



**BENEMERITA UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE PUEBLA
FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES AL SERVICIO DE LOS PODERES DEL ESTADO DE
PUEBLA**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA**

**TITULO DE LA TESIS:
REPARACION MINIMAMENTE INVASIVA VERSUS REPARACION ABIERTA
PARA LA RUPTURA AGUDA DE TENDON AQUILES: VALORACION DE LAS
COMPLICACIONES Y RESULTADOS FUNCIONALES EN EL HOSPITAL
ISSSTEP**

PRESENTA: DR. ESQUIVEL GARCIA JOSE RODRIGO

**ASESOR EXPERTO:
DR. JOAQUIN COSME CANDIA**

**ASESOR METODOLÓGICO
DR. MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ ROMERO**

PUEBLA DE ZARAGOZA

NOVIEMBRE 2023

RESUMEN

**TITULO DE LA TESIS:
REPARACION MINIMAMENTE INVASIVA VERSUS REPARACION ABIERTA
PARA LA RUPTURA AGUDA DE TENDON AQUILES: VALORACION DE LAS
COMPLICACIONES Y RESULTADOS FUNCIONALES EN EL HOSPITAL
ISSSTEP**

ESQUIVEL GARCIA JOSE RODRIGOJOAQUIN COSME CANDIA**, MARTIN
ROMERO MIGUAL ANGEL****

**RESIDENTE DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGIA **MEDICO
ORTOPEDISTA**MEDICO EPIDEMIOLOGO**

INTRODUCCION

La rotura del tendón Aquiles se considera una lesión frecuente sobre todo en adultos jóvenes de aproximadamente los 30 y 40 años, predominantemente en el sexo masculino, y asociado a actividades deportivas en el 30% de los casos los cuales presentaron sintomatología de tendinopatía previa, en cuanto a la estructura del tendón y sus exigencias funcionales es muy frecuente que sufra de lesiones ya está sometido a tensiones que van desde los 2000 hasta los 7000n

OBJETIVO

Evaluar los resultados funcionales en pacientes postoperados de plastia de tendón de Aquiles con cirugía mínimamente invasiva vs cirugía abierta en el hospital 5 de mayo de marzo del 2020 hasta noviembre 2022

MATERIAL Y METODOS

Estudio observacional prospectivo, comparativo y longitudinal en pacientes del servicio de ortopedia y traumatología del hospital 5 de mayo ISSSTEP con rotura del tendón de Aquiles tratados con cirugía mínimamente invasiva vs cirugía abierta

RESULTADOS

El resultado de los resultados funcionales complicaciones de la plastia de tendón de Aquiles con técnica mínimamente invasiva vs cirugía abierta en el hospital de especialidades 5 de mayo ISSSTEP de marzo 2020 hasta noviembre 2022 se seleccionaron 49 pacientes de los cuales un 82 % fue de sexo masculino un 18 % sexo femenino, el promedio de edad de los pacientes fue de 37.3 +7 años con la mínima de 18 años y máxima de 60 años.

AGRADECIMIENTOS:

A mi padres, Jorge Alberto Esquivel Cuestas y Luz Elena García Contreras les agradezco de por vida por todo el apoyo tanto moral como económico que me han brindado durante mi existencia, son ustedes las personas que me han brindado la mano cuando más lo he necesitado y es a ustedes quien debo todo lo que soy en la vida.

A mis hermanos Yesica Isabel Esquivel García, Jorge Armando Esquivel García, Katia Guadalupe Esquivel García por su gran apoyo y admiración, por luchar juntos y por nunca dejarme solo en ningún momento, así como a mi sobrina Scarlet Corina Ruiz Esquivel

A mi novia, Ana Belén Santiago Moreno por todo su amor comprensión y apoyo por estar en mi vida y permanecer cuando más lo necesitaba.

A mis maestros, por compartir sus enseñanzas, sus valores, así como la infinidad de consejos los cuales que me fueron brindados durante mi residencia, por ser no solo excelentes ortopedistas sino también excelentes seres humanos.

Gracias Dr. José Alejandro Reyes Guerrero, Dr. Joaquín Cosme Candía, Dr. Roberto Romero Torres, Dr. Luis Gabriel González Casanova, Dr. Bonilla Salgado, Dr. Pedro Cuacenetl Calderón, Dr. Pablo Ortiz Monasterio, Dr. Mario García Colonnier, Dr. Víctor Rosas

A mis compañeros: Said, Abdón, Efraín, Saab, Álvaro, Abdel, Víctor, Alfredo, Infante, Briones, Galicia, Fierro, Herrera. Por no dejarme solo en este camino, gracias.

Al personal del instituto: Personal de enfermería, Médicos internos de pregrado, Residentes de otros servicios, Personal de enseñanza.

INDICE

ANTECEDENTES.....	6
JUSTIFICACION.....	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
HIPÓTESIS.....	21
OBJETIVO.....	22
MATERIAL Y METODOS.....	23
DISEÑO DEL ESTUDIO	23
UNIVERSO.....	24
ÁREA GEOGRÁFICA	24
TIEMPO.....	24
VARIABLES.....	24
DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA DE INTERVENCIÓN	24
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	25
CRITERIOS DE INCLUSION	25
CRITERIOS DE ELIMINACION	26
RIESGOS, COSTOS Y BENEFICIOS DEL ESTUDIO	27
ASPECTOS ÉTICOS.....	27
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	32
ANEXOS.....	32
PUNTUACION DE LEPPILAHTI.	35
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35

ANTECEDENTES

El tendón de Aquiles se considera como el más grande y fuerte de todos los tendones del cuerpo humano, formado por las porciones distales de los músculos gastronemio y soleo. Las roturas agudas del tendón Aquiles son lesiones relativamente comunes con una incidencia que se puede estimar en aproximadamente 31 por cada 10000 personas por año

Se sabe que desde tiempos de Hipócrates la lesión del tendón de Aquiles es reconocida, pero Ambrose Pare en 1575 es quien realiza la primera descripción de esta lesión - La primera descripción de tratamiento de una lesión aguda de tendón de Aquiles en sus inicios se trataban con aparatos ortopédicos vendas y correas.

La rotura de tendón de Aquiles se asocia en un 75 % de los casos actividades deportivas, predominio en el sexo masculino a razón de 3:1, frecuente en adultos de la mediana edad 30 y 40 años, la rotura de este tendón ocupa el tercer lugar en frecuencia entre las roturas tendinosas después del manguito de los rotadores y tendón del cuádriceps

Se conoce que el tendón de Aquiles está sujeto biomecánicamente a tensiones elevadas que varían entre los 2.000 y los 7.000 N. lo que es equiparable a soportar 10 veces el peso corporal.

