TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Medicina

COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN FUNCIONAL EN PACIENTES CON ROTURA AGUDA DEL TENDÓN DE AQUILES: CIRUGÍA PERCUTÁNEA VERSUS CIRUGÍA ABIERTA

Nombre del Alumno: Paula Salazar Mendoza

Nombre del Tutor Clínico: Dr. Rafael Rubio Quevedo

Servicio del Tutor: Traumatología y Cirugía Ortopédica

Nombre del Tutor Metodológico: Juan de Mata Donado Campos

Hospital: Hospital Universitario de Getafe

Versión 4.0
Fecha: 27/04/2026

Agradecimientos

A mis padres, Elena y Jorge.
Por la suerte que me ha dado la vida de tenerlos. Por celebrar mis logros como si fueran propios, por confiar en mí y por acompañarme siempre de la mano.
A mi abuela Elena.
Por la ilusión que me transmite ver su cara de orgullo cada vez que habla de su nieta.
A Laura, María, mi tía Marta.
Gracias por acompañarme siempre, por haber formado parte de cada etapa y por ayudarme a ser quien soy hoy.
Y, por supuesto, al Dr. Rafael Rubio y a la Dra. Ana Santamaría.
Por tener la suerte de contar con su apoyo durante la realización de este trabajo y por enseñarme una especialidad tan bonita como la Traumatología.

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE 4
ABSTRACT AND KEY WORDS 5
INTRODUCCIÓN 6
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 8
MATERIAL Y MÉTODOS 10
1. Diseño 10
2. Ámbito y Población de estudio 10
3. Tamaño muestral 10
4. Método de recogida de las variables 11
5. Selección y definición de las variables 12
6. Análisis Estadístico 12
6.1. Análisis Descriptivo 12
6.2. Análisis Bivariado 13
6.3. Análisis Multivariante 14
6.4. Generalidades 14
7. Aspectos Éticos y Legales 14
RESULTADOS 15
1. Población de estudio 15
2. Características sociodemográficas y clínicas 16
3. Distribución temporal del tipo abordaje quirúrgico 17
4. Características quirúrgicas 18
5. Variables asistenciales 19
6. Complicaciones postquirúrgicas y secuelas a largo plazo 20
7. Tiempo de recuperación funcional 21
8. Modelo de regresión lineal múltiple 23
DISCUSIÓN 24
CONCLUSIÓN 25
BIBLIOGRAFÍA 27
ANEXO I – RESOLUCIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA 30
ANEXO II – TABLA DE VARIABLES 31
ANEXO III – DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE CHATGPT Y HERRAMIENTAS DE IA 34

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción: La rotura del tendón de Aquiles es una lesión frecuente cuyo manejo quirúrgico sigue siendo motivo de debate, especialmente entre técnicas abiertas y percutáneas por sus diferencias en complicaciones y recuperación funcional.

Objetivos: Evaluar si el tipo de abordaje quirúrgico influye en el tiempo de recuperación funcional y describir las complicaciones y secuelas en pacientes con rotura aguda del tendón de Aquiles.

Material y métodos: Estudio observacional retrospectivo con 59 pacientes intervenidos entre 2015 y 2024 (22 cirugía abierta y 37 cirugía percutánea). La variable principal fue el tiempo desde la intervención hasta el alta en rehabilitación. Se registraron complicaciones postquirúrgicas y secuelas. Todos siguieron el mismo protocolo rehabilitador. La normalidad de las variables cuantitativas se evaluó mediante prueba de Shapiro-Wilk. Para la comparación entre grupos se utilizaron pruebas no paramétricas y se construyó un modelo de regresión lineal múltiple. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados: La edad media fue de 41,7 ± 8,5 años, con predominio masculino (92%). No se observaron diferencias en las variables basales entre ambos grupos. El tiempo de recuperación funcional fue de 133 días (RIQ 105–151) tras cirugía abierta y de 140 días (RIQ 112–161) tras cirugía percutánea, sin diferencias significativas ($p = 0,509$). La incidencia global de complicaciones postquirúrgicas fue del 20% (23% en cirugía abierta y 19% en cirugía percutánea) con una distribución similar entre grupos ($p = 0,524$). El tipo de abordaje quirúrgico no mostró asociación independiente con el tiempo de recuperación funcional ($p = 0,724$).

Conclusiones: El tipo de abordaje quirúrgico no influye en la recuperación funcional ni en la incidencia de complicaciones mostrando ambas técnicas resultados equivalentes bajo un protocolo rehabilitador homogéneo.

Palabras clave: tendón de Aquiles, cirugía percutánea, cirugía abierta, recuperación funcional, complicaciones postquirúrgicas.

ABSTRACT AND KEY WORDS

Introduction: Achilles tendon rupture is a common injury whose surgical management remains controversial, particularly regarding the choice between open and percutaneous techniques due to differences in complications and functional recovery.

Objectives: To evaluate whether the surgical approach influences functional recovery time and to describe complications and sequelae in patients with acute Achilles tendon rupture.

Materials and methods: A retrospective observational study including 59 patients treated between 2015 and 2024 (22 open surgery and 37 percutaneous surgery). The primary outcome was time to rehabilitation discharge following surgery. Postoperative complications and sequelae were recorded. All patients followed the same rehabilitation protocol. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test, and non-parametric tests were used for group comparisons. A multiple linear regression model was used to identify factors associated with functional recovery time. A p-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results: Mean age was 41.7 ± 8.5 years, with a predominance of males (92%). No differences were observed in baseline characteristics between groups. Functional recovery time was 133 days (IQR 105–151) following open surgery and 140 days (IQR 112–161) following percutaneous surgery, with no statistically significant differences ($p = 0.509$). The overall incidence of postoperative complications was 20% (23% in open repair and 19% in percutaneous repair) with a similar distribution between groups ($p = 0.524$). The type of surgical approach was not independently associated with functional recovery time ($p = 0.724$).

Conclusions: The type of surgical approach does not influence functional recovery or complication rates, with both techniques showing equivalent outcomes under a standardized rehabilitation protocol.

Keywords: Achilles tendon, percutaneous surgery, open surgery, functional recovery, postoperative complications.

INTRODUCCIÓN

El tendón calcáneo, también conocido como tendón de Aquiles, es el tendón más fuerte del cuerpo humano. Se origina a partir de la unión de los músculos gastrocnemio y sóleo, insertándose en la cara posterior del hueso calcáneo. Junto con el músculo plantar, participa en la flexión plantar del pie, movimiento esencial para la marcha. (1–3)

En España, la incidencia de la rotura del tendón calcáneo es de 18 casos por cada 100.000 habitantes al año. Esta lesión suele producirse debido a una dorsiflexión repentina y forzada del pie. Es más frecuente en hombres de entre 30 y 40 años, especialmente durante la práctica deportiva. Además, existen factores de riesgo asociados, como la toma de corticoesteroides o fluoroquinolonas y los cambios degenerativos en el tendón, conocidos como tendinosis. (4,5)

Durante la anamnesis, los pacientes suelen referir una sensación súbita de "pedrada" en la región posterior del tobillo, acompañada de dolor de intensidad variable e impotencia funcional para la flexión plantar. En la exploración física puede objetivarse un defecto palpable en la zona de la rotura, conocido como signo del hachazo, y un aumento en el rango de movimiento pasivo en la flexión dorsal. Además, se realiza la maniobra de Thompson (Figura 1) que consiste en realizar una compresión externa del tríceps sural con el paciente en decúbito prono o con la pierna apoyada en una silla y el pie colgando. (6) Se trata de un signo altamente indicativo de esta lesión, ya que la ausencia de flexión plantar refleja sugiere una discontinuidad del tendón. El diagnóstico suele ser clínico; sin embargo, en caso de duda o para la planificación quirúrgica pueden emplearse pruebas de imagen como la resonancia magnética y la ecografía, en las que se evidencia la discontinuidad del tendón. (4,5,7)

Existen dos técnicas quirúrgicas ampliamente utilizadas para el tratamiento de la rotura aguda del tendón de Aquiles: la cirugía abierta y la cirugía percutánea. La cirugía abierta se realiza mediante un abordaje posterior y lateral, evitando la incisión en la zona medial del tendón por su elevada vascularización. Por otro lado, durante la cirugía percutánea, se realizan múltiples incisiones pequeñas a ambos lados permitiendo el paso de las suturas (Figura 2). (8) Entre las técnicas de sutura empleadas, la más común es la técnica de Krakow, que ha demostrado tener buenos resultados en cuanto a la longitud, resistencia y funcionalidad del tendón. (9,10)

Además del tratamiento quirúrgico, existe la posibilidad de un tratamiento conservador. Este tratamiento se basa en la inmovilización inicial del pie en equino mediante férula seguida del uso de ortesis que permiten una dorsiflexión progresiva. La

opción conservadora se suele reservar para pacientes con una rotura parcial, o en casos de contraindicación quirúrgica. (5)

La principal diferencia entre ambas técnicas, descrita repetidamente en estudios observacionales recientes y revisiones sistemáticas, es el perfil de complicaciones. La cirugía por abordaje abierto asocia una mayor incidencia de complicaciones de la herida quirúrgica como infección, dehiscencia o fibrosis peritendinosa. Por el contrario, la técnica percutánea asocia un mayor riesgo de lesión del nervio sural como sección, irritación o atrapamiento del nervio, debido a la ausencia de visualización directa de las estructuras anatómicas. (11–13)

La literatura disponible se centra principalmente en comparar tasas de rerrotura, complicaciones de la herida quirúrgica y lesión del nervio sural, así como escalas funcionales subjetivas (AOFAS, ATRS o VISA-A) (12,14). Sin embargo, no se han identificado estudios que utilicen como variable principal un indicador objetivo de recuperación funcional definido en términos asistenciales.

