paciente.

Otra de las posibles limitaciones para la reproducibilidad de esta técnica es la disponibilidad de ecógrafos en el área quirúrgica y la curva de aprendizaje necesaria para la correcta utilización de la técnica.

En nuestra experiencia, la cirugía percutánea ecoguiada es una técnica que no precisa ingreso quirúrgico, se realiza con anestesia local, sin isquemia y sin profilaxis antibiótica; permite carga y movilidad activa precoz, con retirada temporal diaria de la ortesis para realizar la higiene de la extremidad. En resumen, es una técnica que abarata costes al sistema sanitario y más confortable para la vida diaria del paciente.

Además, disminuye el período de recuperación funcional acortando los tiempos de rehabilitación, y de reincorporación a la vida laboral y deportiva. Redundando todo ello en un coste económico.

A la vista de lo expuesto, y como continuidad a este estudio, nos atrevemos a decir que la cirugía percutánea del tendón de Aquiles ecoguiada, es el futuro. La patología del nervio sural es su mayor complicación, pero creemos que tiene fácil solución: proponemos el uso de suturas de absorción más rápida, que eviten la tracción del hilo sobre el nervio. A este respecto, estamos diseñando

un nuevo estudio en que utilizaremos suturas reabsorbibles en corto espacio de tiempo.

Igualmente, la ausencia de complicaciones cutáneas e infecciosas de esta técnica, nos anima a continuar utilizándola en pacientes con comorbilidades que impliquen tratamientos con factores de riesgo como los corticoides y las quinolonas.

Y, por último, es una técnica aplicable en lesiones crónicas del tendón de Aquiles. Al respecto, hemos iniciado una línea de trabajo en la que modificamos la técnica de sutura para poder aplicarla, teniendo en cuenta que en las roturas crónicas los *gaps* son mayores. Uno de los objetivos es determinar si hay un *gap* límite por la aplicación de esta técnica. Los resultados preliminares son prometedores.

Finalmente, creemos que es una técnica que no cierra opciones a técnicas clásicas, aplicadas en esta lesión y que la morbilidad que ofrecemos al paciente es mucho menor.

## 8. CONCLUSIONES

---



## 8.- CONCLUSIONES

1. Existen diferencias estadísticamente significativas desde el punto de vista funcional (escala AOFAS) y de la valoración dolorosa (EVA) a favor de la cirugía percutánea en roturas agudas del tendón de Aquiles, al año de la lesión.
2. El coste-efectividad hospitalario de la cirugía percutánea es tres veces menor que en la cirugía abierta.
3. Las complicaciones postoperatorias cutáneas e infecciosas son significativamente mayores en el grupo de cirugía abierta respecto al de cirugía percutánea.
4. El porcentaje de rerroturas del tendón de Aquiles tras la cirugía abierta es mayor que en la cirugía percutánea, pero sin significación estadística.
5. El porcentaje de pacientes con clínica sural tras la cirugía de rotura del tendón de Aquiles, es mayor en la cirugía percutánea respecto a la cirugía abierta.
6. El tiempo para la reincorporación laboral en pacientes intervenidos mediante técnica percutánea es significativamente más corto que en los pacientes intervenidos con cirugía abierta.
7. El tiempo para la reincorporación deportiva en pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea es significativamente menor que en pacientes con cirugía abierta, presentando cambio de la actividad deportiva, en un porcentaje significativamente mayor, en pacientes sometidos a cirugía abierta.

8. La cicatrización tendinosa, estudiada por resonancia magnética (RM) a los 12 meses de la lesión encuentra diferencias significativas entre ambos grupos, en relación a aspectos postoperatorios de la morfología del tendón.
9. Los tendones de los pacientes operados mediante cirugía percutánea muestran un aspecto más regular y definido, mediante estudio de RM a los 12 meses, que los tendones en los que se ha realizado cirugía abierta.
10. Las alteraciones de señal intratendinosas, estudiadas en RM, tanto en secuencias potenciadas en T1, como en secuencias potenciadas en T2, en los tendones del grupo de cirugía percutánea son menos que en los tendones sometidos a cirugía abierta.
11. Los tejidos adyacentes peritendinosos estudiados mediante RM en el grupo de cirugía percutánea presentan menos adherencias, menos afectación de la grasa y menos bursitis que los sometidos a cirugía abierta.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

---



## 9.- BIBLIOGRAFÍA

1. Longo UG, Petrillo S, Maffulli N, Denaro V. Acute achilles tendon rupture in athletes. *Foot Ankle Clin.* 2013;18 (2):319-38.
2. Ververidis AN, Kalifis KG, Touzopoulos P, Drosos GI, Tilkeridis KE, Kazakos KI. Percutaneous repair of the Achilles tendon rupture in athletic population. *J Orthop.* 2016;13 (1):57-61.
3. Marican MM, Fook-Chong SMC, Rikhraj IS. Incidence of postoperative wound infections after open tendon Achilles repairs. *Singapore Med J.* 2015; 56(10):549-54.
4. Carreira D, Ballard A. Achilles tendoscopy. *Foot Ankle Clin.* 2015;20(1):27-40.
5. Gigante A, Moschini A, Verdenelli A, Del Torto M, Ulisse S, de Palma L. Open versus percutaneous repair in the treatment of acute Achilles tendon rupture: a randomized prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2008;16(2):204-9.
6. Henríquez H, Muñoz R, Carcuro G, Bastías C. Is percutaneous repair better than open repair in acute Achilles tendon rupture? *Clin Orthop.* 2012;470(4):998-1003.
7. Thevendran G, Sarraf KM, Patel NK, Sadri A, Rosenfeld P. The ruptured Achilles tendon: a current overview from biology of rupture to treatment. *Musculoskelet Surg.* 2013;97(1):9-20.
8. Karabinas PK, Benetos IS, Lampropoulou-Adamidou K, Romoudis P, Mavrogenis AF, Vlamis J. Percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon ruptures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24 (4):607-13.
9. Ganestam A, Kallemose T, Troelsen A, Barfod KW. Increasing incidence of acute Achilles tendon rupture and a noticeable decline in surgical treatment from 1994 to 2013. A nationwide registry study of 33,160 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24 (12):3730-37.
10. Arandes R, Viladot A. Biomechanics of the calcaneus. *Minerva Chir.* 1954;9(10):439-46.

