UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de MEDICINA

Complicaciones postoperatorias en pacientes con ruptura aguda del tendón de Aquiles tratados mediante reparación abierta tipo Krackow versus técnica percutánea Dresden en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, 2018-2025

Postoperative complications in patients with acute Achilles tendon rupture treated with open Krackow repair versus percutaneous Dresden technique at the Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, 2018–2025

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

AUTOR

DABEE QUIROZ BORDA

ASESOR

MIGUEL ANGEL PALACIOS FLORES

LIMA – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	QUIROZ BORDA DABEE

(Agregar filas adicionales si hay más autores)

Pertenecientes al programa de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA,** autor del proyecto de investigación titulado: **Complicaciones postoperatorias en pacientes con ruptura aguda del tendón de Aquiles tratados mediante reparación abierta tipo Krackow versus técnica percutánea Dresden en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, 2018-2025**, el cual ha sido elaborado y aprobado, para optar por el **TITULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA**, bajo la modalidad de **Proyecto de investigación.**

En calidad de docente (s) asesor (es) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	PALACIOS FLORES MIGUEL ANGEL	MEDICINA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **22%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: 3694157144; fecha de entrega: 28/10/2026.
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 29 de OCTUBRE de 2026**



Firma del asesor
N° DNI: 43143269
ORCID: 0000-0003-0327-2135

---

2. RESUMEN

Introducción: La ruptura aguda del tendón de Aquiles es una lesión frecuente cuyo tratamiento quirúrgico continúa siendo controversial. Las técnicas abierta y percutánea son ampliamente utilizadas; sin embargo, no existe consenso claro sobre cuál presenta menor tasa de complicaciones postoperatorias. **Objetivo:** Determinar la asociación entre la técnica quirúrgica (reparación abierta tipo Krackow vs técnica percutánea Dresden) y la presencia de complicaciones postoperatorias durante los 12 meses posteriores a la cirugía en pacientes con ruptura aguda del tendón de Aquiles. **Material y método:** Se realizará un estudio observacional, analítico, de cohorte retrospectiva en pacientes adultos sometidos a reparación quirúrgica del tendón de Aquiles en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo 2018–2025. Se incluirá a la totalidad de pacientes que cumplan los criterios de selección, con un seguimiento de 12 meses. La variable dependiente será la presencia de complicaciones postoperatorias (rerrotura, infección, dehiscencia o lesión del nervio sural), analizadas en conjunto y por separado. Se recolectarán variables sociodemográficas y clínicas a partir de historias clínicas. Se realizará análisis descriptivo y bivariado mediante prueba de chi cuadrado o exacta de Fisher. Se estimarán riesgos relativos (RR) con intervalos de confianza al 95% mediante regresión de Poisson con varianza robusta, ajustados por los factores de confusión identificados con un gráfico acíclico dirigido.

Palabras clave: tendón calcáneo, complicaciones posoperatorias, procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos

3. INTRODUCCIÓN

La ruptura aguda del tendón de Aquiles es una de las lesiones tendinosas más frecuentes del aparato locomotor, con una incidencia creciente asociada a la actividad deportiva y al envejecimiento poblacional (1,2). Compromete la fuerza de flexión plantar y retrasa el retorno a las actividades laborales y deportivas (3).

Su tratamiento continúa siendo motivo de controversia. Aunque el manejo conservador ofrece resultados aceptables en determinados grupos, la cirugía se prefiere en pacientes jóvenes o con alta demanda funcional por su menor tasa de rerrotura (4,5). Las técnicas quirúrgicas se clasifican en reparación abierta y reparación percutánea o mínimamente invasiva (6,7).

La reparación abierta, como la sutura tipo Krackow, permite visualizar el sitio de ruptura y lograr una fijación robusta, pero se asocia con más complicaciones de la herida, como infección y rigidez articular (8,9). Las técnicas percutáneas reducen el daño de tejidos blandos, aunque pueden aumentar el riesgo de lesión del nervio sural (6,10,11). Diversos estudios describen tasas de complicaciones similares o menores con la reparación percutánea y resultados funcionales comparables (6,12,13), y los metaanálisis no son concluyentes respecto de la rerrotura y los resultados globales (7,9). La elección de la técnica depende de la experiencia del cirujano, de las características del paciente y de factores de riesgo como la obesidad (14–16).