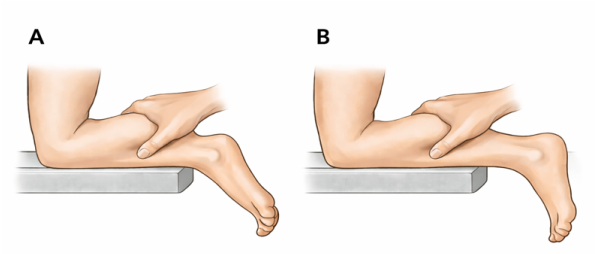
Los resultados funcionales siguen siendo muy variables. Algunos estudios retrospectivos recientes no han encontrado diferencias entre ambas técnicas, al analizar la función del tendón tras la operación o el tiempo transcurrido desde la operación hasta el retorno a la actividad deportiva previa a la lesión. Tampoco se han descrito ventajas claras en la satisfacción del paciente. (15) Otros trabajos con muestras más amplias coinciden en que, aunque la técnica percutánea podría reducir ciertas complicaciones, no se observan diferencias relevantes en las escalas funcionales a medio plazo. (16) Esta heterogeneidad en la bibliografía refleja la ausencia de evidencia concluyente sobre si una técnica aporta una recuperación funcional más rápida, especialmente cuando se analizan variables asistenciales. En consecuencia, resulta difícil establecer expectativas temporales realistas en la práctica clínica.

El presente estudio tiene como objetivo comparar el tiempo necesario para alcanzar la recuperación funcional completa tras la reparación quirúrgica de la rotura aguda del tendón de Aquiles mediante cirugía abierta o percutánea. La recuperación funcional completa se define como el tiempo transcurrido entre la fecha de la intervención y el alta por parte del servicio de rehabilitación, momento en el que el paciente presenta ausencia de dolor y puede retomar con normalidad las actividades de la vida diaria y deportivas; en los casos con secuelas, se considerará el momento en el que se determine la ausencia de margen de mejoría clínica.

Determinar de forma objetiva el tiempo de recuperación funcional aporta información clínica relevante para la planificación asistencial, la optimización de la rehabilitación y la toma de decisiones quirúrgicas de manera individualizada; permitiendo así adaptarse a las características del paciente sin dejar de lado las posibles

complicaciones quirúrgicas asociadas. En este contexto, el presente estudio se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y bienestar), al contribuir a la mejora de la calidad asistencial y a la optimización de la toma de decisiones clínicas.

Además, se analizan variables potencialmente asociadas a la duración de la recuperación, como los tiempos asistenciales (intervalo lesión–cirugía e intervalos relacionados con la rehabilitación) y variables quirúrgicas (tipo de sutura tendinosa y cierre cutáneo), con el fin de evaluar su relación con el tiempo necesario para alcanzar la recuperación funcional.



A- Flexión plantar refleja tras una compresión externa en la zona del tríceps sural.

B- No se genera flexión plantar por rotura/desinserción de tendón calcáneo o de Aquiles.

Figura 1. Maniobra de Thompson para la evaluación clínica de la rotura del tendón de Aquiles. Esquema explicativo generado mediante inteligencia artificial a partir de la descripción original de Thompson.

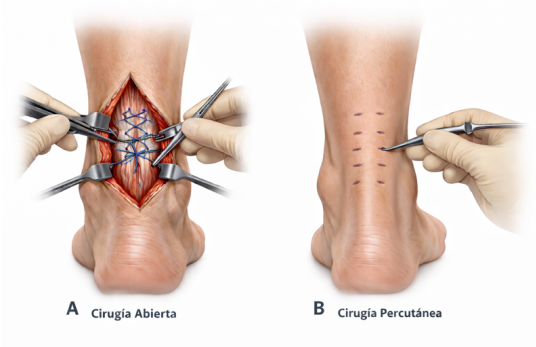


Figura 2. Abordaje quirúrgico para la reparación de la rotura aguda transversal del tendón de Aquiles. Esquema explicativo original generado mediante inteligencia artificial, basado en la descripción técnica publicada por Thermann H, Becher C, Carmont MR, Karlsson J, Maffulli N, Calder J, et al. The Achilles Tendon. Berlin: Springer; 2017.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis: Los pacientes intervenidos mediante cirugía percutánea precisan un menor tiempo para alcanzar la recuperación funcional completa en comparación con los pacientes intervenidos mediante cirugía abierta, estimándose una diferencia media de 3,5 meses y una desviación estándar de 4,8 meses de acuerdo con estudios previos. (17)

Objetivo primario: Comparar el tiempo necesario para alcanzar la recuperación funcional completa en pacientes con rotura aguda del tendón de Aquiles sometidos a cirugía, según la técnica quirúrgica empleada (cirugía percutánea vs cirugía abierta).

La recuperación funcional completa se define como el tiempo transcurrido desde la intervención quirúrgica hasta el alta del servicio de rehabilitación, momento en el que el paciente presenta ausencia de dolor y es capaz de realizar con normalidad las actividades de la vida diaria. En aquellos casos en los que el paciente sea dado de alta con secuelas, se considerará recuperación funcional el momento en que se determine la ausencia de posibilidad de mejoría clínica.

Objetivos secundarios:

Describir las características sociodemográficas de ambas poblaciones (sexo, edad y lateralidad de la lesión) y analizar su asociación con el tiempo de recuperación funcional.

Describir las características clínicas de los pacientes (actividad física, tabaquismo e IMC) y analizar su asociación con el tiempo de recuperación funcional.

Describir el mecanismo lesional (deportivo o accidental) y analizar su relación con el tiempo de recuperación funcional.

Identificar la presencia o ausencia de comorbilidades relevantes, incluyendo diabetes mellitus, inmunodepresión (secundaria a enfermedades de base o tratamientos inmunosupresores) y vasculopatía periférica, y analizar su asociación individual con el tiempo de recuperación funcional.

Describir el tipo de suturas (cutánea y tendinosa) empleadas durante la intervención y analizar su relación con el tiempo de recuperación funcional.

Identificar la presencia o ausencia de complicaciones postquirúrgicas, clasificarlas por tipo (rerrotura, infección de la herida quirúrgica, dehiscencia de la herida, lesión del nervio sural y trombosis venosa profunda), y analizar su relación con el tiempo de recuperación funcional.

Cuantificar el tiempo transcurrido desde la lesión hasta la intervención quirúrgica y analizar su asociación con el tiempo de recuperación funcional.

Cuantificar el tiempo transcurrido desde la cirugía hasta el inicio de la rehabilitación y analizar su influencia en la recuperación funcional.

Cuantificar la duración total del tratamiento rehabilitador y analizar su influencia en la recuperación funcional.

Identificar la presencia de secuelas a largo plazo, clasificarlas por tipo (adhesión de la cicatriz, dolor refractario al tratamiento, neuropatía del nervio sural, inestabilidad y cojera) tras el alta de la rehabilitación.

Analizar, mediante un modelo multivariante, la asociación entre la técnica quirúrgica, las comorbilidades, el tipo de sutura, los tiempos asistenciales (tiempo hasta la intervención y tiempos relacionados con la rehabilitación) y las complicaciones postquirúrgicas, con el tiempo de recuperación funcional.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño

Estudio observacional, analítico, longitudinal (desde la lesión hasta el alta por parte de rehabilitación), retrospectivo, de dos cohortes (cirugía percutánea y cirugía abierta).

2. Ámbito y Población de estudio

Pacientes que presentaron rotura aguda del tendón de Aquiles y fueron intervenidos quirúrgicamente en el servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario de Getafe entre los años 2015-2024.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes intervenidos mediante cirugía reparadora de una rotura aguda del tendón de Aquiles, con un tiempo desde la lesión hasta la intervención inferior a 21 días, con edades comprendidas entre 18 y 65 años y dados de alta tanto por el Servicio de Traumatología como por el de Rehabilitación.

Los criterios de exclusión fueron: la existencia de rotura previa del tendón en la misma pierna; la presencia de secuelas funcionales derivada de otros procesos ortopédicos en la misma pierna; la realización del proceso de rehabilitación en un centro distinto al Hospital Universitario de Getafe o en servicios privados; la imposibilidad de acceder al historial clínico o al protocolo quirúrgico del paciente; y la utilización de técnicas quirúrgicas diferentes a la sutura término-terminal (percutánea o abierta), incluyendo el tratamiento conservador, la artroscopia, los arpones interóseos, la tenoscopia u otros procedimientos alternativos. Asimismo, se excluyeron aquellos pacientes con lesiones concomitantes que requirieran un abordaje o técnica quirúrgica adicional, aquellos cuyo mecanismo lesional fuera inciso-contuso y los pacientes que, al haber sido intervenidos durante el año 2020 en el contexto de la pandemia, no pudieron realizar un programa de rehabilitación presencial adecuado.

