

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO ENTRE LA  
CIRUGÍA ABIERTA Y LA MINIMAMENTE INVASIVA EN LAS  
LESIONES AGUDAS DEL TENDÓN DE AQUILES**

PRELIMINARY COMPARATIVE STUDY BETWEEN OPEN AND MINIMALLY INVASIVE  
SURGERY IN ACUTE ACHILLES TENDON INJURIES

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO EN MEDICINA PRESENTADA POR

Álvaro Yurrita Regalado

Directora:

Dra. María Isabel Pérez Núñez

Santander, Junio 2015

**ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO ENTRE LA  
CIRUGÍA ABIERTA Y LA MINIMAMENTE INVASIVA EN LAS  
LESIONES AGUDAS DEL TENDÓN DE AQUILES**

Alumno: Álvaro Yurrita Regalado

Tutora: Dra. M<sup>a</sup> Isabel Pérez Núñez

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Pérez Núñez, porque sin su ayuda inestimable este trabajo no hubiera sido posible.

A Diana Salas y Mario Fernández, compañeros de la Escuela Universitaria Gimbernat, por su colaboración a la hora de diseñar el estudio estadístico.

A todo el Servicio de Traumatología y Ortopedia, especialmente a la Dra. Mónica Rubio Lorenzo, porque han desarrollado el trabajo necesario para poder llevar a cabo este estudio.

# **ÍNDICE**

<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>2. Hipótesis</b>	<b>22</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>22</b>
<b>4. Justificación</b>	<b>22</b>
<b>5. Material y métodos</b>	<b>23</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>26</b>
<b>7. Discusión</b>	<b>31</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>33</b>
<b>9. Financiación</b>	<b>33</b>
<b>10. Consideraciones éticas</b>	<b>33</b>
<b>11. Anexos</b>	<b>34</b>
<b>12. Bibliografía</b>	<b>38</b>

## **ABREVIATURAS**

*RNM: Resonancia Nuclear Magnética.*

*HUMV: Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.*

*AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society*

*ECO: Ecografía.*

*SECOT: Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*

*AOFAS: American Orthopedic Foot and Ankle Society*

## **RESUMEN**

### **INTRODUCCIÓN:**

El tendón de Aquiles es el tendón que con más frecuencia se rompe del cuerpo humano presentando esta rotura una etiología multifactorial. Pese a ser la tendinopatía más común, no existe un consenso actualmente en cuanto al tratamiento más óptimo. Este estudio preliminar pretende analizar los resultados de las dos principales técnicas quirúrgicas para el tratamiento de las roturas de Aquiles.

### **MATERIAL Y MÉTODOS:**

25 pacientes con rotura de tendón de Aquiles distribuidos en dos grupos: Grupo I: 20 pacientes (17 hombres, 3 mujeres) intervenidos mediante cirugía abierta entre enero de 2013 y Junio de 2014 y Grupo II: 5 pacientes (4 hombres, 1 mujer) intervenidos mediante cirugía percutánea entre Junio de 2014 y Diciembre de 2014. Se analizaron y compararon estadísticamente las distintas variables en los dos grupos (cohortes) comparando los resultados clínicos-radiológicos con las dos vías de abordaje y analizando las diferencias entre ellas. La evaluación funcional se realizó mediante la escala AOFAS.

### **RESULTADOS:**

La edad media del grupo de cirugía abierta fue de 49.7 años y la del grupo de cirugía percutánea de 43.4 años. En la realización del estudio se obtienen diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) en cuanto a tiempo de recuperación y tiempo de incorporación al trabajo, siendo ambas menores en el caso de emplear la técnica quirúrgica percutánea. El tiempo que los pacientes están ingresados en el hospital tras la intervención quirúrgica presentan diferencias significativas ( $p = 0.0001$ ) entre ambas técnicas, siendo menor para la cirugía percutánea (0.2 días) al ser una técnica mucho menos invasiva. Además, en nuestro estudio observamos que la incidencia de complicaciones cutáneas y de infección local es menor al emplear cirugía percutánea.

### **CONCLUSIONES:**

Los pacientes sometidos a cirugía percutánea presentan menor tiempo de incorporación al trabajo, así como, resultados estadísticamente significativos en los aspectos referidos al tiempo quirúrgico y a la estancia hospitalaria, siendo estos mucho menores para la reparación percutánea del tendón de Aquiles, respecto a la cirugía abierta.

### **PALABRAS CLAVE:**

Ruptura del tendón de Aquiles, tendinopatía aquilea, cirugía abierta, cirugía percutánea

## 1.-Introducción

Este trabajo, ha sido aprobado por el Comité Ético de investigación Clínica de Cantabria (IDIVAL). Código 2015.006, con fecha 13 de Febrero del 2015 y es el estudio preliminar de la futura tesis doctoral de la Dra. Mónica Rubio Lorenzo, cuya directora es la Dra. M<sup>a</sup> Isabel Pérez Núñez. (Anexo I)

### 1.-ANATOMÍA

El Aquiles es el tendón más fuerte y de mayor grosor del cuerpo (con una longitud media de 15 cm). Se origina a partir de la confluencia de los músculos gastrocnemio y sóleo, conjunto también conocido como tríceps sural, y se inserta en el calcáneo. La parte del tendón correspondiente al gastrocnemio tiene una longitud entre 11-26 cm y en su comienzo es ancha y plana para redondearse y estrecharse distalmente. Por otro lado la parte correspondiente al sóleo (3-11 cm de longitud) comienza como una banda tendinosa en la parte posterior y se convierte en la superficie anterior del tendón.<sup>1</sup>

La unión miotendinosa es una región altamente especializada que juega un papel muy importante, ya que permite la reducción en la fuerza aplicada por unidad de superficie cuando la fuerza de contracción del músculo se transmite al tendón. La inserción del tendón en el calcáneo está íntimamente relacionada con la bursa retrocalcánea y las fibras de colágeno se insertan dando lugar a la unión osteotendinosa o entesis.<sup>2</sup> La bursa retrocalcánea contiene líquido sinovial que disminuye la fricción entre el tendón de Aquiles y el calcáneo.

El tendón de Aquiles se encuentra rodeado de una estructura de tejido conectivo laxo denominada paratenon, y unida al propio tejido del tendón encontramos una vaina de tejido conectivo fino denominada epitenon. Esto contrasta con otros tendones de menor tamaño, como los de la mano, rodeados por un tejido conectivo más denso, la vaina sinovial.<sup>3</sup>

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. 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.

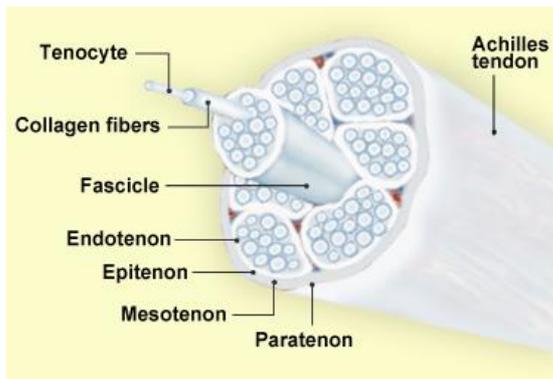


Figura 1: Estructura fibra tendinosa. Mendmeshop.com

Es importante el hecho de que las fibras del tendón de Aquiles sufren una rotación externa de aproximadamente 90° antes de insertarse en la tuberosidad posterior del calcáneo de manera que las fibras procedentes del sóleo se insertan medialmente y las de los gastrocnemios lateralmente, se especula que esta rotación produce un aumento de la tensión en la parte media del tendón.<sup>1</sup>

### Vascularización

El aporte sanguíneo al tendón de Aquiles ha sido fruto de investigación por parte de muchos estudios.<sup>4</sup> Ramas de la arteria tibial posterior y de la arteria peroneal se encargan de su vascularización y se identifican tres regiones en las que el tendón recibe el aporte sanguíneo: (1) la unión musculotendinosa, (2) el tendón propiamente dicho, y (3) la unión del tendón al hueso (entesis). Los vasos que se originan entre los gastrocnemios y el sóleo vascularizan la unión musculotendinosa. Los vasos sanguíneos que irrigan el tendón y la entesis se originan en un plexo arterial situado en la parte posterior del calcáneo.

La arteria tibial posterior desciende paralelamente al tendón de Aquiles dando ramas vasculares en número de 3 a 7 que alcanzan el borde interno del tendón y se distribuyen por la cara dorsal del paratenon. La arteria peronea desciende de manera más profunda dando una serie de ramos vasculares para los músculos gastrocnemios, 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 parte posterior del tendón, dando lugar a un amplio plexo arterial. Arteria tibial posterior y arteria 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.

El tendón 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. Diversos análisis histológicos han demostrado que el grado de vascularización varía a lo largo del tendón siendo ésta menor en la parte media, a 2-6 cm de su inserción en el calcáneo.<sup>5</sup> Esto conlleva a un déficit en la reparación del tendón tras un trauma, lo que lleva a un mayor debilitamiento del tendón.

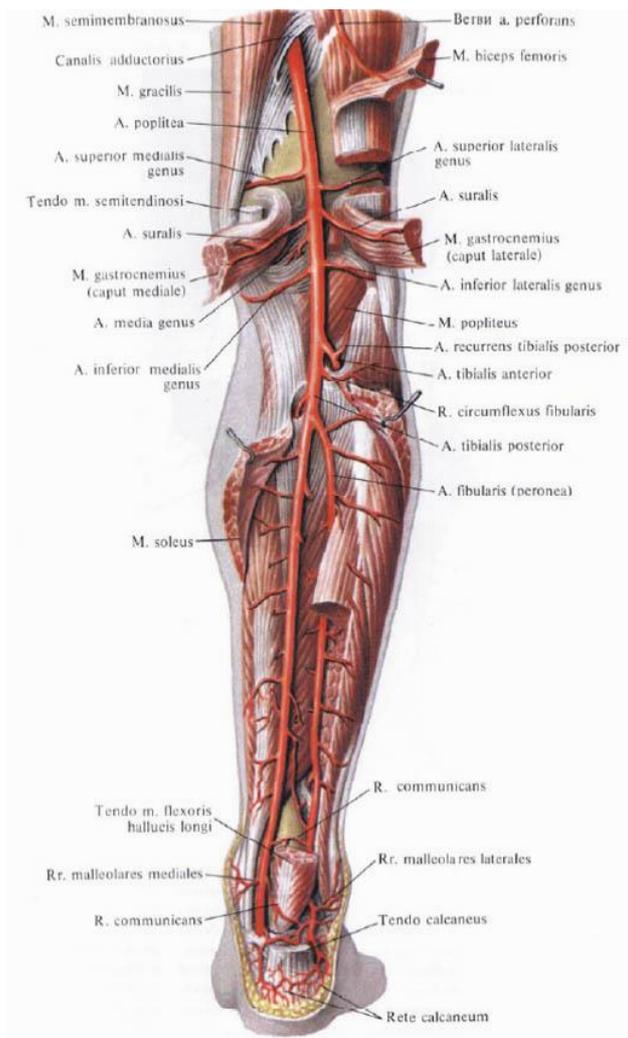


Figura 2. Vascularización tendón de Aquiles. Meduniver.com

### Inervación

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.<sup>6</sup> 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