Las complicaciones postoperatorias más relevantes son la rerrotura, la infección del sitio quirúrgico, la dehiscencia de la herida y la lesión del nervio sural, todas con impacto en la funcionalidad del paciente (17–19), y su análisis como desenlace compuesto se ha empleado en estudios recientes (17,19,20).

La evidencia que compara de forma directa la sutura tipo Krackow con la técnica percutánea Dresden es escasa. En la serie original de la técnica Dresden, con 62 roturas, se reportó 3.2% de rerrotura, 1.6% de infección superficial y ninguna lesión del nervio sural (21), y en 118 pacientes operados por otros cirujanos, 2% de rerrotura sin infecciones ni lesiones nerviosas, con 77.1% de seguimiento (22). El único estudio clínico comparativo con la técnica Dresden incluyó 15 pacientes por grupo y encontró una dehiscencia en el grupo abierto y ninguna complicación en el grupo Dresden ($p = 0.30$), con sutura abierta tipo Kessler y no Krackow (23); en modelos bovinos, la reparación Krackow falló en el nudo con 223.6 N, frente a 327.8 N con la técnica Dresden (24).

Las comparaciones de mayor tamaño agrupan técnicas heterogéneas. En el metaanálisis de ensayos clínicos de Attia et al., las complicaciones fueron 15.5% con reparación abierta y 10.4% con cirugía mínimamente invasiva (7); en la cohorte de Hendriks et al., con 417 pacientes, la infección del sitio quirúrgico fue 4.0% frente a 1.5% y la lesión del nervio sural, 0.7% frente a 3.8%, sin diferencias significativas (16). Las series pequeñas, el seguimiento variable, los desenlaces compuestos con eventos de distinta gravedad y el ajuste limitado por confusores impiden trasladar estos resultados a la comparación entre Krackow y Dresden (7,16).

En el Perú, la evidencia comparativa entre técnicas quirúrgicas es limitada; una serie de 49 pacientes de Arequipa describió que 95.5% recibió reparación abierta, sin comparar técnicas ni sus complicaciones (25). Esta brecha dificulta la toma de decisiones basadas en evidencia local en centros de alta complejidad como el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.

La generación de evidencia local permitirá optimizar la selección de la técnica quirúrgica, por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿existe asociación entre la técnica quirúrgica, reparación abierta tipo Krackow o técnica percutánea Dresden, y la ocurrencia de complicaciones postoperatorias durante los 12 meses posteriores a la cirugía en pacientes con ruptura aguda del tendón de Aquiles atendidos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins entre 2018 y 2025? El estudio aportará una comparación directa de ambas técnicas en un hospital peruano de alta complejidad, con seguimiento uniforme de 12 meses, frecuencias por componente del desenlace y ajuste por confusores definidos a priori.

4. OBJETIVOS

a) Objetivo General

- Determinar la asociación entre la técnica quirúrgica (reparación abierta tipo Krackow versus técnica percutánea Dresden) y la presencia de complicaciones postoperatorias durante los 12 meses posteriores a la cirugía en pacientes con ruptura aguda del tendón de Aquiles atendidos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins en el periodo 2018–2025

b) Objetivos Específicos

- Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes con ruptura aguda del tendón de Aquiles incluidos en el estudio.
- Determinar la frecuencia de las complicaciones postoperatorias (rerrotura, infección del sitio quirúrgico superficial y profunda, dehiscencia de herida y lesión del nervio sural) según la técnica quirúrgica empleada.

- Evaluar la asociación entre la técnica quirúrgica empleada (reparación abierta tipo Krackow versus técnica percutánea Dresden) y la ocurrencia de complicaciones postoperatorias durante los primeros 12 meses posteriores a la cirugía, ajustando por potenciales factores de confusión.

5. MATERIAL Y MÉTODO

a) **Diseño del estudio:** Se realizará un estudio observacional, analítico, de cohorte retrospectiva.

b) **Población:** La población estará constituida por todos los pacientes adultos con diagnóstico de ruptura aguda del tendón de Aquiles sometidos a tratamiento quirúrgico en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo 2018–2025.

