

## Inserción del Tendón Calcáneo

### Insertion of the Calcaneus Tendon

\*Mariano del Sol; Cláudio Junge & \*\*Bélgica Vásquez

DEL SOL, M.; JUNGE, C. & VÁSQUEZ, B. Inserción del tendón calcáneo. *Int. J. Morphol.*, 29(3):918-921, 2011.

**RESUMEN:** El tendón calcáneo (TC) en el hombre es el más voluminoso y resistente del cuerpo, constituyéndose por su inserción en un elemento vital en la mecánica articular del pie como también en las numerosas patologías que afectan las regiones talocrural y calcánea. Para el estudio se utilizaron 120 miembros inferiores (60 derechos y 60 izquierdos), de cadáveres formolizados de individuos adultos, de ambos sexos. Se diseccionó la cara posterior de la pierna desde la línea articular de la rodilla hasta la parte inferior del calcáneo, se retiró el tejido adiposo precalcáneo dejando libre el TC. Se observó que el TC estaba formado, exclusivamente, por la fusión de las aponeurosis de los músculos gastrocnemio y sóleo en 62 casos (51,67%). El tendón del músculo plantar contribuye a la formación parcial del TC en 38 casos (31,67%) e integralmente en 20 casos (16,66%). El ancho del TC a nivel de la terminación del vientre del músculo sóleo fue de  $12,88 \text{ mm} \pm 2,0$  en el hombre y de  $11,55 \text{ mm} \pm 1,6$  en la mujer y el grosor del TC al mismo nivel de  $4,29 \text{ mm} \pm 0,64$  en el hombre y de  $4,36 \text{ mm} \pm 0,64$  en la mujer. El ancho del TC a nivel del margen posterosuperior del calcáneo fue de  $17,98 \text{ mm} \pm 1,7$  en el hombre y de  $17,06 \text{ mm} \pm 1,53$  en la mujer. El grosor del TC al mismo nivel fue de  $3,79 \text{ mm} \pm 0,61$  en el hombre y de  $3,93 \text{ mm} \pm 0,67$  en la mujer. La distancia entre el margen posterosuperior del calcáneo y el inicio de la parte insertada del TC fue de  $10,99 \text{ mm} \pm 2,11$  en el hombre y  $10,84 \pm 2,71$  en la mujer. El largo de la parte insertada del TC fue de  $17,78 \text{ mm} \pm 2,4$  en el hombre y de  $17,66 \text{ mm} \pm 4,75$  en la mujer. El ancho del TC a nivel de su inserción en el hueso calcáneo fue de  $28,77 \text{ mm} \pm 2,53$  en el hombre y de  $27,21 \text{ mm} \pm 2,93$  en la mujer. La tendinopatía en la inserción del TC suele ser frecuente requiriendo en algunos casos debridamiento quirúrgico del tendón. Por lo anterior, conocer aspectos morfométricos del TC y de su inserción adquiere importancia en los procedimientos quirúrgicos de la región talocrural posterior.

**PALABRAS CLAVE:** Anatomía; Tendón calcáneo.

### INTRODUCCIÓN

El tendón calcáneo es una de las pocas estructuras anatómicas que la Terminología Anatómica internacional acepta con más de una denominación, contrario a las propias normas establecidas incluso en la propia *Nomina Anatomica* de 1895. Así, este tendón sigue siendo denominado con el famoso nombre mitológico de Aquiles. La leyenda nos cuenta que la madre de Aquiles lo aseguró por los tobillos para sumergirlo en el río Estige y así tornarlo invulnerable, sin embargo, murió en el cerco de la ciudad de Troya cuando fue herido mortalmente por una flecha en el TC.

Las lesiones agudas del TC, provocan rotura del mismo y se dan preferentemente en atletas de alto nivel. Por otra parte, las lesiones crónicas que afectan a este tendón, como las tendinitis, se produce por la carga continua del tendón, especialmente en aquellos que practican atletismo, corredores fondistas e incluso velocistas.

El TC está constituido por la fusión de las aponeurosis de los músculos gastrocnemios y sóleo. Puede recibir por

su margen medial el tendón del músculo plantar, formando así un músculo cuádriceps (Orts Llorca, 1970).