3. Tamaño muestral

Para determinar el tamaño de la muestra adecuado para este estudio, el cálculo se realizó a partir de los datos publicados en un estudio observacional retrospectivo previo en el que se compararon los resultados y las complicaciones de la reparación abierta frente a la reparación mínimamente invasiva (percutánea) de la rotura aguda del

tendón de Aquiles. Este estudio analizó, entre otras variables, el tiempo en meses que tardó cada grupo de pacientes en volver al nivel de actividad física previa a la lesión. Se estimó una diferencia de la media de 3,5 meses entre ambos grupos estudiados y una desviación estándar común de 4,8 meses, que sirvieron como base para el cálculo. (17)

Aunque dicho estudio expresaba el tiempo de retorno en meses, en el estudio actual, se empleó el recuento en días con el fin de aumentar la precisión asistencial y cuantificar de manera más exacta el intervalo hasta la recuperación funcional completa.

El cálculo se realizó empleando la fórmula de comparación de dos medias de muestras independientes con la calculadora GRANMO (versión 8.0). Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un poder estadístico superior a 0,8, en un contraste bilateral se precisan 30 sujetos en el grupo 1 y 30 en el grupo 2 para detectar una diferencia igual o superior a 3,5 meses, asumiendo que la desviación estándar común es de 4,8. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%.

No obstante, dado el carácter retrospectivo del estudio, el tamaño muestral final vino determinado por los casos disponibles que cumplían criterios de inclusión durante el periodo de estudio. En la muestra final se incluyó un total de 59 pacientes, distribuidos de forma desigual entre los grupos de estudio, con 22 pacientes en el grupo de cirugía abierta y 37 pacientes en el grupo de cirugía percutánea. Esta discrepancia con respecto al tamaño muestral inicialmente calculado supone una reducción de la potencia estadística del estudio, especialmente en el grupo con menor número de casos. Los resultados deberán interpretarse con cautela, teniendo en cuenta el posible incremento del riesgo de error tipo II.

4. Método de recogida de las variables

La recogida de datos se realizó a partir de la información contenida en las historias clínicas de los pacientes atendidos por el servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario de Getafe. Los datos fueron tratados de forma seudoanonimizada, bajo la supervisión del tutor clínico responsable del estudio.

Para garantizar la confidencialidad y la seudoanonimización de los datos personales se crearon dos bases de datos independientes que compartían únicamente un código de asignación para cada paciente. La base de datos custodiada por el tutor clínico incluía dicho código y los datos identificativos, mientras que la base de datos empleada por el estudiante contenía exclusivamente el código de asignación y las variables clínicas necesarias para el trabajo.

Ambas bases de datos permanecieron protegidas mediante los sistemas de seguridad del Hospital Universitario de Getafe y no fueron almacenadas en dispositivos externos ni en soportes no autorizados.

5. Selección y definición de las variables

Variables Categóricas:

- **Tipo de intervención:** Percutánea, Abierta
- **Sexo:** Hombre, Mujer
- **Pierna Afectada:** Derecha, Izquierda
- **Mecanismo de Lesión:** Deportiva, Accidental
- **Actividad Física:** Activo, Sedentario
- **Fumador:** Sí, No
- **Vasculopatía Periférica:** Sí, No
- **Diabetes Mellitus (DM):** Sí, No
- **Inmunodepresión:** Sí, No
- **Isquemia intraoperatoria:** Sí, No
- **Tipo de Sutura Piel:** Vicryl, Grapas
- **Tipo de Sutura Tendón:** Reabsorbible, No reabsorbible, Ambas
- **Complicaciones (dicotómica):** Sí, No
- **Complicaciones:** Rerrotura, Infección de la herida quirúrgica, Dehiscencia de la herida, Lesión del nervio sural, Trombosis venosa profunda
- **Secuelas (dicotómica):** Sí, No
- **Secuelas:** Adhesión de la cicatriz, Dolor refractario a tratamiento, Neuropatía del nervio sural, Inestabilidad, Cojera

Variables Cuantitativas:

- **Tiempo desde la intervención hasta la recuperación funcional:** Días
- **Edad:** Años
- **Índice de Masa Corporal (IMC):** Peso (kg) / Estatura (m)²
- **Tiempo desde la lesión hasta la operación:** Días
- **Tiempo desde la intervención hasta el comienzo de la rehabilitación:** Días

En el Anexo II se muestra la Tabla X. Definición de las variables

6. Análisis Estadístico

6.1. Análisis Descriptivo

Se realizó un análisis descriptivo de las características sociodemográficas y clínicas de la muestra. Para las variables cuantitativas se emplearon la media y la desviación estándar en aquellas que siguieron una distribución normal, y la mediana y el rango intercuartílico en los casos que no se ajustaron a una distribución normal.

Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas.

6.2. Análisis Bivariado

- **Objetivo primario**:

Se comparó el tiempo medio necesario para alcanzar la recuperación funcional completa entre los dos grupos de intervención (cirugía abierta y cirugía percutánea). Se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes, dado que la variable principal (tiempo transcurrido desde la cirugía hasta el alta en rehabilitación) no siguió una distribución normal.

- **Objetivos secundarios:**

Se evaluó la asociación entre las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes y el tiempo necesario para la recuperación funcional. En el estudio de las variables cuantitativas se aplicó la prueba de t Student para muestras independientes en aquellas variables que siguieron una distribución normal, y la prueba U de Mann-Whitney cuando el supuesto de normalidad no se cumplió. Las variables cualitativas se compararon mediante la prueba exacta de Fisher ya que el tamaño muestral de ambos grupos se consideró pequeño ($n < 50$).

Asimismo, se evaluó la relación entre la presencia de comorbilidades relevantes como la diabetes mellitus, la inmunodepresión (causada por enfermedades como la artritis reumatoide o por tratamientos farmacológicos inmunosupresores) y la presencia de vasculopatía periférica junto con el tiempo de recuperación funcional, empleando la prueba exacta de Fisher. De la misma manera, se estudió la asociación entre el mecanismo de lesión (deportivo o accidental) y dicho tiempo, usando la misma prueba estadística.

En este mismo estudio, se examinó el posible efecto de los intervalos asistenciales sobre la duración de la recuperación, comparando el tiempo transcurrido entre la lesión y la intervención, el tiempo entre la cirugía y el inicio del tratamiento rehabilitador y la duración total del proceso rehabilitador mediante pruebas para variables continuas independientes según su ajuste o no a la normalidad (t de Student o U de Mann-Whitney).

Además, se evaluó la influencia de variables quirúrgicas tales como el tipo de sutura del tendón, el tipo de cierre cutáneo empleado y el uso de isquemia durante la intervención. Dado que se trataba de variables categóricas, se empleó la prueba exacta de Fisher para su análisis.

Se valoró la asociación entre la presencia de complicaciones postquirúrgicas y la duración de la recuperación, tanto a partir del registro dicotómico (presencia/ausencia) como mediante la clasificación específica de las complicaciones observadas, empleando igualmente la prueba exacta de Fisher. La presencia de secuelas a largo plazo tras el alta en rehabilitación se analizó con el mismo método estadístico.

6.3. Análisis Multivariante

Se realizó un análisis multivariante utilizando un modelo de regresión lineal múltiple para identificar variables de confusión que influyen en el tiempo requerido para lograr una recuperación funcional completa. Este modelo incluyó las siguientes variables:

Variable dependiente:

- Tiempo de recuperación funcional (Tiempo desde la cirugía hasta el final de la rehabilitación en días)

Variables independientes:

- Tipo de cirugía realizada (Percutánea o Abierta)
- Tiempo desde la intervención hasta el comienzo de la rehabilitación (días)
- Presencia de complicaciones después de la cirugía (dicotómica: sí/no)
- Variables sociodemográficas relevantes que afectan al proceso de recuperación
    - Estilo de vida (según actividad física o sedentarismo)
    - Edad (años)
    - IMC

6.4. Generalidades

Evaluación de Normalidad: La distribución de la variable principal se evaluó mediante gráficos (histograma y gráficos Q-Q) y pruebas de normalidad como la prueba de Shapiro-Wilk.

Evaluación de la significación estadística: Se consideró un valor p menor a 0,05 como estadísticamente significativo para todas las pruebas.

Software estadístico utilizado: El análisis se realizó utilizando el software estadístico Jamovi (18).

7. Aspectos Éticos y Legales

El estudio se llevó a cabo tras la aprobación del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos (CEIm) del Hospital Universitario de Getafe, al que se solicitó la exención del consentimiento informado por tratarse de un estudio observacional retrospectivo y sin riesgo para los sujetos. (*Resolución del CEIm. Anexo I*)

El desarrollo del estudio se realizó conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki, el Informe Belmont y el Convenio de Oviedo sobre derechos humanos y biomedicina, así como a lo dispuesto en la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica.