11. Dalmau-Pastor M, Fargues-Polo B, Casanova-Martínez D, Vega J, Golanó P. Anatomy of the Triceps Surae: A Pictorial Essay. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):603-35.
12. Cummins EJ, Anson BJ. The structure of the calcaneal tendon of Achilles in relation to orthopedic surgery, with additional observations on the plantaris muscle. *Surg Gynecol Obstet.* 1946;83:107-16.
13. Haertsch PA. The blood supply to the skin of the leg: a post-mortem investigation. *Br J Plast Surg.* 1981;34(4):470-7.
14. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories angiosomes of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* 1987;40(2):113-41.
15. Flavin R, Gibney RG, O'Rourke SK. A clinical test to avoid sural nerve injuries in percutaneous Achilles tendon repairs. *Injury.* 2007;38(7):845-7.
16. Majewski M, Rohrbach M, Czaja S, Ochsner P. Avoiding sural nerve injuries during percutaneous Achilles tendon repair. *Am J Sports Med.* 2006;34(5):793-8.
17. Mizia E, Tomaszewski KA, Rutowicz B, Konopka T, Pasternak A, Walocha JA. Computer-assisted assessment of the histological structure of the human sural nerve. *Folia Morphol.* 2014;73(3):292-7.
18. Ramakrishnan PK, Henry BM, Vikse J, Roy J, Saganiak K, Mizia E, et al. Anatomical variations of the formation and course of the sural nerve: A systematic review and meta-analysis. *Ann Anat Anat Anz Off Organ Anat Ges.* 2015;202:36-44.
19. Ortigüela ME, Wood MB, Cahill DR. Anatomy of the sural nerve complex. *J Hand Surg.* 1987;12(6):1119-23.
20. Kammar H, Carmont MR, Kots E, Laver L, Mann G, Nyska M, et al. Anatomy of the sural nerve and its relation to the achilles tendon by ultrasound examination. *Orthopedics.* 2014;37(3):e298-301.
21. Bhattacharyya M, Gerber B. Mini-invasive surgical repair of the Achilles tendon--does it reduce post-operative morbidity? *Int Orthop.* 2009;33(1):151-6.
22. Webb J, Moorjani N, Radford M. Anatomy of the sural nerve and its relation to the Achilles tendon. *Foot Ankle Int.* 2000;21(6):475-7.
23. Porter KJ, Robati S, Karia P, Portet M, Szarko M, Amin A. An anatomical

and cadaveric study examining the risk of sural nerve injury in percutaneous Achilles tendon repair using the Achillon device. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(2):90-3.

24. Citak M, Knobloch K, Albrecht K, Krettek C, Hufner T. Anatomy of the sural nerve in a computer-assisted model: implications for surgical minimal-invasive Achilles tendon repair. *Br J Sports Med.* 2007;41(7):456-58.

25. Makulavicius A, Martin Oliva X, Mazarevicius G, Klinga M, Uvarovas V, Porvaneckas N, et al. Comparative anatomical study of standard percutaneous and modified medialized percutaneous Bunnell type repair for artificial Achilles tendon rupture: positive effect of medialisation of the stitches with lower risk of sural nerve injury. *Folia Morphol.* 2016;75(1):53-59.;

26. Kosanović M, Cretnik A, Batista M. Subcutaneous suturing of the ruptured Achilles tendon under local anaesthesia. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1994;113(4):177-9.

27. Yang G, Rothrauff BB, Tuan RS. Tendon and ligament regeneration and repair: clinical relevance and developmental paradigm. *Birth Defects Res Part C Embryo Today.* 2013;99(3):203-22.

28. Thermann H, Frerichs O, Holch M, Biewener A. Healing of Achilles tendon, an experimental study: part 2-Histological, immunohistological and ultrasonographic analysis. *Foot Ankle Int.* 2002;23(7):606-13.

29. Shapiro E, Grande D, Drakos M. Biologics in Achilles tendon healing and repair: a review. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015;8(1):9-17.

30. Thomopoulos S, Parks WC, Rifkin DB, Derwin KA. Mechanisms of tendon injury and repair. *J Orthop Res.* 2015; 33(6):832-9.

31. Opila KA, Wagner SS, Schiowitz S, Chen J. Postural alignment in barefoot and high-heeled stance. *Spine.* 1988;13(5):542-7.

32. Basmajian JV, Stecko G. The role of muscles in arch support of the foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45:1184-90.

33. Komi PV, Fukashiro S, Järvinen M. Biomechanical loading of Achilles tendon during normal locomotion. *Clin Sports Med.* 1992;11(3):521-31.

34. Magnusson SP, Hansen M, Langberg H, Miller B, Haraldsson B, Westh EK, et al. The adaptability of tendon to loading differs in men and women. *Int J Exp*

Pathol. 2007;88(4):237-40.

35. Tagliavero G, Biz C, Mastrangelo G, Aldegheri R. The repair of the Achilles tendon rupture: comparison of two percutaneous techniques. *Strateg Trauma Limb Reconstr.* 2011;6(3):147-54.