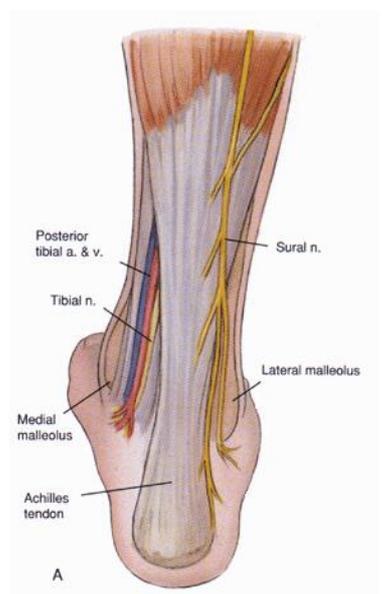


Figura 3. Inervación tendón de Aquiles: Fuente: Ecografía diagnóstica en tobillo y pie. I. Korta

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

### Estructura

Las fibras de colágeno se agregan formando haces de fibras que definirán la estructura del tendón. Estos haces de fibras son capaces de moverse los unos respecto a los otros (pseudoeslasticidad) pero 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.

Los tendones del cuerpo humano están constituidos por tres tipos de proteínas: (1) colágeno, (2) elastina y otros componentes de la matriz extracelular (proteínas no colagénicas) y (3) glicosaminoglicanos

Alrededor del 70-80% del peso en seco del tendón corresponde a colágeno, un 1% 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.<sup>7</sup>

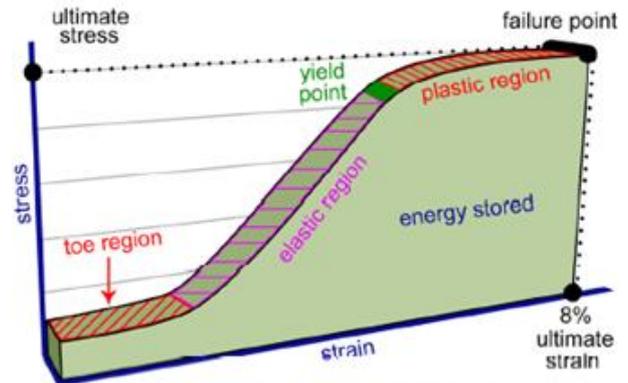
Cuanto mayor es la capacidad de retener agua (gracias a proteoglicanos), la resistencia del tendón ante esfuerzos compresivos y descompresivos es mayor. Puesto que el tendón tiene una escasa vascularización, la matriz tiene una alta viscosidad, no sólo para proporcionar soporte estructural, sino también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

El paratenon contiene principalmente dos tipos de colágeno, tipo I y tipo III. El tendón propiamente dicho está constituido principalmente por colágeno tipo I (95%). Hay también colágeno tipo III, principalmente en el Endotenon, así como 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. El componente principal de la unión miotendinosa es también el colágeno tipo I.<sup>8</sup>

### Biomecánica

Todos los tendones transfieren energía del músculo al hueso, sin embargo los picos de estrés a los que es sometido el tendón dependen de su localización anatómica. En los tendones de las extremidades de los mamíferos adultos estos picos oscilan entre 10-70 MPa (Megapascasles). El tendón de Aquiles humano tiene un pico máximo de 67 MPa debido a su capacidad para actuar como un resorte que almacena energía durante la locomoción.<sup>9</sup> La alta incidencia de lesiones del tendón de Aquiles se debe a esta sobrecarga mecánica a la que es sometida el tendón durante la actividad física, lo que le hace soportar tensiones superiores a cualquier otro tendón del cuerpo humano. Esto explica que sea el tendón más grande.

Cuando los músculos de la pantorrilla se contraen, el tendón de Aquiles responde forzando la flexión plantar del pie. Esta reacción permite la bipedestación, andar, correr y saltar. El tendón de Aquiles soporta el peso de una persona durante la marcha y dependiendo de la velocidad, la zancada, el terreno y el peso añadido que se esté transportando, el Aquiles estará sujeto a unas u otras fuerzas. Se ha demostrado que cuanto más corto es el tiempo que transcurre entre la dorsi- y la plantiflexión, mayor es la elongación que sufre el tendón.<sup>10</sup> Además el trabajo de sobrecarga del tendón aumenta cuanto mayor es la frecuencia de alternancia mencionada. Por tanto la plantiflexión inmediatamente precedida de la dorsiflexión del pie (andar, correr y saltar) hace que el tendón almacene y libere energía en mayor medida en comparación con la flexión plantar aislada. Esto se debe al esfuerzo isométrico que hacen las fibras de los músculos de la pantorrilla cuando se produce la alternancia de dorsiflexión/plantiflexión.



El tendón puede estirarse pero sólo hasta un cierto punto. Cuando supera un 8% se rompe definitivamente<sup>11</sup>

Figura 4. Gráfica de límite elástico tendinoso. Fuente: László G. Józsa, Pekka Kannus. *Human Tendons: Anatomy, Physiology, and Pathology*. 1997

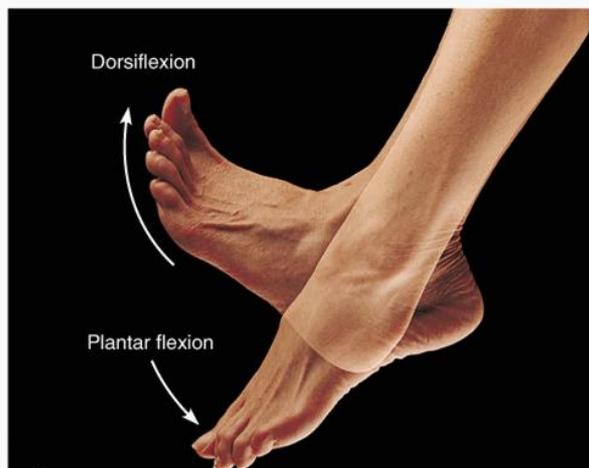


Figura 5. Plantiflexión y dorsiflexión del pie: Fuente: *Structure & Function of the Ankle & Foot*. Mercer County Community College

La sobrecarga excesiva del tendón contribuye a la producción de prostaglandina E2, una sustancia proinflamatoria que contribuye a la degradación del tejido. Cuando los tendones se enfrentan ante cargas más moderadas se produce óxido nítrico con finalidad reparadora.<sup>12</sup>

Diversos estudios hablan del beneficio que tiene el ejercicio físico sobre el tendón de Aquiles.<sup>13</sup> De manera que 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.

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.

Con la edad se producen también alteraciones biomecánicas como pérdida de elasticidad tendinosa y disminución de la capacidad contráctil del músculo.

## 2.- PATOLOGÍA AQUÍLEA

### 2.1.-Tendinopatía aquilea

En los casos de tendinopatía aquilea se describen una serie de hallazgos histopatológicos. Las fibras de colágeno se encuentran desorganizadas y se observa un aumento de sustancia mucoide, principalmente de glicosaminoglicanos, entre los fascículos de colágeno. Los tenocitos aumentan de tamaño y adquieren una forma ovoide con unos núcleos más redondeados. Algunos tenocitos muestran por otro lado un aspecto semejante a los fibroblastos y hay un grado variable de hiper celularidad.<sup>14</sup>

### 2.2.-Ruptura tendinosa

La ruptura del tendón de Aquiles es más común en varones, lo que se explica por la mayor proporción de hombres que practican deporte en comparación con las mujeres, aunque probablemente existen otros factores aún no identificados.<sup>15</sup> 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 ruptura aguda del tendón de Aquiles se produce típicamente en hombres de 30-40 años, que trabajan en profesiones que no requieren gran actividad física y que practican deporte de forma ocasional.<sup>16</sup>

#### 2.2.1.-Etiología

La ruptura 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. Algunas enfermedades pueden predisponer a la ruptura del tendón tras un pequeño traumatismo.

La alternancia ejercicio físico – inactividad estaría implicada en los cambios degenerativos del tendón. El deporte en sujetos poco preparados junto con la actividad diaria, expondría al tendón a un estrés adicional, acumulándose microtraumatismos que, aunque por debajo del umbral de ruptura, estarían contribuyendo a los cambios degenerativos del tendón.<sup>17</sup>

## Corticoides

Los corticoides se administran en una gran variedad de patologías y son un importante factor para la ruptura tendinosa. Estudios en conejos demostraron que, 45 minutos tras la inyección de hidrocortisona en el tendón de Aquiles, éste mostraba necrosis en el lugar de la inyección.<sup>18</sup> Aquellos tendones a los que se les inyectaba corticoides presentaban un retraso en la curación respecto a aquellos a los que se les inyectaba suero salino. Las propiedades analgésicas y antiinflamatorias de los corticoides pueden enmascarar los síntomas de lesión tendinosa, de manera que los pacientes puedan seguir sometiendo a altos niveles de actividad al tendón aun cuando éste se encuentra dañado. Los corticoides interfieren en el proceso de curación, y la inyección intratendinosa produce un debilitamiento del mismo durante 14 días. La ruptura se relaciona directamente con la necrosis del colágeno. Por este motivo, se debe evitar cualquier actividad física excesiva durante al menos dos semanas tras la inyección de corticoides en las vecindades del tendón.<sup>19</sup> Los corticoides administrados por vía oral también son un factor etiológico de la ruptura del tendón de Aquiles.

## Fluoroquinolonas

Antibióticos del grupo de las Fluoroquinolonas están implicados en la etiología de la ruptura del tendón provocando una alteración en la matriz extracelular del tendón. Esta alteración se observa a modo de necrosis de los tenocitos así como en forma de disminución de las fibrillas de colágeno.<sup>20</sup> Por tanto se recomienda que ante el primer signo de dolor o inflamación, los pacientes deberán suspender su tratamiento y dejar en reposo la extremidad afectada hasta que dichos síntomas desaparezcan.