- **Criterios inclusión**
  - Pacientes adultos (≥18 años) con diagnóstico de ruptura aguda del tendón de Aquiles confirmado clínicamente y/o por estudios de imagen.
  - Pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico mediante reparación abierta tipo Krackow o técnica percutánea Dresden.
  - Intervenciones realizadas en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo 2018–2025.
  - Pacientes con seguimiento postoperatorio mínimo de 12 meses.

- **Criterios exclusión**
  - Pacientes con ruptura crónica del tendón de Aquiles (más de 4 semanas de evolución).
  - Pacientes con antecedentes de cirugía previa del tendón de Aquiles o rerrotura previa.

- Pacientes con lesiones asociadas en el mismo miembro inferior (fracturas, lesiones ligamentarias complejas u otras que puedan influir en el desenlace).
- Pacientes con inmunosupresión (trasplante de órgano sólido, quimioterapia o radioterapia en curso, o infección por VIH con recuento de linfocitos CD4 menor de 200 células/mm³), enfermedad renal crónica en diálisis, infección activa del miembro afectado o infiltración local de corticoides en el tendón de Aquiles (21).
- Historias clínicas sin los datos mínimos para el estudio, que son el reporte operatorio con la técnica empleada, las fechas de la lesión y de la cirugía, la edad, el sexo y los controles postoperatorios con evaluación de la herida y del tendón durante 12 meses.

c) Muestra

- **Unidad de análisis:** Cada paciente con ruptura aguda del tendón de Aquiles operado con técnica Krackow o Dresden en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins entre 2018 y 2025.
- **Tamaño de muestra:** Se trabajará con la totalidad de pacientes que cumplan los criterios de selección, sin muestreo. Como referencia para el objetivo general, el tamaño mínimo calculado con la fórmula para dos proporciones independientes (26) es de 138 pacientes por técnica, 276 en total, con 10% de pérdidas (Anexo 3).
- **Marco muestral:** Registro de intervenciones del Centro Quirúrgico y del Servicio de Ortopedia y Traumatología del hospital entre enero de 2018 y diciembre de 2025, revisado de forma consecutiva.

d) Definición operacional de variables

El Anexo 2 muestra la matriz de operacionalización. **Variable dependiente:** complicaciones postoperatorias, variable compuesta por rerrotura, infección, dehiscencia y lesión del nervio sural, definida como la presencia de al menos una de ellas durante los 12 meses posteriores a la cirugía; cada componente se registrará, analizará e informará también por separado. **Variable independiente:** técnica quirúrgica (abierta tipo Krackow o percutánea Dresden). **Covariables:** edad, sexo, tiempo lesión–cirugía, índice de masa corporal, diabetes mellitus, tabaquismo, uso de corticoides sistémicos, otras comorbilidades, localización de la ruptura, experiencia del cirujano, año de la cirugía y protocolo de rehabilitación, este último como variable mediadora.

e) Procedimientos

Previa autorización institucional y aprobación ética, se identificará a los pacientes intervenidos entre 2018 y 2025 mediante los registros del servicio, los reportes operatorios y las bases de datos hospitalarias, y se seleccionará a quienes cumplan los criterios de selección. Los datos se recolectarán de la historia clínica con la ficha del Anexo 1, verificando su consistencia en las evoluciones médicas, los reportes operatorios y los controles postoperatorios.

Cada complicación se registrará según su definición estandarizada (Anexo 2) (16,27), con su fecha de aparición y la fuente en que se documentó (control ambulatorio, hospitalización, emergencia o reintervención); la infección se clasificará como superficial o profunda. También se registrarán la fecha del último control y el tiempo de seguimiento, y se consignarán todas las

complicaciones de los 12 meses, incluidas las posteriores a una primera complicación.

Antes de la recolección, el investigador y un segundo evaluador revisarán de forma independiente 20 historias clínicas (10 por técnica) como prueba piloto; la concordancia para cada complicación se medirá con el índice kappa de Cohen, con un valor aceptable de 0.61 o mayor (28), y la ficha se ajustará por consenso. La base de datos se construirá en Microsoft Excel con doble digitación y depuración de registros inconsistentes. El sesgo de selección se reducirá con la inclusión de todos los pacientes elegibles y el registro de los excluidos en un diagrama de flujo; el sesgo de información, con la ficha de definiciones estandarizadas, la prueba piloto y la verificación en múltiples fuentes de la historia clínica; y la confusión, con el ajuste por las covariables identificadas en el gráfico acíclico dirigido (Anexo 4).

f) Aspectos éticos

El estudio se regirá por la Declaración de Helsinki y las normas nacionales vigentes. Se solicitará la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y del Comité de Ética en Investigación del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, así como la autorización institucional para el acceso a las historias clínicas. Al ser un estudio retrospectivo sin intervención sobre los pacientes, se considera de riesgo mínimo, y se solicitará formalmente a ambos comités la dispensa del consentimiento informado, dada la imposibilidad práctica de contactar a los pacientes atendidos entre 2018 y 2025.