36. Geremia JM, Bobbert MF, Casa Nova M, Ott RD, Lemos F de A, Lupion R de O, et al. The structural and mechanical properties of the Achilles tendon 2 years after surgical repair. *Clin Biomech Bristol Avon.* 2015;30(5):485-92.

37. Barfod KW, Bencke J, Lauridsen HB, Dippmann C, Ebskov L, Troelsen A. Nonoperative, dynamic treatment of acute achilles tendon rupture: influence of early weightbearing on biomechanical properties of the plantar flexor muscle-tendon complex-a blinded, randomized, controlled trial. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(2):220-6.

38. Porter DA, Barnes AF, Rund AM, Kaz AJ, Tyndall JA, Millis AA. Acute achilles tendon repair: strength outcomes after an acute bout of exercise in recreational athletes. *Foot Ankle Int.* 2014;35(2):123-30.

39. Magnan B, Bondi M, Pierantoni S, Samaila E. The pathogenesis of Achilles tendinopathy: a systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(3):154-9.

40. Maffulli N. The clinical diagnosis of subcutaneous tear of the Achilles tendon. A prospective study in 174 patients. *Am J Sports Med.* 1998;26(2):266-70.

41. Muto T, Kokubu T, Mifune Y, Inui A, Harada Y, Yoshifumi null, et al. Temporary inductions of matrix metalloprotease-3 (MMP-3) expression and cell apoptosis are associated with tendon degeneration or rupture after corticosteroid injection. *J Orthop Res.* 2014;32(10):1297-304.

42. McWhorter JW, Francis RS, Heckmann RA. Influence of local steroid injections on traumatized tendon properties. A biomechanical and histological study. *Am J Sports Med.* 1991;19(5):435-9.

43. Juras V, Winhofer Y, Szomolanyi P, Vossenrich J, Hager B, Wolf P, et al. Multiparametric MR Imaging Depicts Glycosaminoglycan Change in the Achilles Tendon during Ciprofloxacin Administration in Healthy Men: Initial Observation. *Radiology.* 2015; 275(3):763-71.

44. Zietek P, Karaczun M, Kruk B, Szczypior K. Percutaneous, Minimally

Invasive Repair of Traumatic and Simultaneous Rupture of Both Achilles Tendons: A Case Report. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(3):642-4.

45. Petersen W, Pufe T, Zantop T, Tillmann B, Tsokos M, Mentlein R. Expression of VEGFR-1 and VEGFR-2 in degenerative Achilles tendons. *Clin Orthop.* 2004;(420):286-91.

46. Rushton PRP, Singh AK, Deshmukh RG. A case of «second rupture» following open repair of a ruptured Achilles tendon. *Foot Ankle Surg.* 2012;51(1):95-8.

47. Barfred T. Kinesiological comments on subcutaneous ruptures of the Achilles tendon. *Acta Orthop Scand.* 1971;42(5):397-405.

48. Clement DB, Taunton JE, Smart GW. Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. *Am J Sports Med.* 1984;12(3):179-84.

49. Amis J. The gastrocnemius: a new paradigm for the human foot and ankle. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):637-47.

50. Lindholm A. A new method of operation in subcutaneous rupture of the Achilles tendon. *Acta Chir Scand.* 1959;117:261-70.

51. Aström M, Westlin N. Blood flow in chronic Achilles tendinopathy. *Clin Orthop.* 1994;(308):166-72.

52. Józsa L, Kannus P. Histopathological findings in spontaneous tendon ruptures. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7(2):113-8.

53. Sun Y-L, Wei Z, Zhao C, Jay GD, Schmid TM, Amadio PC, et al. Lubricin in human achilles tendon: The evidence of intratendinous sliding motion and shear force in achilles tendon. *J Orthop Res.* 2015;33(6):932-7.

54. Kosanović M, Brilej D. Chronic rupture of Achilles tendon: is the percutaneous suture technique effective?. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128(2):211-6.

55. Lantto I, Heikkinen J, Flinkkilä T, Ohtonen P, Leppilahti J. Epidemiology of Achilles tendon ruptures: Increasing incidence over a 33-year period. *Scand J Med Sci Sports.* 2015 Feb;25(1):133-8.

56. Jallageas R, Bordes J, Daviet J-C, Mabit C, Coste C. Evaluation of surgical treatment for ruptured Achilles tendon in 31 athletes. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(5):577-84.

57. Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, Felländer-Tsai L, Mattila VM. Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2419-23.
58. Gulati V, Jaggard M, Al-Nammari SS, Uzoigwe C, Gulati P, Ismail N, et al. Management of achilles tendon injury: A current concepts systematic review. *World J Orthop.* 2015;6(4):380-6.
59. Cooper MT. Acute Achilles Tendon Ruptures: Does Surgery Offer Superior Results and Other Confusing Issues? *Clin Sports Med.* 2015;34(4):595-606.
60. Del Buono A, Volpin A, Maffulli N. Minimally invasive versus open surgery for acute Achilles tendon rupture: a systematic review. *Br Med Bull.* 2014;109:45-54.
61. Silbernagel KG, Brorsson A, Olsson N, Eriksson BI, Karlsson J, Nilsson-Helander K. Sex Differences in Outcome After an Acute Achilles Tendon Rupture. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(6):2325967115586768.
62. Amin NH, Old AB, Tabb LP, Garg R, Toossi N, Cerynik DL. Performance outcomes after repair of complete achilles tendon ruptures in national basketball association players. *Am J Sports Med.* 2013;41(8):1864-8.
63. Garras DN, Raikin SM, Bhat SB, Taweel N, Karanjia H. MRI is unnecessary for diagnosing acute Achilles tendon ruptures: clinical diagnostic criteria. *Clin Orthop.* 2012;470(8):2268-73.
64. Kotnis R, David S, Handley R, Willett K, Ostlere S. Dynamic ultrasound as a selection tool for reducing achilles tendon reruptures. *Am J Sports Med.* 2006;34(9):1395-400.
65. Stickles SP, Friedman L, Demarest M, Raio C. Achilles tendon rupture. *West J Emerg Med.* 2015;16(1):161-2.
66. Bertelli R, Gaiani L, Palmonari M. Neglected rupture of the Achilles tendon treated with a percutaneous technique. *Foot Ankle Surg.* 2009;15(4):169-73.
67. Hutchison AM, Topliss C, Beard D, Evans RM, Williams P. The treatment of a rupture of the Achilles tendon using a dedicated management programme. *Bone Joint J.* 2015;97-B(4):510-5.