## Hipertermia y ruptura del tendón

La realización de ejercicio a temperaturas muy elevadas (45°C) contribuye a la degeneración del tendón.<sup>21</sup> De la misma manera que el aporte sanguíneo ayuda a refrescar aquellos tejidos sobrecalentados, tejidos como el tendón de Aquiles, con un importante área avascular, son más susceptibles a los efectos perjudiciales de las altas temperaturas.

## Teoría mecánica

El riesgo de ruptura aumenta cuando las fuerzas que soporta el tendón tienen una dirección oblicua, cuando el músculo se encuentra en su límite de contracción, y cuando el tendón antes de iniciar la contracción tiene una longitud corta.<sup>9</sup> Factores como estos se encuentran en movimientos típicos de deportes que requieren impulsarse verticalmente (baloncesto, voleibol, salto de longitud...)

### 2.2.2.-Mecanismo de ruptura

Las rupturas de tendón de Aquiles suelen deberse a tres mecanismos principalmente. (1) Tomar impulso con la parte delantera del pie de apoyo mientras se extiende la rodilla. Es un movimiento típico de las salidas en las carreras de velocidad y en deportes que implican gran cantidad de saltos como el baloncesto o el voleibol. (2) Repentina e inesperada dorsiflexión del tobillo como la que ocurre cuando un sujeto tropieza en un agujero o cae por las escaleras. (3) Dorsiflexión violenta de un pie en flexión plantar como sucede en personas que caen desde cierta altura.

### 2.2.3.-Características patológicas

El término tendinosis hace referencia a diversos procesos patológicos: Degeneración hialina con disminución de la población celular total, degeneración mucoide con metaplasia condroide, degeneración grasa de los tenocitos, infiltración grasa del tendón e incremento de mucopolisacáridos en la matriz extracelular.<sup>22</sup> La ruptura del tendón puede ser consecuencia de cualquiera de estas alteraciones

### 2.2.4.-Proceso de curación tendinosa

Una vez tiene lugar la lesión aguda se desencadena una reacción inflamatoria que tiene como finalidad la curación de la lesión. Esta curación consta de varias fases.<sup>23</sup>

- **Inflamación:** Tras la ruptura aguda, hematíes y células inflamatorias llegan al lugar de la lesión. En las primeras 24 horas, predominan los macrófagos que fagocitan todo el tejido necrótico. Se liberan factores proangiogénicos y quimiotácticos que aumentan la permeabilidad vascular y la angiogénesis, la proliferación fibroblástica y se reclutan a su vez más células inflamatorias. En este momento comienza a sintetizarse colágeno tipo III.
- **Proliferación:** En esta fase tiene lugar el pico de máxima síntesis de colágeno tipo III, que durará varias semanas. La concentración de glicosaminoglicanos y de agua sigue siendo elevada. La máxima proliferación y vascularización local se encuentra a los 28 días desde el inicio del proceso de curación.
- **Remodelado:** Comienza tras el pico de máxima síntesis de colágeno tipo III. Se caracteriza por la progresiva alineación y organización del colágeno en sentido longitudinal. El colágeno tipo III es reabsorbido, siendo remplazado por el tipo I. Se produce una transformación progresiva de tejido fibroso hacia tejido cicatricial durante el primer año tras la ruptura, de esta manera las propiedades biomecánicas del tendón reparado mejoran. A pesar de ello, la resistencia de este tendón no llega a igualar a la del tendón original.

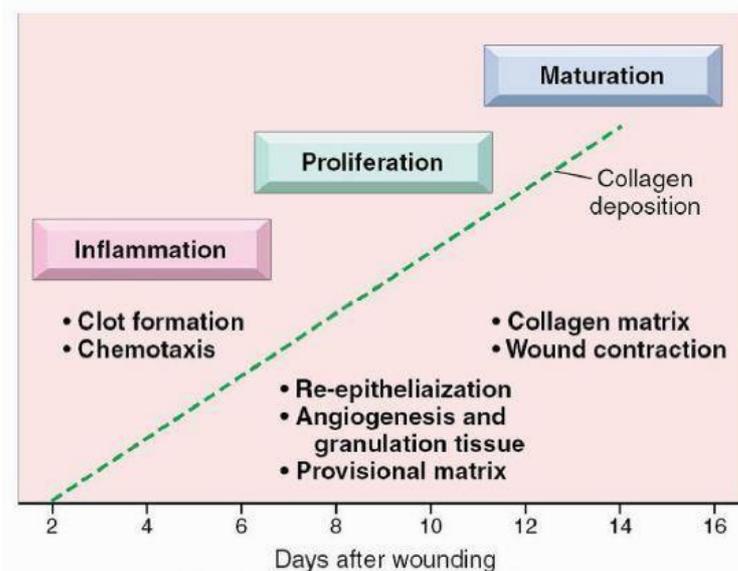


Figura 6. Fases de la lesión tendinosa. Fuente: Riley G. The pathogenesis of tendinopathy. A molecular perspective. Rheumatology 2004.

### 2.2.5 Clínica

Los pacientes que sufren una ruptura de tendón de Aquiles típicamente presentan un dolor agudo en la pierna afectada, y suelen contar que sintieron como si algo les hubiera golpeado o alguien les hubiera dado una patada en la parte posterior de la pierna. Incluso algunos refieren haber escuchado un crujido. A la exploración se objetiva edema difuso y un área de hematoma. A menos que la inflamación sea severa se puede palpar un “hachazo” a lo largo del curso del tendón.

Resulta muy característica a la hora de la exploración de esta lesión el signo de Thompson<sup>24</sup>. Con el paciente tumbado en prono sobre una camilla de la que cuelgue el pie se procede a la compresión de la masa muscular de la pantorrilla. En condiciones normales, tras comprimir los gemelos, el pie realiza una dorsiflexión. En el caso de que el tendón esté roto, no se produce movimiento.



Figura 7: Signo de Thompson. Universidad Autónoma de Guadalajara (MX)



Otra prueba diagnóstica es el Test de flexión de rodilla. Se pide al paciente que se doble la rodilla 90° mientras se encuentra tumbado en decúbito prono sobre la mesa de exploración. Si durante este movimiento el pie lesionado pasa a dorsiflexión o a posición neutral, podemos diagnosticar una rotura de tendón de Aquiles.

Figura 8: Test de Flexión de Rodilla. Universidad Autónoma de Guadalajara (MX)

### 2.2.6.-Exploraciones complementarias

**Radiografía simple:** Las radiografías laterales del tobillo se han usado típicamente para diagnosticar roturas del tendón de Aquiles. El triángulo de Kager es un espacio lleno de grasa delimitado posteriormente por el tendón de Aquiles, anteriormente por la cara posterior de la tibia e inferiormente por la parte superior del calcáneo. Cuando el tendón se rompe, este triángulo pierde su conformación habitual, la parte posterior se acerca al borde anterior de manera que el triángulo disminuye o desaparece. Un estudio (Arner et al) demostró que la deformación del extremo distal del tendón secundaria a una disminución en su tono es el hallazgo radiográfico que con más frecuencia se relaciona con la rotura del tendón.

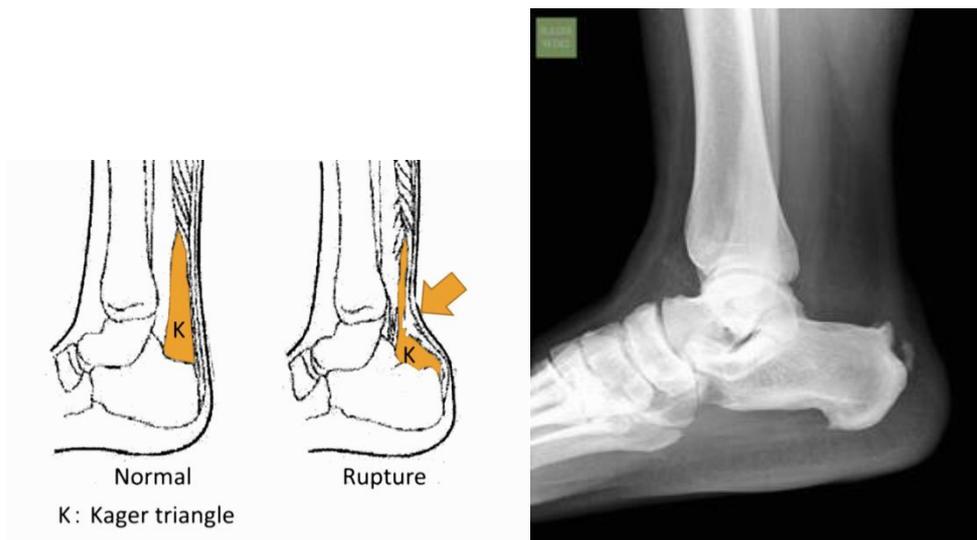


Figura 9: Figura esquemática representando el triángulo de Kager y su disminución en la Rx lateral en una ruptura de tendón de Aquiles. Fuente: Korean Orthopaedic Association

**Ecografía:** La ultrasonografía del tendón de Aquiles permite obtener una imagen dinámica del mismo. La mejor resolución se obtiene con altas frecuencias de entre 7.5-10 MHz. Las fibras tendinosas aparecen como una serie de bandas hiper- e hipocogénicas alternándose entre sí, estando más separadas cuando el tendón se encuentra relajado y más juntas cuando se contrae.<sup>25</sup> La rotura del tendón aparece como una solución de continuidad de bordes gruesos e irregulares. La ecografía es útil también para evaluar las propiedades elásticas del tendón midiendo la distancia entre un punto del tendón y el calcáneo y observando como esta distancia varía según las fuerzas ejercidas por la musculatura de la pierna.<sup>26</sup>

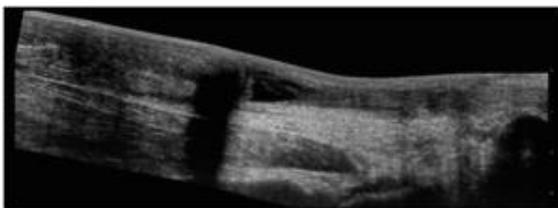


Figura 10: Ecografía en ruptura del tendón de Aquiles. Fuente: Fukashiro, S.; Itoh, M.; Ichinose, Y. 1995

Resonancia Magnética Nuclear: En la RMN el tendón de Aquiles se ve como un área de baja intensidad en todas las secuencias. Cualquier incremento en la intensidad de la señal debe considerarse anormal.<sup>27</sup> Para evaluar posibles rupturas del tendón de Aquiles se utilizan las secuencias T1 y T2 en los planos axial y sagital. En la secuencia T1 se observaría una disminución en la intensidad de la señal en el punto de la rotura. En T2 se vería un aumento de la intensidad a lo que contribuiría el edema y la hemorragia en el lugar de la lesión.<sup>28</sup>

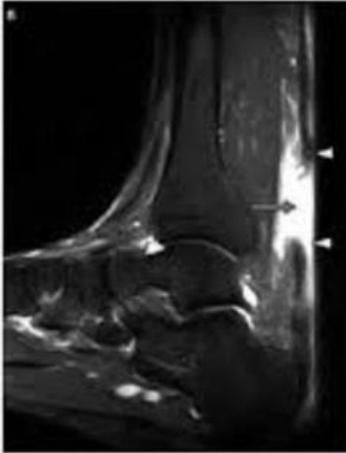


Figura 11: RMN en T2 en la ruptura del tendón de Aquiles. Fuente: Deutsch, A. L., and Mink, J. H

### 2.2.7.-Tratamiento

La cirugía es el mejor método para una recuperación completa de la fuerza, la potencia y la resistencia del tendón. Una actitud conservadora lleva asociada un mayor riesgo de recaídas y una mayor lentitud en la recuperación, aunque puede ser de indicación en pacientes mayores con alto riesgo quirúrgico o en quienes rechazan la cirugía.