Los registros se seudonimizarán con un código correlativo. La tabla que vincula el código con la historia clínica se guardará cifrada y con contraseña, separada de la base de datos, en una computadora institucional sin sincronización en la nube y con acceso exclusivo del investigador principal. La base de análisis no contendrá datos identificatorios, conforme a la Ley N.° 29733, Ley de Protección de Datos Personales (29); ambos archivos se conservarán cinco años después de la sustentación y luego se eliminarán mediante borrado seguro. Los resultados se difundirán sin información que permita identificar a los participantes.

g) Plan de análisis

Los datos se analizarán en Stata versión 18. Las variables cuantitativas se resumirán con media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución, y las cualitativas con frecuencias absolutas y relativas. La asociación bivariada entre la técnica y las complicaciones se evaluará con la prueba de chi cuadrado o exacta de Fisher. La medida principal será el riesgo relativo (RR) de la incidencia acumulada a 12 meses, con su intervalo de confianza al 95% (IC 95%), y cada componente del desenlace se presentará con su frecuencia y su RR por técnica, de modo que el desenlace compuesto se interprete junto con la contribución de cada complicación.

El RR ajustado se estimará con regresión de Poisson con varianza robusta (30). Las covariables de ajuste se seleccionaron a priori con un gráfico acíclico dirigido (Anexo 4) (31), sin depender del análisis bivariado; el conjunto mínimo incluye edad, índice de masa corporal, diabetes mellitus, tabaquismo, corticoides sistémicos, tiempo lesión–cirugía, localización de la ruptura, experiencia del cirujano y año de la cirugía, y excluye el protocolo de rehabilitación por ser

mediador. El modelo admitirá como máximo una covariable por cada 10 eventos (32); si los eventos son insuficientes, las covariables se resumirán en un puntaje de propensión y el RR se estimará con ponderación por el inverso de la probabilidad de tratamiento, verificando el balance con diferencias estandarizadas menores de 0.1 (33).

Los excluidos por seguimiento menor de 12 meses se compararán con los incluidos según sus características basales, y las covariables con más de 5% de datos faltantes se imputarán por ecuaciones encadenadas con 20 conjuntos (34). Como análisis de sensibilidad, se estimará el hazard ratio ajustado del tiempo hasta la primera complicación con curvas de Kaplan-Meier y regresión de Cox, y se repetirá el análisis principal sin la lesión del nervio sural en el desenlace compuesto. Todas las estimaciones se presentarán con IC 95% y se considerará significativo un valor de p menor de 0.05.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ganestam A, Kallemose T, Troelsen A, Barfod KW. Increasing incidence of acute Achilles tendon rupture and a noticeable decline in surgical treatment from 1994 to 2013. A nationwide registry study of 33,160 patients. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016;24(12):3730-7.
2. Amendola F, Barbasse L, Carbonaro R, Alessandri-Bonetti M, Cottone G, Riccio M, et al. The acute Achilles tendon rupture: an evidence-based approach from the diagnosis to the treatment. Medicina (Kaunas). 2022;58(9):1195.
3. Ochen Y, Beks RB, van Heijl M, Hietbrink F, Leenen LPH, van der Velde D, et al. Operative treatment versus nonoperative treatment of Achilles tendon ruptures: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2019;364:k5120.
4. Myhrvold SB, Brouwer EF, Andresen TKM, Rydevik K, Amundsen M, Grün W, et al. Nonoperative or surgical treatment of acute Achilles' tendon rupture. N Engl J Med. 2022;386(15):1409-20.
5. Bhandari M, Guyatt GH, Siddiqui F, Morrow F, Busse J, Leighton RK, et al. Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic overview and metaanalysis. Clin Orthop Relat Res. 2002;(400):190-200.

