

Inervación de los Músculos Interóseos Plantares del Pie Humano

Innervation of the Plantar Interossei Muscles of the Human Foot

*Juan Carlos Coronado & **Mariano del Sol

CORONADO, J. C. & DEL SOL, M. Inervación de los músculos interóseos plantares del pie humano. *Int. J. Morphol.*, 28(4):999-1002, 2010.

SUMMARY: Los músculos interóseos plantares son tres y están situados en el plano profundo de la región plantar del pie. Se originan en la base de los metatarsianos y ligamentos cercanos, para insertarse en la base de la tercera, cuarta y quinta falanges y aponeurosis extensora de los dedos del pie. La literatura no entrega detalles de la inervación de los músculos interóseos plantares, por tanto realizamos un estudio anatómico del tema. Se disecaron 21 pies, 6 derechos y 15 izquierdos, de cadáveres formolizados al 10%, de individuos adultos, de ambos sexos y diferentes grupos étnicos, pertenecientes a las Unidades de Anatomía Humana de las Facultades de Medicina de la Universidad de La Frontera y Universidad Mayor, sede Temuco. La división del nervio plantar lateral en ramos superficial y profundo se produce a nivel del margen lateral del músculo cuadrado plantar. Los músculos interóseos plantares reciben su inervación del ramo profundo, los cuales se originan en el tercio medio de la región plantar, cruzan inferiormente a la arteria plantar lateral y se dirigen anterolateralmente hacia estos músculos. La longitud de los ramos nerviosos para el tercer y segundo músculos interóseos son similares ($X=12,19$ mm y $X=11,62$ mm, respectivamente) y diferente para el primer músculo interóseo ($X=21,95$ mm). Estos resultados, permiten padronizar la distribución y longitud de los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares, contribuyendo al conocimiento anatómico de la región plantar.

PALABRAS CLAVE: Pie; Inervación; Músculos interóseos plantares.

INTRODUCCIÓN

La inervación del pie ha requerido especial atención por su utilidad en los abordajes clínico y quirúrgico de patologías y síndromes dolorosos. La importancia clínica que representa el conocimiento de la inervación de los músculos del pie, ha motivado a diferentes autores a realizar estudios sobre el tema, que han contribuido al conocimiento anatómico de la región plantar y a comprender la causa de síndromes dolorosos que afectan a la planta del pie, como por ejemplo, el dolor plantar originado por compresión o estiramiento de uno de los nervios destinados a los músculos del plano profundo del pie.

Estudios realizados en patología del antepié han permitido conocer la importancia funcional de los músculos interóseos. Myerson & Shereff (1989), encontraron subluxación dorsal de los tendones en músculos interóseos en cadáveres con síndrome de dedos de martillo. Núñez-Samper & Llanos (2007) e Izquierdo (2009), destacan la importancia funcional que juegan los músculos interóseos

plantares y dorsales en el equilibrio muscular para evitar deformaciones digitales del pie.

Debido a que en la literatura no se entregan mayores detalles anatómicos de la inervación de los músculos interóseos plantares, y dada la importancia funcional y clínica que ellos tienen, nos propusimos realizar un estudio anatómico determinando el origen, trayecto y penetración de los ramos nerviosos en los músculos interóseos plantares contribuyendo así, al conocimiento morfológico y a sus posteriores aplicaciones clínica y quirúrgica.

MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se realizó en la Unidad de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina, de la Universidad de La Frontera, Chile y en la Unidad de Anatomía de la Facul-

* Pos-graduando en Ciencias, Mención Morfología, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

** Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
Financiado por DIUFRO N° DI08-0055

tad de Medicina de la Universidad Mayor, sede Temuco, Chile.

Se disecaron 21 pies (15 izquierdos y 6 derechos) de cadáveres formolizados al 10%, de individuos adultos, de ambos sexos y diferentes grupos étnicos. Se midió la longitud de cada uno de los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares, se determinó la distancia del origen de cada uno de ellos al origen del ramo profundo del nervio plantar lateral y se observaron su dirección y el sitio de ingreso a cada vientre muscular.