Asimismo, se cumplió la normativa vigente en materia de protección de datos personales, de acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/679 (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, así

como la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Los datos fueron tratados de forma seudoanonimizada, garantizando en todo momento la confidencialidad de la información clínica y sin incluir datos identificativos directos de los pacientes.

La utilización de herramientas de inteligencia artificial en la elaboración del presente trabajo se ha limitado a tareas de apoyo en la redacción y revisión lingüística, sin que en ningún caso hayan sustituido el análisis estadístico, la interpretación de los resultados ni la elaboración del contenido científico por parte de la autora. Con el fin de garantizar la transparencia y el cumplimiento de las recomendaciones académicas actuales, se incluye la correspondiente declaración en el *Anexo III*.

RESULTADOS

1. Población de estudio

Partiendo de una base inicial de 125 pacientes potencialmente elegibles para este estudio y tras aplicar los criterios de exclusión (Figura 3), finalmente se incluyeron un total de 59 pacientes con rotura aguda del tendón de Aquiles intervenidos quirúrgicamente en el Hospital Universitario de Getafe.

Los principales motivos de exclusión fueron: edad inferior a 18 años o superior a 65 años (n=17), empleo de otras técnicas quirúrgicas (n=6) y falta de información clínica o seguimiento (n=43).

De los pacientes incluidos, 22 (37%) fueron intervenidos mediante abordaje abierto y 37 (63%) mediante abordaje percutáneo.

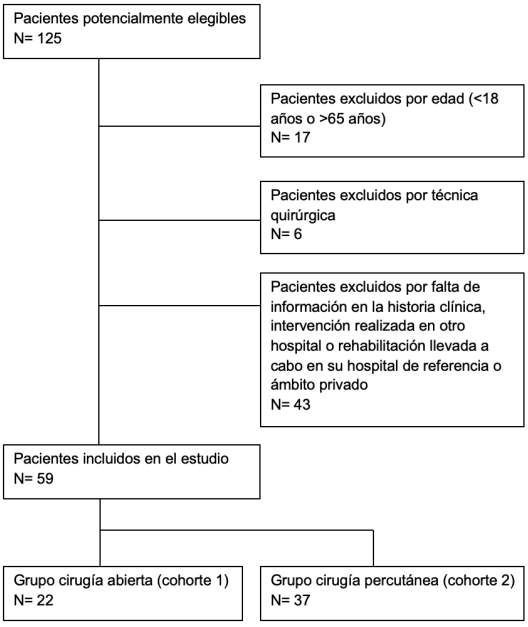


Figura 3. Diagrama de flujo de la población

2. Características sociodemográficas y clínicas

Las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes incluidos en el estudio se presentan en la Tabla 1. La mayoría de los pacientes fueron varones (92%), con una distribución similar por sexo entre ambos grupos (p = 1,000).

La edad media de la muestra fue de 41,7 ± 8,5 años, con valores comparables entre grupos (p = 0,216). El índice de masa corporal presentó una mediana de 27 kg/m² (RIQ 25,0–29,0), sin observarse diferencias entre ambos grupos (p = 0,399).

En relación con el nivel de actividad física previo a la lesión, el 59,3% de los pacientes se clasificaron como activos. Se observó una mayor proporción de pacientes activos en el grupo de cirugía percutánea (67,6%) en comparación con el grupo de cirugía abierta (45,5%), sin que esta diferencia alcanzara significación estadística (p = 0,109).

No se evidenciaron diferencias entre ambos grupos en cuanto al hábito tabáquico ni en la presencia de comorbilidades relevantes, incluyendo diabetes mellitus, inmunodepresión o vasculopatía periférica. La lateralidad del tendón lesionado fue similar entre los grupos, con una distribución global del 42% derecho y 58% izquierdo.

En cuanto al mecanismo de la lesión, la etiología deportiva fue más frecuente en el grupo de cirugía percutánea siendo del 62,2% frente a un 36,4% en el grupo de cirugía abierta, sin alcanzar significación estadística (p = 0,065).

Variable	**Total** (n=59)	**Cirugía Abierta** (n=22)	**Cirugía Percutánea** (n=37)	p
Sexo N (%)				1.000
Hombres	54 (92%)	20 (91%)	34 (92%)	
Mujeres	5 (8%)	2 (9%)	3 (8%)	
Edad media (± DE)	41.7 (8.45)	40.0 (6.32)	42.8 (9.41)	0.216
Hombres	41.6 (8.48)	38.8 (5.34)	43.2 (9.57)	
Mujeres	43.6 (8.82)	51.5 (2.12)	38.3 (7.02)	
IMC mediana (RIQ)	27 (25.0-29.0)	28 (25.3-30.8)	27 (25.0-28.0)	0.399
Hombres	27 (25.0-28.0)	27.5 (25.0-28.8)	27 (25.0-28.0)	
Mujeres	30 (23.0-37.0)	37.5 (33.8-41.3)	23 (23.0-30.0)	
Actividad N (%)				0.109
Activo	35 (59.3%)	10 (45.5%)	25 (67.6%)	
Sedentario	24 (40.7%)	12 (54.5%)	12 (32.4%)	
Fumador N (%)	5 (8.5 %)	4 (18%)	1 (3%)	0.059
DM N (%)	3 (5.1%)	0 (0%)	3 (8.1%)	0.286
Inmunosupresión N (%)	3 (5.1%)	1 (4.5%)	2 (5.4%)	1.000

Variable	Total (n=59)	Cirugía Abierta (n=22)	Cirugía Percutánea (n=37)	p
Vasculopatía N (%)	5 (8.5%)	2 (9.0%)	3 (8.1%)	1.000
Lateralidad N (%)				0.589
Derecha	25 (42.4%)	8 (36.4%)	17 (45.9%)	
Izquierda	34 (57.6%)	14 (63.6%)	20 (54.1%)	
Etiología N (%)				0.065
Accidental	28 (47.5%)	14 (63.6%)	14 (37.8%)	
Deportiva	31 (52.5%)	8 (36.4%)	23 (62.2%)	

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes incluidos en el estudio, estratificadas por tipo de cirugía.

3. Distribución temporal del tipo abordaje quirúrgico

Tal como se muestra en la Figura 4, se observa un cambio en la técnica quirúrgica empleada a lo largo del periodo de estudio. La cirugía abierta fue predominante en los primeros años, mientras que a partir de 2018 comenzó a introducirse la cirugía percutánea.

Desde 2019 se aprecia un incremento progresivo en el número de intervenciones realizadas mediante cirugía percutánea, acompañado de una disminución relativa de la cirugía abierta, consolidándose esta tendencia en los años posteriores.

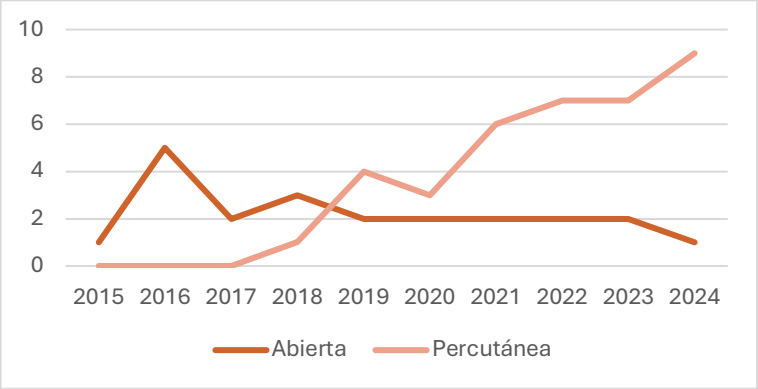


Figura 4. Evolución anual del tipo de cirugía realizada (2015–2024) (n=59)

Mediante un modelo de regresión logística binaria (Tabla 2) se analizó la tendencia temporal en el tipo de cirugía realizada. Se observó una asociación entre el año de intervención y el tipo de técnica quirúrgica empleada, con un aumento progresivo en el uso de abordajes mínimamente invasivos a lo largo del tiempo. Por cada incremento anual, la probabilidad de realizar cirugía percutánea aumentó en un 63%

(OR = 1,63; IC 95%: 1,20-2,21; p = 0,002). Estos hallazgos reflejan una evolución en la práctica clínica hacia técnicas menos invasivas.

Variable	OR	IC 95%	p
Año	1.63	1.20-2.21	**0.002**

Tabla 2. Modelo de regresión logística binaria para la evaluación de la tendencia temporal en el tipo de cirugía.

4. Características quirúrgicas

Las variables quirúrgicas se resumen en la Tabla 3. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos al analizar el tipo de sutura del tendón (p = 0,017) y el tipo de cierre cutáneo (p = 0,002).

En relación con la sutura tendinosa, en el grupo de cirugía abierta predominó el uso de suturas no reabsorbibles (Ethibond) (72,7%), mientras que en el grupo de cirugía percutánea se emplearon con mayor frecuencia suturas reabsorbibles (Vicryl o PDS) (29,7%) o la combinación de ambos tipos (35,1%).