En general la elección del tratamiento quirúrgico depende del tamaño de la lesión (Clasificación de Myerson)<sup>29</sup>

Tipo I: La lesión mide como máximo 1-2 cm de longitud. La intervención consiste en una reparación término-terminal + fasciotomía del compartimento posterior.

Tipo II: La lesión mide de 2 a 5 cm de longitud. Se trata con una técnica de alargamiento V-Y con colgajos rebatidos. Se puede reforzar con plastia tendinosa.

Tipo III: Si mide más de 5 cm. Se debe hacer una transferencia tendinosa que puede ser con o sin plastia de alargamiento.

Los injertos que se emplean en la cirugía del tendón de Aquiles son los siguientes: tendón peroneo lateral corto, flexor largo de los dedos, flexor largo del primer dedo del pie, recto interno del muslo, fascia lata. Con aloinjertos se han obtenido buenos resultados. Los injertos tendinosos evitan las complicaciones de la transferencia tendinosa pero aumentan la probabilidad de infección.<sup>30</sup>

## Cirugía abierta

Las técnicas de cirugía abierta empleadas en la reparación del tendón de Aquiles van desde la sutura termino-terminal del tendón, hasta otras técnicas más complejas como el refuerzo de la fascia tendinosa o el empleo de injertos.<sup>31</sup> Están asociadas generalmente con una alta frecuencia de complicaciones. La sutura termino-terminal, que puede hacerse con anestesia local, ha sufrido modificaciones como el empleo del injerto Dacron. El uso de este tipo de injerto ha demostrado que estimula el crecimiento de tejido fibroso y facilita la aproximación de los bordes de la herida, disminuyendo la tensión de la misma. Sin embargo el estímulo tensional favorecería la maduración de las fibras de colágeno, por tanto la falta de tensión en el área de la lesión no sería considerada una ventaja.<sup>32</sup>

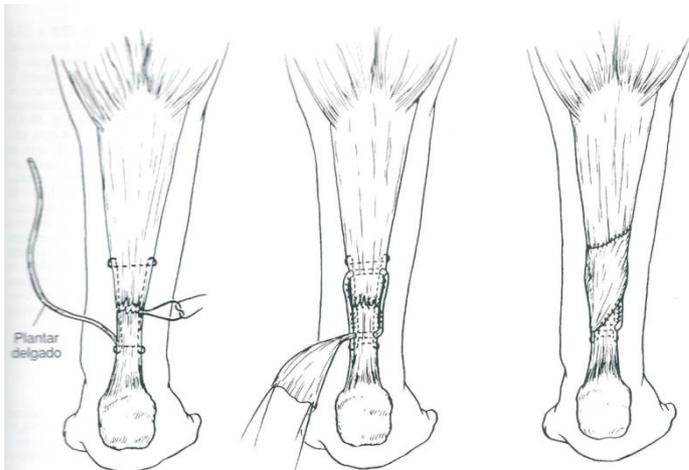


Figura 12: Diferentes Técnicas para la reparación del tendón de Aquiles. Campbell. Cirugía Ortopédica Trastornos Traumáticos. 8th Ed. 1992. Tomo 3.

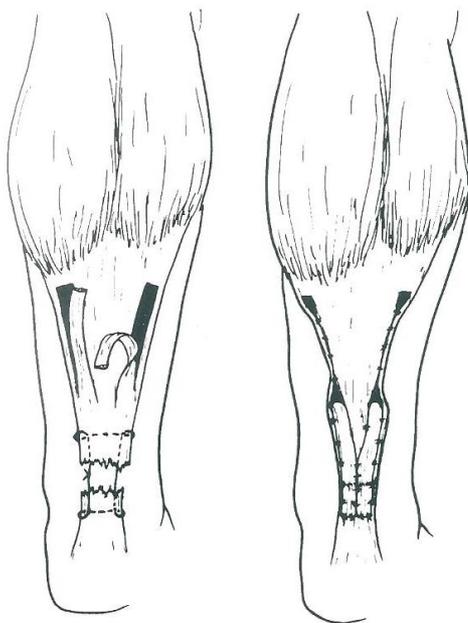
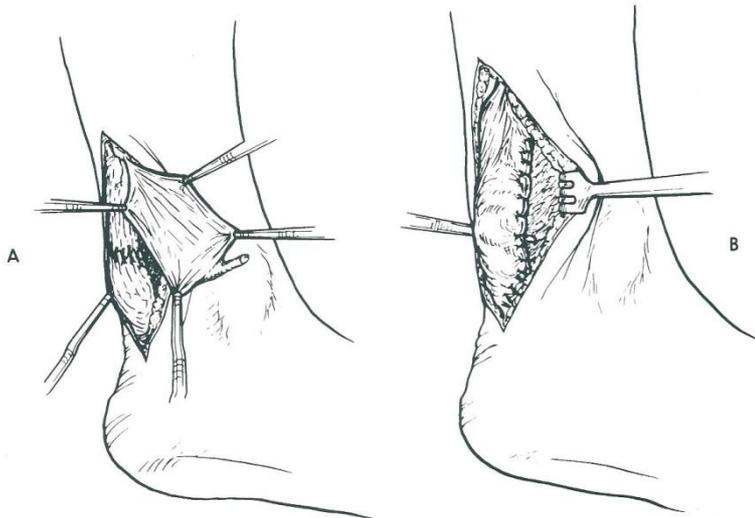


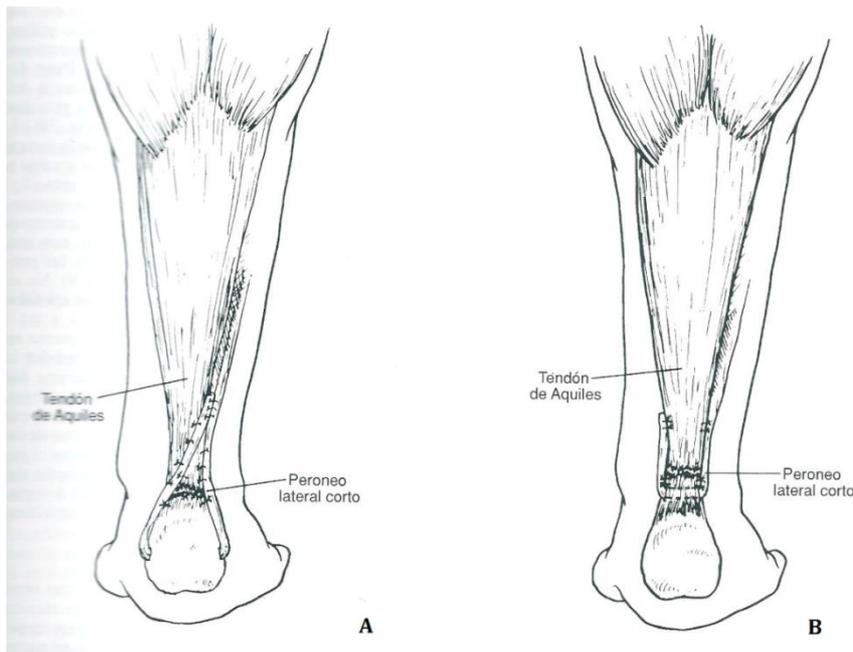
Figura 13: Técnica de Lindholm para la reparación de las rupturas del tendón de Aquiles. Campbell. Cirugía Ortopédica. Trastornos Traumáticos. 8th Ed. 1992. Tomo 3.



**A.** Se ha suturado el tendón roto y se ha seccionado el tendón del plantar delgado en su parte distal para ser desplegado y formar una membrana.

**B.** Se ha aplicado el tendón plantar desplegado sobre la reparación del tendón de Aquiles y fijado con puntos de sutura.

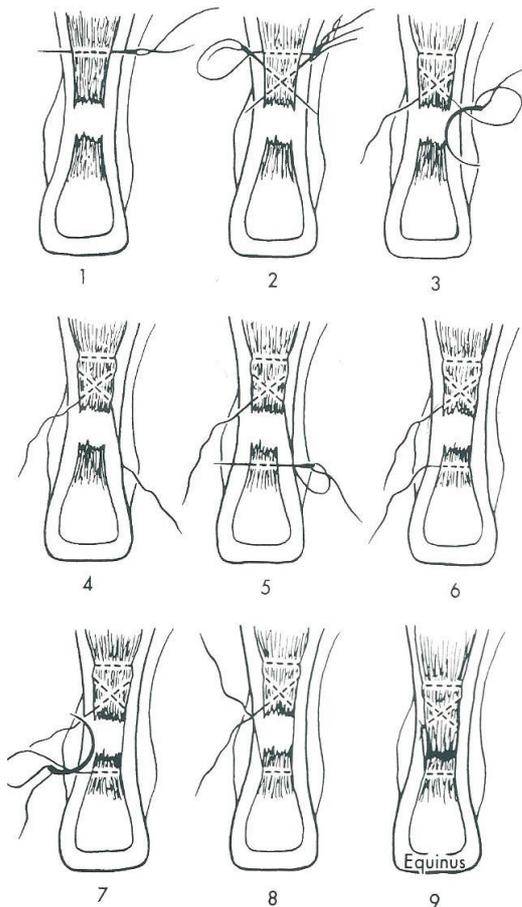
Figura 14: Técnica de Lynn para la reparación de la ruptura fresca del tendón de Aquiles. Campbell. Cirugía Ortopédica. Trastornos Traumáticos. 8th Ed. 1992.Tomo 3.