El TC se origina entre 4 y 5 cm del calcáneo (Tillaux, 1900), presenta un ancho entre 1,5 y 2,0 cm y un grosor entre 4 y 5 mm (Fort 1902). Tiene un largo de 5 a 6 cm y un ancho y grosor a nivel de la articulación talocrural de 12 a 15 mm y 6 a 8 mm, respectivamente (Paturet, 1951). Para Warwick & Williams (1979) el TC tiene 15 cm de largo y se inicia próximo a la mitad de la pierna. Según Doral *et al.* (2010) el TC presenta forma de media luna y tiene importantes proyecciones hacia lateral y medial.

El TC, a nivel de la parte tibiotalar de la articulación talocrural presenta su mayor grosor, para nuevamente aplanarse en el sentido anteroposterior y alargarse en el sentido transversal, a nivel del calcáneo (Sappey, 1988).

La inserción del TC se realiza en la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo (Chiarugi, 1925; Orts Llorca),

\* Universidad de La Frontera, Chile

\*\* Fundação Universidade de Blumenau, Brasil.

\*\*\* Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile.

en el tercio medio de la cara posterior del calcáneo (Bertelli *et al.*, 1932 y Kendall, 1986). Según Bertelli la inserción del TC es descrita de varias maneras, pudiendo insertarse en la parte inferior, media o próximo de la parte superior de la cara posterior del calcáneo. L'Oselladore *apud* Bertelli señaló que las inserciones del TC se modifican según la edad. En el niño y en el adolescente la inserción se realiza en el tercio inferior de la cara posterior del calcáneo y en el tercio medio de esta cara en el individuo adulto.

La inserción del TC se ha especializado y está diseñado para ayudar a la disipación de la tensión. El lugar de inserción, la forma y la amplitud de la inserción del tendón calcáneo son importantes de conocer en las intervenciones realizadas en el área.

## MATERIAL Y MÉTODO

Utilizamos 120 miembros inferiores, de cadáveres de individuos adultos, de ambos sexos (49 hombres y 11 mujeres), fijados en formalina al 10%. Se disecó la región posterior de la pierna y se descubrieron los tendones de los músculos tríceps sural y plantar.

Se realizó una incisión mediana en la cara posterior de la pierna desde la línea interarticular de la rodilla hasta la parte inferior del calcáneo, prolongándose algunos centímetros por la planta del pie. Luego, se trazó una incisión transversal en la línea articular de la rodilla que alcanzó hasta las caras medial y lateral de la misma. Fue rebatida la piel, tela subcutánea y vasos y nervios superficiales. Se retiró la fascia superficial dejándose descubiertos los músculos gastrocnemios, plantar, parte del músculo sóleo y el TC. Fue removido el tejido adiposo precalcáneo, dejando libre el TC desde su origen a su inserción. Observamos el origen, dirección e inserción del TC. Se efectuaron mediciones (largo, ancho y espesor a diferentes niveles). Se observó la participación del tendón del músculo plantar en la formación del TC.

## RESULTADOS

El TC ocupa el tercio inferior de la pierna y de la región del calcáneo y se encuentra dispuesto en el plano frontal de forma vertical. Él continúa en la misma dirección de los músculos de los cuales se origina, cruza las articulaciones talocrural y talocalcánea navicular, se ensancha y se inserta en la parte inferior de la cara posterior del calcáneo, después de delimitar un espacio más o menos triangular existente entre él y la parte superior de la cara posterior del calcáneo, donde constantemente existe una bolsa serosa. Las fibras tendinosas que forman el TC no son rectilíneas, pues se encuentran enrolladas en espiral.

Los músculos gastrocnemios se continúan con sus respectivas aponeurosis de inserción que van a formar parte del TC. El vientre del músculo sóleo, colocado anteriormente a esta lámina aponeurótica, alcanza a unirse al tendón calcáneo más distalmente. En consecuencia, solamente a nivel de la terminación del vientre del músculo sóleo es que comienza el TC propiamente tal.



Fig. 1. 1. Tendón calcáneo; 2. Tendón del músculo plantar; 3. maléolo medial.