6. Grassi A, Amendola A, Samuelsson K, Svantesson E, Romagnoli M, Bondi A, et al. Minimally invasive versus open repair for acute Achilles tendon rupture: meta-analysis showing reduced complications, with similar outcomes, after minimally invasive surgery. J Bone Joint Surg Am. 2018;100(22):1969-81.
7. Attia AK, Mahmoud K, d'Hooghe P, Bariteau J, Labib SA, Myerson MS. Outcomes and complications of open versus minimally invasive repair of acute Achilles tendon ruptures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Am J Sports Med. 2023;51(3):825-36.
8. Gatz M, Driessen A, Eschweiler J, Tingart M, Migliorini F. Open versus minimally-invasive surgery for Achilles tendon rupture: a meta-analysis study. Arch Orthop Trauma Surg. 2021;141(3):383-401.
9. Čretnik A, Kosanović M, Smrkolj V. Percutaneous versus open repair of the ruptured Achilles tendon: a comparative study. Am J Sports Med. 2005;33(9):1369-79.
10. Makulavičius A, Mazarevičius G, Klinga M, Urmanavičius M, Masionis P, Oliva XM, et al. Outcomes of open "crown" type v. percutaneous Bunnell type repair of acute Achilles tendon ruptures. Randomized control study. Foot Ankle Surg. 2020;26(5):580-4.
11. Li Y, Jiang Q, Chen H, Xin H, He Q, Ruan D. Comparison of mini-open repair system and percutaneous repair for acute Achilles tendon rupture. BMC Musculoskelet Disord. 2021;22(1):914.
12. Daghino W, Enrietti E, Sprio AE, di Prun NB, Berta GN, Massè A. Subcutaneous Achilles tendon rupture: a comparison between open technique and mini-invasive tenorrhaphy with Achillon® suture system. Injury. 2016;47(11):2591-5.
13. Burrus MT, Werner BC, Park JS, Perumal V, Cooper MT. Achilles tendon repair in obese patients is associated with increased complication rates. Foot Ankle Spec. 2016;9(3):208-14.
14. Hillam JS, Mohile N, Smyth N, Kaplan J, Aiyer A. The effect of obesity on Achilles rupture repair. Foot Ankle Spec. 2019;12(6):503-12.
15. Maffulli N, Oliva F, Del Buono A, Florio A, Maffulli G. Surgical management of Achilles tendon re-ruptures: a prospective cohort study. Int Orthop. 2015;39(4):707-14.
16. Hendriks JRH, Sharma S, Peiffer M, de Groot TM, Waryasz G, Kerkhoffs GMMJ, et al. Postoperative complications after acute Achilles tendon rupture repair: a survival analysis of minimally invasive vs open techniques. Foot Ankle Int. 2025;46(7):707-14.
17. Chan APH, Chan YY, Fong DTP, Wong PYK, Lam HY, Lo CK, et al. Clinical and biomechanical outcome of minimal invasive and open repair of the Achilles tendon. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2011;3(1):32.
18. Hsu AR, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Ellington JK, Anderson RB. Clinical outcomes and complications of percutaneous Achilles repair system versus open technique for acute Achilles tendon ruptures. Foot Ankle Int. 2015;36(11):1279-86.