68. Trickett RW, Hodgson P, Lyons K, Thomas R. Effect of knee position on gap size following acute Achilles rupture. *Foot Ankle Int.* 2011;32(1):1-4.
69. Wallace RGH, Heyes GJ, Michael ALR. The non-operative functional management of patients with a rupture of the tendo Achillis leads to low rates of re-rupture. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(10):1362-6.
70. Van der Eng DM, Schepers T, Goslings JC, Schep NWL. Rerupture rate after early weightbearing in operative versus conservative treatment of Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(5):622-8.
71. Berlet GC, Hyer CF, Lee TH, Blum BE. Collagen ribbon augmentation of Achilles tendon tears: a biomechanical evaluation. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(3):298-302.
72. Nilsson-Helander K, Silbernagel KG, Thomeé R, Faxén E, Olsson N, Eriksson BI, et al. Acute achilles tendon rupture: a randomized, controlled study comparing surgical and nonsurgical treatments using validated outcome measures. *Am J Sports Med.* 2010;38(11):2186-93.
73. Amendola A. Outcomes of open surgery versus nonoperative management of acute achilles tendon rupture. *Clin J Sport Med.* 2014;24(1):90-1.
74. Bhandari M, Guyatt GH, Siddiqui F, Morrow F, Busse J, Leighton RK, et al. Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic overview and metaanalysis. *Clin Orthop.* 2002;(400):190-200.
75. Willits K, Amendola A, Bryant D, Mohtadi NG, Giffin JR, Fowler P, et al. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a multicenter randomized trial using accelerated functional rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(17):2767-75.
76. Bruggeman NB, Turner NS, Dahm DL, Voll AE, Hoskin TL, Jacofsky DJ, et al. Wound complications after open Achilles tendon repair: an analysis of risk factors. *Clin Orthop.* 2004;(427):63-6.
77. Keating JF, Will EM. Operative versus non-operative treatment of acute rupture of tendo Achillis: a prospective randomised evaluation of functional outcome. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(8):1071-8.
78. Twaddle BC, Poon P. Early motion for Achilles tendon ruptures: is

surgery important? A randomized, prospective study. *Am J Sports Med.* 2007;35(12):2033-8.

79. Fujikawa A, Kyoto Y, Kawaguchi M, Naoi Y, Ukegawa Y. Achilles tendon after percutaneous surgical repair: serial MRI observation of uncomplicated healing. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189(5):1169-74.

80. Holm C, Kjaer M, Eliasson P. Achilles tendon rupture--treatment and complications: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(1):1-10.

81. Spennacchio P, Vascellari A, Cucchi D, Canata GL, Randelli P. Outcome evaluation after Achilles tendon ruptures. A review of the literature. *Joints.* 2016;4(1):52-61.

82. Silbernagel KG, Steele R, Manal K. Deficits in heel-rise height and achilles tendon elongation occur in patients recovering from an Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med.* 2012;40(7):1564-71.

83. Kocaoglu B, Ulku TK, Gereli A, Karahan M, Turkmen M. Evaluation of Absorbable and Nonabsorbable Sutures for Repair of Achilles Tendon Rupture With a Suture-Guiding Device. *Foot Ankle Int.* 2015;36(6):691-5.

84. Corradino B, Di Lorenzo S, Calamia C, Moschella F. Surgical repair of acute Achilles tendon rupture with an end-to-end tendon suture and tendon flap. *Injury.* 2015;46(8):1637-40.

85. Mosser P, Kelm J, Anagnostakos K. Negative pressure wound therapy in the management of late deep infections after open reconstruction of achilles tendon rupture. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(1):2-6.

86. Dalton GP, Wapner KL, Hecht PJ. Complications of achilles and posterior tibial tendon surgeries. *Clin Orthop.* 2001;(391):133-9.

87. Pajala A, Kangas J, Ohtonen P, Leppilahti J. Rerupture and deep infection following treatment of total Achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(11):2016-21.

88. Giannetti S, Patricola AA, Stancati A, Santucci A. Intraoperative ultrasound assistance for percutaneous repair of the acute achilles tendon rupture. *Orthopedics.* 2014;37(12):820-4.

89. Ma GW, Griffith TG. Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon: a new technique. *Clin Orthop.* 1977;(128):247-55.