EMBRIOLOGIA

En el final de la cuarta semana en la pared corporal ventral se originan las elevaciones que se conocen como las yemas de las extremidades. Estas se inician con la activación de un grupo de células mesenquimales en el mesodermo lateral, existe un grupo de genes homeocaja que regularan el patrón de desarrollo de las extremidades en los vertebrados, las yemas de las extremidades inferiores aparecen aproximadamente en el día 28 o 29 estas se alargan por la proliferación del mesénquima, el desarrollo de las extremidades inferiores se hace enfrente de los segmentos lumbares y sacros superiores

A medida que las extremidades se alargan durante la quinta semana se desarrollan modelos mesénquimales de los huesos por las agregaciones celulares, los centros de condroficación se visualizan a finales de la quinta semana y a finales de la sexta semana todo el esqueleto de la extremidad será cartilaginosa

En la séptima semana aparece la osteogenia de los huesos largos a partir de los centros de osificación primarios, con forma se forman los huesos largos los mioblastos se agregan y forman una masa muscular grande en cada yema que se divide en ventral y dorsal, el mesénquima de la extremidad da lugar a huesos ligamentos y vasos sanguíneos

HISTOLOGIA

Conocemos que Todos los tendones del cuerpo humano van a tener una estructura histológica similar. Y estos Están compuestos de tejido conectivo que incluye una Matriz extracelular (MEC)

Compuesta principalmente de colágeno y células especializadas denominadas tenocitos (Waggett et al., 1998).

Sabemos que El Colágeno constituye del 65 al 80% de la masa seca de tendones sanos (Kannus, 2000). Las proteínas del colágeno las podemos dividir según sus características y propiedades.

Los colágenos que forman las fibrillas se componen de los tipos I, II, III, V y XI.

El tendón de Aquiles está compuesto por un tejido conectivo típico.(Waggett et al., 1998) y tiene una estructura jerárquica compuesta de colágeno tipo I. Está formado por haces de fibras, fascículos y fibrillas. Además de las proteínas, los proteoglicanos (PG) constituyen una gran parte de la composición (Waggett et al., 1998)

Entre todos los colágenos, el colágeno tipo I comprende más del 90% de un tendón de Aquiles sano (Waggett et al., 1998). Además del colágeno tipo I, la otra variante

importante encontrada es el colágeno tipo III, presente no sólo en el tendón, sino también dentro del fibrocartilago del tendón. Considerando la composición y distribución del colágeno. Las fibras en los tendones, se puede concluir que su función principal es garantizar la resistencia a la tracción. El colágeno tipo V forma el núcleo de fibrillas de colágeno tipo I y participa en la regulación de la diámetro de las fibras. Investigación inmunohistoquímica de Waggetet al. Detectó colágeno tipo II en las regiones de inserción y fibrocartilago, pero no encontró ninguno en el área media del tendón (Waggett et al., 1998). Teniendo en cuenta el colágeno tipo I, II y III, esto confirma el carácter intermedio de este tejido, exhibiendo propiedades de tanto tejido conectivo fibroso denso como cartilago hialino (Benjamín y Evans, 1990).

ANATOMIA

El tendón de Aquiles mide aproximadamente 15 cm de largo y comienza en la unión musculo tendinosa del gemelo y el sóleo en la mitad de la pantorrilla. El tendón se aplana en su unión con el gastronecmio hasta volverse redondeado. Hasta aproximadamente 4 cm desde su inserción. En este nivel, se aplana, luego se expande y se vuelve cartilaginoso, para insertarse en una zona rugosa en el medio del Parte inferior de la superficie posterior del calcáneo. En su superficie anterior, Recibe las fibras musculares desde el sóleo casi hasta su inserción. La almohadilla de grasa de Kager ubicada anteriormente al tendón de Aquiles protege los vasos sanguíneos que entran en el tendón.

El tendón de Aquiles no tiene vaina de tendón, sino un paratenón altamente vascularizado que actúa como un conducto para la vasculatura del tendón y facilita el deslizamiento del tendón entre el tejido subcutáneo y la fascia posterior. Las secciones proximal y distal del tendón son suministradas por la arteria tibial posterior y la sección media (2 a 6 cm del punto de inserción) es suministrada por la arteria peroneal. Dado que la sección media recibe un suministro de sangre relativamente pobre, es más vulnerable a la degeneración y la ruptura.

VASCULARIZACION

Una rama recurrente de la arteria tibial posterior irriga la parte proximal del tendón mientras que la parte distal está vascularizada por la red arteriosa calcánea e irrigada por las arterias peronea y tibial posterior. Podemos visualizar un área a vascular cerca de la inserción del tendón calcáneo, en el tendón de Aquiles hay tres regiones con diferentes densidad vascular la parte distal del tendón tiene una densidad vascular 56.6 en la porción media del tendón la densidad vascular fue de 28.2 vasos y la parte proximal del tendón tiene una densidad vascular de 73.4 vasos

INERVACION

Los tendones son inervados por nervios sensoriales de los nervios superficiales suprayacentes o de los nervios profundos cercanos, el nervio tibial y sus ramas, la inervación será en gran medida, si no exclusivamente, aferente. Los receptores aferentes se encuentran cerca de la unión musculotendinosa ya sea en la superficie o en el tendón los nervios tienden a formar un plexo longitudinal y entrar a través de los tabiques del endotendon o del mesotendon si hay una vaina sinovial, las ramas también pasan desde el paratendon a través del epitendon para alcanzar la superficie o la región inferior del tendón.

Hay cuatro tipos de receptores, los corpúsculos tipo ruffini son receptores de presión que son sensibles a estiramientos, los corpúsculos de paccianiano que se activan en cualquier momento, los órganos de Golgi mecanorreceptores y terminaciones nerviosas libres que actúan como receptores

BIOMECANICA Y FUNCION

El tendón de Aquiles es el tendón más fuerte, grande y grueso del cuerpo humano. Tiene una longitud de aproximadamente 150 mm, un espesor de 5-7 mm y una anchura de aproximadamente 20 mm. El tendón de Aquiles transmite las fuerzas generadas por los flexores plantares del tobillo. También atraviesa y actúa sobre la rodilla, el tobillo y la articulación subastragalina.

De esta manera, proporciona movimiento y estabilidad óptimos. El tendón puede estirarse hasta un 4% antes de sufrir daño. Se ha informado que el tendón de Aquiles tiene una estructura torcida: cuando se ve desde el extremo proximal al distal, este giro en el sentido de las agujas del reloj en la pierna izquierda y en el sentido contrario a las agujas del reloj en la pierna derecha.

Las propiedades elásticas del tendón de Aquiles cambian a medida que uno envejece, incluida una disminución en el espesor y un aumento en la rigidez. Los jóvenes tienen menor rigidez y una mayor tensión de rotura por tracción. Los estudios han demostrado que la inmovilización y la falta de actividad física tienen efectos negativos sobre las propiedades de los tendones. Es probable que esto se deba a cambios en el área de la sección transversal. El área de sección transversal promedio del tendón de Aquiles es mayor en corredores que en no corredores, pero no se observaron diferencias en la rigidez. Además, en comparación con las mujeres, se ha informado que los AT de los hombres son más rígidos, tienen un área de sección transversal mayor y poseen una fuerza máxima de ruptura más alta.

Al caminar, el tendón de Aquiles soporta cargas de 2,6 kN, el salto produce 3,8 kN, 2,2 kN durante el salto en cuclillas y un rendimiento de 1,9 kN durante el salto con contramovimiento. Durante la carrera, el AT experimenta cargas superiores a 9 kN, más de 12 veces el peso corporal. Las propiedades mecánicas del AT se han basado principalmente en los primeros estudios in vitro. El método de estiramiento de tendones de Aquiles aislados proporcionó una curva de fuerza-alargamiento, identificando cuatro regiones distintas: una región del dedo del pie, una región lineal, una región de falla parcial y una región de falla total.

ROTURA DEL TENDON DE AQUILES

EPIDEMIOLOGIA:

La ruptura del tendón de Aquiles representa el 20 % de todas las rupturas del tendón grande. La incidencia estimada oscila entre 11 y 37 por cada 100.000 habitantes. Los hombres son de 2 a 12 veces más propensos a la ruptura del tendón de Aquiles que las mujeres. En un metaanálisis de 2012 de Soroceanu et al. la edad media en el momento de la lesión entre los 826 pacientes con una ruptura aguda del tendón de Aquiles fue de 39,8 años. La lesión tiene una distribución bimodal por edad con el primer pico en pacientes de entre 25 y 40 años de edad y el segundo pico en los mayores de 60 años. Las lesiones de alta energía en los deportes son responsables del primer pico, mientras que el segundo pico que ocurre en los ancianos se asocia principalmente con lesiones de baja energía, como la ruptura espontánea del tendón de Aquiles degenerado o la ruptura en la tendinopatía crónica de Aquiles. En pacientes jóvenes con lesiones deportivas agudas, el manejo conservador suele ser suficiente para la curación de los tendones. Sin embargo, la ruptura del tendón degenerado en los ancianos requiere un enfoque de tratamiento diferente porque el tendón sigue siendo vulnerable a la ruptura incluso después de la reparación quirúrgica. Por lo tanto, es importante diferenciar la ruptura aguda del tendón de Aquiles de la ruptura del tendón degenerado.

. Factores predisponentes para rotura espontánea: enfermedades crónicas (diabetes, gota, insuficiencia renal, enfermedades del tejido conectivo o autoinmunes) o medicamentos habituales como quinolonas o corticoides.

El tendón de Aquiles está anatómicamente mal protegido por la falta de piel y vascularización. La ubicación de desgarró más común es de 2 a 6 centímetros por encima del punto de inserción del hueso articular. Se ha informado que la ruptura completa del tendón de Aquiles está asociada con cambios histopatológicos tempranos que muestran una degeneración hialina más temprana del tendón, degeneración de la mucosa y fibrilación de las fibras de colágeno, incluso en ausencia de síntomas asociados. Es interesante comentar que en pacientes con rotura del tendón de Aquiles, los tenocitos encargados de la reparación histológicamente producen colágeno tipo III con menor resistencia a la tensión, lo que puede dar lugar a un nuevo desgarró

Factores de riesgo de lesiones

Existen dos categorías que predisponen a los deportistas a sufrir una rotura del tendón de Aquiles: factores de riesgo intrínseco y extrínseco, si combinamos estas características aumenta considerablemente la probabilidad de una rotura aguda del tendón de Aquiles. Los factores de riesgo intrínsecos se refieren a cualquier predisposición anatómica o incapacidad de la biomecánica del cuerpo para absorber la fuerza de una manera natural mientras que los factores de riesgo extrínsecos se componen de errores en las técnicas de entrenamiento o los factores ambientales

Factores intrínsecos

Biomecánicamente

Se conoce que la hiperpronación subastragalina del pie provoca una acción similar a un latigazo en el tendón de Aquiles. Esto provocara golpes repetitivos en la zona del talón que producirán fuerzas de corte a través del tendón de Aquiles, provocando altas tensiones excéntricas en la cara medial del tendón.

El exceso de varo y valgo en el antepié y el retropié provoca una distribución desigual de las fuerzas de tracción en el tendón de Aquiles

A sí como varo tibial y valgo del calcáneo altera la tensión de tracción normal ejercida sobre el tendón Aquiles la capacidad de absorción del impacto del tendón disminuye cuando estas alteraciones de la cinetica distal persisten

La flexibilidad musculotendinosa también se ha identificado como un factor de riesgo potencial. Los tríceps sural tensos o los grupos de músculos isquiotibiales pueden provocar un movimiento compensatorio en el tobillo, produciendo varo y pronación del talón. Y esto generar que Una vez más, la fuerza de tracción no será absorbida ni distribuida adecuadamente.

Con la repetición de este estado biomecánico defectuoso, la microfalla del colágeno puede evolucionar a una macrofalla del tendón. Además, se ha propuesto que un

calentamiento y estiramiento inadecuados antes de la actividad dinámica previenen las respuestas necesarias de relajación del estrés y fluencia del tejido del tendón.

No preparar adecuadamente el tejido activo para cargas dinámicas y generalmente explosivas puede provocar una falla aguda.

La discrepancia en la longitud de las piernas altera la marcha normal y cambia la carga direccional de tensiones sobre el tendón.

La debilidad muscular y el desequilibrio muscular resultante impiden una distribución exitosa de la fuerza y pueden requerir que el tendón de Aquiles disipe una fuerza excesiva. Además, las personas con sobrepeso naturalmente sobrecargarán la estructura musculotendinosa porque poseen una masa corporal excesiva, que el tendón no puede soportar durante movimientos con velocidades y magnitudes elevadas. Finalmente, el envejecimiento de la individuo y tendón altera las propiedades normales y más jóvenes del tendón. A medida que uno envejece, se producen uniones musculotendinosas cada vez más rígidas, una disminución de la resistencia a la tracción y una tensión cada vez menor que provoca la insuficiencia del colágeno. Por lo tanto, se deben progresar los niveles de intensidad y volumen de actividad para permitir la adaptación y reparación estructural.

Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos se componen principalmente de errores en el entrenamiento. Las duraciones e intensidades de carrera por encima de los niveles individualizados, la actividad polimétrica nueva y excesiva y la superficie ambiental desconocida conducen a la degeneración de la matriz extracelular. Un kilometraje excesivo en una carrera constituye el aspecto de uso excesivo que, cuando se aplica a factores intrínsecos, puede resultar en falla del tejido.

Los ejercicios polimétricos, como los saltos, son contracciones concéntricas energéticas que se producen después de un momento excéntrico contundente y un período de armonización.

La incapacidad de los componentes elásticos del tendón, como el órgano tendinoso de Golgi, o simplemente una carga extrema del tendón provoca su rotura.

Las superficies de contacto ambientales deficientes o alteradas añaden nuevas tensiones a las estructuras tendinosas. Un atleta adaptado a una pista pavimentada para correr o a una cancha de baloncesto puede no experimentar el mismo incidente perjudicial que un atleta no acostumbrado a la misma superficie. Es posible que estos factores por sí solos no causen una rotura aguda del tendón; sin embargo, sin un tiempo adecuado de recuperación y reparación celular, se produce un efecto agravante. Esto se verá reflejado especialmente cierto para el atleta de edad avanzada

Fármacos

Los fármacos que se han asociado con retraso en la curación y en la necrosis del tendón son los antibióticos fluoroquinolonas y los corticosteroides.

Se ha observado que los antibióticos de la familia fluoroquinolonas debilitan la matriz extracelular del tendón de Aquiles, lo que resulta en una menor resistencia a la tracción del tendón.

Los corticosteroides, utilizados para disminuir la inflamación de los tejidos, también debilitan el colágeno y disminuyen el suministro de sangre a una estructura que ya es a vascular. Aunque los corticosteroides son comunes en el uso de la tendiopatía, los atletas deben descansar durante un período para permitir que regrese la fuerza y la alineación normales del colágeno.

PLASTIA ANTECEDENTES HISTORICOS

Hipócrates describió por primera vez una ruptura de tendón de Aquiles. Ambroise Paré fue el primero en describir la re- rotura del tendón de Aquiles y en 1736 Jean Louis Petit (1674-1750) describió 3 casos de ruptura del tendón de Aquiles , uno de los cuales fue bilateral. Se cree que el tratamiento quirúrgico de la rotura de tendón

de Aquiles fue propuesto por primera vez por el cirujano francés Gustave Polaillon en 1888.

En Rusia, Los resultados exitosos del tratamiento quirúrgico de este tipo de lesiones fueron indicados por primera vez por Smiryagin M. (1902) y Ostryansky AM (1907) Sin embargo, hasta mediados del siglo XX, el tratamiento siguió siendo predominantemente conservador. En 1929, Qenu y Stoianovitch realizaron el primer estudio que comparó los resultados del tratamiento conservador y quirúrgico y publicaron sus resultados. Este trabajo fue el comienzo de una larga confrontación entre los métodos quirúrgicos y conservadores de tratamiento de lesiones del tendón de aquiles, que continúa hasta el día de hoy.

Los cirujanos escandinavos Arner O. y Lindholm A, quienes en los años 1958-60 describieron la etiopatogenia y el mecanismo del daño de tendón de aquiles fueron los que iniciaron con la tendencia de tratamiento quirúrgico para este tipo de lesiones por el resultado funcional que conseguían, posteriormente el tratamiento quirúrgico ganó popularidad entre los cirujanos ortopedistas que ofrecían diferentes métodos de sutura

en 1977, los cirujanos estadounidenses Ma GWC y Griffith TG informaron buenos resultados de la reparación con sutura percutánea de roturas agudas cerradas del tendón de Aquiles]. Su idea tuvo continuidad en las modificaciones de algunos cirujanos. A finales de los años 80, la experiencia acumulada, los datos experimentales y clínicos permitieron a la mayoría de los cirujanos inclinarse por el tratamiento quirúrgico con una diversidad de técnicas

La mejora del tratamiento quirúrgico se caracterizó por la búsqueda de los métodos de anestesia más suaves, incisiones poco traumáticas y funcionalmente beneficiosas, técnicas simples y confiables para conectar los extremos del tendón y restaurar la vaina del tendón,

La mayoría de los pacientes con rotura aguda de AT pueden tratarse de manera eficaz con una técnica percutánea cerrada y lograr una respuesta satisfactoria después de la rehabilitación. El método Girshin (percutáneo) tiene más ventajas que

otros procedimientos quirúrgicos, pero usarlo requiere un especialista altamente calificado. Existen varias formas de reparación percutánea de la AT con una mínima traumatización de la piel y un aparato de deslizamiento del tendón, asegurando una curación rápida y sin complicaciones de la piel y sin alterar el débil suministro de sangre del tendón Aquiles. El primer ejemplo de su implementación fue el trabajo de los cirujanos estadounidenses Ma GWC y Griffith TG (1977), quienes desarrollaron y aplicaron la técnica de sutura percutánea del tendón enterrado. Los cirujanos Girshin SG y Tsypin IS (1981) sugirieron utilizar la sutura de Cuneo de forma similar (Kornilov NV, 2005). Sin embargo, estos métodos no garantizan una conexión precisa y duradera de los fragmentos del tendón de Aquiles; Klein et al. (1991) notaron la costura del n. suralis en el 13% de los casos. Dadas una serie de deficiencias importantes, Bradley JP et al. (1990) informan que cuando el paciente exige mucho deporte, la cirugía abierta del tendón será el método de elección. A pesar de la variedad de suturas tendinosas propuestas, no todas se han utilizado ampliamente durante muchas décadas. En la mayoría de los casos se utiliza sutura de Cuneo o Krackow, seguida de una adaptación adicional de los extremos del tendón. Cuanto más material de sutura esté incrustado en el tejido del tendón, más fuerte será la sutura. Sin embargo, la circulación sanguínea se altera y las propiedades biomecánicas del tendón se reducen.

En la mayoría de los casos, la intervención abierta en el tendón permite a los cirujanos lograr una adaptación confiable de los extremos tendinosos de Aquiles y reducir el riesgo de roturas repetidas debido a la formación de tejido conectivo. Junto con las ventajas de la reparación quirúrgica abierta de la TA, también existen desventajas: mala cicatrización de la herida posoperatoria, complicaciones infecciosas y una cicatriz posoperatoria áspera que altera el deslizamiento del tendón. En el método abierto de tratamiento quirúrgico, se utiliza principalmente el acceso peritendinoso lateral, propuesto por primera vez por Abraham E. en 1975. En 1973 Goldwyn RM et al., y posteriormente en 2003 Green SM y Briggs PJ realizaron cirugías con accesos en forma de S o Z, respectivamente, que cumplieron con los requisitos fisiológicos de la cicatrización de heridas en esta zona.

DIAGNOSTICO

El diagnóstico de la rotura aguda del tendón de Aquiles es clínico, tiene como base una anamnesis y una exploración física completa , generalmente los pacientes se encuentran en la tercera o cuarta década de la vida con una incapacidad para la deambulación así como dolor los pacientes a menudo refieren que escucharon un chasquido en la parte posterior de la pierna o bien sintieron una pata en el tobillo, los signos que acompañan son debilidad en la flexión plantar, deambulación con carga de peso y cojera, puede encontrarse un falso negativo en la prueba de Thompson

Según la práctica clínica de la academia estadounidense de cirujanos ortopédicos el diagnóstico de rotura del tendón Aquiles se puede establecer mediante dos o más de las siguientes pruebas en el examen físico: una prueba de Thompson positiva, disminución de la fuerza de flexión plantar, presencia de un defecto palpable y aumento de la dorsiflexión pasiva del tobillo con manipulación suave

Estudios de imagen

Conocemos que el diagnóstico de la rotura aguda de Aquiles es fundamentalmente clínico y se apoya en pruebas de imagen, tanto la resonancia magnética y la ecografía pueden ser útiles como prueba de confirmación, la resonancia magnética no es confiable para determinar adecuadamente la rotura parcial o completa, la ecografía es más eficaz para identificar la ubicación de un desgarramiento y el espacio entre los extremos desgarrados del tendón

La radiografía simple ayuda a identificar la inflamación del tendón y el aumento de la densidad del tejido blando en la grasa Kager. Superior a otras modalidades para detectar la presencia de una lesión calcificada, prominencia de Haglund o fractura por avulsión del calcáneo

Prevención de las lesiones

Evitar los cambios degenerativos dentro del tendón es el medio principal para prevenir la rotura del tendón de Aquiles. El colágeno debe conservar la resistencia a la tracción necesaria para resistir las fuerzas aplicadas. Además, se debe evitar la producción de colágeno tipo III más débil.

Un punto importante es mantener el suministro de sangre mediante actividad física regular. El mantenimiento de los niveles de actividad física a medida que aumenta la edad de los atletas también promoverá la hipertrofia de los tendones, aumentará la entrada de nutrientes y reducirá la acumulación de fatiga.

Además de la actividad física, los períodos de calentamiento previos a los ejercicios pueden aumentar la temperatura del tejido y la preparación general del tendón para la carga.

El fortalecimiento de los flexores plantares del tobillo también se ha relacionado con la prevención de la rotura del tendón de Aquiles.

Se recomienda específicamente el fortalecimiento excéntrico del flexor plantar debido a la fuerza generada durante la contracción excéntrica y con la actividad funcional.

El uso de aparatos ortopédicos correctivos también se puede utilizar para corregir malas alineaciones del pie.

Por último, se debe disminuir los antibióticos fluoroquinolonas y la prevención del abuso de corticosteroides. Esto evitará el debilitamiento de la matriz extracelular del tendón, preservando la resistencia a la tracción.

JUSTIFICACION

Debido a la estructura y a las exigencias funcionales a las que se somete el tendón de Aquiles su rotura tiene consecuencias funcionales importante que limitan la marcha, afectan la calidad de vida en personas jóvenes que se encuentran en actividades deportivas, por lo que su plastia es necesaria en la gran mayoría de los casos, para ello existen diferentes técnicas quirúrgicas desde cirugías abierta hasta las mínimamente invasivas que se han venido desarrollando en los últimos años con la intención de minimizar el daño vascular, la cicatrización, aumentar la recuperación y la incorporación a las actividades cotidianas y deportivas

Existe un consenso que la reparación de estas lesiones se trata de manera quirúrgica sin embargo actualmente es necesario valorar si las técnicas mínimamente invasivas son superiores en cuanto a la recuperación funcional de todos estos pacientes

La viabilidad de la investigación es adecuada, debido a que se tiene alta afluencia de pacientes que necesitan la reparación de la rotura de tendón de Aquiles mediante técnica abierta o minimamente invasiva , que se valora en múltiples ocasiones en el postoperatorio, pero al año permite detectar los casos con recuperación total, con el uso de un plan de rehabilitación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- La rotura del tendón Aquiles ha aumentado paulatinamente su frecuencia en el mundo, produciéndose más en edades productivas, por lo que se han desarrollado nuevas técnicas, por lo que se debe realizar la valoración funcional en el postoperatorio, es por ello, que se formula la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Cuáles son los resultados funcionales y las complicaciones en pacientes post operados por rotura aguda de tendón de quiles con técnica abierta vs técnica mínima invasión en Hospital ISSSTEP?

HIPÓTESIS

ALTERNA

- La técnica de plastia de tendón Aquiles mínimamente invasivas tiene menor tasa de complicaciones y mejor funcionalidad que la técnica abierta.

NULA

- La técnica de plastia de tendón Aquiles mínimamente invasivas NO tiene menor tasa de complicaciones y mejor funcionalidad que la técnica abierta.

OBJETIVO**GENERAL**

Evaluar las complicaciones y los resultados funcionales de pacientes postoperados de plastia de tendón de Aquiles con técnicas mínimamente invasivas vs técnica abierta en el hospital 5 de mayo ISSSTEP de marzo

ESPECIFICO:

Describir y comprar los resultados clínicos y funcionales de la técnica mínimamente invasiva para la reparación del tendón Aquiles vs la técnica abierta

Identificar los casos donde presentaron dishencia de herida o alguna otra complicación posterior a la cirugía abierta vs mínimamente invasiva

Valorar la prevalencia de casos con limitación funcional y la técnica quirúrgica aplicada

MATERIAL Y METODOS**DISEÑO DEL ESTUDIO**

- Estudio observacional, prospectivo, comparativo y longitudinal.

UNIVERSO

- Pacientes del Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital 5 de mayo ISSSTEP con rotura del tendón de Aquiles tratados mediante plastia con técnica mínimamente invasiva vs técnica abierta

ÁREA GEOGRÁFICA

Hospital ISSSTEP 5 de mayo Puebla.

TIEMPO

Periodo comprendido de marzo del 2020 a noviembre del 2022

VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Plastia de tendón Aquiles mínimamente invasiva

Plastia de tendón de Aquiles cirugía abierta

VARIABLE INDEPENDIENTE

Funcionalidad del paciente pos operado

DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA DE INTERVENCIÓN

- Pacientes captados de la consulta externa de Ortopedia que hayan acudido a la clínica por rotura de tendón de Aquiles
- Se dio seguimiento para valorar resultados al año de ser operados.

- Se reclutó a todos los pacientes que hayan cumplido con los criterios de inclusión tras la realización de evaluación clínica elaborada por los médicos residentes de Ortopedia de Hospital 5 de Mayo ISSSTEP.
- La exploración y valoración fue realizada en las áreas de consulta externa del servicio de Ortopedia del Hospital ISSSTEP.
- La información demográfica y clínica será obtenida del expediente clínico institucional además del interrogatorio directo y exploración física.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS DE INCLUSION

- Pacientes afiliados en nuestra unidad hospitalaria
- Pacientes masculinos o femeninos de 18 a 60 años de edad.
- Pacientes con ruptura traumática cerrada del tendón de Aquiles
- Pacientes con lesiones agudas del tendón de Aquiles con 15 días o menos de evolución, requisito indispensable para la realización de esta técnica quirúrgica en específico.
- Pacientes con ruptura del tendón de Aquiles a 2 y 6 cm de distancia de su inserción distal.
- Autorización de la cirugía por parte del paciente y firma del consentimiento informado
- Pacientes sin antecedente de co-morbilidades.

CRITERIOS DE EXCLUSION

- Roturas crónicas o de más de 3 semanas de evolución
- Cirugía previa en el TA

- Enfermedades del tejido conjuntivo
- Ingesta prolongada de corticoides o de quinolonas
- Roturas complejas abiertas o con un defecto de partes blandas
- Roturas localizadas fuera de la zona entre los 2 y los 8 centímetros proximales a la tuberosidad del calcáneo
- Enfermedades psiquiátricas o demencia, sin un grado de cooperación mínimo

CRITERIOS DE ELIMINACION

- Pacientes con mal apego al tratamiento
- Fallecimiento
- Proceso infeccioso independiente de la herida quirúrgica.

TABLA DE VARIABLES				
NOMBRE	DEFINICION CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALE DE MEDICION	INDICADOR
EDAD	Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento	cuantitativo	Ordinal	18-60
SEXO	Diferencias biológicas entre hombre y mujer	cualitativo	Nominal	Hombre Mujer
LEPPILAHTI	Escala de función que	Cuantitativa	Nominal	90 a 100 excelente 75-85 buena

ESCALA FUNCIONAL	evalúa dolor y funcionalidad			60-70 regular 55 mala
KITAOKA	Escala de función que evalúa dolor y funcionalidad	cuantitativo	Nominal	
TIEMPO QUIRURGICO	Tiempo transcurrido desde la incisión hasta el final de la cirugía	Cuantitativa	Ordinal	123....

RIESGOS, COSTOS Y BENEFICIOS DEL ESTUDIO

- Consideramos que existen pocas molestias en este estudio.
- Investigación de riesgo mínimo.
- No generaran costos
- No se ofrecerán compensaciones o reposiciones de gastos
- No se ofrecerán incentivos

ASPECTOS ÉTICOS

La investigación será realizada en base al Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación, conforme el artículo 17, el cual clasifica a la investigación como sin riesgo, riesgo mínimo y riesgo mayor. A este estudio se le clasificó como de **“sin riesgo”** debido a que es parte de los estudios retrospectivos que emplean procedimientos comunes, como revisión del expediente clínico.

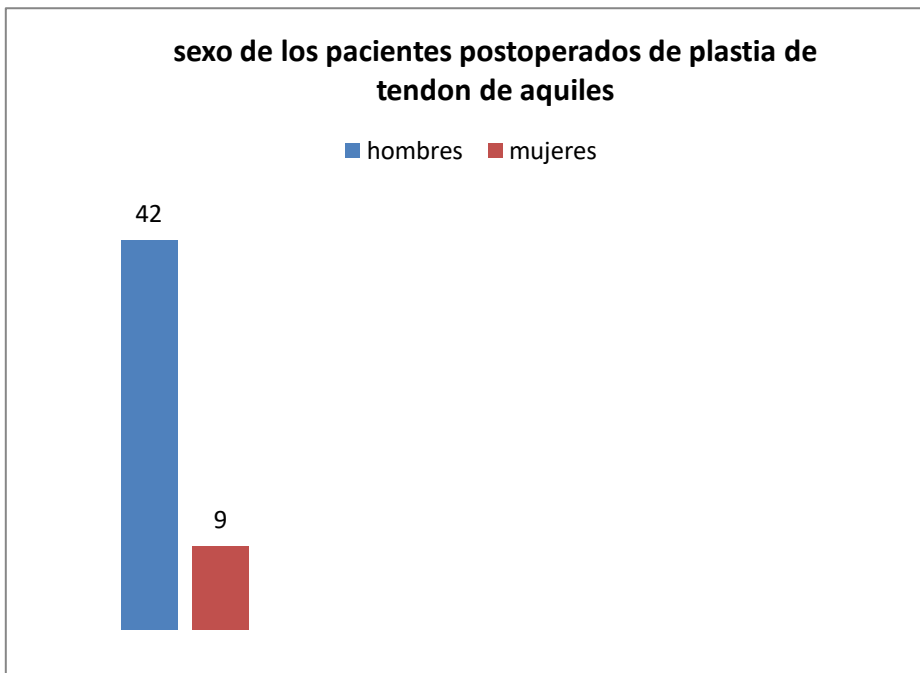
La información se adhiere al informe de Belmont el cual se enfoca en el respeto por las personas que participaran en la investigación, que haya beneficencia y justifica, mediante firma del consentimiento informado, que el paciente y su familiar entiendan el proceso de estudio, que sea de manera voluntaria y que entienda los riesgos, así como de los beneficios.

Se apega a la investigación al Código de Nüremberg, en el que se deben tomaron las precauciones adecuadas, para proteger al sujeto implicado, para evitar algún tipo de lesión, incapacidad o muerte. El experimento debe ser conducido únicamente por personas científicamente calificadas. En todas las fases del experimento se requiere la máxima precaución y capacidad técnica de los que lo dirigen o toman parte en el mismo.