**A.** Sutura dinámica realizada sobre sí mismo con un asa de tendón de peroneo corto que se utiliza cuando la sutura término-terminal no es posible.

**B.** Modificación de Turco y Spinella. El peroneo corto se pasa a través de una hendidura mediocoronal ubicada en el muñón distal del tendón de Aquiles y es suturado al muñón y al tendón.

Figura 15: Diferentes tipos de sutura Campbell. Cirugía Ortopédica. Trastornos Traumáticos. 8th Ed. 1992.Tomo 3.



1. Con una aguja recta colocada en cada extremo de la sutura, proceda a su cruce dentro del cuerpo del tendón para que después de cruzarse entre ellas en el cuerpo mismo del tendón, atraviesen la piel distal a la zona de la ruptura tendinosa: agrande el sitio de la punción con un bisturí.

2. Traccione de la sutura en forma completa a través de las heridas cutáneas; acomode las suturas dentro de la parte proximal del tendón roto. Con la sutura lateral ahora enhebrada en una aguja curva cortante, pásela a través de la herida cutánea para salir cerca de la parte media del muñón distal del tendón roto y sobre su borde lateral.

3. Agrande el orificio con un bisturí antes de traccionar de la sutura. De nuevo utilice una pinza hemostática para liberar el tejido subcutáneo de la vaina tendinosa subyacente.

4. Con una aguja recta, pase la sutura lateral a través del cuerpo del muñón distal del tendón; agrande la punción en la piel de la misma forma antes descrita.

5 y 6. Con una aguja curva cortante pase la sutura desde la herida más distal sobre el lado medial y salga a la herida medial en la parte interna del tendón roto.

7. con el tobillo mantenido en equino, aplique tensión a la sutura cruzada y junte los extremos del tendón; anude la sutura en esta posición y, con una pinza hemostática pequeña sumerja el nudo en las profundidades de la herida.

8 y 9. No es necesario efectuar la sutura de la piel. Aplique apósitos estériles sobre las heridas.

Figura 16: Técnica de Ma y Griffith para la reparación percutánea de las rupturas agudas cerradas del tendón de Aquiles. Cirugía Ortopédica. Trastornos Traumáticos. 8th Ed. 1992.Tomo 3.

Después de la intervención, la pierna es inmovilizada mediante un yeso durante 4-6 semanas. Algunos cirujanos apuestan por el uso de una férula después de unos días de inmovilización con escayola.<sup>33</sup> Esta férula permite la flexión plantar pero no la dorsiflexión y está diseñada para evitar la atrofia del tríceps sural. Se debe evitar que la extremidad afectada soporte carga inmediatamente después de la cirugía abierta.

Existe una gran controversia en cuanto al empleo de la cirugía abierta para el tratamiento de las roturas subcutáneas del tendón, ya que algunos profesionales hablan de una gran incidencia de complicaciones con el uso de esta técnica y otros de una baja incidencia y un bajo porcentaje de re-roturas.

#### Cirugía percutánea ecoguiada<sup>34</sup>

La primera medida a realizar debe ser la localización mediante ecografía del punto que presenta un mayor grado de engrosamiento. Posteriormente tras la aplicación de una solución antiséptica se anestesia localmente la piel y el tejido celular subcutáneo de la zona con 10 ml Lidocaína 1%. Inyectando también entre el tendón y el Paratenon para deshacer las posibles adherencias.

De forma ecoguiada se introduce, paralelamente a la dirección de las fibras tendinosas, una hoja de bisturí en la zona central intentando penetrar en el tendón. En

este momento se fuerza una flexión plantar del tobillo y se repite el proceso desplazando el bisturí 45 grados medial y lateralmente respecto a la primera incisión. Finalmente tras realizar una dorsiflexión pasiva y girando el bisturí 180 grados se vuelve a repetir el proceso. Pueden realizarse un total de cinco incisiones.

Durante el postoperatorio los pacientes operados mediante esta técnica soportan carga, el yeso se retira tras dos semanas (Si llevase) y comenzarán las sesiones de rehabilitación.

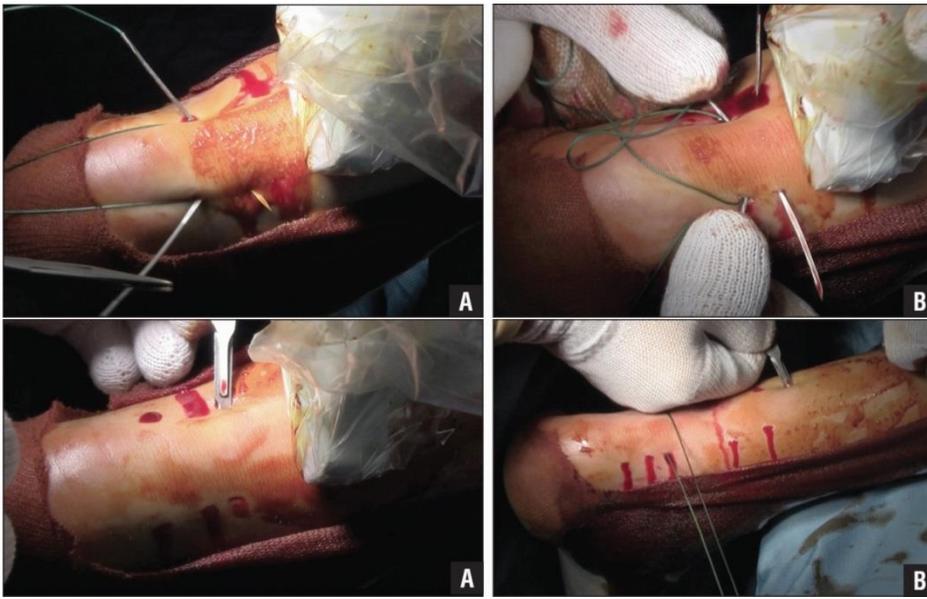


Figura 17: Imágenes relativas a intervención percutánea de Aquiles. Fuente: Intraoperative Ultrasound Assistance for Percutaneous Repair of the Acute Achilles Tendon Rupture. Giannetti. S. 2014

#### 2.2.8.- Complicaciones:

##### Complicaciones a corto plazo:

*Complicaciones de la herida:* Ocurre con mayor frecuencia en las técnicas de cirugía abierta con una tasa del 10%. Dentro de este grupo de complicaciones encontramos la necrosis de los bordes de la herida, los hematomas, la infección superficial de la herida y los queloides.

*Infección de la herida quirúrgica:* Esta puede ser tanto superficial como profunda.

##### Complicaciones a largo plazo:

*Dolor persistente:* Con una incidencia de entre el 0% al 15% de los casos. En la mayoría de los casos se debe a una incompleta resección del tendón dañado o la falta de refuerzos en el mismo. En algunas ocasiones se encuentra dañado el nervio sural

*Pérdida de fuerza de la flexión plantar del dedo gordo:* Se trata de una complicación poco frecuente pero que ha de ser tenida en cuenta ya que tras la cirugía puede quedar comprometida la fuerza de presión del dedo gordo contra el suelo.

## **2.- HIPÓTESIS**

¿La técnica percutánea asistida con ecografía presenta mejores resultados que la cirugía abierta en lesiones agudas del tendón de Aquiles?

## **3.- OBJETIVOS:**

La incidencia de roturas de tendón de Aquiles ha aumentado considerablemente en las últimas dos décadas así como las técnicas de tratamiento, así encontramos tanto técnicas de cirugía abierta como otras técnicas mínimamente invasivas sin existir una clara preferencia por una de ellas. Así este estudio tiene como objetivo evaluar las diferencias que existen entre la cirugía abierta y la cirugía percutánea en las roturas de Aquiles.

### **Objetivo principal**

-Evaluar los resultados clínicos-radiológicos en pacientes con ruptura del tendón de Aquiles tratados quirúrgicamente en la Unidad de Traumatología del HUMV.

### **Objetivos secundarios**

1. Evaluar si existen diferencias clínico-funcionales entre los pacientes sometidos a cirugía abierta y los pacientes sometidos a cirugía percutánea a medio-largo plazo.
2. Evaluar las complicaciones de partes blandas derivadas de los dos tipos de tratamiento.
3. Evaluar la incorporación a su actividad previa y trabajo.
4. Evaluar el tiempo quirúrgico y tiempo de estancia hospitalaria

## **4.-JUSTIFICACIÓN**

El tendón de Aquiles es el tendón que con más frecuencia se rompe del cuerpo humano y su etiología todavía es pobremente conocida. La lesión se suele producir por un esfuerzo agudo, y el lugar afectado suele estar a 3-6 centímetros por encima de la tuberosidad del calcáneo en la región libre del tendón donde sufre un estrechamiento y la vascularización está más comprometida sobre todo en la región posterior del tendón.

Suele tratarse de pacientes varones entre los 30 y los 50 años aunque actualmente y debido al aumento de la esperanza y calidad de vida, junto con la actividad deportiva,

hacen que el rango de edad aumente y con ello también los pacientes con patología asociada tal como diabetes, arteriopatías periféricas, insuficiencias venosas etc.

Junto a estos factores predisponentes ha de ocurrir un traumatismo, la mayoría de la veces indirecto en flexión plantar con la rodilla, en extensión o bien por una dorsiflexión forzada con el pie en posición neutra. Se sobrepasa la fase elástica del tendón que supera su capacidad de elongación (módulo de Young) y se rompe.

Con todo esto y a pesar de la extensa bibliografía todavía no está claro cuál es el tratamiento más óptimo.

## 5.-MATERIAL Y MÉTODOS

Para la recogida de información contenida en estudios previos, ha sido necesaria la investigación en bases de datos *online* que incluyen PubMed, MEDLINE, Cochrane, así como otros recursos como el sitio web de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT), acerca de la cirugía de las fracturas de calcáneo, con las palabras clave “achilles tendinopathy” “tendinosis” “tendon histology” “biomechanic” “achilles surgery” “achilles open surgery” “achilles percutaneous surgery”

Se procede a la recogida de datos de los pacientes intervenidos desde Enero 2013 a Diciembre 2014. (ANEXO II: Hoja de recogida de datos)

Se plantea un estudio observacional en pacientes intervenidos de ruptura de tendón de Aquiles, de los que se recogen retrospectivamente datos clínicos- radiológicos de las historias clínicas y se les solicita que contesten el cuestionario AOFAS, escala de la *American Orthopaedic Foot and Ankle Society* (para valorar la evolución clínica), previa firma del consentimiento informado. Dicho cuestionario se pasa en la consulta de traumatología, a los seis meses de la intervención quirúrgica.