90. Klein W, Lang DM, Saleh M. The use of the Ma-Griffith technique for percutaneous repair of fresh ruptured tendon Achilles. *Chir Organi Mov.* 1991;76(3):223-8.
91. Ding W-G, Li H, Zhu Y-P, Liu Z. Comparison between tenocutaneous suture and Kessler suture techniques in treating acute closed Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(2):105-8.
92. Krueger H, David S. The Effectiveness of Open Repair Versus Percutaneous Repair for an Acute Achilles Tendon Rupture: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil.* 2016;24:1-27.
93. Cretnik A, Zlajpah L, Smrkolj V, Kosanović M. The strength of percutaneous methods of repair of the Achilles tendon: a biomechanical study. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):16-20.
94. Sprowson AP, Jensen CD, Parsons N, Partington P, Emmerson K, Carluke I, et al. The effect of triclosan coated sutures on rate of surgical site infection after hip and knee replacement: a protocol for a double-blind randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:237.
95. Edmiston CE, Daoud FC, Leaper D. Is there an evidence-based argument for embracing an antimicrobial triclosan-coated suture technology to reduce the risk for surgical-site infections? A meta-analysis. *Surgery.* 2014;155(2):362-3.
96. Dhom J, Bloes DA, Peschel A, Hofmann UK. Bacterial adhesion to suture material in a contaminated wound model: Comparison of monofilament, braided, and barbed sutures. *J Orthop Res.* 2016; 21(10):10.
97. Guo J, Pan L-H, Li Y-X, Yang X-D, Li L-Q, Zhang C-Y, et al. Efficacy of triclosan-coated sutures for reducing risk of surgical site infection in adults: a meta-analysis of randomized clinical trials. *J Surg Res.* 2016;201(1):105-17.
98. Lui TH. Surgical tip: Repair of acute Achilles rupture with Krackow suture through a 1.5 cm medial wound. *Foot Ankle Surg.* 2010;16(1):28-31.
99. Hegewald KW, Doyle MD, Todd NW, Rush SM. Minimally Invasive Approach to Achilles Tendon Pathology. *J Foot Ankle Surg.* 2016 Jan-Feb;55(1):166-8.
100. Wang C-C, Chen P-Y, Wang T-M, Wang C-L. Ultrasound-guided minimally invasive surgery for achilles tendon rupture: preliminary results. *Foot Ankle Int.*

2012;33(7):582-90.

101. He Z-Y, Chai M-X, Liu Y-J, Zhang X-R, Zhang T, Song L-X, et al. Percutaneous Repair Technique for Acute Achilles Tendon Rupture with Assistance of Kirschner Wire. *Orthop Surg.* 2015;7(4):359-63.

102. Lui TH. A Case of Heel Cord Pain After Repair of Acute Achilles Tendon Rupture: Treated by Endoscopic Adhesiolysis of the Achilles Tendon. *Foot Ankle Spec.* 2016;9(5):448-51.

103. Sánchez M, Anitua E, Azofra J, Andía I, Padilla S, Mujika I. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am J Sports Med.* 2007;35(2):245-51.

104. De Carli A, Lanzetti RM, Ciompi A, Lupariello D, Vadalà A, Argento G, et al. Can platelet-rich plasma have a role in Achilles tendon surgical repair? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(7):2231-7.

105. Şen B, Güler S, Çeçen B, Kumtepe E, Bağrıyanık A, Özkal S, et al. The Effect of Autologous Platelet Rich Plasma in the Treatment of Achilles Tendon Ruptures: An Experimental Study on Rabbits. *Balk Med J.* 2016;33(1):94-101.

106. Yuksel S, Guleç MA, Gultekin MZ, Adanır O, Çağlar A, Beytemur O, et al. Comparison of the early period effects of bone marrow-derived mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma on the Achilles tendon ruptures in rats. *Connect Tissue Res.* 2016;57(5):360-73.

107. Soubeyrand M, Serra-Tosio G, Campagna R, Molina V, Sitbon P, Biau DJ. Intraoperative ultrasonography during percutaneous Achilles tendon repair. *Foot Ankle Int.* 2010;31(12):1069-74.

108. Blankstein A, Israeli A, Dudkiewicz I, Chechik A, Ganel A. Percutaneous Achilles tendon repair combined with real-time sonography. *Isr Med Assoc J.* 2007;9(2):83-5.

109. Kosanović M, Cretnik A, Batista M. Subcutaneous suturing of the ruptured Achilles tendon under local anaesthesia. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1994;113(4):177-9.

110. Makhdom AM, Cota A, Saran N, Chaytor R. Incidence of symptomatic deep venous thrombosis after Achilles tendon rupture. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(5):584-7.

111. Carmont MR, Heaver C, Pradhan A, Mei-Dan O, Gravare Silbernagel K. Surgical repair of the ruptured Achilles tendon: the cost-effectiveness of open versus percutaneous repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1361-8.
112. Qureshi AA, Ibrahim T, Rennie WJ, Furlong A. Dynamic ultrasound assessment of the effects of knee and ankle position on Achilles tendon apposition following acute rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(24):2265-70.
113. Korkmaz M, Erkok MF, Yolcu S, Balbaloglu O, Öztemur Z, Karaaslan F. Weight bearing the same day versus non-weight bearing for 4 weeks in Achilles tendon rupture. *J Orthop Sci.* 2015;20(3):513-6.
114. Van der Eng DM, Schepers T, Goslings JC, Schep NWL. Rerupture rate after early weightbearing in operative versus conservative treatment of Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(5):622-8.
115. Groetelaers RPTGC, Janssen L, van der Velden J, Wieland AWJ, Amendt AGFM, Geelen PHJ, et al. Functional Treatment or Cast Immobilization After Minimally Invasive Repair of an Acute Achilles Tendon Rupture: Prospective, Randomized Trial. *Foot Ankle Int.* 2014;35(8):771-8.
116. Brumann M, Baumbach SF, Mutschler W, Polzer H. Accelerated rehabilitation following Achilles tendon repair after acute rupture - Development of an evidence-based treatment protocol. *Injury.* 2014;45(11):1782-90.
117. Tavares WC Jr, de Castro UB, Paulino E Jr, Vasconcellos Lde S, Madureira AP, Magalhães MA, Mendes DV, Kakehasi AM, Resende V. Healing of the Achilles tendon in rabbits-evaluation by magnetic resonance imaging and histopathology. *J Orthop Surg Res.* 2014;12(9):132.
118. Patel A, Ogawa B, Charlton T, Thordarson D. Incidence of deep vein thrombosis and pulmonary embolism after Achilles tendon rupture. *Clin Orthop.* 2012;470(1):270-4.
119. Healy B, Beasley R, Weatherall M. Venous thromboembolism following prolonged cast immobilisation for injury to the tendo Achillis. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(5):646-50.
120. Lapidus LJ, Ponzer S, Pettersson H, de Bri E. Symptomatic venous

thromboembolism and mortality in orthopaedic surgery - an observational study of 45 968 consecutive procedures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:177.