Cuando el tendón del músculo plantar contribuye a la formación del TC sus fibras se distribuyen principalmente por la cara posterior y margen medial del tendón calcáneo. Sin embargo, en algunas ocasiones el tendón del músculo plantar se coloca junto a la cara anterior del TC.

El TC está formado exclusivamente por la fusión de las aponeurosis de los músculos gastrocnemios y sóleo en 62 casos (51,67%) El tendón del músculo plantar contribuye parcialmente en la formación del TC en 38 casos (31,67%) e integralmente en 20 casos (16,6%).

La distancia entre la terminación del vientre del músculo sóleo y el margen posterosuperior del calcáneo fue de  $48,82\text{mm} \pm 15,03$  en el hombre y de  $45,04\text{mm} \pm 16,98$  en la mujer.

El ancho del TC a nivel de la terminación del vientre del músculo sóleo fue de  $12,88\text{mm} \pm 2,0$  en el hombre y de  $11,55\text{mm} \pm 1,6$  en la mujer, siendo el grosor del

TC (diámetro anteroposterior) al mismo nivel de  $4,29 \text{ mm} \pm 0,64$  en el hombre y de  $4,36 \text{ mm} \pm 0,64$  en la mujer.

El ancho del TC a nivel del margen posterosuperior del calcáneo fue de  $17,98 \text{ mm} \pm 1,7$  en el hombre y de  $17,06 \text{ mm} \pm 1,53$  en la mujer. El grosor del TC al mismo nivel fue de  $3,79 \text{ mm} \pm 0,61$  en el hombre y de  $3,93 \text{ mm} \pm 0,67$  en la mujer.

La distancia entre el margen posterosuperior del calcáneo y el inicio de la parte insertada del TC fue de  $10,99 \text{ mm} \pm 2,11$  en el hombre y  $10,84 \pm 2,71$  en la mujer.

El largo de la parte insertada del TC fue de  $17,78 \text{ mm} \pm 2,4$  en el hombre y de  $17,66 \text{ mm} \pm 4,75$  en la mujer.

La distancia entre el margen posterosuperior del calcáneo y la terminación del TC fue de  $28,8 \text{ mm} \pm 3,1$  en el hombre y de  $28,46 \text{ mm} \pm 4,85$  en la mujer.

El ancho del TC a nivel de su terminación en el hueso calcáneo fue de  $28,77 \text{ mm} \pm 2,53$  en el hombre y de  $27,21 \text{ mm} \pm 2,93$  en la mujer.

## DISCUSIÓN

El TC es el más grueso y fuerte del cuerpo humano, pero uno de los más sensibles a lesiones y el que más sufre rupturas. La tendinopatía del TC se caracteriza por un diagnóstico clínico que incluye dolor e inflamación en la región posterior del talón provocando un impedimento funcional de dicho tendón (Hu & Flemister, 2008). Las lesiones del TC son frecuentes, siendo la práctica de deportes, que en general, provocan lesiones agudas y crónicas. El TC está formado mayoritariamente por la fusión de las aponeurosis de los músculos gastrocnemios y sóleo, siendo esta contribución variable de acuerdo a las observaciones de Doral *et al.* Sin embargo, el tendón del músculo plantar se encuentra participando del TC en un significativo porcentaje, formando de esta manera un verdadero músculo cuádriceps (Orts LLorca). El tendón del músculo plantar generalmente se coloca en el margen medial del TC.

En los mamíferos inferiores el TC consta de tres partes que pueden ser disecadas desde su inicio hasta su inserción en el hueso. De acuerdo con lo anterior, según Szaro *et al.* (2009) las rupturas parciales de cada parte del TC sugieren que el tendón en el hombre pudiera estar compuesto de tres partes más o menos definidas.

El tendón del músculo plantar se inserta en el calcáneo o se funde con el TC, de esta manera puede hacer parte

del TC. Además, se puede admitir que una parte del músculo plantar contribuye para la formación del TC y otra terminaría por insertarse en el calcáneo. Es probable que las diferencias de formación del TC, se deba a la procedencia de los individuos, de diferentes grupos étnicos.