Para el presente trabajo se han realizado dos grupos de estudio:

- Grupo I: pacientes intervenidos quirúrgicamente mediante cirugía abierta en el Hospital U. Valdecilla. Unidad de Traumatología (Enero 2013-Junio 2014). Estudio retrospectivo formado por 20 pacientes
- Grupo II: Pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea asistida por ecografía, en el Hospital U. Valdecilla. Unidad de Traumatología (Junio 2014-Diciembre 2014). Estudio prospectivo formado por 5 pacientes.

### Criterios de inclusión

- Pacientes de edad > de 18 años
- Diagnosticados de ruptura aguda del tendón de Aquiles
- Intervenidos quirúrgicamente entre Enero 2013 a Diciembre 2014
- Que otorguen y firmen el consentimiento informado por escrito y contesten el cuestionario AOFAS.

## **Criterios de exclusión**

- Ruptura de más de 3 semanas de evolución
- Pacientes de más de 75 años
- Utilización de Factores de Crecimiento Plaquetario (PRP)

## **Variables:**

### Variable principal

Porcentaje de pacientes en cada grupo que presentan evolución clínico-radiológica favorable durante el ingreso, al mes, tres meses y a los seis meses tras la intervención quirúrgica.

### Variables secundarias

Porcentaje de pacientes en cada grupo que presentan complicaciones post-cirugía..

Porcentaje de pacientes en cada grupo que se incorporan al trabajo y/o nivel de actividad previo.

## **Parámetros de medida:**

- Edad, sexo, peso, altura, lateralidad, tipo de cirugía, lesión de partes blandas
- Antecedentes personales: fumador, toma de corticoides, diabetes, enfermedades inflamatorias, toma de quinolonas previas, arteriopatía periférica.
- Días desde el accidente al tratamiento quirúrgico.
- Tiempo quirúrgico (en minutos)
- Tipo de anestesia ( general , raquídea , local)
- Tiempo de isquemia (en minutos)
- Complicaciones post-cirugía (infección, complicaciones de partes blandas, lesión del nervio sural y necesidad de cobertura plástica)
- Días de ingreso hospitalario post-cirugía
- Tiempo de descarga desde la intervención quirúrgica.
- Tiempo de inmovilización
- Tiempo de rehabilitación.
- Tiempo de incorporación a su actividad previa
- Tiempo de incorporación a su trabajo
- Tiempo de incorporación a actividad deportiva
- Escala AOFAS (evalúa función, dolor y alineación del retropié) : Escala **AOFAS** (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*), que valora la presencia de dolor, la función existente y la alineación del pie posteriormente a la cirugía. El dolor se puntúa de forma descendente desde 40 puntos, la función se puntúa de 45 puntos hasta 0 y la alineación del pie de 15 a 0 puntos. Por tanto, la máxima puntuación es de 100 puntos, e indicará buena evolución postoperatoria, y la mínima se sitúa en 0 puntos, siendo indicadora de una mala evolución tras la cirugía (ANEXO III).

- Diámetro de masa gemelar medida a 4 centímetros distal a la cabeza del peroné
- Diámetro del tobillo ( inmediatamente medidos por encima de los maléolos del tobillo, en centímetros)

A ambos grupos se les realiza ecografía antes de la cirugía para evaluar la longitud del defecto en flexión plantar y dorsal.

Datos a evaluar de cara a la cicatrización tendinosa.

- Complicaciones inmediatas:
  - Necrosis piel
  - Infección superficial
  - Infección profunda
  - Re-ruptura
  - Necesidad de cobertura plástica
- Complicaciones a medio y largo plazo:
  - Infección tardía
  - Lesión del nervio sural.

Se recogen en la hoja de recogida de datos (ANEXO II)

### **Características de la muestra:**

Los 25 pacientes se distribuyen en dos grupos, un grupo de pacientes sometidos a cirugía abierta, **Grupo I:** formado por 20 personas (17 hombres, 3 mujeres) y otro de pacientes sometidos a cirugía percutánea, **Grupo II:** formado por 5 personas (4 hombres, 1 mujer). La edad media del grupo de cirugía abierta fue de 49.7 años (con una desviación estándar de 14.97) y la del grupo de cirugía percutánea de 43.4 años (con una desviación estándar de 17.39). En cuanto a la rotura del tendón, el mecanismo de producción más frecuente para el grupo de cirugía abierta fue tanto el relacionado con la actividad deportiva como la rotura atraumática. Por otro lado para el grupo de cirugía percutánea los mecanismos más frecuente fueron las caídas y atraumáticas. Todas estas características vienen recogidas en la Tabla I.

	Cirugía abierta (n=20)	Cirugía percutánea (n=5)
<b>Edad</b>	49.70 ( $\sigma=14.97$ )	43.40 ( $\sigma=17.387$ )
<b>Sexo</b>		
Mujer	3	1
Hombre	17	4
<b>Mecanismo</b>		
Desconocido	1	0
Caída	4	2
Deporte	7	1
Atraumático	8	2

**TABLA I:** Descripción de los dos grupos (cirugía abierta y percutánea) según sexo y mecanismo de producción

## 5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tras la obtención de todos los datos, se crearan tablas de contingencia con números absolutos para todas las variables. Todos los cálculos estadísticos se realizaran con el software SPSS 19.0 de análisis estadístico.

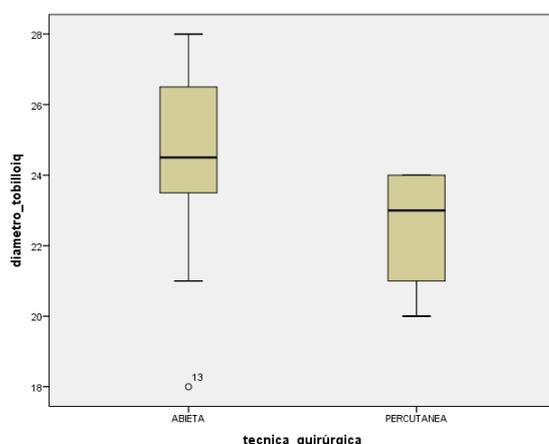
Se analizarán y compararán estadísticamente las distintas variables en los dos grupos (cohortes) comparando los resultados clínicos-radiológicos con las dos vías de abordaje y analizando las diferencias entre ellas. Para el estudio de resultados aplicaremos el test de la U de Mann-Whitney, y el test Exacto de Fisher, para comparar dos variables cualitativas, considerando los resultados estadísticamente significativos si el valor de la “p” es menor que 0.05 para la comparación entre grupos.

## 6.-RESULTADOS

Después de realizar la intervención quirúrgica correspondiente a cada uno de los 25 pacientes que componen nuestra muestra, se observan diferencias en algunos parámetros que recogemos en la tabla siguiente:

	Cirugía abierta		Cirugía percutánea	
	Media	$\sigma$	Media	$\sigma$
<b>AOFAS año</b>	85.05	14.103	95.00	5.000
<b>Diámetro tobillo IQ (cm)</b>	24.55	2.502	22.40	1.817
<b>Diámetro gemelo IQ (cm)</b>	37.55	5.176	37.60	4.037
<b>Tiempo hasta trabajo (meses)</b>	2.80	2.628	1.40	1.342
<b>Sesiones RHB (nº)</b>	26.20	17.295	3.60	8.050
<b>Tiempo ingreso posterior (días)</b>	3.25	4.051	0.20	0.447

**TABLA II:** Resultados del estudio comparativo para los siguientes parámetros: AOFAS al año, diámetro del tobillo y gemelo de la pierna intervenida. Tiempo hasta la incorporación al trabajo, el tiempo de ingreso tras la operación y el nº de sesiones de rehabilitación.



**Figura 18:** Resultados estadísticos en los dos grupos respecto al diámetro del tobillo.

El diámetro del tobillo de la extremidad intervenida quirúrgicamente es algo mayor en el caso de la cirugía abierta (24.55 cm) que en el de la cirugía percutánea (22.40 cm). Esta diferencia es estadísticamente significativa, dado que  $p=0.049$  ( $p<0.05$ ). En cuanto al diámetro gemelar, se observa una ligera diferencia de 5 mm que no resulta estadísticamente significativa ( $p=0.838$ ). (Figura 18)

Al fijarnos en la puntuación en la escala AOFAS al año de la intervención, vemos que en el grupo de cirugía percutánea la media es de 95 puntos, 10 puntos por encima de la puntuación del grupo sometido a cirugía abierta. Aunque estos datos apunten a una mejor recuperación funcional en el grupo sometido a cirugía percutánea, en el análisis estadístico realizado obtenemos una  $p=0.101$ , y por ende, no estadísticamente significativo.

En cuanto al tiempo medio que tarda cada grupo en incorporarse de nuevo a su trabajo, en el grupo de cirugía abierta es de 2.8 meses, mientras que en el de cirugía percutánea es inferior, con una media de 1.4 meses. De todas formas, tras realizar el análisis, vemos que no es estadísticamente significativo, con una  $p=0.949$ .

Si tenemos en cuenta el número de sesiones de rehabilitación que ha necesitado cada grupo, vemos que el grupo de cirugía percutánea apenas ha necesitado rehabilitación con 3.6 sesiones de media por cada paciente, mientras que en el grupo de cirugía abierta este número aumenta hasta alcanzar una media de 26.20 sesiones de media. En este caso, el análisis de los datos revela una  $p=0.007$ , es decir, estadísticamente significativa. Por tanto, podemos afirmar que la cirugía percutánea ofrece a los pacientes una recuperación más sencilla y cómoda al no depender en la misma medida que la cirugía abierta de un profesional rehabilitador.