121. Maes R, Copin G, Averous C. Is percutaneous repair of the Achilles tendon a safe technique? A study of 124 cases. *Acta Orthop Belg.* 2006;72(2):179-83.

122. Cretnik A, Kosanovic M, Smrkolj V. Percutaneous versus open repair of the ruptured Achilles tendon: a comparative study. *Am J Sports Med.* 2005;33(9):1369-79.

123. McMahon SE, Smith TO, Hing CB. A meta-analysis of randomised controlled trials comparing conventional to minimally invasive approaches for repair of an Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Surg.* 2011;17(4):211-7.

124. Ceccarelli F, Calderazzi F, Pedrazzi G. Is there a relation between AOFAS ankle-hindfoot score and SF-36 in evaluation of Achilles ruptures treated by percutaneous technique? *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(1):16-21.

125. Boyden EM, Kitaoka HB, Cahalan TD, An KN. Late versus early repair of Achilles tendon rupture. Clinical and biomechanical evaluation. *Clin Orthop.* 1995;(317):150-8.

126. Marcolin G, Buriani A, Balasso A, Villaminar R, Petrone N. Gait analysis before and after achilles tendon surgical suture in a single-subject study: a case report. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(2):247-50.

127. MacMahon A, Deland JT, Do H, Soukup DS, Sofka CM, Demetracopolous CA, et al. MRI Evaluation of Achilles Tendon Rotation and Sural Nerve Anatomy: Implications for Percutaneous and Limited-Open Achilles Tendon Repair. *Foot Ankle Int.* 2016;37(6):636-43.

128. Karjalainen PT, Aronen HJ, Pihlajamäki HK, Soila K, Paavonen T, Böstman OM. Magnetic resonance imaging during healing of surgically repaired Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med.* 1997;25(2):164-71.

129. Karjalainen PT, Ahovuo J, Pihlajamäki HK, Soila K, Aronen HJ. Postoperative MR imaging and ultrasonography of surgically repaired Achilles tendon ruptures. *Acta Radiol.* 1996;37(5):639-46.

130. Gitto S, Draghi AG, Bortolotto C, Draghi F. Sonography of the Achilles Tendon After Complete Rupture Repair: What the Radiologist Should Know. *J*

Ultrasound Med. 2016;35(12):2529-36.

131. Maffulli N, Thorpe AP, Smith EW. Magnetic resonance imaging after operative repair of Achilles tendon rupture. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(3):156-62.



# 10. ANEXOS

---



## 10.- ANEXOS

### 10.1 Anexo I: Certificado del Comité Ético De Investigación Clínica



COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN  
CLÍNICA DE CANTABRIA  
IDIVAL



**T. CONCEPCION SOLANAS GUERRERO**, Secretario/a del **COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DE CANTABRIA**

CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta del Investigador Principal del estudio:

**TÍTULO: Estudio comparativo de cirugía percutánea del tendón de aquiles asistida ecográficamente con la cirugía abierta convencional en roturas agudas de tendón de aquiles.**

TIPO DE ESTUDIO: **Proyecto de Investigación (Código interno: 2015.006)**

y considera que:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Este CEIC, emite un informe **FAVORABLE** para que dicho Estudio sea realizado en el **HOSPITAL UNIVERSITARIO MARQUÉS DE VALDECILLA**, actuando como investigador principal el Dr./Dra. **MONICA RUBIO LORENZO**.

Como queda reflejado en el Acta: **04/2015**.

Lo que firmo en Santander, a **13 de febrero de 2015**

**T. CONCEPCION SOLANAS GUERRERO**  
Secretario/a del CEIC



Edificio IDIVAL, 3ª Planta • Avenida Cardenal Herrera Oria s/n • 39011 SANTANDER (Cantabria)  
Tlfno: 942 315 515 • Fax: 942 315 517 • [www.idival.org](http://www.idival.org) • e-mails: [eclinicos3@idival.org](mailto:eclinicos3@idival.org) y [eclinicos4@idival.org](mailto:eclinicos4@idival.org)