Algunos autores como van Sterkenburg *et al.* (2011) encontraron en el 10% de las muestras examinadas conexiones sólidas del tendón del músculo plantar a nivel de porción media del TC, bastante inferior al 16% referido en nuestro estudio. Según estos autores, se ha planteado que la ubicación medial del dolor es causa de stress en el TC debido a la hiperpronación. Sin embargo, el tendón del músculo plantar también está presente en el lado medial y pudiese tener un efecto en estos síntomas.

La distancia media entre la terminación del vientre del músculo sóleo y el margen posterosuperior del calcáneo está entre 4 y 5 mm, similar a lo observado por Sappey y Tillaux. Los datos aportados por Warwick & Williams son muy superiores, debido tal vez a que la medición se hizo al inicio de las fibras tendinosas del músculo sóleo.

Por otra parte, el ancho del TC, a diferentes niveles no es uniforme, siendo inicialmente más estrecho, para después ensancharse a nivel del margen posterosuperior del calcáneo y bastante más ancho a nivel de su terminación. A través de un estudio ultrasonográfico Mello *et al.* (2006) reportaron el valor medio del diámetro del TC, siendo  $13,3 \pm 1,0 \text{ mm}$  en la mujer y  $14,4 \pm 1,4$  en el hombre. Estas medidas son comparables a nivel del inicio del TC.

El grosor del TC de aproximadamente 4 mm es similar a lo observado por Fort e inferior a lo relatado por Paturet (6-8 mm). Por otra parte, el grosor TC a nivel del margen posterosuperior del calcáneo es menor a los datos de Testut & Latarjet (5-6 mm) y de Paturet (6-8 mm). Mello *et al.* reportaron un diámetro anteroposterior de  $5,4 \pm 0,5 \text{ mm}$  en mujeres y de  $5,6 \pm 0,6 \text{ mm}$  en hombres. Estos autores concluyeron que los valores medios encontrados fueron discordantes con la mayoría de los estudios, afirmación que compartimos cuando señalamos la importancia de padronizar el empleo de tablas propias de nuestra población en la práctica clínica diaria.

Con respecto a la inserción del TC en el hueso calcáneo existen diferencias entre los autores. Para algunos, la inserción del TC se realiza en la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo (Testut & Latarjet; Chiarugi y Kapanyi, 1970); en el tercio medio de la cara posterior del calcáneo (Bertelli *et al.*; Kendal). Según nuestras observaciones la inserción se realiza, en el individuo adulto, principalmente en el tercio medio y parte en el tercio inferior de la cara posterior del calcáneo.

La parálisis del músculo tríceps de la pierna produce el llamado pie calcáneo. Se conoce también que para un cuerpo ser soportado por la parte anterior del pie, como en la marcha, es necesario una tracción sobre el TC igual al doble del peso corporal. Así, el TC por su función constituye un importante elemento en la mecánica articular del pie y también en numerosas patologías de la región, además de ser muy impor-

tante en la marcha, corrida, salto, etc.

Finalmente, como lo señalan van Sterkenburg *et al.*, el dolor se presenta en el lado medial del tobillo 2 a 7 cm de la inserción del TC en el hueso. Por lo anterior es importante conocer con mayor detalle los aspectos anatómicos y morfométricos del TC a nivel de su inserción.

DEL SOL, M.; JUNGE, C. & VÁSQUEZ, B. Insertion of the calcaneus tendon. *Int. J. Morphol.*, 29(3):918-921, 2011.