Respecto al cierre cutáneo, en la cirugía abierta se realizó mayoritariamente mediante grapas (86,4%), mientras que en la cirugía percutánea fue más frecuente el uso de suturas con Vicryl (54,1%).

La tercera variable analizada fue el empleo de isquemia intraoperatoria, utilizada en el 96,6% de los pacientes, con una distribución equivalente entre grupos (p = 0,524).

Variable	**Total** (n=59)	**Cirugía Abierta** (n=22)	**Cirugía Percutánea** (n=37)	p
Tipo de sutura del tendón N (%)				**0.017**
Reabsorbible	13 (22.0%)	2 (9.1%)	11 (29.7%)	
No reabsorbible	29 (49.2%)	16 (72.7%)	13 (35.1%)	
Ambos	17 (28.8%)	4 (18.2%)	13 (35.1%)	
Tipo de cierre cutáneo N (%)				**0.002**
Vicryl	23 (39.0%)	3 (13.6%)	20 (54.1%)	
Grapas	35 (59.3%)	19 (86.4%)	16 (43.2%)	
Ambos	1 (1.7%)	0 (0%)	1 (2.7%)	
Isquemia N (%)	57 (96.6%)	22 (100%)	35 (94.6%)	0.524

Tabla 3. Características quirúrgicas según el tipo de intervención

La Figura 5 muestra la distribución del material empleado en la sutura del tendón. En el grupo de cirugía abierta el material más utilizado fue Ethibond, tanto de forma aislada como en combinación con Vicryl. En el grupo de cirugía percutánea se emplearon con mayor frecuencia la combinación de suturas reabsorbible y no reabsorbible (Vicryl y Ethibond) y el empleo único de suturas reabsorbibles, destacando Vicryl. El empleo de otros materiales reabsorbibles, como PDS o Maxon, fue ocasional y se observó principalmente en el grupo de cirugía percutánea.

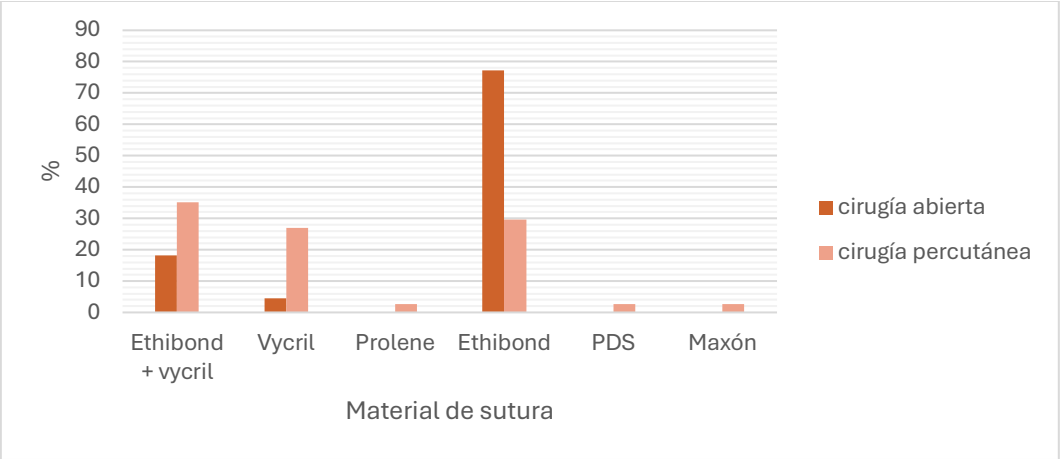


Figura 5. Material empleado en la sutura del tendón

5. Variables asistenciales

Las variables de tiempo asistencial, que incluyen los intervalos del proceso quirúrgico y rehabilitador, se resumen en la Tabla 4.

El tiempo transcurrido desde la lesión hasta la cirugía presentó una mediana de 1 día (RIQ 0-5) en el conjunto de la muestra, sin diferencias entre grupos (p = 0,774).

El intervalo entre la cirugía y el inicio de la rehabilitación fue comparable entre ambos grupos, con una media global de 52 (± 22) días, sin asociación con el tipo de abordaje quirúrgico (p = 0,457).

Finalmente, la duración total de la rehabilitación presentó una mediana global de 84 días (RIQ 63-105), con resultados similares entre grupos (p = 0,969).

Variable (días)	**Total** (n=59)	**Cirugía Abierta** (n=22)	**Cirugía Percutánea** (n=37)	p
Tiempo desde la lesión hasta la cirugía Mediana (RIQ)	1 (0-5)	1 (1-4)	2 (0-5)	0.774
Tiempo desde la cirugía hasta el inicio de la rehabilitación Media (± DE)	52 (22)	50 (22)	54 (23)	0.457
Tiempo total de rehabilitación Mediana (RIQ)	84 (63-105)	81 (65-98)	84 (56-112)	0.969

Tabla 4. Variables de tiempo asistencial según tipo de cirugía

6. Complicaciones postquirúrgicas y secuelas a largo plazo

Las complicaciones postquirúrgicas y las secuelas a largo plazo se resumen en las Tablas 5 y 6 respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la incidencia global de complicaciones postquirúrgicas (p = 0,524) ni de secuelas a largo plazo (p = 0,730).

La incidencia global de complicaciones postquirúrgicas fue del 20%, con una distribución del 23% en el grupo de cirugía abierta y del 19% en el grupo de cirugía percutánea. Las complicaciones observadas incluyeron infección y dehiscencia de la herida quirúrgica, neuropatía del nervio sural y rerrotura del tendón, sin evidenciarse diferencias significativas asociadas con el tipo de abordaje.

En cuanto a las secuelas a largo plazo, la incidencia global fue del 33%, con una distribución del 32% en el grupo de cirugía abierta y del 35% en el grupo de cirugía percutánea. Las secuelas registradas incluyeron adhesión de la cicatriz, dolor refractario al tratamiento, neuropatía del nervio sural, inestabilidad y cojera, con una distribución similar entre grupos.

Variable	**Total** (n=59)	**Cirugía Abierta** (n=22)	**Cirugía Percutánea** (n=37)	p
Complicación postquirúrgica (SI) N (%)	12 (20%)	5 (23%)	7 (19%)	0.748
Infección de la herida quirúrgica	1 (1.7%)	1 (4,5%)	0 (0%)	0.373
Dehiscencia de la herida	1 (1.7%)	1 (4.5%)	0 (0%)	0.373
Neuropatía (n. sural)	7 (11.9%)	2 (9.1%)	5 (13.5%)	0.702
Rerrotura del tendón	3 (5.1%)	1 (4.5%)	2 (5.5%)	1.000

Tabla 5. Complicaciones postquirúrgicas, estratificadas por tipo de cirugía

Variable	**Total** (n=59)	**Cirugía Abierta** (n=22)	**Cirugía Percutánea** (n=37)	p
Secuelas (SI) N (%)	20 (33%)	7 (32%)	13 (35%)	0.730
Adhesión de la cicatriz	2 (3.4%)	2 (9.1%)	0 (0%)	0.135
Dolor refractario a tratamiento	5 (8.5%)	2 (9.1%)	3 (8.1%)	1.000
Neuropatía (n. sural)	10 (16.9%)	2 (9.1%)	8 (21.6%)	0.294
Inestabilidad	1 (1.7%)	1 (4.5%)	0 (0%)	0.375
Cojera	2 (3.4%)	0 (0%)	2 (5.5%)	0.524

Tabla 6. Secuelas a largo plazo, estratificadas por tipo de cirugía

La Figura 6 muestra la distribución de eventos postquirúrgicos según el grupo de intervención. En el grupo de cirugía abierta se observó una mayor frecuencia de complicaciones relacionadas con la herida quirúrgica, mientras que en el grupo de

cirugía percutánea no se registraron casos de este tipo. Por el contrario, la neuropatía del nervio sural fue más frecuente en el grupo de cirugía percutánea. La distribución respecto a la rerrotura del tendón fue similar entre grupos.