19. Lim J, Dalal R, Waseem M. Percutaneous vs. open repair of the ruptured Achilles tendon: a prospective randomized controlled study. Foot Ankle Int. 2001;22(7):559-68.
20. Lonzarić D, Kruščić A, Dinevski D, Povalej Bržan P, Jesenšek Papež B. Primary surgical repair of acute Achilles tendon rupture: comparative results of three surgical techniques. Wien Klin Wochenschr. 2017;129(5-6):176-85.
21. Amlang MH, Christiani P, Heinz P, Zwipp H. The percutaneous suture of the Achilles tendon with the Dresden instrument. Oper Orthop Traumatol. 2006;18(4):287-99.
22. Manegold S, Tsitsilonis S, Schumann J, Gehlen T, Agres AN, Keller J, et al. Functional outcome and complication rate after percutaneous suture of fresh Achilles tendon ruptures with the Dresden instrument. J Orthop Traumatol. 2018;19(1):19.
23. Arzac Ulla IR, De Silvestri A, Fiorentini G. Comparación entre la cirugía abierta y el método mínimamente invasivo para roturas agudas del tendón de Aquiles. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol. 2016;81(4):274-80.
24. Ortiz C, Wagner E, Mocoçain P, Labarca G, Keller A, Del Buono A, et al. Biomechanical comparison of four methods of repair of the Achilles tendon: a laboratory study with bovine tendons. J Bone Joint Surg Br. 2012;94(5):663-7.
25. Barrios-Cárdenas AL, Lazo-Vera JO. Características epidemiológicas, clínicas y terapéuticas de la ruptura de tendón de Aquiles. Acta Ortop Mex. 2021;35(3):252-6.
26. Fleiss JL, Levin B, Paik MC. Statistical methods for rates and proportions. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2003.
27. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Infect Control Hosp Epidemiol. 1999;20(4):250-78.
28. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33(1):159-74.
29. Congreso de la República del Perú. Ley N.° 29733, Ley de Protección de Datos Personales. Lima: Diario Oficial El Peruano; 3 de julio de 2011.
30. Zou G. A modified Poisson regression approach to prospective studies with binary data. Am J Epidemiol. 2004;159(7):702-6.
31. Shrier I, Platt RW. Reducing bias through directed acyclic graphs. BMC Med Res Methodol. 2008;8:70.
32. Peduzzi P, Concato J, Kemper E, Holford TR, Feinstein AR. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. J Clin Epidemiol. 1996;49(12):1373-9.
33. Austin PC. An introduction to propensity score methods for reducing the effects of confounding in observational studies. Multivariate Behav Res. 2011;46(3):399-424.
34. Sterne JAC, White IR, Carlin JB, Spratt M, Royston P, Kenward MG, et al. Multiple imputation for missing data in epidemiological and clinical research: potential and pitfalls. BMJ. 2009;338:b2393.

7. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto: Autofinanciado

Categoría	Concepto	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
Recursos humanos	Investigador principal	1	0	0
	Asesor metodológico	1	0	0
	Apoyo digitación de datos	1	200	200
Materiales e insumos	Hojas impresas / fichas	200	0.20	40
	Útiles de escritorio	1	20	20
	USB / almacenamiento	1	40	40
Servicios	Internet (6 meses)	6	50	300
	Impresión final	2	80	160
	Empastado / anillado	2	40	80
	Software estadístico	—	0	0
Transporte	Traslados al hospital	20	10	200
TOTAL GENERAL	1,040			

Cronograma

Actividades	2026		2027									
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Aprobación ética e institucional	X	X	X									
Prueba piloto y ajuste de la ficha				X								
Recolección de datos					X	X	X					
Depuración y construcción de la base de datos								X				
Análisis estadístico									X			
Redacción de resultados										X		
Redacción final del informe											X	
Revisión y correcciones											X	X
Sustentación												X

8. ANEXOS

ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Código del paciente: _____

Año de la cirugía: _____

Fecha de la lesión: ___/___/_____ Fecha de la cirugía: ___/___/_____

Fecha del último control registrado: ___/___/_____ Tiempo de seguimiento (días): _____

II. VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

Edad (años): _____

Sexo: ☐ Masculino ☐ Femenino

III. VARIABLES CLÍNICAS

Tiempo desde lesión hasta cirugía (días): _____

Peso (kg): _____ Talla (m): _____ Índice de masa corporal (kg/m²): _____

Diabetes mellitus: ☐ No ☐ Sí

Tabaquismo actual: ☐ No ☐ Sí

Uso de corticoides sistémicos en los 3 meses previos a la cirugía: ☐ No ☐ Sí

Otras comorbilidades: ☐ No ☐ Sí → Especificar: _____

Distancia de la ruptura a la inserción calcánea (cm): _____ Fuente: ☐ Ecografía ☐ Resonancia ☐ Reporte operatorio

IV. VARIABLES QUIRÚRGICAS Y DE REHABILITACIÓN

Técnica quirúrgica: ☐ Abierta (Krackow) ☐ Percutánea (Dresden)

Cirujano principal: ☐ Médico asistente ☐ Médico residente

Apoyo con carga antes de las 2 semanas posoperatorias: ☐ No ☐ Sí

V. COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS (12 MESES)

Fuente de detección: C = control ambulatorio, E = emergencia, H = hospitalización, R = reintervención.