El tiempo que los pacientes está ingresados en el hospital tras la intervención quirúrgica es lógico que sea mayor en el caso de la cirugía abierta, con una media de 3.25 días de ingreso frente a escasas horas (0.2 días) en el caso de la cirugía percutánea. Al ser una técnica mucho menos invasiva, no requiere los mismos cuidados que la cirugía abierta. Al analizar estos datos obtenemos una  **$p=0.0001$** , es decir, estadísticamente significativa. (Figura 19)

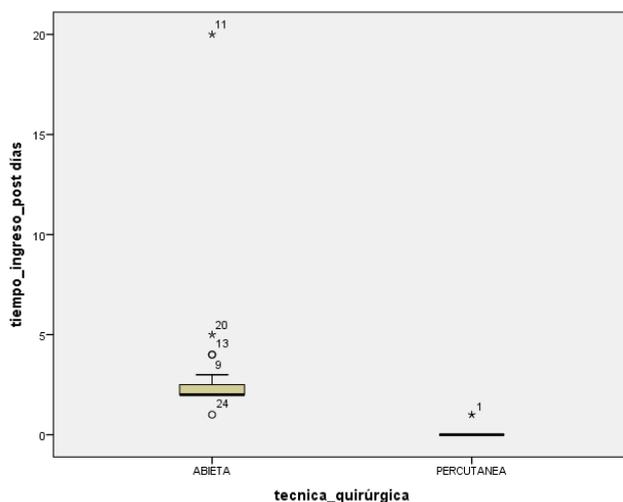


Figura 19: Diferencias estadísticas del tiempo de ingreso entre la cirugía abierta y percutánea

A pesar de no haber obtenido resultados estadísticamente significativos en algunos parámetros, tales como la puntuación en la escala AOFAS o el tiempo medio en incorporarse al trabajo, estos resultados se podrían explicar por haber realizado el estudio con un tamaño muestral reducido (25 pacientes). Si en un estudio posterior se aumenta el tamaño muestral, y por tanto la potencia, es posible que encontremos más diferencias estadísticamente significativas.

### **Complicaciones cutáneas**

En el grupo intervenido mediante cirugía abierta se contabilizaron 5 casos en los que hubo diferentes tipos de complicaciones cutáneas, que precisaron cobertura plástica mientras que en el grupo de cirugía percutánea no hubo ningún caso. Al realizar el análisis estadístico de los datos, obtenemos una  $p= 0.544$ , y por tanto, no estadísticamente significativa.



Figura 20: Paciente de 19 años con infección aguda tras reparación abierta de ruptura de tendón de Aquiles, precisó plastia del flexor hallucis longus y cobertura plástica con colgajo tipo *Propeller*. Buen resultado funcional a los 6 meses. (Cortesía Dr. Higinio Ayala)

### **Infección local**

En el grupo intervenido mediante cirugía percutánea no ha habido ningún paciente con infección local, mientras que en el grupo intervenido mediante cirugía abierta hubo 4 casos con infección, 2 de los cuales necesitaron tratamiento antibiótico oral y los otros 2 tratamiento antibiótico endovenoso, además de limpieza quirúrgica, (estos datos aparecen recogidos en la Tabla III). Aunque estos datos indican que la cirugía percutánea da lugar a una tasa inferior de infección local, el resultado no es estadísticamente significativo, con una  $p=0.668$ . Probablemente al aumentar el tamaño muestral, encontraríamos diferencias estadísticamente significativas en favor de la cirugía percutánea, pero en todo caso, necesitaríamos realizar más estudios.

	Cirugía abierta	Cirugía percutánea
<b>Complicaciones cutáneas</b>		
Sí	5	0
No	15	5
Total	20	5
<b>Infección local</b>		
No	15	5
Sí	4	0
AB oral	2	-
AB iv	2	-
Total	19	5

**TABLA III:** Resultados del estudio para las complicaciones cutáneas y la infección local.

### **Lesión sural**

El nervio sural ha sido dañado en un 10% en el caso de la cirugía abierta y en un 20% en el de cirugía percutánea (tal y como aparece representado en la tabla IV). Aun así, el resultado no es estadísticamente significativo, con una  $p=0.504$ . Dado que la cirugía percutánea solo se ha realizado en 5 pacientes, que en uno de ellos el nervio sural resulte dañado nos hace pensar que pueda haber sido un hecho aislado, y si aumentáramos el tamaño muestral del grupo de cirugía percutánea, estas diferencias observadas se redujeran, e incluso se observara el efecto contrario, es decir, una mayor incidencia de lesión sural en la cirugía percutánea que en la abierta.

### **Incorporación al trabajo**

De las 20 personas que conforman el grupo intervenido mediante cirugía abierta, la mayoría de ellas (12) están trabajando actualmente, hay otras 5 personas que no trabajan y 3 que aún no han podido incorporarse de nuevo a su trabajo. En el grupo intervenido mediante cirugía percutánea la mayoría también están trabajando actualmente (3), mientras 1 persona aún no ha podido incorporarse y la restante no trabaja. Estos datos aparecen recogidos en el apartado correspondiente en la tabla IV.

En resumen, el 60% de los pacientes tanto de un grupo como de otro se encuentran trabajando actualmente, mientras que un 20% (cirugía percutánea) y un 15% (cirugía abierta) aún no han podido volver a su trabajo. Sin embargo, las diferencias observadas no son estadísticamente significativas, con una  $p=0.949$ .

### Incorporación al deporte

Tal y como se muestra en la Tabla IV en el caso de los intervenidos mediante cirugía abierta, la mitad de los pacientes (10) no realizaban deporte, y de los que hacían deporte la gran mayoría han podido continuar con su actividad deportiva habitual, sólo un 5% de ellos han tenido que cesar su actividad. Por otro lado, en el caso de los intervenidos percutáneamente el 40% no realizaba ejercicio alguno y el 60% restante ha podido volver a hacer deporte con normalidad.

De todas formas tras analizar los datos obtenemos una  $P=0.840$ , no estadísticamente significativa.

		Cirugía abierta		Cirugía percutánea	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
<b>Lesión sural</b>					
	No	18	90	4	80
	Sí	2	10	1	20
	<b>Total</b>	<b>20</b>		<b>5</b>	
<b>Incorporación al trabajo</b>					
	No	3	15	1	20
	Sí	12	60	3	60
	No trabaja	5	25	1	20
	<b>Total</b>	<b>20</b>		<b>5</b>	
<b>Incorporación al deporte</b>					
	No	1	5	0	0
	Sí	9	45	3	60
	No hacía deporte	10	50	2	40
	<b>Total</b>	<b>20</b>		<b>5</b>	

% = porcentaje

**TABLA IV.** Resultados del estudio para la lesión del nervio sural, la incorporación al trabajo y la incorporación al deporte.

## 7.-DISCUSIÓN

La cirugía percutánea en la reparación aguda de la ruptura del tendón de Aquiles, está teniendo un notable auge debido a la disminución de complicaciones, tiempo de ingreso, menos tiempo de incapacidad laboral y deportiva y precoz recuperación funcional.

En nuestro estudio valoramos si existen diferencias según la técnica quirúrgica empleada en cuánto al tiempo de incorporación al trabajo. La incorporación al trabajo se produjo tras una media de 85 días (2.8 meses) en el caso de haber realizado cirugía abierta y de 43 días en el caso de la cirugía percutánea. Esta diferencia encontrada, es mayor que la obtenida en otros estudios similares<sup>35</sup>, donde evidenciaban 10 días de diferencia, en favor de la cirugía percutánea.

La puntuación en la escala AOFAS obtenida en nuestro estudio fue más alta en el grupo operado mediante cirugía percutánea (95 puntos) que en el operado mediante cirugía abierta (85 puntos), 10 puntos por encima de la puntuación del grupo sometido a cirugía abierta. Aunque estos datos apunten a una mejor recuperación funcional en el grupo sometido a cirugía percutánea, en el análisis estadístico realizado obtenemos una  $p=0.101$ , y por ende, no estadísticamente significativo, posiblemente por el bajo número muestral. Esta diferencia es similar, aunque algo mayor que la encontrada en un estudio anterior<sup>35</sup>. Todo esto puede ser atribuido a que la cirugía percutánea restaura la dinámica de la unidad músculo-tendón de Aquiles de manera más precoz que la cirugía abierta<sup>36</sup>.

En cuanto a la atrofia muscular, la clave está en el tiempo de inmovilización y en la no necesidad de isquemia en la cirugía percutánea y quizás no tanto en el tipo de cirugía empleada. Un estudio<sup>37</sup> evidenció más de un 10% de atrofia muscular tras 6 semanas de inmovilización, mientras que esta atrofia fue mucho menor cuando hubo movilización postquirúrgica precoz<sup>38</sup>. Además, aunque en nuestro estudio no hayamos encontrado diferencias significativas en el diámetro gemelar comparando ambas técnicas, tal vez por el pequeño tamaño muestral, en otros estudios<sup>39,40</sup> se ha visto una menor atrofia empleando cirugía percutánea.

De las diferentes complicaciones que podemos tener tras la intervención quirúrgica, la rerruptura es quizá la más temida. Ésta suele ocurrir principalmente en las primeras 2-3 semanas tras la cirugía, cuando el paciente comienza a cargar peso en la extremidad operada. En nuestro estudio ninguno de los pacientes sufrió rerruptura del tendón, sin importar el tipo de cirugía empleada. Estos datos coinciden con los hallados en otros estudios publicados<sup>41,42</sup>.

Además, en nuestro estudio observamos que la incidencia de complicaciones cutáneas y de infección local es menor al emplear cirugía percutánea, a pesar de que los resultados no fueron estadísticamente significativos, probablemente por falta de sujetos en el grupo de cirugía percutánea, en otro estudio realizado<sup>41</sup> obtuvieron resultados similares y estadísticamente significativos.

La principal complicación en la cirugía percutánea es la lesión del nervio sural, con una incidencia entre el 0 y el 23% en diferentes estudios<sup>43,44</sup>. En nuestro estudio fue de un 20%, aunque seguramente este dato esté afectado por el reducido número de pacientes que conformaron el grupo de cirugía percutánea.

Diferentes estudios<sup>36,45</sup> concuerdan en que en un 85-100% de los casos, los pacientes pueden volver a hacer deporte con normalidad, con independencia del tipo de deporte realizado. En el estudio que hemos realizado, sólo un 5% de los pacientes sometidos a cirugía abierta no pudo volver a su actividad deportiva, reduciéndose ese porcentaje al 0% en el caso de la cirugía percutánea. También hay que señalar, que en nuestro grupo de pacientes, un elevado porcentaje no realizaba deporte alguno antes de la intervención, y por tanto, no hemos podido valorar este aspecto en ellos.

Sin duda, el punto más destacable de nuestro estudio, es haber encontrado diferencias significativas en cuanto a tiempo de recuperación y tiempo de incorporación al trabajo, siendo ambas mejores en el caso de emplear la técnica quirúrgica percutánea, dejando algo atrás a la clásica cirugía abierta. Sin embargo, en otras variables medidas tales como atrofia muscular, infección local, complicaciones cutáneas, etc. no hemos encontrado las diferencias esperadas, seguramente debido a las limitaciones que presenta este estudio debidas al pequeño número de pacientes que conformaban el grupo de cirugía percutánea.

## **8.-CONCLUSIONES**

El tamaño muestral del estudio nos limita en ciertos parámetros medidos a la hora de hablar de resultados estadísticamente significativos, pero la similitud de gran parte de los resultados con los obtenidos en estudios previos nos permite hablar de tendencias.