Las medidas de la longitud de los ramos para los músculos interóseos fueron realizadas con un pie de metro digital marca Mitutoyo de precisión 0,01 mm. La longitud del pie fue medida con una cinta métrica marca Roscraft. Las mediciones fueron registradas en milímetros y analizadas con el programa estadístico SPSS 15.0.

RESULTADOS

El ramo profundo del nervio plantar lateral se originaba en el tercio medio del pie, en relación con el margen lateral del músculo cuadrado plantar, entre éste músculo y el músculo flexor corto de los dedos del pie. Se dirigía distalmente, ubicándose medial a la arteria plantar lateral en el espacio comprendido entre el margen lateral de la cabeza oblicua del músculo aductor del hálux y el margen medial del primer músculo interóseo plantar. Durante su trayecto se originan, de proximal a distal, los ramos para los músculos interóseos plantares tercero, segundo y primero (Fig. 1).

Los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares se originaban en dirección anterior y lateral. El ramo para el primer músculo interóseo plantar emergía en 8 de 21 casos (38,1%), del mismo tronco que daba origen al ramo nervioso para la cabeza transversa del músculo aductor del hálux y, en consecuencia, seguía su trayecto póster anterior paralelo a este ramo nervioso.

En 20 casos (95,2%), los músculos interóseos plantares segundo y tercero, recibieron inervación única y directa del ramo profundo del nervio plantar lateral. En un caso (4,8%) los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares segundo y tercero se originaban de un tronco del ramo profundo del nervio plantar lateral (Fig. 2).

El tercer músculo interóseo plantar recibió un ramo de dirección anterior y lateral que ingresaba por su extremo proximal.

La longitud media del ramo nervioso para el tercer músculo interóseo plantar fue de 12,18 mm (D.S. 2,38). En relación al sitio de ingreso del nervio al músculo interóseo, se observó que lo hacía en 18 casos (86%), por el margen medial en el tercio posterior. En 3 de los casos (14%) su ingreso se producía muy próximo al origen del músculo.

El segundo músculo interóseo plantar recibió su inervación de un ramo nervioso de dirección anterior y lateral que ingresó en el tercio posterior del vientre muscular. La longitud media del ramo nervioso para el segundo músculo interóseo plantar resultó de 11,62 mm (D.S. 4,38). En relación al sitio de ingreso del nervio al músculo interóseo, se observó que en 18 casos (86%) el ramo penetraba en el músculo por el margen medial en su tercio posterior. En 3 de los casos (14%) su ingreso se producía muy próximo al origen del músculo, al igual que en el segundo músculo interóseo plantar.

El primer músculo interóseo plantar recibía inervación de un ramo de dirección postero-anterior, que ingresa por el margen medial del tercio posterior proveniente del ramo profundo del nervio plantar lateral.

La longitud media del ramo nervioso para el primer músculo interóseo plantar fue de 21,95 mm (D.S. 3,31).

En todos los casos, el origen de los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares ocurría a nivel del tercio medio de la planta del pie, cuya longitud media fue de 233,24 mm (D.S. 16,99).

Se aplicó la prueba estadística ANOVA de una vía con pruebas *post hoc*. que mostraron que no existe diferencia significativa entre las medias de las longitudes de los ramos nerviosos para el segundo y tercer interóseos plantares, pero sí, entre estos dos y los ramos nerviosos para el primer músculo interóseo plantar (Tabla I).

DISCUSIÓN

En el total de los pies estudiados, los ramos para el primer, segundo y tercer músculos interóseos plantares cruzaban inferiormente la arteria plantar lateral, por lo que existe una relación anatómica directa entre los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares y esta arteria, que se debe tener presente en los abordajes quirúrgicos de la región plantar.