Complicación	Presente	Fecha	Fuente (C/E/H/R)
Rerrotura (confirmada por ecografía, resonancia o cirugía)	☐ No ☐ Sí	___/___/____	_____
Infección del sitio quirúrgico superficial	☐ No ☐ Sí	___/___/____	_____
Infección del sitio quirúrgico profunda	☐ No ☐ Sí	___/___/____	_____

Dehiscencia de herida	☐ No ☐ Sí	___/___/____	_____
Lesión del nervio sural	☐ No ☐ Sí	___/___/____	_____

VI. VARIABLE COMPUESTA

Complicaciones postoperatorias (al menos una): ☐ No ☐ Sí

Fecha de la primera complicación: ___/___/_____

ANEXO 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición operacional	Tipo	Escala	Registro
Edad	Edad del paciente en años cumplidos al momento de la cirugía, registrada en la historia clínica	Cuantitativa	De razón	Años
Sexo	Sexo biológico registrado en la historia clínica	Cualitativa	Nominal dicotómica	Masculino / Femenino
Técnica quirúrgica	Tipo de técnica empleada para la reparación del tendón de Aquiles según reporte operatorio	Cualitativa	Nominal dicotómica	Abierta (Krackow) / Percutánea (Dresden)
Tiempo lesión–cirugía	Número de días transcurridos entre la lesión y la intervención quirúrgica	Cuantitativa	De razón	Días
Índice de masa corporal	Peso en kilogramos dividido entre la talla en metros al cuadrado, registrado en la valoración preoperatoria	Cuantitativa	De razón	kg/m^2

Diabetes mellitus	Diagnóstico de diabetes mellitus o tratamiento hipoglucemiante registrado en la historia clínica	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Tabaquismo	Consumo actual de tabaco registrado en la historia clínica	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Uso de corticoides sistémicos	Uso de corticoides orales o parenterales en los 3 meses previos a la cirugía	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Otras comorbilidades	Otras enfermedades crónicas registradas en la historia clínica (por ejemplo, hipertensión arterial, hipotiroidismo o artritis inflamatoria)	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Localización de la ruptura	Distancia entre el sitio de ruptura y la inserción calcánea, según ecografía, resonancia magnética o reporte operatorio	Cuantitativa	De razón	Centímetros
Experiencia del cirujano	Categoría del cirujano principal consignado en el reporte operatorio	Cualitativa	Nominal dicotómica	Médico asistente / Médico residente

Año de la cirugía	Año calendario en que se realizó la reparación quirúrgica	Cuantitativa	De intervalo	2018 a 2025
Protocolo de rehabilitación	Apoyo con carga antes de las 2 semanas posoperatorias, según indicaciones de alta o controles	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Rerrotura	Pérdida de continuidad del tendón reparado durante los 12 meses posteriores a la cirugía, confirmada por ecografía, resonancia magnética o hallazgo intraoperatorio en una reintervención (16)	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Infección del sitio quirúrgico	Infección de la herida operatoria durante los 12 meses posteriores a la cirugía, según criterios de los CDC (27). Superficial, compromete piel y tejido celular subcutáneo, con drenaje purulento, cultivo positivo o diagnóstico del cirujano, y se trata con antibióticos. Profunda, compromete fascia, tendón o planos profundos, o requiere desbridamiento quirúrgico	Cualitativa	Nominal politómica	No / Superficial / Profunda

Dehiscencia de herida	Separación de los bordes de la herida quirúrgica que alcanza la dermis o planos más profundos (16), registrada en cualquier evaluación postoperatoria (retiro de puntos, control ambulatorio, emergencia u hospitalización) durante los 12 meses posteriores a la cirugía	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Lesión del nervio sural	Presencia de síntomas neurológicos (parestesias, hipoestesia) compatibles con lesión del nervio sural documentados en el postoperatorio	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Complicaciones postoperatorias	Variable compuesta que incluye la presencia de al menos una de las siguientes: rerrotura, infección, dehiscencia o lesión del nervio sural ocurrida dentro de los 12 meses posteriores a la cirugía	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Tiempo hasta la primera complicación	Días transcurridos entre la cirugía y la fecha de la primera complicación registrada, o hasta los 12 meses en pacientes sin complicaciones	Cuantitativa	De razón	Días