De esta manera, los resultados de este estudio apoyan la buena recuperación funcional de los pacientes sometidos a cirugía percutánea basándonos en una mayor valoración funcional en escala AOFAS y un menor tiempo de incorporación al trabajo para el grupo de cirugía percutánea.

Se observa también una menor incidencia de complicaciones cutáneas y de infección local en los casos de cirugía percutánea. La tasa de lesión del nervio sural se asemeja a la de estudios previos, pudiendo estar algo elevada por el tamaño muestral en el grupo percutáneo respecto al abierto. Recomendamos la ecografía asistida para evitar dicha complicación.

Finalmente, el estudio demuestra resultados estadísticamente significativos en los aspectos referidos al tiempo quirúrgico y a la estancia hospitalaria, siendo estos datos mejores en la reparación percutánea del tendón de Aquiles, respecto a la cirugía abierta, lo que conllevaría la reducción en el gasto sanitario.

## **9. FINANCIACIÓN**

Dicho estudio no precisa financiación.

## **10. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El estudio se llevará a cabo de acuerdo con la normativa vigente, la directriz E6 sobre buenas prácticas clínicas de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH) y los principios de la Declaración de Helsinki.

## 11.- ANEXOS

### 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 Ordo s/n • 39011 SANTANDER (Cantabria)  
Teléfono: 942 315 515 • Fax: 942 315 517 • www.idival.org • e-mails: eclinicos3@idival.org y eclinicos4@idival.org

## 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 Si, antibiótico oral:1 Si, 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

### ANEXO III: Escala clínico-funcional AOFAS

Tabla 1. Escala de Kitaoka (AOFAS)

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

## **12. BIBLIOGRAFÍA**

1. Richard L. Drake. A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell. *Gray: Anatomía para estudiantes*. 2ª Ed. Madrid. Elsevier Science; 2010. Págs. 545-551. Cap. 6
2. László G. Józsa, Pekka Kannus. *Human Tendons: Anatomy, Physiology, and Pathology*. JHK. 1997; 1: 148
3. P. Kannus. *Structure of the tendon connective tissue*. 2000; 10(6): 312-20.
4. Steven A Fenwick, Brian L Hazleman and Graham P. Riley. *The vasculature and its role in the damaged and healing tendon*. *Arthritis Res*. 2002; 4(4): 252–260
5. Dr. Haro Cervantes, D. Dr. Rodríguez Baeza, A. *La vascularización del tendón de Aquiles: su importancia en las tendinopatías agudas y crónicas*. AMD. Vol. VI. 1989. Págs. 339-344.
6. Ackermann PW, Li J, Lundeberg T, Kreicbergs A. *Neuronal plasticity in relation to nociception and healing of rat achilles tendon*. *J Orthop Res*. 2002; 21: 432-441.
7. Lieber RL, Friden J. *Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture*. *Muscle Nerve*. 2000; 23(11): 1647-66.
8. Riley G. *The pathogenesis of tendinopathy. A molecular perspective*. *Rheumatology (Oxford)* 2004; 43(2): 131-42.
9. Maganaris, C. N., Paul, J. P. (2004) *Tensile properties of the in vivo human gastrocnemius tendon*. *J Biomech*. 35(12): 1639-1646.
10. Kirkendall DT, Garrett WE. *Function and biomechanics of tendons*. *Scand J Med Sci Sports*. 1997; (2):62-6.
11. László G. Józsa, Pekka Kannus. *Human Tendons: Anatomy, Physiology, and Pathology*. *J Bone Joint Surg Am*. 1999; 81 (1): 148 -148.
12. Flick, J., Devokota, A., Tsuzaki, M., Almekinders, L., Weinhold, P. *Cyclic loading alters biomechanical properties and secretion of PGE2 and NO from tendon explants*. *Clin Biomech*. 2006;21(1): 99-106.
13. Buchanan CI, Marsh RL. *Effects of long-term exercise on the biomechanical properties of the Achilles tendon of guinea fowl*. *J Appl Physiol*. 2001. 90(1): 164-71.
14. Pingel J, Fredberg U, Qvortrup K, Larsen J. *Local biochemical and morphological differences in human Achilles tendinopathy: a case control study*. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2012; 5 (13): 1186.
15. Waterston, S. W.; Squair, J.; Reaper, J. A.; Douglas, A. S.; and Maffulli, N.: *The incidence of Achilles tendon rupture in Scotland*. *Clin J Sport Med*. 1999; 9(3): 157-60.

16. Hattrup, S. J., and Johnson, K. A.: *A review of ruptures of the Achilles tendon.* 1985 *Foot Ankle.* 1985; 6(1): 34-8.
17. Jess Wertz, Melissa Galli and James R. Borchers. *Achilles Tendon Rupture: Risk Assessment for Aerial and Ground Athletes.* *Sports Health.* 2013; 5(5): 407–409.
18. Balasubramaniam, P., and Prathap, K.: *The effect of injection of hydrocortisone into rabbit calcaneal tendons.* *J Bone Joint Surg Br.* 1972; 54(4 ) :729-34.
19. Zubair Khanzada, Ulfin Rethnam, David Widdowson and Ahmed Mirza. *Bilateral spontaneous non-traumatic rupture of the Achilles tendon: a case report.* *J Med Case Reports.* 2011; 5: 263.
20. Wen-Chung Tsai, Yun-Ming Yang. *Fluoroquinolone-associated Tendinopathy.* *Chang Gung Med J.* 2011. 34; 5: 461-467
21. Farris DJ, Trewartha G, McGuigan MP. *Could intra-tendinous hyperthermia during running explain chronic injury of the human Achilles tendon.* *J Biomech.* 2011. 15; 44(5): 822-6.
22. Hayedeh Behzad, Aishwariya Sharma, Rouhollah Mousavizadeh, Alex Lu and Alex Scott. *Mast cells exert pro-inflammatory effects of relevance to the pathophysiology of tendinopathy.* *Arthritis Res Ther.* 2013; 15(6): 184.
23. James R, Kesturu G, Balian G, Chhabra AB. *Tendon: Biology, biomechanics, repair growth.* *J Hand Surg Am.* 2008; 33(1):102-12.
24. Scott, B. W., and Chalabi, A. A.: *How the Simmonds-Thompson test works.* *J Bone Joint Surg Br.* 1992; 74(2): 314-5.
25. Barbolini, G.; Monetti: *Results with high-definition sonography in the evaluation of Achilles tendon.* *J. Sports Traumat.* 1988; 10(4): 225-234.
26. Fukashiro, S.; Itoh, M.; Ichinose, Y.: *Ultrasonography gives directly but noninvasively elastic characteristics of human tendon in vivo.* *European J. Appl. Physiol.* 1995; 71: 555-557.
27. Deutsch, A. L., and Mink, J. H.: *Magnetic resonance imaging of musculoskeletal injuries.* *Radiol. Clin. North America.* 1989; 27: 983-1002.
28. Kabbani, Y. M., and Mayer, D. P.: *Magnetic resonance imaging of tendon pathology about the foot and ankle. Part I. Achilles tendon.* *J. Am. Podiat. Med. Assn.* 1993; 83: 418-420.
29. Dubert T, Voche P, Osman N, Dinh A. *Techniques chirurgicales Orthopedie-Traumatologie.* En: Elsevier (ed). Paris, 2005. 534-578
30. Rodríguez Merchán EC, Fernández González J. *Lesiones tendinosas.* En: Médica Panamericana (ed). *Manual SECOT de Cirugía Ortopédica y Traumatología.* Madrid, 2002; 18-56.

31. Soma, C. A., and Mandelbaum, B. R.: *Repair of acute Achilles tendon ruptures. Orthop. Clin. North America, 1995; 26: 239-247-*
32. Lieberman, J. R.; Lozman, J.; Czajka, J.; and Dougherty, J.: *Repair of Achilles tendon ruptures with Dacron vascular graft. Clin. Orthop. 1988; 234: 204-208,*
33. Sutherland, A., and Maffulli, N.: *Open repair of ruptured Achilles tendon. Orthop. and Traumat. 1998; 10: 50-58,*
34. Maffulli, N. Giuseppe, U. Longo, F.: *Minimally invasive surgery for Achilles tendon pathologies. Open Access J Sports Med. 2010; 1: 95–103.*
35. Jallageas R, Bordes J, Daviet JC, Mabit C, Coste C.: *Evaluation of surgical treatment for ruptured Achilles tendon in 31 athletes. Orthop Traumatol Surg Res. 2013; 99(5): 577-84.*
36. Suchak AA, Spooner C, Reid DC, Jomha NM.: *Postoperative rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures. A Meta-analysis. Clin Orthop Relat Res 2006; 45: 216-21.*
37. Häggmark T, Eriksson E. *Hypotrophy of the soleus muscle in man after achilles tendon rupture. Discussion of findings obtained by computed tomography and morphologic studies. Am J Sports Med. 1979; 7(2): 121-6.*
38. Cetti R, Christensen SE, Ejsted R, Jensen NM, Jorgensen U. *Operative versus nonoperative treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study and review of the literature. Am J Sports Med. 1993; 21(6): 791-9.*
39. Buisson P, et al. *Traitement des ruptures d’Achille selon la technique de ténorrhaphie percutanée. J Traumatol Sport. 1996; 13: 204-11.*
40. Moujtahid M, Kouvalchouk JF. *Le traitement des ruptures récentes du tendón d’Achille: comparaison des résultats du traitement chirurgical, orthopédique et par suture percutanée. Rev Maroc Chir Orthop Traumatol. 2005; 23: 31-5.*
41. Khan RJ, Carey Smith RL. *Surgical interventions for treating acute Achilles tendon ruptures. Cochrane Database Syst Rev. 2010; 9: CD003674.*
42. Merlt P, Jarde O, Tran Van F, Doutrelot P, Vives P. *Ténorrhaphie percutanée pour rupture du tendón d’Achille. Étude de 29 cas. J Traumatol Sport. 1999; 85: 277-85.*
43. Gorchewsky O, Pitzi M, Putz A, Klakow A, Neumann W. *Percutaneous repair of acute Achilles tendon rupture. Foot Ankle Int. 2004; 25: 21-4.*
44. Haji A, Sahai A, Symes A, Vyas JK. *Percutaneous versus open tendon Achilles repair. Foot Ankle Int. 2004; 25: 215-8.*
45. Mukundan C, El Hussein M, Rayan F, Salim J, Budgen A. *Mini open repair of acute tendón Achilles ruptures – the solution? Foot Ankle Surg. 2010; 16: 122-5.*