**RESUMEN:** In man the calcaneus tendon (CT) is the most voluminous and resistant tendon in the body; its insertion is a vital element of the foot joint mechanism as well as in a number of disorders that affect talocrural and calcaneal regions. For the present study 120 lower members (60 right and 60 left) of formalized cadavers, adult subjects of both sexes were used. Posterior surface of the leg was dissected from the joint line of the knee to the lower part of the calcaneal removing precalcaneus adipose tissue, exposing the CT. We observed that in 62 cases (51.67%) the CT was formed exclusively by fusion of aponeurosis of the gastrocnemius and soleus muscles. In 38 cases (31.67%) tendon of the plantar muscle contributes to the partial formation of the CT, and fully integrated in 20 cases (16.66%). Width of the CT at the soleus muscle belly end, was 12.88 mm  $\pm$  2.0 in men and 11.55 mm  $\pm$  1.6 women and density at the same level was 4.29 mm  $\pm$  0.64 in men and 4.36 mm  $\pm$  0.64 in women. Width of the CT at the posterosuperior border of the calcaneal was 17.98 mm  $\pm$  17 in men, and 17.06 mm  $\pm$  1.53 in women. CT density at the same level was 3.79 mm  $\pm$  0.61 in men and 3.93 mm  $\pm$  0.67 in women. Distance between posterosuperior border of the calcaneal and starting point of the inserted portion of the CT was 10.99 mm  $\pm$  2.11 in men and 10.84  $\pm$  2.71 in women. Length of the inserted portion of the CT was 17.78 mm  $\pm$  2.4 in men and 17.66 mm  $\pm$  4.75 in women. Width of the CT at the insertion level in the calcaneus bone was 28.77 mm  $\pm$  2.53 in men and 27.21 mm  $\pm$  2.93 in women. Insertional CT tendinopathy is a chronic condition in some cases requiring surgical debridement of the tendon. Therefore, knowledge of morphological aspects of the CT and its insertion is important at the time of surgical procedures of the talocrural region.

**KEY WORDS:** Anatomy; Calcaneus tendon.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertelli, D. *Trattato di anatomia umana*. 2. ed. Milano, casa Editrice Dottor Francesco Vallardi, 1932. V. 2.
- Chiarugi, G. *Istituzioni di anatomia dell'uomo*. 2. ed. Milano, Società Editrice Libreria, 1925. V. 3.
- Doral, M. N.; Alam, M.; Bozkurt, M.; Turhan, E.; Atay, O. A.; Donmez, G. & Maffulli, N. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 18(5):638-43, 2010.
- Fort, J. A. *Anatomia descriptiva et dissection*. 6. éd. Paris, Vigot Frères Éditeur, 1902. V. 2.
- Hu, C. T. & Flemister, A. S. Insertional achilles tendinopathy: Surgical options. *Oper. Tech. Orthop.*, 18:247-53, 2008.
- Kapandjy, I. A. *Cuadernos de fisiología articular*. Barcelona, Toray-Masson, 1970. V. 2.
- Kendal, M. C. C. *Músculos. Provas e funções*. 3. ed. São Paulo, Manole, 1986.
- Mello, R. A. F.; Marchiori, E.; Alair, A. S. M. & Torres Neto, G. Avaliação morfométrica do tendão de Aquiles por ultrasonografia. *Radiol. Bras.*, 39(3):161-5, 2006.
- Orts Llorca, F. *Anatomía humana*. 4. ed. Barcelona, Edi. Científica Médica, 1970. V. 2.
- Paturet, G. *Traité d'anatomie humaine*. Paris, Masson, 1951. V. 2.
- Szaro, P.; Witkowski, G.; Smiegielski, R.; Krajewski, P. & Ciszek, B. Fascicles of the adult human Achilles tendon - An anatomical study. *Ann. Anat.*, 191(6):586-93, 2009.
- Sappey, Ph. C. *Traité d'anatomie descriptive*. 4. éd. Paris, Adrien Delahate et Émile Lecrosnier Éditeurs, 1888. V. 2.
- Tillaux, P. *Traité d'anatomie topographique*. 10. éd. Paris, Asselin et Houseau, 1900.
- van Sterkenburg, M. N.; Kerhoffs, G. M. M.; Kleipool, R. P. & van Dijk, C. N. *J. Anat.*, 218(3):336-41, 2011.
- Warwick, R. & Williams, P. L. *Gray anatomia*. 35. ed. Rio de Janeiro, Guanabara & Koogan, 1979. V. 1.

Dirección para correspondencia:  
Prof. Dr. Mariano del Sol  
Facultad de Medicina  
Universidad de La Frontera  
Temuco - CHILE

Email: mdelsol@ufro.cl

Recibido: 22-06-2011  
Aceptado: 17-07-2011