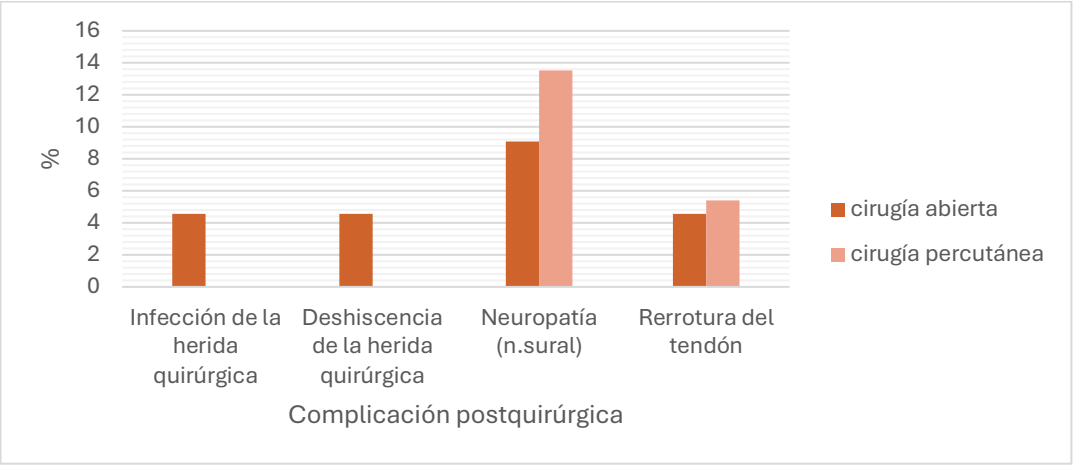


Figura 6. Gráfico de barras de eventos postquirúrgicos según grupo de intervención

La Figura 7 muestra la distribución de secuelas a largo plazo según el grupo de intervención. En el grupo de cirugía abierta se observó una mayor frecuencia de adhesión de la cicatriz, mientras que en el grupo de cirugía percutánea no se registraron casos. Por otro lado, la neuropatía del nervio sural fue más frecuente en el grupo de cirugía percutánea.

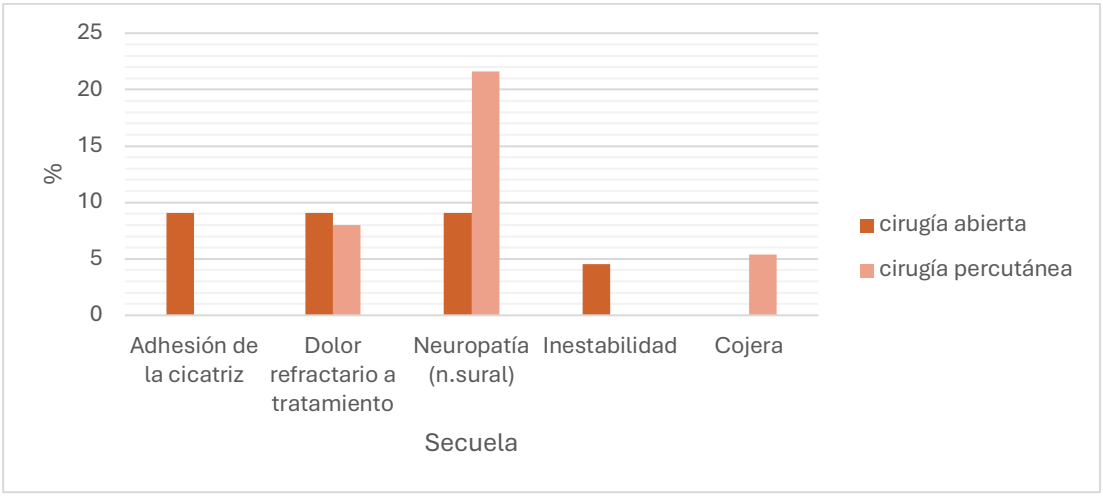


Figura 7. Gráfico de barras de secuelas a largo plazo según grupo de intervención

7. Tiempo de recuperación funcional

El tiempo desde la cirugía hasta la recuperación funcional completa se resume en la Tabla 7. La mediana global fue de 140 días (RIQ 105-158), sin diferencias entre grupos (p = 0,509). En el grupo de cirugía abierta la mediana fue de 133 días (RIQ 105-151), mientras que en el grupo de cirugía percutánea fue de 140 días (RIQ 112-161).

Variable	Total (n=59)	Cirugía Abierta (n=22)	Cirugía Percutánea (n=37)	p
Tiempo desde la intervención hasta la recuperación funcional Mediana (RIQ)	140 (105-158)	133 (105-151)	140 (112-161)	0.509

Tabla 7. Tiempo desde la intervención hasta la recuperación funcional según el tipo de cirugía

Las Figuras 8 y 9 muestran la distribución del tiempo de recuperación funcional mediante histogramas independientes para cada grupo quirúrgico, observándose una distribución no normal en ambos casos. La Figura 10 representa esta variable mediante un diagrama de cajas y bigotes, permitiendo visualizar de forma comparativa la mediana, la dispersión y la presencia de valores extremos.

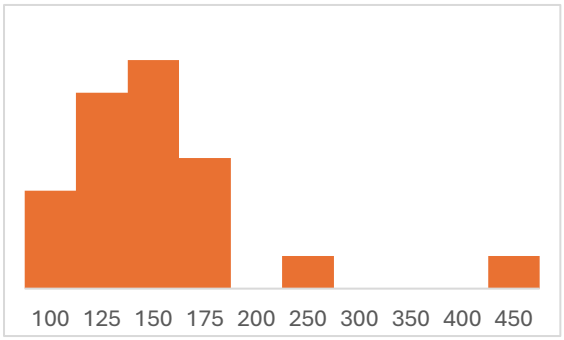


Figura 8.
Histograma del tiempo de recuperación funcional en cirugía abierta.

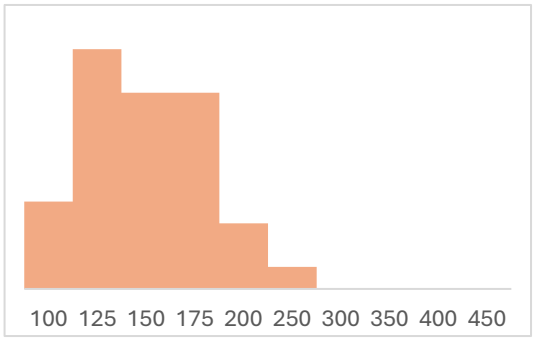


Figura 9.
Histograma del tiempo de recuperación funcional cirugía percutánea.

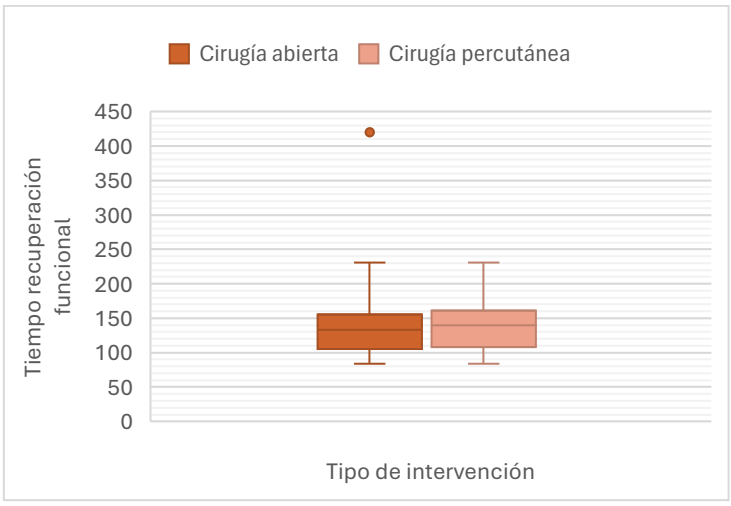


Figura 10. Gráfico de cajas y bigotes del tiempo de recuperación funcional en ambos grupos.

Previamente al análisis comparativo, se evaluó la normalidad de la variable mediante la prueba de Shapiro-Wilk, confirmándose la ausencia de normalidad (W = 0,759; p < 0,001) (Tabla 8).

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

	W	p
Tiempo desde la intervención hasta la recuperación funcional en días	0.759	<0.001

Tabla 8. Prueba de Normalidad de la variable "Tiempo desde la cirugía hasta el final de la rehabilitación en días"

8. Modelo de regresión lineal múltiple

Con el objetivo de analizar los factores asociados al tiempo de recuperación funcional, se realizó un modelo de regresión lineal múltiple (Tabla 9), considerando como variable dependiente el tiempo desde la intervención hasta la recuperación funcional.

Como variables independientes se incluyeron el tipo de cirugía, el tiempo desde la cirugía hasta el inicio de la rehabilitación, la presencia de complicaciones postquirúrgicas, el nivel de actividad física, el índice de masa corporal (IMC) y la edad.

El modelo global no resultó estadísticamente significativo (p = 0,497), con un coeficiente de determinación bajo (R^2 = 0,095; R^2 corregida = −0,010). Asimismo, ninguna de las variables incluidas se asoció de forma independiente con el tiempo de recuperación funcional.

Variable[a]	**Coeficiente β**	**Error Estándar**	**Estadístico t**	**p**
Tipo de cirugía (Percutánea vs Abierta)	5.201	14.641	0.355	0.724
Tiempo desde la cirugía al inicio de la rehabilitación (días)	0.369	0.310	1.190	0.240
Complicaciones postquirúrgicas (Si vs No)	17.218	16.31	1.055	0.296
Actividad física (Activo vs Sedentario)	2.378	14.463	0.164	0.870
IMC	1.752	1.508	1.162	0.251
Edad (años)	0.743	0.862	0.863	0.392

Tabla 9. Modelo de regresión lineal múltiple para los factores asociados al tiempo de recuperación funcional.

[a] El nivel de referencia de las variables dicotómicas es: Cirugía Percutánea, No complicación, Activo.

