



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

---

---

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Instituto Nacional de Rehabilitación**

“La evaluación isocinética no determina la recuperación funcional en la reparación del tendón de Aquiles secundario a ruptura aguda”

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:

*“Ortopedia”*

PRESENTA

DR. LEONARDO XAVIER MORENO DEGANTE

DIRECTOR DE TESIS: DR. MICHELL RUIZ SUÁREZ

México D.F a 31 de Julio del 2014.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AUTORIZACIONES

---

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL**  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

---

**DRA. XOCHIQETZAL HERNANDEZ LÓPEZ**  
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACION CONTINUA

---

**DR. ALBERTO UGALDE**  
JEFE DE ENSEÑANZA MEDICA

---

---

**DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA**  
PROFESOR TITULAR

---

**DR. ERIC HAZAN LASRI**  
ASESORES DE TESIS

---

**DR. MICHELL RUIZ SUÁREZ**  
ASESOR DE TESIS Y METOLÓGICO

**ÍNDICE**

Resumen	5
Introducción	7
Materiales y método	8
Resultados	10
Discusion	11
Conclusión	14
Bibliografía	15
Anexo	17

“La evaluación isocinética no determina la recuperación funcional en la reparación quirúrgica del tendón de Aquiles secundario a ruptura aguda”

Leonardo Moreno<sup>1</sup>, Eric Hazan<sup>2</sup>, Michell Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Médico Residente de Ortopedia. Instituto Nacional de Rehabilitación.

<sup>2</sup> División de Traumatología. Instituto Nacional de Rehabilitación.

## RESUMEN

**Antecedentes.** Actualmente no se ha establecido una etiología específica en la ruptura aguda del tendón de Aquiles. (TA); una de las principales causas reportadas es la degeneración intratendinosa. La mayor de estas lesiones ocurre en deportistas siendo el mecanismo de lesión más frecuente la dorsiflexión forzada del tobillo. El tratamiento con menor tasa de re ruptura es la reparación quirúrgica. La mayor parte de los pacientes con ruptura de TA permanecen con cierto déficit funcional después de 1 año de la lesión, independiente de si fue tratada de forma quirúrgica o no.

**Objetivo.** Determinar si la reparación quirúrgica de las rupturas agudas del tendón de Aquiles logra una recuperación funcional adecuada, describir la recuperación isocinética de los plantiflexores comparando lado sano y lado afectado con un mínimo de 6 meses de evolución.

**Métodos.** Se realizó un estudio prospectivo con seguimiento a 6 meses en 24 pacientes. Al final del seguimiento se registró la escala de ruptura aguda de tendón de Aquiles (ERTA), se realizaron comparaciones antropométricas e isocinéticas, y se interrogó mecanismo de lesión y tiempo de regreso a actividades diarias.

**Resultados.** Los datos encontrados demuestran que no hay una recuperación funcional completa del sistema Aquileo-Calcáneo-Plantar desde el punto de vista isocinético.

**Conclusiones.** La evaluación isocinética no determina la recuperación funcional después la reparación quirúrgica de la ruptura aguda del tendón de Aquiles ya que la función isocinética no llega a igualar la extremidad sana a pesar de encontrar una recuperación subjetiva.

**Palabras clave:** Tendón de Aquiles, isocinética, dorsiflexión, plantiflexores.

## **ABSTRACT**

**Background:** There is no specific etiology established for the acute rupture of the Aquilles tendon (AT); one of the main reported causes is the intratendinous degeneration. Most of these injuries happen in association with sports and the most frequent mechanism of rupture is a forced dorsiflexion of the ankle. The treatment with lower rate of re-rupture is the open surgical repair. Most of patients with acute rupture of the AT remain with some functional deficit after one year of the injury treated either surgically or not.

**OBJECTIVE:** Determine If the surgical repair for acute ruptures of the AT achieves an adequate functional recovery, to describe the isokinetic recovery of the plantiflexors comparing affected with healthy side with a minimum of 6 months of evolution.

**METHODS:** A prospective analysis was performed on 24 patients with a follow-up of 6 months. At the end of follow-up, the Achilles tendon total rupture score (ATRS), isokinetic and anthropometric comparisons, mechanism of rupture and time to return to daily activities were registered.

**RESULTS:** The obtained data shows a lack of complete functional recovery of the Achilles complex from the isokinetic point of view.

**CONCLUSION:** The isokinetic evaluation does not determine functional recovery after surgical repair of Achilles tendon since the isokinetic function fails to match the healthy limb despite a satisfactory subjective recovery.

**KEYWORDS:** Achilles tendon, isokinetic evaluation, dorsiflexion, plantiflexors

## INTRODUCCIÓN

Existen pocos estudios en la literatura científica que den información objetiva respecto a la recuperación funcional en las lesiones agudas del tendón de Aquiles. La mayoría de ellos utilizan escalas subjetivas y no se encuentra una comparación de las mismas con medidas funcionales como la isocinética.

El tendón de Aquiles (TA) es el tendón mas resistente y largo en el cuerpo, es también el tendón que presenta rupturas con más frecuencia.<sup>1</sup> Suchak et al<sup>2</sup> reporta una incidencia media de 8.3 rupturas por cada 100,000 habitantes. Este tipo de lesiones se encuentra mas asociada a actividades deportivas y se reporta una distribución mas frecuente en hombres con una lateralidad izquierda mayor.  
1,3,4

La mayoría de las rupturas ocurre durante actividades deportivas y son mas frecuentes en hombres en la 3-4 decada de la vida.<sup>5</sup> Se encuentra una mayor frecuencia en lado izquierdo y el mecanismo mas frecuente de lesión es una dorsiflexión forzada del tobillo.<sup>1,6,7</sup>

Se ha encontrado que a pesar del tratamiento utilizado, ya sea quirúrgico o conservador, comúnmente se encuentra una pérdida funcional posterior a la ruptura aguda del tendón de Aquiles.<sup>20</sup> El tratamiento utilizado en este estudio fue el quirúrgico ya que ha demostrado tener una menor tasa de complicaciones. Möler et al. en un estudio con 112 pacientes encontró una tasa de re-ruptura en el 20.8% de los paciente tratados de forma conservadora comparado con 1.7% en los pacientes tratados quirúrgicamente.<sup>12,13</sup>

El objetivo de este estudio es determinar si la reparación quirúrgica de las rupturas agudas del tendón de Aquiles logra una recuperación funcional adecuada mediante el uso de una escala subjetiva específica y una serie de mediciones isocinéticas y antropométricas.

Hipotéticamente se obtendría una recuperación de fuerza isocinética asociada a



una recuperación subjetiva medida mediante el uso de una escala que evalúa fuerza y sintomatología (ERTA).

## **MATERIALES Y MÉTODO.**

Es un estudio abierto, prospectivo, longitudinal, analítico, de intervención deliberada.

Se estudiaron 24 pacientes con ruptura aguda del TA en un periodo de tiempo comprendido entre enero del 2012 y junio del 2014. Se incluyeron pacientes sin lesión neurológica central o periférica preexistente, sin enfermedades neuromusculares conocidas, sin lesión del TA contralateral o con lesiones preexistentes en la extremidad afectada que comprometiera la función, collagenopatías y rupturas parciales.

El diagnóstico de la ruptura se hizo de forma clínica mediante la prueba de Thompson, signo del hachazo, y la prueba esfigmomanométrica de Copeland.

El tratamiento elegido fue la reparación abierta ya que presenta un riesgo de re-ruptura significativamente menor que el tratamiento conservador.<sup>14</sup> La técnica quirúrgica utilizada fue la descrita por Krackow debido a que en un estudio biomecánico presentó una mayor resistencia cuando se sometió a carga comparado con otras técnicas, reportándose ruptura a 147.18 N de carga.<sup>15</sup>

Al momento del ingreso se realizó un cuestionario preguntándose mecanismo de lesión, tiempo de lesión, lesión previa del tendón afectado, comorbilidades e ingesta de medicamentos (específicamente fluoroquinolonas o esteroides en cualquiera de sus variedades) en el mes previo a la lesión.

Después de la intervención quirúrgica se inmovilizó a los pacientes mediante el uso de una férula suropodálica anterior en flexión plantar la cual se retiró a las 6

semanas postquirúrgicas. Posteriormente se inició apoyo libre progresivo y movilización activa y pasiva.

A los 6 meses postquirúrgicos se realizó de manera bilateral pruebas de isocinecia al tobillo midiéndose pico de torque a 60° grados de dorsiflexión, se realizó nuevamente la prueba esfigmomanométrica de Copeland, y se llevaron a cabo mediciones antropométricas determinándose el porcentaje y área muscular. Finalmente se auto aplicó la escala de ruptura aguda de TA se interrogó el tiempo de regreso a actividades diarias.

Se utilizó una metodología descriptiva para variables demográficas, promedios con desviación estándar para variables cualitativas, T de student para muestras pareadas comparando promedios y una correlación paramétrica de Pearson para determinar fuerza de asociación entre dos variables distintas. El análisis se realizó mediante el uso del software SPSS, versión 22.