Observamos que durante su trayecto, el ramo profundo del nervio plantar lateral otorgaba de proximal a distal,



Fig. 1. Pie izquierdo de individuo adulto de sexo masculino. Plano profundo de la región plantar del pie. 1. Ramo profundo del nervio plantar lateral; 2. Ramo para el tercer músculo interóseo plantar; 3. Ramo para el segundo músculo interóseo plantar; 4. Ramo el primer músculo interóseo plantar; 5. Arteria plantar lateral; 6. Cabeza oblicua del músculo aductor del hálux.

los ramos para los músculos interóseos plantares tercero, segundo y primero, en la casi totalidad de los casos, de manera independiente. Esta forma de distribución de los ramos para los músculos interóseos plantares no se encuentra descrita en la literatura consultada, siendo por tanto un aporte al conocimiento de la anatomía de esta región.

En relación al lugar de división del nervio plantar lateral en ramos superficial y profundo, fue posible observar que se realizaba, en la mayoría de los casos, en la parte posterior del tercio medio del pie, coincidiendo con el relato de del Sol *et al.* (1992). De esta manera, el origen del ramo profundo, al nivel señalado, podría considerarse como un patrón de normalidad.

Con respecto a sus relaciones anatómicas, el origen del ramo profundo del nervio plantar lateral, se localizaba próximo al margen lateral del músculo cuadrado plantar, coincidiendo con lo relatado por Schäfer & Symington (1909); Balli *et al.* (1932); Testut & Latarjet (1959); Testut & Jacob (1974); Benninghof & Goertler (1986); Chatain & Bustamante (1986); del Sol *et al.*, 1996; Williams *et al.*(1995); Rouvière & Delmas (1999); Latarjet & Ruiz-Liard (2005); Schünke *et al.*(2005) y Moore & Dalley (2007).

Tabla I. Longitud promedio de los ramos nerviosos para músculos interóseos plantares, en 21 pies de cadáveres de individuos adultos.

Longitud ramos nerviosos (mm)	Media	D.S.
Para el primer músculo interóseo plantar	21,95	3,31
Para el segundo músculo interóseo plantar	11,62	4,38
Para el tercer músculo interóseo plantar	12,19	2,38



Fig. 2. Pie izquierdo de individuo adulto de sexo masculino. Plano profundo de la región plantar del pie. 1. Ramo profundo del nervio plantar lateral; 2. Ramo para el tercer músculo interóseo plantar; 3. Ramo para el segundo músculo interóseo plantar; 4. Ramo el primer músculo interóseo plantar; 5. Arteria plantar lateral; 6. Cabeza oblicua del músculo aductor del hálux.

En la totalidad de los casos estudiados encontramos que los músculos interóseos plantares están inervados por ramos nerviosos originados del ramo profundo del nervio plantar lateral. Schäfer & Symington, Balli *et al.*, Spalteholz (1963) y Chatain & Bustamante relataron que los músculos interóseos del cuarto espacio interóseo serían inervados por el ramo superficial del nervio plantar lateral.

Nuestro estudio mostró similitudes entre los ramos nerviosos para el segundo y tercer músculo interóseo. Ambos ramos presentan longitudes similares, dirección oblicua, anterior y lateral, e ingresan al músculo por el margen medial del tercio posterior de éste.

Siempre en Anatomía y especialmente en cirugía, se debe estar atento a las eventuales variaciones anatómicas, por tanto no es de extrañar que en un caso (4,8%), los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares segundo y tercero se originaran no directamente del ramo profundo del nervio plantar lateral sino que, desde un tronco del ramo profundo del nervio plantar lateral.

Con los resultados obtenidos en este estudio, es posible padronizar la distribución y longitud de los ramos nerviosos para los músculos interóseos plantares, sumándose a

las padronizaciones de ramos nerviosos originados del ramo profundo del nervio plantar lateral realizados por del Sol *et al.* (1996) y Arakawa *et al.* (2005).

CORONADO, J. C. & DEL SOL, M. Innervation of the plantar interossei muscles of the human foot. *Int. J. Morphol.*, 28(4):999-1002, 2010.