## 10.2 Anexo II: Entrevista Clínica y personal

### ANEXO II: HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

#### PROTOCOLO RUPTURA DE AQUILES

##### CASO:

Lateralidad	Derecho: 1 Izquierdo: 2
Sexo	Mujer: 1 Hombre: 2
Edad	
Peso (kg)	
Altura (cm)	
Deporte	No: 0 Sí: 1
Diabetes	No: 0 Sí: 1
ADO ( antidiabéticos orales)	No: 0 Sí: 1
Insulina	No: 0 Sí: 1
Enf-inflamatorias intestinales	No: 0 Sí: 1
Quinolonas	No: 0 Sí: 1
Corticoides orales	No: 0 Sí: 1
Infiltraciones-locales	No: 0 Sí: 1
Enf-vascular periféricas	No: 0 Sí: 1
Antiagregantes	No: 0 Sí: 1
Anticoagulantes	No: 0 Sí: 1
Mecanismo-producción atraumático: 3	caída: 1 practicando deporte: 2
Tiempo- IQ (Tiempo en días hasta IQ)	
Tiempo-quirúrgico (minutos)	
Tipo-anestesia	Local:1 Raquianestesia:2 General:3 Regional ciático:4
Regional poplíteo:5	
Anestésico: mepivacaína: 1; bupivacaína isobara:2; bupivacaína hiperbara:3; levobupivacaína:4; anestésicos para anestesia general:5; mepivacaína y levobupivacaína :6	
Cantidad-anestésico (mg)	
Isquemia	No: 0 Sí: 1
Tiempo-isquemia (minutos)	
Tiempo-ingreso-postcirugía (días)	
Inmovilización-equino (semanas)	
Tiempo-inmovilización-total (semanas)	
Tiempo-carga (semanas)	
Sesiones-RH (número)	
Complicaciones cutáneas	No:0; Sí solo curas:1; Sí con colgajo rotacional:2; Sí con colgajo libre:3; Sí con injerto libre piel:4; Colgajo rotacional más Flexor longus hallux: 5
Infección-local	No:0 Sí, antibiótico oral:1 Sí, antibiótico endovenoso:2
Lesión nervio sural	No: 0 Sí: 1
Tiempo-AINES (días)	
Incorporación-trabajo	No:0 Sí:1 No trabaja:3
Tiempo-hasta-trabajo (meses)	
Incorporación-deporte	No:0 Sí, al mismo deporte:1 Sí, deporte diferente:2 No hacia deporte:3
Tiempo-incorporación-deporte (meses)	
Tratamiento con Heparina	No: 0 Sí: 1
Tiempo-heparina (días)	
Diámetro-gemelo IQ (cm)	

Diámetro-gemelo-no IQ (cm)	
Diámetro- tobillo IQ ( cm)	
Diámetro-tobillo no IQ ( cm)	
Ecografía-pre-IQ	No: 0 Sí: 1
RNM-año	No: 0 Sí: 1
AOFAS-año	
Técnica-quirúrgica	Abierto: 0 Percutáneo: 1
PRP (plasma rico en plaquetas)	
No: 0 Sí: 1	
Cambio deporte	No: 0 Sí: 1 No hacía deporte:
2	
Distancia-rotura-eco (cm)	
Gap-fd flexión dorsal (cm)	
Gap-fp flexión plantar (cm)	
Tendinosis	No: 0 Sí: 1 No consta: 2
Re-rotura	No: 0 Sí antes de 3meses: 1 Entre 3 meses y 1 año : 2 Más de 1 año: 3

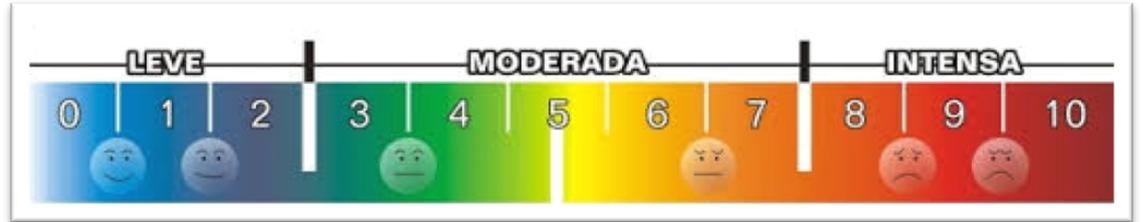
## 10.3 Anexo III: Escala clínico-funcional AOFAS

### ANEXO III: Escala clínico-funcional AOFAS

Tabla 1. Escala de Kitaoka (AOFAS)

Escala de Kitaoka (AOFAS)	Puntuación
<b>A) Dolor</b>	<b>40 puntos</b>
<i>Ninguno</i>	40
<i>Ocasional</i>	30
<i>Moderado, diario</i>	20
<i>Severo, casi siempre presente</i>	0
<b>B) Función</b>	<b>45 puntos</b>
<i>1. Actividades</i>	
<i>Sin limitación y sin soportes externos</i>	10
<i>Sin limitación en la vida diaria, pero sí en el deporte y sin soportes externos</i>	7
<i>Limitación en la vida diaria recreativa (precisa muleta)</i>	4
<i>Limitación severa aún con muleta</i>	0
<i>2. Requerimientos del calzado</i>	
<i>Cualquier calzado</i>	5
<i>Solo calzado confortable o uso de plantilla</i>	3
<i>Calzado especial u ortesis</i>	0
<i>3. Caminar (distancia máxima)</i>	
<i>Más de 2 km</i>	10
<i>Entre 1,5 y 2 km</i>	7
<i>Entre 0,5 y 1 km</i>	4
<i>Menos de 350m</i>	0
<i>4. Tipo de terreno para caminar</i>	
<i>Sin dificultad en cualquier terreno</i>	10
<i>Alguna dificultad en terreno desigual y escaleras</i>	5
<i>Dificultad en terreno desigual y escaleras</i>	0
<i>5. Cojera</i>	
<i>Ninguna</i>	10
<i>Evidente</i>	5
<i>Marcada</i>	0
<b>C) Alineación de pie</b>	<b>15 puntos</b>
<i>Buena: pie plantigrado bien alineado</i>	15
<i>Regular: pie de plantigrado con algún grado de desalineación, pero asintomático</i>	8
<i>Mala: pie no plantigrado y sintomático</i>	0
<i>Total</i>	<b>Máximo 100</b>

## 10.4 Anexo IV: Escala Visual-Analógica



## 10.5 Anexo V: Hoja informativa al paciente y consentimiento informado al paciente.

### HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

**TÍTULO DEL ESTUDIO: “ESTUDIO COMPARATIVO DE CIRUGÍA PERCUTÁNEA DEL TENDÓN DE AQUILES ASISTIDA ECOGRÁFICAMENTE CON LA CIRUGÍA ABIERTA CONVENCIONAL EN ROTURAS DE TENDÓN DE AQUILES”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dña Mónica Rubio Lorenzo, FEA  
Traumatología y Cirugía Ortopédica**

**CENTRO: HUMV**

#### **INTRODUCCIÓN**

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente y respeta la normativa vigente.