R^2 del modelo = 0,095

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue comparar el tiempo necesario para alcanzar la recuperación funcional, definida como el intervalo desde la cirugía hasta el alta en rehabilitación, en pacientes con rotura aguda del tendón de Aquiles intervenidos mediante abordaje abierto o percutáneo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la recuperación funcional entre ambas técnicas.

Estos hallazgos son consistentes con la bibliografía disponible, en la que no se han identificado diferencias relevantes en los resultados funcionales a medio o largo plazo. Estudios recientes, como el de Savage-Elliott et al., describen una diferencia en el tiempo de retorno a la actividad de aproximadamente 3,5 meses entre grupos, sin alcanzar significación estadística ni traducirse en mejores resultados clínicos globales (17). Del mismo modo, otros trabajos han reportado tiempos de reincorporación laboral similares, aunque con una tendencia favorable al grupo de cirugía percutánea (19,20). En conjunto, estos datos, junto con los resultados de este estudio, refuerzan la idea de una recuperación funcional comparable.

La heterogeneidad observada en la literatura respecto a los resultados funcionales de ambas técnicas quirúrgicas puede explicarse por diversos factores. Mientras que en la mayoría de los estudios utilizan escalas funcionales subjetivas, como AOFAS o ATRS, en el presente estudio se ha optado por una medida objetiva basada en el tiempo asistencial desde la cirugía hasta el alta en rehabilitación. Múltiples estudios han demostrado resultados favorables para la técnica percutánea en estas escalas, tanto al comparar ambas técnicas quirúrgicas como al comparar el tratamiento quirúrgico con la opción conservadora (12,21,22). Esta diferencia metodológica dificulta la comparación directa entre estudios y puede contribuir a la disparidad de resultados. Además, los protocolos de rehabilitación no están estandarizados entre centros, lo que introduce una variabilidad adicional.

En relación con las complicaciones postquirúrgicas, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, aunque se identificaron ciertas tendencias en la distribución. Se registró una mayor frecuencia de complicaciones postquirúrgicas relacionadas con la herida quirúrgica al emplearse un abordaje abierto. A su vez, hubo una mayor incidencia de neuropatía en pacientes operados por abordaje percutáneo, con 8 lesiones del nervio sural frente a 2 en el grupo de pacientes operados por abordaje abierto. Estos resultados concuerdan con los estudios previamente publicados, en los que se asocia el abordaje abierto a complicaciones cutáneas y la técnica percutánea a un mayor riesgo de lesión del nervio sural (23,24).

Se observó un incremento progresivo en el uso de la cirugía percutánea a lo largo del periodo de estudio. Por cada año, la probabilidad de emplear esta técnica

aumentó en un 63%, en concordancia con la tendencia actual hacia abordajes menos invasivos descritos en la literatura (25).

En el análisis multivariante no se identificaron variables asociadas de forma independiente con el tiempo de recuperación funcional. Este hallazgo podría estar condicionado por el tamaño muestral limitado y la distribución desigual entre los grupos, lo que reduce la potencia estadística y aumenta el riesgo de error tipo II, es decir, la posibilidad de no detectar diferencias existentes.

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, su diseño retrospectivo implica una posible pérdida de control sobre variables de confusión y dependencia de la calidad del registro clínico. Además, el tamaño muestral fue limitado y con una distribución desigual entre los grupos, lo que puede haber condicionado la capacidad para detectar diferencias significativas. Asimismo, la variable principal utilizada, aunque objetiva y clínicamente relevante, difiere de las empleadas en otros estudios lo que dificulta la comparación directa con la bibliografía existente. Por último, no se puede descartar la presencia de sesgos de selección derivados de los criterios de inclusión y exclusión aplicados.

Entre las fortalezas del estudio destaca el uso de una variable de resultado objetiva basada en datos asistenciales, que aporta una medida clínicamente relevante de la recuperación funcional. Además, se ha realizado un análisis de múltiples variables potencialmente asociadas junto con un modelo multivariante que permite ajustar por posibles factores de confusión.

Desde una perspectiva global, estos hallazgos contribuyen al Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y bienestar), al favorecer una práctica clínica basada en la evidencia y orientada a mejorar las decisiones clínicas y los resultados funcionales de los pacientes.

Los resultados de este estudio sugieren que ambas técnicas quirúrgicas ofrecen resultados comparables en términos de recuperación funcional. Con el fin de objetivar si hay superioridad de una técnica frente a otra a nivel de recuperación funcional, se requieren estudios prospectivos con mayor tamaño muestral y protocolos de rehabilitación estandarizados entre grupos. Esto permitirá detectar posibles diferencias a medio y largo plazo y optimizar la toma de decisiones clínicas.

CONCLUSIÓN

En la actualidad se observa una tendencia creciente hacia el uso de la cirugía percutánea en el tratamiento de la rotura aguda del tendón de Aquiles. No obstante, los resultados de este estudio junto con la literatura existente sugieren que el tipo de

abordaje quirúrgico no condiciona diferencias estadísticamente significativas en la recuperación funcional ni en la incidencia global de complicaciones.

Estos resultados sugieren la necesidad de individualizar la indicación quirúrgica, priorizando las características del paciente, las preferencias de este, así como del equipo asistencial y el contexto clínico, más que en la expectativa de una recuperación funcional más rápida.

Sin embargo, se identifican tendencias, con una mayor frecuencia de complicaciones relacionadas con la herida quirúrgica en la cirugía abierta y una mayor incidencia de afectación del nervio sural en la cirugía percutánea.

En conjunto, ambas técnicas muestran resultados equivalentes en términos de recuperación funcional cuando se aplican bajo un protocolo de rehabilitación adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

1. O'Brien M. The Anatomy of the Achilles Tendon. Foot and Ankle Clinics. junio de 2005;10(2):225-38. doi:10.1016/j.fcl.2005.01.011
2. Thompson JC. Netter. Atlas práctico de anatomía ortopédica. 2. Aufl. s.l.: Elsevier Health Care - Major Reference Works; 2011. 50074 p.
3. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Gray. Atlas de anatomía. Third edition. Amsterdam: Elsevier; 2021.
4. Bullock M, Pierson Z. Achilles Tendon Rupture. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. julio de 2024;41(3):535-49. doi:10.1016/j.cpm.2024.01.009
5. Gallego ÁLO, Molina JJR, Montijano AG. CAPÍTULO 95 - LESIONES LIGAMENTOSAS DEL TOBILLO Y ROTURAS DEL TENDÓN DE AQUILES.
6. Thompson TC. A test for rupture of the tendo achillis. Acta Orthop Scand. 1962;32:461-5. doi:10.3109/17453676208989608 PubMed PMID: 13981206.
7. Heckman DS, Gluck GS, Parekh SG. Tendon Disorders of the Foot and Ankle, Part 2: Achilles Tendon Disorders. Am J Sports Med. 1 de junio de 2009;37(6):1223-34. doi:10.1177/0363546509335947
8. Thermann H, Becher C, Carmont MR, Karlsson J, Maffulli N, Calder J, et al., editores. The Achilles Tendon [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2017 [citado 14 de enero de 2026]. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-54074-9 doi:10.1007/978-3-662-54074-9
9. Park SH, Lee HS, Young KW, Seo SG. Treatment of Acute Achilles Tendon Rupture. Clinics in Orthopedic Surgery. 13 de febrero de 2020;12(1):1. doi:10.4055/cios.2020.12.1.1 PubMed PMID: 32117532.
10. Shepard ME, Lindsey DP, Chou LB. Biomechanical comparison of the simple running and cross-stitch epitenon sutures in achilles tendon repairs. Foot Ankle Int. mayo de 2008;29(5):513-7. doi:10.3113/FAI-2008-0513 PubMed PMID: 18510906.
11. Loh B, Padki A, Cheok GJ, Yeo NE, Koo K. Minimally Invasive Achilles Tendon Repair Confers Faster Recovery and Reduced Complications Compared to Open Achilles Tendon Repair. Journal of Foot and Ankle Surgery (Asia Pacific). 31 de diciembre de 2021;9(1):10-5. doi:10.5005/jp-journals-10040-1190
12. Cho T, Nair A, Sohn E, Mustapha R, Shendge S, Liu J. Comparison of open, percutaneous, or mini-open repair in the treatment of Achilles tendon ruptures: a systematic review and meta-analysis based on comparison studies. Ann Jt. 21 de abril de 2025;10:11. doi:10.21037/aoj-24-53 PubMed PMID: 40385685; PubMed Central PMCID: PMC12082176.