Existen diversas escalas que evalúan el manejo de la ruptura aguda de TA es la única escala que reporta datos directos del paciente que se ha evaluado y desarrollado mediante una metodología adecuada convirtiéndola en la única herramienta de medición basada en evidencia útil para el manejo de la ruptura aguda del TA (ERTA).<sup>16</sup> Dicha escala es realizada por el paciente y evalúa integralmente la ruptura de aguda del tendón en términos de síntomas y actividad física en una escala del 0 al 10 con un total de 100 puntos siendo 0= mayor limitación/sintomatología y 10 sin limitación o sintomatología.<sup>17</sup>

Éste es el primer estudio hecho en realizar una correlación entre evaluaciones isocinéticas y valoración clínica subjetiva para tendón de Aquiles en población mexicana

## RESULTADOS

El género más afectado fue el masculino reportándose una incidencia del 71%, el 88% de la población presentó una lateralidad diestra, sin embargo el lado más afectado fue el izquierdo con un 61%. La edad media fue de 34 años con una DE  $\pm 8$  (Tabla 1). El 40% de la muestra no realizaba actividades deportivas y el 35% estuvo asociado a la práctica amateur de fútbol soccer, el 25% restante se clasificó como actividades recreativas varias (Tabla 2).

El pico de torque promedio a 60° para plantiflexores a los 6 meses de la lesión fue de 55.1°/seg para la extremidad sana y 44°/seg para la extremidad afectada ( $p < 0.01$ ) (Tabla 3). No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre extremidad sana y afectada respecto a porcentaje y área tanto muscular ( $p > 0.53$ ) como grasa ( $p > 0.52$ ).

La correlación entre medición isocinética de plantiflexores y ERTA a los 6 meses fue de 0.12, considerándose como una correlación muy mala de acuerdo a los criterios de Landis-Koch.

Los mecanismos de lesión más frecuentes fueron la dorsiflexión forzada del tobillo asociada a una carga axial con un 47.83% seguida de la flexión plantar asociada a carga axial con un 21.74% (Tabla 4).

El puntaje total de la ERTA osciló de 64 a 93 puntos con un promedio de 79 y una DE de 7.35. El promedio de regreso a las actividades diarias fue de 8.75 semanas

## DISCUSIÓN

El tendón esta diseñado para resistir de mejor maneras fuerzas ténsiles que fuerzas compresivas. El lugar más frecuente de ruptura es de 2-6 cm proximales a su inserción debido a un menor flujo sanguíneo en dicha zona.<sup>6,7</sup> Con el ejercicio su irrigación aumenta cuatro veces 5cm por arriba de sus inserción y solo 2.5 veces 2cm proximales a su inserción.<sup>6</sup> Al correr la carga en el tendón es de 9kN (12.5 veces el peso).<sup>6</sup> Al estirarse 4% de su longitud se pueden encontrar rupturas parciales y con un estiramiento mayor al 8% de su longitud normal se observan rupturas macroscópicas en su cuerpo <sup>6,8,9</sup>.

Existen diversas teorías que explican la causa de su ruptura, las principales son la Teoría degenerativa, mecánica y asociada a medicamentos. La teoría degenerativa describe una degeneración intratendinosa por probable hipoxia debido a falta de circulación. Periodos alternantes de inactividad con actividad deportiva puede llevar a la formación de microtraumas que finalmente provoque una ruptura.<sup>5</sup> La teoría mecánica se aplica a aquellos atletas que se incorporan rápidamente a sus actividades después de un periodo prolongado.<sup>6</sup> La asociación a esteroides anabólicos y fluoroquinolonas producen displasia de las fibras de colágeno disminuyendo así su fuerza ténsil. El uso de cortico esteroides peritendinosos debilita su estructura hasta 14 días después de la inyección. Por otro lado las fluoroquinolonas alteran la función mitocondrial de los tenocitos alterando así sus propiedades tensionales. <sup>6,8</sup>

El riesgo de ruptura es mayor cuando se aplica una carga oblicua, cuando el músculo se encuentra en contracción máxima y cuando la carga inicial sobre el tendón es corta.<sup>10</sup> Arner y Lindholm describen en un estudio con 93 pacientes que el 53% de las rupturas ocurren con un impulso con el ante pié con la rodilla en extensión, el 17% después de una dorsiflexión súbita inesperada, y 10% al realizar dorsiflexión súbita en un pie posicionado en flexión plantar.<sup>4</sup>

Los pacientes con una ruptura del TA describen un dolor súbito en la pierna afectada, y frecuentemente refieren una sensación de haber sido pateados en la cara posterior del tercio distal de la pierna en el momento de la lesión.<sup>10</sup> El diagnóstico de la ruptura de TC se realiza principalmente mediante el uso de diversas pruebas; también existen pruebas de gabinete que funcionan como auxiliares diagnósticos en caso de duda. En los rayos X se puede encontrar pérdida del triángulo de Kager formado por el borde anterior de TA, borde posterior de tibia y borde superior de calcáneo.<sup>6</sup> En el USG la ruptura se observa como una banda hipoeecóica ubicada entre 2 bandas hipereecóicas.<sup>6,7</sup>

Entre las pruebas clínicas más utilizadas se encuentra test de Thompson el cual se realiza con el paciente en decúbito prono con los tobillos fuera de la camilla resultando una flexión plantar del tobillo cuando el TA se encuentra íntegro. El test de Matles consiste en realizar una flexión activa de las rodillas mientras se encuentra en decúbito prono observando una caída a posición neutra o dorsiflexión pasiva del pie afectado. El test de O'Brien se realiza mediante la inserción de una aguja hipodérmica sobre la línea media 10 cm proximal al borde superior del calcáneo. Se realiza dorsiflexión y flexión plantar, si en la dorsiflexión la aguja apunta en dirección distal se presume integridad tendinosa, si la aguja no se mueve o apunta en dirección proximal se puede inferir una pérdida de la continuidad tendinosa.<sup>6,10</sup>

La prueba esfigmomanométrica o test de Copeland en la cual en el paciente en decúbito prono con la rodilla flexionada a 90 grados, se coloca esfigmomanómetro sobre porción muscular de pantorrilla, se infla a 100 mm Hg con el pie en actitud de flexión plantar. Se realiza dorsiflexión activa y si la presión aumenta a 140 mm Hg se presume integridad musculo tendinosa. Si la presión permanece cerca de 100 mm Hg, se puede hacer el diagnóstico de ruptura de TA.<sup>6,11</sup>

La reparación quirúrgica abierta logra una recuperación funcional del sistema Aquileo calcáneo plantar, sin embargo no se logra una recuperación isocinética

total comparado con la extremidad contralateral. Por otro lado, se ha reportado que una rehabilitación pronta y un apoyo total temprano mejora los resultados funcionales.<sup>18,19</sup>

En nuestro estudio no se encontraron diferencias significativas respecto a áreas y porcentajes musculares y grasos de la pantorrilla al comparar la extremidad sana con la afectada. Por otro lado a pesar de encontrarse una recuperación subjetiva de la función medida por el ERTA, la recuperación isocinética de la extremidad afectada no llegó a igualar la extremidad sana. Una de las justificaciones de este efecto puede ser que exista una alteración intrínseca de la colágena previa a la lesión lo cual imposibilita llegar a una recuperación funcional completa. Otra justificación puede radicar en un sobreuso de la extremidad sana durante las primeras 6 semanas en que se contraindica el apoyo de la extremidad afectada provocando un fortalecimiento muscular secundario; sin embargo esta hipótesis podría ser descartada por el hecho de no haber encontrado una diferencia estadísticamente significativa entre porcentajes musculares de las extremidades.

## CONCLUSIÓN

A pesar de haber encontrado una recuperación objetiva se logró una recuperación de la funcionalidad de la extremidad afectada y un regreso las actividades diarias. El hecho de haber no haber encontrado una disminución significativa del volumen muscular o una sustitución grasa del mismo nos habla de una posible alteración estructural intrínseca como causa de la lesión.

En nuestra población se encontró que la mayor parte de los pacientes estudiados no realizaba actividades deportivas, este hecho podría descartar a los factores del deporte como riesgo asociado a la ruptura del tendón, tales como el sobreuso que provoque disminución de la capacidad ténsil de las fibras de colágena, carga excesiva sobre las extremidades o errores en el entrenamiento.

Una posible justificación de lo anterior radicaría en que un estilo de vida sedentario posiblemente contribuya a una mala circulación tendiendo como consecuencia una degeneración hipóxica del tendón, la cual si se asocia a factores mecánicos (súbitos o repetitivos) pueda llevar a una ruptura aguda del tendón.

Es por esto que es necesaria una mayor investigación respecto a las posibles causas de la ruptura aguda del tendón de Aquiles como el uso de microscopia electrónica o estudios genéticos que identifiquen polimorfismos asociados con la ruptura tendinosa.

## Bibliografia

1. Longo UG, Petrillo S, Maffuli N, Denaro V. Acute Achilles Tendon Rupture in Athletes. *Foot Ankle Clin N Am*. 18 (2013) 319–338
2. Suchak AA, Bostick G, Reid D, Blitz S, Jomha N. The incidence of Achilles tendon ruptures in Edmonton, Canada. *Foot Ankle Int*. 2005; 26(11):932-936.
3. Järvinen T, Kannus P, Maffuli N et al. Achilles Tendon Disorders: Etiology and Epidemiology. *Foot Ankle Clin N Am* 10 (2005) 255 – 266
4. Arner O, Lindholm A. Subcutaneous rupture of the Achilles tendon; a study of 92 cases. *Acta Chir Scand Suppl*.1959;116(supp 239):1–51.
5. Maffulli N, Waterston SW, Squair J, Reaper J, Douglas AS. Changing incidence of Achilles tendon rupture in Scotland: a 15-year study. *Clin J Sport Med*. 1999;9(3):157-60.
6. Longo UG, Ronga M, Maffuli N. Acute Ruptures of the Achilles Tendon. *Sports Med Arthrosc Rev* 2009;17:127–138
7. Niek van Dijk C, Karlsson J, Maffulli N, Thermann H. ACHILLES TENDON RUPTURE Current concept. Guildford: DJO publications; 2008
8. Józsa LG, Kannus P. Human tendons : anatomy, physiology, and pathology. Champaign, Ill. ; Leeds:Human Kinetics; 1997.
9. O'Brien M. Functional anatomy and physiology of tendons. *Clin Sports Med*. 1992;11(3):505-20.
10. Maffuli N. Current Concepts Review - Rupture of the Achilles Tendon .*J Bone Joint Surg Am*. 1999;81:1019-36.
11. Copeland SA. Rupture of the Achilles tendon: a new clinical test. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* (1990) vol. 72, 270-271
12. Möller M, Movin T, Granhed H, Lind K, Faxen E, Karlsson J. Acute rupture of tendon Achillis. A prospective randomised study of comparison between surgical and non-surgical treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83(6):843-8.
13. Suchak AA, Spooner C, Reid DC, Jomha NM. Postoperative rehabilitation protocols for Achillestendon ruptures: a meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;445:216-21.
14. Khan RJK, Carey Smith RL. Surgical interventions for treating acute Achilles tendon ruptures (Review) *The Cochrane Library* 2010;9:42-49.



15. Watson TW, Jurist KA, Yang KH, Shen KL. The strength of Achilles tendon repair: an in vitro study of the biomechanical behavior in human cadaver tendons. *Foot Ankle Int* 1995;16:191-195.
16. Kerarny RS. et al. A systematic review of patient-reported outcome measures used to assess Achilles tendon rupture management: What's being used and should we be using it? *Br J Sports Med* 2012;46:1102–1109.
17. Nilsson-Helander K, Thomee R, Gravare-Silbernagel K, et al. The Achilles tendon Total Rupture Score (ATRS): development and validation. *Am J Sports Med*; 2007;35:421–426.
18. Willits K, Amendola A, Bryant D, Mohtadi NG, Giffin JR, Fowler P, et al. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a multicenter randomized trial using accelerated functional rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:2767–75.
19. Acute Achilles tendon rupture: minimally invasive surgery versus nonoperative treatment with immediate full weightbearing – a randomized controlled trial *Am J Sports Med*, 36 (September (9)) (2008), pp. 1688–1694.
20. Rebeccato A, Santini S, Salmaso G, Nogarin L. Repair of the Achilles tendon rupture: a functional comparison of three surgical techniques. *J Foot Ankle Surg* 2001;40(4):188–194

## ANEXO 1

n	24
Edad	34±8
Lateralidad	61% Izquierdo 39% Derecho
Dominancia	88% Derecho 12% Izquierdo
Género	71% Masculino 19% Femenino

---

Tabla 1. Características demográficas de la población.

Sin actividad	40%
Futbol	35%
Squash / Tenis	10%
Trote	15%

---

Tabla 2. Actividades físicas asociadas con la ruptura aguda de TA.

P 0.01	Pico de Torque 60°
Sano	55.1° /seg
Afectado	40° /seg

Tabla 3. Asociación entre extremidad sana y afectada con un pico de torque a 60°.

Dorsiflexión forzada + carga axial	50%
Flexión plantar + carga axial	20.8%
Contusión directa	12.5%
Dorsiflexión forzada	8.3%
Inversión forzada	4.1%
Rotación interna + carga axial	4.1%

Tabla 4. Mecanismos de lesión