Nuestra intención es proporcionarle información adecuada y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en el estudio. Para ello lea con atención esta hoja informativa y luego podrá preguntar cualquier duda que le surja relativa al estudio. Además puede consultar con cualquier persona que considere oportuno.

Debe saber que **su participación en este estudio es voluntaria y puede decidir no participar**. En caso de que decida participar en el estudio puede cambiar su decisión y retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico y sin que se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

#### **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

Desde la Unidad de Traumatología del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, se está realizando un estudio relacionado con la cirugía para rotura del tendón de Aquiles.

Concretamente, el objetivo de este estudio es comparar la cirugía de rotura del Tendón de Aquiles por medio de técnica abierta, con la cirugía percutánea (que es la que se está llevando a cabo en la actualidad). De esta forma, se evalúan ambas técnicas y se estudia con cual se logran los mejores resultados, atendiendo al menor número de complicaciones para el paciente y a una mejor relación coste-efectividad.

Al año de la intervención, en la visita de revisión anual se realizará un cuestionario clínico que deberá responder el paciente, y una escala de valoración “AOFAS” (*American Orthopedic Foot and Ankle Society*), y se realizará la medición del perímetro del gemelo y del tobillo de ambas extremidades. La revisión será dirigida por la Dra. Mónica Rubio Lorenzo.

El referido estudio se complementa con una resonancia magnética que se realizará siempre por el mismo facultativo, la Dra. María del Rosario García-Barredo Pérez. El objetivo de ésta prueba de imagen, es valorar la integridad del tendón, la validez de la sutura, la fibrosis residual y la presencia de signos degenerativos tendinósicos.

A usted como paciente solo le supondrá la realización de una resonancia magnética que se llevará cabo al año de la cirugía, el resto de visitas y pruebas complementarias serán las mismas que sino estuviese en el estudio.

Se espera mejorar el conocimiento científico relativo a la cirugía del tendón de Aquiles y puede que otros pacientes se beneficien en el futuro.

Si su médico del estudio considera que seguir participando puede suponer un riesgo para su salud puede retirarle del mismo aún sin su consentimiento.

Todos los datos de carácter personal se tratarán de acuerdo a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y el Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento que la desarrolla.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de forma que no sea posible la identificación del paciente. Sólo el investigador y personas autorizadas relacionadas con el estudio tendrán acceso a dicho código y se comprometen a usar esta información exclusivamente para los fines planteados en el estudio. Los miembros del Comité Ético de Investigación Clínica o Autoridades Sanitarias pueden tener acceso a esta información en cumplimiento de requisitos legales. Se preservará la confidencialidad de estos datos y no podrán ser relacionados con usted, incluso aunque los resultados del estudio sean publicados.

## **DATOS DE CONTACTO**

Si tiene dudas en cualquier momento puede contactar con el médico del estudio

Dr.   Mónica Rubio Lorenzo  

Tfno.            extensión 73183   942202520  

E-mail           monika\_rubio@hotmail.com

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**TÍTULO DEL ESTUDIO: “ESTUDIO COMPARATIVO DE CIRUGÍA PERCUTÁNEA DEL TENDÓN DE AQUILES ASISTIDA ECOGRÁFICAMENTE CON LA CIRUGÍA ABIERTA CONVENCIONAL EN ROTURAS DE TENDÓN DE AQUILES”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dña Mónica Rubio Lorenzo FEA  
Traumatología y Cirugía Ortopédica**

**CENTRO: HUMV**

D./Dña. \_\_\_\_\_  
(Nombre y apellidos del paciente en MAYÚSCULAS)

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

He hablado con el Dr./Dra. \_\_\_\_\_ con quien

he clarificado las posibles dudas.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin dar explicaciones
- Sin que repercuta en mis cuidados médicos

Comprendo que la información personal que apporto será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi participación en el estudio implica autorizar...

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador

Firma del paciente

Fecha

\_\_\_\_\_

—  
(la fecha debe estar cumplimentada de puño y letra por el paciente)

-----

-----

### **REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:**

Yo, D./Dña. \_\_\_\_\_ retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado.

Fecha y firma:

# 11. COMUNICACIONES ORALES Y ESCRITAS EN CONGRESOS A PROPOSITO DE ESTE ESTUDIO





Bilbao, 9 de noviembre de 2016

El Comité Científico del 4º Congreso Conjunto de la Asociación Española de Artroscopia – AEA y la Sociedad Española de la Rodilla- SEROD,

**CERTIFICA QUE:**

El siguiente cartel científico ha sido presentado en el congreso:

**Complicaciones Tras Tenorrafia Abierta Del Tendón De Aquiles, ¿Necesitamos Cambiar La Técnica? A Propósito De Un Caso.**

**Rebeca Garcia Barcenilla, Mónica Rubio Lorenzo, Francisco Cuadrado Abajo, Sara Garcia Gonzalez, Higinio Ayala Fernández, Maria Isabel Pérez Nuñez Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, santander, Cantabria, España**

Miguel Ángel Ruiz Ibán  
Presidente del Comité Científico