13. Bo Yang, Yang B, Yang Liu, Liu Y, Liu Y, Liu Y, et al. Outcomes and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis. International Journal of Surgery. 1 de abril de 2017;40:178-86. doi:10.1016/j.ijsu.2017.03.021 PubMed PMID: 28288878.
14. Aktas S, Kocaoglu B. Open Versus Minimal Invasive Repair With Achillon Device. Foot Ankle Int. 1 de mayo de 2009;30(5):391-7. doi:10.3113/FAI-2009-0391
15. Caruso G, Gambuti E, Saracco A, Spadoni E, Corso E, Pinotti I, et al. Open vs. Percutaneous Achilles Tendon Repair: Experience of Single Orthopedic Institute with Long-Term Follow-Up. Medicina (Kaunas). 23 de agosto de 2024;60(9):1382. doi:10.3390/medicina60091382 PubMed PMID: 39336423; PubMed Central PMCID: PMC11433511.
16. Alberto Grassi, Grassi A, Annunziato Amendola, Amendola A, Kristian Samuelsson, Samuelsson K, et al. Minimally Invasive Versus Open Repair for Acute Achilles Tendon Rupture: Meta-Analysis Showing Reduced Complications, with Similar Outcomes, After Minimally Invasive Surgery. Journal of Bone and Joint Surgery, American Volume. 21 de noviembre de 2018;100(22):1969-81. doi:10.2106/jbjs.17.01364 PubMed PMID: 30480601.
17. Savage-Elliott I, Li ZI, Moore MR, Lezak B, Jazrawi T, Golant A, et al. No difference in operative time, outcomes, cosmesis, or return to activity and/or sport after minimally invasive versus open repair of primary Achilles ruptures: a retrospective review. Eur J Orthop Surg Traumatol. 1 de mayo de 2024;34(4):1871-6. doi:10.1007/s00590-024-03859-0
18. The jamovi project (2025). jamovi (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from https://www.jamovi.org.
19. Rozis M, Benetos IS, Karampinas P, Polyzois V, Vlamis J, Pneumaticos SG. Outcome of Percutaneous Fixation of Acute Achilles Tendon Ruptures. Foot Ankle Int. junio de 2018;39(6):689-93. doi:10.1177/1071100718757971 PubMed PMID: 29528724.
20. Henríquez H, Muñoz R, Carcuro G, Bastías C. Is percutaneous repair better than open repair in acute Achilles tendon rupture? Clin Orthop Relat Res. abril de 2012;470(4):998-1003. doi:10.1007/s11999-011-1830-1 PubMed PMID: 21365335; PubMed Central PMCID: PMC3293952.
21. Saab M, Beldame J, Charpail C, Kaba A, Mainard D, Caubère A, et al. Clinical and functional outcomes of 405 Achilles tendon ruptures after a minimum follow-up of 1 year. Orthop Traumatol Surg Res. septiembre de 2024;110(5):103886. doi:10.1016/j.otsr.2024.103886 PubMed PMID: 38615885.

22. Manent A, López L, Coromina H, Santamaría A, Domínguez A, Llorens N, et al. Acute Achilles Tendon Ruptures: Efficacy of Conservative and Surgical (Percutaneous, Open) Treatment—A Randomized, Controlled, Clinical Trial. The Journal of Foot and Ankle Surgery. 1 de noviembre de 2019;58(6):1229-34. doi:10.1053/j.jfas.2019.02.002 PubMed PMID: 31679677.
23. Jr FČ, Blažević D, Čukelj F, Sabalić S, Benčić I, Ćuti T, et al. Comparison of percutaneous and open repair of Achilles tendon rupture: results and complications from a single institution. BMC Surgery. 6 de febrero de 2024;24:47. doi:10.1186/s12893-024-02333-2 PubMed PMID: 38321415.
24. Angelo Del Buono, Del Buono A, Andrea Volpin, Volpin A, Nicola Maffulli, Maffulli N. Minimally invasive versus open surgery for acute Achilles tendon rupture: a systematic review. British Medical Bulletin. 1 de marzo de 2014;109(1):45-54. doi:10.1093/bmb/ldt029 PubMed PMID: 24126569.
25. Wen J, Shehabat M, Razick DI, Abed I, Muttalib Z, Thomas V, et al. Outcomes of the Mini-Open Technique for Achilles Tendon Repair: An Updated Systematic Review. Cureus. 17(4):e81718. doi:10.7759/cureus.81718 PubMed PMID: 40330411; PubMed Central PMCID: PMC12050353.

ANEXO I – RESOLUCIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA

Hospital Universitario de Getafe
SaludMadrid

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS (CEIm) DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE GETAFE

D. Óscar Peñuelas Rodríguez, Presidente del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario de Getafe

CERTIFICA:

Que este Comité en su reunión del día jueves, 30 de octubre de 2025 (A10/25) ha evaluado la documentación presentada por Dña. Paula Salazar Mendoza, correspondiente al Trabajo fin de Grado titulado: **"Comparación del tiempo de recuperación funcional en pacientes con rotura aguda del tendón de Aquiles: cirugía percutánea versus cirugía abierta".**

- **Protocolo:** *Versión 2.0, 03/06/2025*

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.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.

Por ello, este Comité emite **Informe Favorable** sobre la realización de dicho Trabajo fin de Grado a, Dña. Paula Salazar Mendoza, alumna del Grado de Medicina de la Universidad Europea de Madrid, como Investigadora Principal y cuyo tutor es el Dr. Rafael Rubio Quevedo, del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica de nuestro centro.

Lo que firmo en Getafe, a 30 de octubre 2025.

CEImTFG24/25 (TFG_CEIM_25/24)

ANEXO II – TABLA DE VARIABLES

Variable principal	**Unidades**	**Tipo**	**Explicación**
Tiempo desde la intervención hasta la recuperación funcional completa	Días	Cuantitativa	La recuperación se estandariza en la fecha de alta del servicio de Rehabilitación
Tipo de intervención	Percutánea/ Abierta	Cualitativa	N/A
Variables secundarias	**Unidades**	**Tipo**	**Explicación**
Sexo	Hombre/ Mujer	Cualitativa	N/A
Edad	Años cumplidos	Cuantitativa	N/A
IMC (Índice de Masa Corporal)	IMC = Peso (kg) / Estatura (m^2)	Cuantitativa	N/A
Actividad Física	Sedentario/ Activo	Cualitativa	Se calificará como activos a personas que realicen ejercicio físico aeróbico o anaeróbico de manera habitual en su día a día.
Fumador	Sí/ No	Cualitativa	N/A
Vasculopatía periférica	Sí/ No	Cualitativa	N/A
Diabetes Mellitus	Sí/ No	Cualitativa	N/A
Inmunodepresión	Sí/ No	Cualitativa	Enfermedades o tratamientos inmunosupresores

Variables secundarias	Unidades	Tipo	Explicación
Pierna afectada	Derecha/ Izquierda	Cualitativa	N/A
Mecanismo de lesión	Deportiva/ Accidental	Cualitativa	N/A
Isquemia intraoperatoria	Si/ No	Cualitativa	Empleo de isquemia durante la cirugía
Tipo de sutura piel	Vicryl/ Grapas	Cualitativa	N/A
Tipo de sutura del tendón	Reabsorbible/ No reabsorbible/ Ambas	Cualitativa	N/A
Tiempo desde la lesión hasta la operación	Días	Cuantitativa	Días cumplidos desde la lesión hasta la intervención
Tiempo desde la intervención hasta el comienzo de la rehabilitación	Días	Cuantitativa	N/A
Complicaciones	- Rerrotura - Infección de la herida quirúrgica - Dehiscencia de la herida - Lesión del nervio sural - Trombosis venosa profunda	Cualitativa	N/A

Variables secundarias	Unidades	Tipo	Explicación
Complicaciones (dicotómica)	- Sí/ No	Cualitativa	Presencia o ausencia de cualquier tipo de complicación quirúrgica
Secuelas	- Adhesión cicatriz - Dolor refractario a tratamiento - Neuropatía del nervio sural - Inestabilidad - Cojera	Cualitativa	N/A
Variables secundarias	**Unidades**	**Tipo**	**Explicación**
Secuelas (dicotómica)	- Sí/ No	Cualitativa	Presencia o ausencia de cualquier tipo de secuela tras el alta

Tabla X. Definición de las variables

ANEXO III – DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE CHATGPT Y HERRAMIENTAS DE IA

Declaración sobre el uso de ChatGPT y herramientas de IA

Yo, Paula Salazar Mendoza, estudiante del Grado en Medicina, y autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

"Comparación del tiempo de recuperación funcional en pacientes con rotura aguda del tendón de Aquiles: cirugía percutánea versus cirugía abierta",

declaro que:

1. **Uso no permitido**:
    - No he utilizado ChatGPT ni otras herramientas de inteligencia artificial para realizar análisis estadísticos, procesar datos, ni para elaborar de forma automática el contenido principal del Protocolo.
    - El diseño metodológico, la recogida y análisis de los datos, así como la redacción científica del trabajo, son fruto de mi propio esfuerzo académico.
2. **Uso permitido**:
    - Reconozco que he podido emplear ChatGPT y/o herramientas similares exclusivamente como apoyo en:
        - Mejora de la redacción y claridad del texto.
        - Resolución de dudas conceptuales o terminológicas.
3. **Responsabilidad académica**:
    - Soy plenamente responsable de todo el contenido de este Trabajo Fin de Grado.
    - Garantizo que las ideas aquí presentados reflejan mi propio trabajo, y que cualquier recurso bibliográfico utilizado ha sido adecuadamente citado siguiendo las normas de la universidad.

En Madrid, a __23__ de __Abril__ de 2026.

Firma del/de la estudiante: