

Revista Mexicana de
Medicina Física y Rehabilitación

Volumen
Volume 13

Número
Number 3

Julio-Septiembre
July-September 2001

Artículo:

**Plantometría en pacientes con ruptura
del tendón de Aquiles postoperados de
plastía**

Derechos reservados, Copyright © 2001:
Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, AC

**Otras secciones de
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Plantometría en pacientes con ruptura del tendón de Aquiles postoperatorios de plastía

Dra. María del Pilar Diez García,* Dra. Rosa Marta Olvera Vega,* Dr. Roberto Coronado Zarco,* Dr. Alberto Vargas Ramírez,* Dr. Saúl Renan León Hernández*

RESUMEN

La lesión del tendón Aquíleo ocurre con mayor frecuencia como resultado de errores en el entrenamiento, factores ambientales o como manifestación de una enfermedad sistémica. Existen factores predisponentes como lo son afecciones inflamatorias crónicas, alteraciones vasculares, cicatrizales, defectos de alineación, rigidez y envejecimiento. **Objetivo:** Determinar las alteraciones que se producen durante la fase postural de la marcha mediante plantimetría en pacientes postoperatorios de plastía tendinosa Aquílea. **Material y método:** Estudio retrospectivo, longitudinal, comparativo, observacional de casos y controles de 1994 a 1996. Se integraron 2 grupos a los cuales se les practicó baroplantometría computada: Grupo 1 pacientes mayores de 18 años postoperatorios valorados al retiro de inmovilización. Grupo 2 voluntarios sanos. **Estadística:** Se obtuvo media, promedio, desviación estándar y media estándar de error, prueba de Leven, prueba T y χ^2 . **Resultados:** Se formaron 2 grupos de 28 pacientes, 21 masculinos y 7 femeninos. Promedio de edad 33.8 años. Grupo 1 postoperatorios de tenoplastía Aquílea con tiempo de inmovilización posquirúrgica de 6.07 semanas, 17 derechos y 12 izquierdos, mecanismo de lesión trauma directo, 10.8%, durante actividad deportiva, 89.2%; ruptura total, 7.1% y parcial 92.9%. El análisis de la correlación de muestras pareadas de ambos grupos demostró diferencia estadística significativa ($p = 0.000$). El análisis de muestras independientes mediante la prueba de Leven demostró diferencia con significancia estadística para presión plantar sano y operado, fuerza de presión plantar sano y operado, y para área de presión plantar sólo para lado operado. La prueba de muestras independientes mediante la prueba "T" para equivalencias medias mostró una asociación con diferencia estadística significativa para presión plantar, fuerza de presión plantar, área de presión plantar lado sano y operado ($p = 0.000$). **Discusión:** Nuestro estudio demostró una tendencia de 3:1 referente a hombres y mujeres. Corroborando la edad promedio de presentación de esta lesión, 33.8 años. Los resultados estadísticos denotan un desequilibrio muscular dependiente de los flexores plantares, lo que produce una alteración en las zonas de presión plantar determinados por la baroplantometría. **Conclusiones:** El estudio de baroplantometría computarizada es objetivo para valorar la presión, fuerza, área y zonas de máxima presión durante la marcha en su fase postural dinámica, esto nos brinda información objetiva de los cambios existentes en los pacientes que cursaron con una ruptura del tendón Aquíleo que requirieron una tenoplastía, traducidos como un desequilibrio muscular dependiente de los flexores plantares, lo que permite planear un tratamiento de rehabilitación objetivo, dirigido específicamente a las deficiencias encontradas.

Palabras clave: Ruptura, tendón de Aquiles, plastía, biomecánica, valoración, tobillo.

ABSTRACT

*Achilles tendon injury occurs as a result of training deficiencies, environment factors or as a systemic disease manifestation. There are predisposing factors such as chronic inflammation, vascular affections, scars, alignment defects, rigidity and aging. **Objective:** To determine alterations in postural gait phase, with baroplantometry in patients that underwent to Achilles tenoplasty. **Materials and method:** Retrospective longitudinal, comparative, observational, cases and controls study since 1994 to 1996. We established two groups which were tested with computerized baroplantometry. Group 1 with patients over 18 years old, that underwent surgery, they were studied after cast removal. Group 2 healthy volunteers. **Statistics:** Mean, standard deviation, mean standard error, Leven's test, "t" test and χ^2 test. **Results:** 28 patients (21 men and 7 women) were included, they were coupled with age healthy volunteers. Mean age was 33.8 years. Group 1 patients with Achilles tenoplasty with cast immobilization average of 6.07 weeks, 17 right and 12 left, injury mechanism by direct trauma 10.8%, during sport activities 89.2%, total rupture 7.1%, partial rupture 92.9%. **Discussion:** Our study showed a gender tendency of 3:1 (male:female), age mean of 33.8 years. Statistical data suggested a muscular imbalance with deficiency of plantar flexors, which produces an alteration in maximal pressure zones determined by dynamic baroplantometry. **Conclusion:** The baroplantometry assessment is objective study to evaluate the pressure, force, area and maximal pressure zones during dynamic gait postural phase, that gives us a objective data of the changes that occur on patients underwent to tenoplasty after Achilles tendon injury, in which we found a muscular imbalance with deficiency of the plantar flexor muscles; we can plan a rehabilitation program targeting this deficiencies.*

Key words: Rupture, Achilles tendon, plastia, biomechanic, valoration, ankle.

* Centro Nacional de Rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del tendón Aquileo ocurren como resultado de errores en el entrenamiento, factores ambientales o como manifestación de enfermedades sistémicas. Existen factores predisponentes vasculares,²⁻⁵ alteraciones anatómicas, como alineación anormal de cadera, rodilla, tobillo o pie, asociadas a incremento en la rigidez debido a envejecimiento.

La causa más frecuente de lesión es debida a errores en el entrenamiento, incremento súbito en la duración e intensidad de la actividad, que sobrepasan la habilidad de adaptación. Algunas enfermedades sistémicas han sido implicadas como causa de patología del tendón Aquileo. Se ha asociado la tendinitis Aquilea con trasplante renal por depósito de pirofosfato de calcio, y espondiloartropatías seronegativas.⁶

En el tendón, diferentes componentes del tejido soportan distintos niveles de carga, llevando un acortamiento y alargamiento (función de deslizamiento). Cuando se alcanza aproximadamente un tercio de la carga máxima del tendón ocurren cambios irreversibles, y puede notarse una falla microscópica de fibras de colágeno. Para protegerse el tendón durante los esfuerzos crónicos como caminar o correr, el tendón es capaz de deslizarse y relajarse, así disminuyendo los niveles de estrés en los tejidos.

Existe controversia si la ruptura del tendón Aquileo es precedida por degeneración o no. En general, se piensa que los ciclos repetitivos de carga sobre el tendón implican un riesgo inherente de disrupción de fibras de colágeno.^{4,10}

Se ha reportado incremento de la permeabilidad vascular y presencia de cicatriz inmadura en áreas de tejido conectivo proliferativo en el paratendón. En la paratenitis crónica Aquilea, estudios histoquímicos muestran incremento en la ruptura de fibras de colágeno y mayor actividad enzimática anaerobia. Si este estímulo es eliminado, el daño por lo general se autolimita. Pero si persiste, puede ocurrir falla estructural del tendón.⁶ La revisión histológica de áreas del tendón lesionado muestran proliferación focal pobre de tejido cicatrizal que debilita la fuerza tensil del tendón. El rompimiento de fibras de colágeno en los sitios de lesión tendinosa puede iniciar una potente respuesta inflamatoria, predisponiendo a mayor degeneración tendinosa por liberación de enzimas proteolíticas por células inflamatorias.^{1,6}

La porción central del tendón es la menos perfundida y es la más vulnerable a procesos isquémicos. Los cambios isquémicos preceden a la falla estructural. En la tendinitis Aquilea se encuentran hallazgos histológicos de trombosis vascular. Aunado a la disminución del pH tisular que refleja hipoxia local.⁶ La disminución de la perfusión sanguínea condiciona cambios degenerativos como tendinopatía degenerativa hipóxica, tendolipomatosis, tendopatía calcificada y degeneración mucoide del tendón.

Resultando en disminución de la fuerza tensil y falla estructural bajo estrés.⁵

Un déficit en la perfusión sanguínea en la parte media del tendón no inicia la lesión en la tendinopatía crónica Aquilea, pero explica por qué la condición persiste. Evidencias indirectas indican que las lesiones crónicas causadas por trauma o sobreuso pueden promover disminución en la perfusión inferior asociada a un proceso normal de envejecimiento. La lesión tendinosa crónica establecida se caracteriza por un incremento en la perfusión de origen incierto, pero una respuesta vascular normal depende de la respuesta del tendón a una carga física dada.⁷

La coordinación neuromuscular de los músculos agonistas y antagonistas durante la marcha es fundamental. Los principales receptores que participan en esta interacción muscular son los husos neuromusculares y el órgano tendinoso de Golgi. Al lesionarse el tendón Aquileo se pierde una importante vía inhibitoria de la contracción muscular lo cual puede condicionar alteraciones durante la marcha.¹¹⁻¹³ La afectación de esta vía no sólo depende de la lesión original, sino del tratamiento que se brinda al paciente (la plástia tendinosa).

Existe escasa información sobre las alteraciones que se presentan durante la fase postural de la marcha asociadas a lesión del tendón Aquileo. Se han empleado distintos métodos de evaluación dinámica de la fase postural de la marcha,¹⁴⁻¹⁸ los cuales han comprobado ser eficaces.^{14,15} Sin embargo, la técnica de valoración es importante para obtener adecuados resultados, éstos deben ser comparados con el contralateral de ser posible, y analizados con el mismo sistema. Los resultados no necesariamente deben ser idénticos, pero sí debe existir similitud en relación a la presión entre un área y otra.¹⁷

El objetivo de este estudio fue determinar las alteraciones que se producen durante la fase postural de la marcha, mediante plantimetría, en pacientes postoperados de plastía tendinosa Aquilea por ruptura traumática.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal, comparativo, observacional de casos y controles. Con pacientes del Instituto Nacional de Ortopedia, entre el periodo de 1994 a 1996. Se integraron dos grupos de pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años, el grupo de casos (grupo 1) se integró con pacientes con el diagnóstico de ruptura del tendón Aquileo, postoperados de plastía tendinosa. El grupo control fueron voluntarios sanos (grupo 2), pareándose ambos grupos por edades.

Como criterios de exclusión se consideraron pacientes que no aceptaron participar en el estudio, se eliminaron los pacientes con rango de edad que no coincidía con el grupo

control. A ambos grupos se les practicó una baropantometría computarizada, para evaluar la fase postural de la marcha en ambos pies. Mediante un baropantómetro EMED SYSTEM PEDOBAROGRAPHY, la cual consiste en evaluar áreas de presión en forma dinámica.

El grupo de casos fue tratado quirúrgicamente, requiriendo inmovilización con un aparato suropodálico por un mínimo de 6 semanas. A este grupo se le practicó la baropantometría al retiro de la inmovilización.

Estadística: Se obtuvieron las medidas de tendencia central como media, promedio y desviación estándar y media estándar de error para presión plantar, fuerza de presión plantar y área de presión plantar. Realizamos una prueba para muestras independientes para igualdad de variaciones (prueba de Leven). Se practicó un análisis de correlación del grupo 1 y grupo 2 para muestras pareadas y se aplicó una prueba T de equivalencias para muestras independientes. Se realizó una correlación de grupo 1 y 2 mediante la prueba de χ^2 , para zonas de mayor presión en calcáneo, cabeza de segundo metatarsiano, cabeza de tercer metatarsiano, cabeza de cuarto metatarsiano, primer ortejo y segundo ortejo. Comparándose lado operado y afectado de grupo 1 con grupo 2, y lado sano de grupo 1 con mismo lado grupo 2.

RESULTADOS

Se obtuvieron dos grupos de 28 pacientes, 21 de sexo masculino y 7 de sexo femenino. Con edad promedio de 33.8 años. El grupo 1 se integró por pacientes con el diagnóstico de ruptura de tendón Aquileo, postoperados por plastía tendinosa, término-terminal para pacientes en estado agudo y Lindholm para pacientes con lesión crónica. Diecisiete fueron derechos y 12 izquierdos. El mecanismo de lesión fue trauma directo 10.8%, durante actividad deportiva 89.2%. Estado civil, solteros 32.2% y casados 67.8%. Ruptura parcial 92.9% y total 7.1%. El tiempo promedio de inmovilización postquirúrgica fue de 6.07 semanas. Se practicó baro-

plantometría en ambos pies al retiro de la inmovilización y se comparó con el grupo control.

Las medidas de tendencia central para presión plantar, fuerza de presión plantar y área de presión plantar operado contra sano (*Cuadro I*).

El análisis de la correlación de muestras pareadas de ambos grupos demostró una diferencia con significancia estadística ($p = 0.000$). El análisis de muestras independientes mediante la prueba de Leven demostró diferencia con significancia estadística para presión plantar sano y operado, fuerza de presión plantar sano y operado, y para área de presión plantar sólo para lado operado. La prueba de muestras independientes mediante la prueba "T" para equivalencias medias mostró una asociación estadística con diferencia significativa para presión plantar, fuerza de presión plantar, área de presión plantar lado sano y operado ($p = 0.000$).

La correlación de zonas de mayor presión calcáneo entre grupo 1 y 2 (operado y lado afectado) mediante la χ^2 , mostró significancia estadística ($p = 0.001$) no así al evaluar el lado sano del grupo 1 y grupo 2 ($p = 0.227$).

La correlación de mayor presión cabeza del segundo metatarsiano lado operado y afectado grupo 1 y grupo 2 ($p = 0.002$), y lado sano de grupo 1 y grupo 2 ($p = 0.000$), así como las zonas de mayor presión cabeza del tercer metatarsiano lado operado y afectado grupo 1 ($p = 0.000$) y grupo 2 ($p = 0.007$) presentó una asociación con significancia estadística.

Para las zonas de mayor presión de la cabeza del cuarto metatarsiano lado operado y afectado del grupo 1 y grupo 2, si presentó significancia estadística, no presentó correlación lado sano de grupo 1 y grupo 2 no la tuvo ($p = 0.050$).

Para las zonas de mayor presión primer ortejo lado operado y afectado grupo 1 y grupo 2 ($p = 0.000$) con significancia estadística, y lado sano grupo 1 y grupo 2 ($p = 1.000$) sin significancia estadística.

Para zonas de mayor presión para segundo ortejo lado operado y afectado de grupo 1 y grupo 2, sin significancia estadística ($p = 0.78$). Para lado sano de grupo 1 y grupo 2 con significancia estadística ($p = 0.000$).

Cuadro I. Presión, fuerza y área plantar para ambos grupos. Estadística de muestras pareadas.

	Media	Número de Pacientes	Desviación estándar	Media estándar de error
Gpo. 1 Presión plantar operado	100.38	56	68.60	9.17
Presión plantar sano	103.09	56	61.78	8.26
Gpo. 2 Fuerza de presión plantar operado	115.84	56	58.97	7.88
Fuerza de presión plantar sano	114.11	56	51.44	6.87
Gpo. 3 Área de presión plantar operado	129.77	56	23.82	3.18
Área de presión plantar sano	132.23	56	22.53	3.01

DISCUSIÓN

Las afecciones del tendón Aquileo en su mayoría corresponden a deportistas, con una incidencia de 6.5 a 18%. Adicionalmente pacientes portadores de espondiloartropatías, gota o bajo tratamiento farmacológico con corticoesteroides sistémicos, manifiestan diversos grados de inflamación, con un elevado riesgo de ruptura Aquilea.²

La incidencia en cuanto a género masculino-femenino varía según el autor 2:1 a 12:1, en nuestro estudio la incidencia varió de 3:1. Reportes recientes indican que el 75% de las rupturas del tendón Aquileo suceden entre los 30 a 40 años de edad; en nuestro estudio observamos el promedio de edad en 33.8 años, lo que concuerda con la literatura internacional. Segundo reportes internacionales, los pacientes en los que predomina esta lesión son en pacientes sedentarios.³ La mayor incidencia de lesión en nuestro estudio correspondió a pacientes los cuales desarrollaban una actividad deportiva (89.2%) siendo importante mencionar que no desarrollaban una actividad deportiva en forma adecuada (sin entrenamiento adecuado y practicaban deporte cada 7 días), lo que concuerda con los reportes en la literatura internacional como factor de riesgo errores de entrenamiento^{5,6}

Los pacientes estudiados fueron sometidos a tendoplastia Aquilea, corroboramos estadísticamente que se presentaban alteraciones en el apoyo dinámico durante la fase postural de la marcha, observando en que existía una mayor presión, incremento de la fuerza en el área plantar en estos pacientes comparados con el grupo control sano, así mismo la zona de máxima presión fue el calcáneo en el grupo de casos, lo que sugiere que existe un desequilibrio muscular, con debilidad en flexores plantares.

Coincidentemente Washburn y cols,²¹ realizaron un estudio para determinar el efecto de la ruptura del tendón Aquileo en el torque de los músculos flexores plantares, para evaluar si los cambios específicos ocurren como resultado de la ruptura y determinar si los diferentes factores afectan la recuperación de la lesión, y así demostraron que la tensión isométrica máxima generada por un músculo está determinada por la cantidad de proteína contráctil, los factores que llevan a la disminución en el número de miofibrillas y a la consecuente hipotrofia podrían producir una pérdida de la tensión isométrica máxima, ningún factor alteró la velocidad de acortamiento máximo, lo que lleva a cambios en la relación de la fuerza-velocidad. La velocidad de acortamiento máximo, no depende de la proteína contráctil pero sí de la cantidad de isómeros de miosina y número de sarcómeras.

Se ha demostrado que la inactividad produce aumento en la fracción pesada de miosina y concomitantemente de la velocidad de acortamiento máximo. Así como un incremento en la actividad produce aumento de la fracción ligera de la miosina y disminución de la velocidad de acortamiento

máximo. Los pacientes con lesión del tendón Aquileo presentan una disminución crónica de la actividad de los flexores plantares y lo que produce el fenómeno antes descrito.⁸ Esta disminución de la actividad también se ha asociado a factores psicogénos.²² No se han realizado estudios que describan en forma satisfactoria el efecto de la lesión de los mecanorreceptores del tendón Aquileo posterior a la reparación tendinosa.

CONCLUSIÓN

El estudio de baroplantometría computarizada es útil para valorar la presión, fuerza, área y zonas de máxima presión durante la marcha en su fase postural dinámica, esto nos brindó información objetiva de los cambios existentes en los pacientes que cursaron con una ruptura del tendón Aquileo, traducidos como un desequilibrio muscular dependiente de los flexores plantares, lo que permite planear un tratamiento de rehabilitación objetivo, dirigido específicamente a deficiencias encontradas.

REFERENCIAS

1. Leadbetter WB. Cell Matrix response in tendon injury. *Clin Sports Med* 1992; 11: 533-78.
2. Sciolli MW. Achilles Tendonitis. *Orthop Clin North Am* 1994; 25: 177-82.
3. Soma CK, Mandelbaum BR. Achilles tendon disorders. *Clin Sports Med* 1994; 13: 811-23.
4. Allenmarck C. Partial Achilles tendon tears. *Clin Sports Med* 1992;11:759- 69.
5. Lanvater SJ, Renström AFH. *Complete Achilles tendon ruptures*. 1992; 11: 741-57.
6. Galloway MT, Joki P, Dayton OW. Achilles Tendon overuse injuries. *Clin Sports Med* 1992; 11: 771-82.
7. Aström M, Westlin N. Blood flow in chronic Achilles tendinopathy. *Clin Orthop* 1994; 308: 166-72.
8. Neumann D, Vogt L, Bazer W. Kinematic and neuromuscular changes of the gait pattern after Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Int (US)* 1997; 18: 339-41.
9. Johnston E, Scantoni P. Chronic disorders of the Achilles tendon: results of conservative and surgical treatments. *Foot Ankle Int (US)* 1997; 18 (9): 570-74.
10. Stmhno-Bittel, Reedy GK. Biochemistry and biomechanics of healing tendon: Part I effects of rigid plaster casts and functional casts. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(6): 788-93.
11. Prentice WE. A review of FNP technics-implications for athletic rehabilitation and performance. *Forum Medicum* 1983; 51: 56.
12. Tanigawa MC. Comparison of the hold relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. *Phys Ter* 1972; 52: 725.
13. Bremner FD, Baker JR, Stephens JA. Effect of task on the degree of synchronization of intrinsic hand muscle motor units in man. *J Neurophysiol* 1991; 66: 2072.
14. Hughes et al. A Clinician's View of foot Pressure: A comparison of three different methods of measurement. *Foot & Ankle* 1987; 5: 277-284.
15. Ian J, Chao YS, Edmund PD, Johnson MD. The assessment of dynamic foot to ground contact forces and plantar pressure distribution: A review of evolution of current techniques and clinical applications. *Foot & Ankle* 1990; 11(3): 152-168 .

16. Pichardo A, Pérez J. Valoración del tratamiento ortésico mediante planografía computarizada en los defectos posturales del pie en una muestra de niños mexicanos. *Rev Mex Med Fis Rehabil* 1996; 8(1): 7-12.
17. Hugges J, Phil M, Clark P. A comparison of two studies of the pressure distribution under the feet of normal subjects using different equipment. *Foot & Ankle* 1993; 14(9): 514-519.
18. Hennig ME, Rossenbaum MA. Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot & Ankle* 1991; 11(5): 306-311.
19. Murray M et al. Function of the triceps surae during gait. *J Bone and Joint S* 1978; 60A(4): 473-476.
20. Sutherland D et al. The role of the ankle plantar flexors in normal walking. *J Bone and Joint S* 1980; 62A(3): 354-363.
21. Washburn S et al. Alterations in the *in vivo* torque-velocity relationship after Achilles tendon rupture. *Clinic Orth* 1992; 272: 237-245.
22. Nistor L et al. Surgical and non surgical treatment of Achilles tendon rupture. *J Bone and Joint S* 1981; 63A(3): 394-398.
23. Bressel E, McNair P. Biomechanical behavior of the plantar flexor muscle-tendon unit after Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med* 2001; 21(3): 321-327.

Domicilio para correspondencia:

Dra. María del Pilar Diez García

Calz. México-Xochimilco 289, Col. Arenal de Guadalupe,

Tlalpan, México, D. F. 14389. Tel. 59 99 10 00. Ext. 13109.

E-mail: rcoronado33@hotmail.com