ANEXO 3. CÁLCULO DEL TAMAÑO MÍNIMO DE LA POBLACIÓN

El tamaño mínimo se calculó con la fórmula para la comparación de dos proporciones independientes (26), con un nivel de confianza de 95% ($Z_{1-\alpha/2} = 1.96$), una potencia de 80% ($Z_{1-\beta} = 0.84$), una proporción esperada de complicaciones de 15.5% con reparación abierta (p_1), tomada del metaanálisis de Attia et al. (7), y de 4.8% con técnica Dresden (p_2), correspondiente a las tres complicaciones registradas en las 62 roturas de la serie de Amlang et al. (21). La fórmula es la siguiente.

$$n = \frac{\left[Z_{1-\alpha/2}\sqrt{2\overline{pq}} + Z_{1-\beta}\sqrt{p_1q_1 + p_2q_2}\right]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

Donde $\overline{p} = \frac{p_1+p_2}{2} = 0.1015$, $\overline{q} = 1 - \overline{p} = 0.8985$, $q_1 = 1 - p_1$ y $q_2 = 1 - p_2$. Al reemplazar los valores se obtiene el resultado siguiente.

$$n = \frac{\left[1.96\sqrt{2 \times 0.1015 \times 0.8985} + 0.84\sqrt{0.155 \times 0.845 + 0.048 \times 0.952}\right]^2}{(0.155 - 0.048)^2}$$

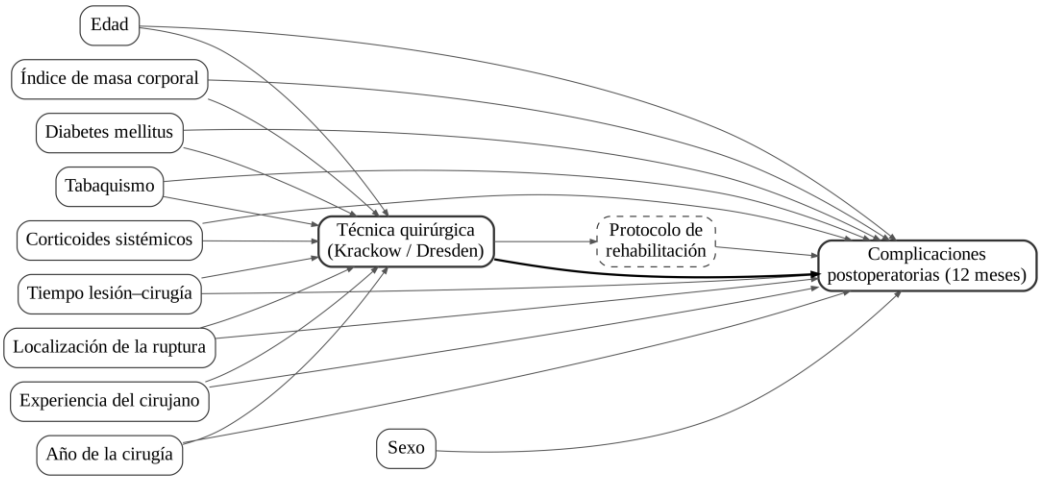
$$n = \frac{(0.8371 + 0.3538)^2}{0.011449} = \frac{1.4180}{0.011449} = 123.9 \approx 124$$

Se añadió 10% de pérdidas por registros incompletos ($L = 0.10$).

$$n_{\text{ajustado}} = \frac{n}{1 - L} = \frac{124}{1 - 0.10} = 137.8 \approx 138$$

El tamaño mínimo es de 138 pacientes por técnica, 276 en total. Este valor sirve de referencia para la potencia del contraste, dado que el estudio incluirá a la totalidad de la población elegible.

ANEXO 4. GRÁFICO ACÍCLICO DIRIGIDO PARA LA SELECCIÓN DE COVARIABLES DE AJUSTE



El gráfico se construyó a partir de la literatura revisada (31). Las flechas representan relaciones causales supuestas. Las variables que influyen tanto en la elección de la técnica como en las complicaciones forman el conjunto mínimo de ajuste. El protocolo de rehabilitación (recuadro discontinuo) se ubica entre la técnica y el desenlace, por lo que no se ajusta. El sexo se relaciona solo con el desenlace y no actúa como confusor.