En la declaración de Helsinki, en el año de 2013, en su última actualización, refiere: el propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación

RESULTADOS

El análisis de los resultados funcionales de la plastia de tendón Aquiles con técnica mínimamente invasiva vs técnica abierta en el hospital de especialidades 5 de mayo ISSSTEP de marzo 2020 a noviembre del 2022, se seleccionaron 49 pacientes que cumplen con los criterios de selección, el promedio de edad de los pacientes fue de 36.3 +7 con una minima de 18 años y máxima de 60 años.



No se observaron alguna diferencia significativa con respecto a alguna de las variables examinadas entre los grupos de reparación mínimamente invasiva y cirugía de reparación abierta. Observamos una curación del tendón entre las 7-9 semanas en todos los pacientes de ambos grupos, el tiempo que los pacientes regresaron a su trabajo fue de 10 semanas para el grupo de reparación percutánea y 11 semanas para el de reparación abierta, todos los pacientes soportaban el peso corporal a la octava semana postoperatoria. El último seguimiento, la puntuación AOFAS fue de 96 (rango de 88-100 puntos) para el grupo de reparación mínimamente invasiva y de 94 puntos (rango de 84-100 puntos) para el grupo de reparación abierta. La prueba de Thompson fue negativa para todos los pacientes,

en todos los pacientes observamos una pérdida de menos de 5 grados de flexión dorsal y plantar de tobillo. En cuanto a la apariencia estética fue significativamente mejor en grupo de reparación mínimamente invasiva. Dos pacientes que se sometieron a una reparación abierta reportaron dolor en la cicatriz quirúrgica y disestesias.

DISCUSIÓN

Tratar las roturas del tendón de Aquiles tiene como principal objetivo minimizar la morbilidad de la lesión, incorporarse de manera rápida y completa a las actividades cotidianas y deportivas así como prevenir las complicaciones, la literatura refiere que que la reparación abierta en comparación con la mínimamente invasiva tiene una mayor tasa de complicaciones, infecciones, dolor, y casi el doble de costo, sin embargo menciona que posee una mayor tasa de retorno a las actividades a un nivel previo al de la lesión

Los primeros cirujanos que describieron una técnica mínimamente invasiva para la reparación de la rotura aguda del tendón de Aquiles fueron, Ma y Griffith en 1977, posteriormente su técnica se popularizó y sufrió varias modificaciones.

En cuanto a la masa muscular, longitud del tendón en un estudio retrospectivo a largo plazo entre técnica abierta y mínimamente invasiva no se encontraron diferencias significativamente estadísticas.

Lim et al. Aleatorizó a 66 pacientes jóvenes para compararlos con las técnicas de reparación abierta vs la técnica mínimamente invasiva, y encontró una tasa más elevada de infecciones (21 frente a 9%) en el grupo de reparación abierta, las re-roturas y resultados funcionales no mostraron alguna diferencia estadística, por lo que los autores prefirieron una reparación mínimamente invasiva, basándose en una menor tasa de complicaciones así como una mejor apariencia estética

La utilización de técnicas nuevas con anestesia local o la realización de incisiones en la línea media, han reducido la lesión al nervio sural, concluyendo todos estos estudios que la técnica mínimamente invasiva en comparación con la técnica abierta, se asocia a una menor tasa de complicaciones sin un aumento en la tasa de re-roturas.

La inmovilización postoperatoria con un aparato de yeso y posteriormente con un aparato ortopédico funcional puede reducir la tasa general de complicaciones.

CONCLUSIONES

En conclusión los resultados funcionales obtenidos con la técnica de reparación abierta vs mínimamente invasiva del tendón Aquiles en el hospital de especialidades 5 de mayo ISSSTEP de marzo del 2020 al noviembre del 2022, analizando 49 pacientes, con una edad promedio de 36.3 + 7 con una mínima de 18 años de edad y una máxima de 60 años de edad, con un predominio del sexo masculino con 82%, en comparación con el sexo femenino 28%.

El estudio Mostro resultados funcionales y clínicos de manera exitosa para la reparación mínimamente invasiva y la cirugía abierta del tendón de Aquiles. En ningún paciente se observó alguna complicación de re-rotura en ambas técnicas utilizadas, en dos pacientes con cirugía abierta refirieron parestesias a nivel del sitio quirúrgico así como dolor en el lugar de la cicatriz quirúrgica, la complicación más común y principal de la técnica mínimamente invasiva, la lesión al nervio sural se controló con la visualización del nervio sural, la apariencia estética fue superior en el grupo de cirugía mínimamente invasiva de reparación del tendón Aquiles.

ANEXOS

5. Cojera

Ninguna	10
Evidente	5
Marcada	0

SECCIÓN 3. ALINEACIÓN DEL PIE

Buena, pie plantigrado bien alineado	15
Regular, pie plantigrado con algún Grado de desalineación pero asintomático	8
Mala, pie no plantigrado y sintomático	0

PUNTUACIÓN TOTAL

MÁXIMO 100 PUNTOS

Puntuación de Leppilahti.

Factores clínicos	Puntajes (puntos)*
Dolor	
Ninguno	15
Leve, sin limitaciones en actividades recreativas.	10
Limitaciones moderadas en actividades recreativas, pero no diarias.	5
Limitaciones severas en las actividades recreativas y diarias.	0
Rigidez	
Ninguno	15
Leve, ocasional, sin limitaciones en actividades recreativas.	10
Limitaciones moderadas en actividades recreativas, pero no diarias.	5
Limitaciones severas en las actividades recreativas y diarias.	0
Debilidad de los músculos de la pantorrilla (subjativa)	
Ninguno	15
Leve, sin limitaciones en actividades recreativas.	10
Limitaciones moderadas en actividades recreativas, pero no diarias.	5
Limitaciones severas en las actividades recreativas y diarias.	0
Restricciones de calzado	
Ninguno	10
Leve, la mayoría de los zapatos tolerados.	5
Moderado, incapaz de tolerar los zapatos de moda, tolera los zapatos modificados.	0
Diferencia de rango de movimiento activo (ROM) entre los tobillos	
Normal (<6°)	15
Leve (6°-10°)	10
Moderado (11°-15°)	5
Severo (>15°)	0
Resultado subjetivo	
Muy Satisfecho	15
Satisfecho con reservas menores	10
Satisfecho con grandes reservas	5
insatisfecho	0
Fuerza muscular isocinética (puntuación)	
Excelente	15
Bien	10
Justo	5
pobre	0

* Puntuación general máxima 100. Una puntuación general de 90 a 100 se considera excelente, de 75 a 85 es buena, de 60 a 70 es regular y <55 es mala.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Clanton TO, Haytmanek CT, Williams BT, Civitarese DM, Turnbull TL, Massey MB, Wijdicks CA, LaPrade RF. A Biomechanical Comparison of an Open Repair and 3 Minimally Invasive Percutaneous Achilles Tendon Repair Techniques During a Simulated, Progressive Rehabilitation Protocol. *Am J Sports Med.* 2015 Aug;43(8):1957-64. doi: 10.1177/0363546515587082. Epub 2015 Jun 10. PMID: 26063402.
2. Clanton T, Stake IK, Bartush K, Jamieson MD. Minimally Invasive Achilles Repair Techniques. *Orthop Clin North Am.* 2020 Jul;51(3):391-402. doi: 10.1016/j.ocl.2020.02.005. PMID: 32498958.
3. Schipper O, Cohen B. The Acute Injury of the Achilles: Surgical Options (Open Treatment, and, Minimally Invasive Surgery). *Foot Ankle Clin.* 2017 Dec;22(4):689-714. doi: 10.1016/j.fcl.2017.07.003. Epub 2017 Sep 20. PMID: 29078823.
4. Patel MS, Kadakia AR. Minimally Invasive Treatments of Acute Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Clin.* 2019 Sep;24(3):399-424. doi: 10.1016/j.fcl.2019.05.002. Epub 2019 Jun 18. PMID: 31370993.
5. 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 Mar;51(3):825-836. doi: 10.1177/03635465211053619. Epub 2021 Dec 15. PMID: 34908499.
6. Wilkins R, Bisson LJ. Operative versus nonoperative management of acute Achilles tendon ruptures: a quantitative systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med.* 2012 Sep;40(9):2154-60. doi: 10.1177/0363546512453293. Epub 2012 Jul 16. PMID: 22802271.
7. Wang C, Jiang Z, Pang R, Zhang H, Li H, Li Z. Global trends in research of achilles tendon injury/rupture: A bibliometric analysis, 2000-2021. *Front Surg.* 2023 Mar 27;10:1051429. doi: 10.3389/fsurg.2023.1051429. PMID: 37051567; PMCID: PMC10083236.
8. Bishop ME, Comer CD, Kane JM, Maltenfort MG, Raikin SM. Republication of "Open Repair of Acute Achilles Tendon Ruptures: Is the Incidence of Clinically Significant Wound Complications Overestimated?". *Foot Ankle Orthop.* 2023 Jul 24;8(3):24730114231188102. doi: 10.1177/24730114231188102. PMID: 37506168; PMCID: PMC10369100.
9. Bashir A, Parry MA, Bhat AA. Functional Outcome in Percutaneous Achilles Tendon Repair. *Indian J Orthop.* 2023 Mar 2;57(6):917-922. doi: 10.1007/s43465-023-00852-3. PMID: 37214370; PMCID: PMC10192476.

10. Hoskins T, Patel J, Choi JH, Fitzpatrick B, Begley B, Mazzei CJ, Harrington CJ, Miller JM, Wittig JC, Epstein D. Mini-Open Achilles Tendon Repair: Improving Outcomes While Decreasing Complications. *Foot Ankle Spec.* 2023 Aug;16(4):363-369. doi: 10.1177/19386400221078671. Epub 2022 Mar 6. PMID: 35249403.
11. Yang B, Liu Y, Kan S, Zhang D, Xu H, Liu F, Ning G, Feng S. Outcomes and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis. *Int J Surg.* 2017 Apr;40:178-186. doi: 10.1016/j.ijisu.2017.03.021. Epub 2017 Mar 11. PMID: 28288878.
12. Wang T, Mei G, Shi Z, Chai Y, Zhang C, Hou C. [A comparative study on repair of acute Achilles tendon rupture using three operating techniques]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2012 Jul;26(7):814-8. Chinese. PMID: 22905617.
13. Shi F, Wu S, Cai W, Zhao Y. Multiple comparisons of the efficacy and safety for six treatments in Acute Achilles Tendon Rupture patients: A systematic review and network meta-analysis. *Foot Ankle Surg.* 2021 Jul;27(5):468-479. doi: 10.1016/j.fas.2020.07.004. Epub 2020 Jul 18. PMID: 32732151.
14. Jiang N, Wang B, Chen A, Dong F, Yu B. Operative versus nonoperative treatment for acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis based on current evidence. *Int Orthop.* 2012 Apr;36(4):765-73. doi: 10.1007/s00264-011-1431-3. Epub 2011 Dec 9. PMID: 22159659; PMCID: PMC3311794.
15. Doral MN, Alam M, Bozkurt M, Turhan E, Atay OA, Dönmez G, Maffulli N. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 May;18(5):638-43. doi: 10.1007/s00167-010-1083-7. Epub 2010 Feb 25. PMID: 20182867.
16. Toumi H, Laguech G, Cherief M, Batakis A, Hambli R, Jennane R, Best TM, Lespessailles E. Implications of the calf musculature and Achilles tendon architectures for understanding the site of injury. *J Biomech.* 2016 May 3;49(7):1180-1185. doi: 10.1016/j.jbiomech.2016.03.004. Epub 2016 Mar 8. PMID: 26994783.
17. Lersch C, Grötsch A, Segesser B, Koebke J, Brüggemann GP, Potthast W. Influence of calcaneus angle and muscle forces on strain distribution in the human Achilles tendon. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012 Nov;27(9):955-61. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.07.001. Epub 2012 Aug 9. PMID: 22883073.
18. Maganaris CN, Narici MV, Maffulli N. Biomechanics of the Achilles tendon. *Disabil Rehabil.* 2008;30(20-22):1542-7. doi: 10.1080/09638280701785494. PMID: 18720120.
19. Park SH, Lee HS, Young KW, Seo SG. Tratamiento de la ruptura aguda del tendón de Aquiles. *Clin Orthop Surg.* 2020 Mar;12(1):1-8. <https://doi.org/10.4055/cios.2020.12.1.1>
20. Kraeutler MJ, Purcell JM, Hunt KJ. Chronic Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Int.* 2017 Aug;38(8):921-929. doi: 10.1177/1071100717709570. Epub 2017 May 29. PMID: 28553729.

21. Kingsley P. Achilles tendon rupture in atypical patient populations. *Emerg Nurse*. 2016 Mar;23(10):34-6; quiz p 37. doi: 10.7748/en.23.10.34.s24. PMID: 26948227.



ISSSTEP

Instituto de Seguridad y Servicios
Sociales de los Trabajadores al Servicio
de los Poderes del Estado de Puebla



DENI 303 / 2023

ASUNTO: SE AUTORIZA IMPRESIÓN DE TESIS

Cuatro veces Heroica Puebla de Zaragoza a 10 de DICIEMBRE de 2023