SUMMARY: There are three plantar interossei muscles located in the deep plane of the plantar region of the foot. These originate in the base of the metatarsals and adjacent ligaments insert in the base of the third, fourth and fifth phalanges and extensor aponeurosis of the toes. The literature does not include details of the innervation of the plantar interossei muscles. Therefore we carried out an anatomical study of the subject matter. Twentyone feet, six right feet and fifteen left feet of adult individuals of both sexes and different ethnic groups, belonging to the Human Anatomy Units of the Faculty of Medicine of the Universidad de La Frontera and Universidad Mayor Temuco campus, were dissected in cadavers formalized at 10%. The division of the lateral plantar nerve in superficial and deep branches occurs at the level of the lateral margin of the plantar muscle. The plantar interossei muscles receive their innervation from the deep branch, which originate in the middle tertium of the plantar region, crossing inferior to the lateral plantar artery and are anterolaterally aimed toward these muscles. The longitude of the nerve branches for the third and second interossei muscle are similar ($X=12.19\text{mm}$ and $X=11.62\text{mm}$, respectively) and differ from the first interossei muscle ($=21.95\text{mm}$). These results allow standardization of the distribution and longitude of the nerve branches for the plantar interossei muscles, contributing to anatomical information of the plantar region.

KEY WORDS: Foot; Innervation; Plantar interossei muscles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arakawa, T.; Sekiya, S.; Kumaki, K. & Terashima, T. Ramification pattern of the deep branch of the lateral plantar nerve in the human foot. *Ann. Anat.*, 187(3):287-96, 2005.
- Balli, R.; Bertelli, D.; Bruni, A. C.; Gianelli, L.; Luna, E.; Pende, E.; Sala, L.; Salvi, G. & Versari, R. *Trattato di Anatomia Umana*. 2ª Ed. Milano, Casa Editrice Dottor Francesco Vallardi, 1932. V. 5.
- Benninghof, A. & Goertler, K. *Trattato di Anatomía Funzionale*. 2ª ed. Padova, Piccin, 1986. V. 3.
- Chatain, I. & Bustamante, J. *Anatomía Macroscópica y Funcional*. México, Iberoamericana, 1986.
- Del Sol, M. ; Prates, J.C. ; Olave, E. ; Mandiola, E. & Gabrielli, C. Inervación del músculo aductor del hálux. *Rev. Chil. Anat.*, 14(1) :73-8, 1996.
- Del Sol, M.; Prates, J. C. & Ribeiro, E. Local de divisão do nervo plantar lateral. *Rev. Bras. Cir.*, 82(1):11-3, 1992.
- Izquierdo, J. Tratamiento quirúrgico de las deformidades digitales de los pies. Artroplastía versus cirugía mínimamente invasiva. *Rev. Int. Cien. Podol.*, 3(2):7-25, 2009.
- Latarjet, M. & Ruiz Liard, A. *Anatomía Humana*. 4ª. ed. Buenos Aires, Panamericana, 2005.
- Moore, K. & Dalley, A. *Anatomía con Orientación Clínica*. 5. ed. Buenos Aires Panamericana, 2007.
- Myerson, M. & Shereff, M. The Pathological Anatomy of claw and Hammer Toes. *J. B. & J.S. 71A(1)*:45-9, 1989.
- Núñez-Samper, M. & Llanos, L. *Biomecánica, Medicina y Cirugía del pie*. 2ª ed. Barcelona, Masson, 2007.
- Rouvière, H. & Delmas, A. *Anatomía Humana*. 10ª ed. Barcelona, Masson, 1999. V. 2.
- Schäfer, E. A. & Symington, J. *Quain's Elements of Anatomy*. 11ª ed. London, Logmans, Green and Co., 1909. V. 3.
- Schünke, M.; Schulte, M. & Schumacher, U. *Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía*. Buenos Aires, Panamericana, 2005. V.1.
- Spalteholz, W. *Atlas de Anatomía Humana*. 2ª ed. Barcelona, Labor, 1963. V. 3.
- Testut, L. & Jacob, O. *Tratado de Anatomía Topográfica con aplicaciones médicoquirúrgicas*. 6ª ed. Barcelona, Salvat, 1974.
- Testut, L. & Latarjet, A. *Tratado de Anatomía Humana*. 9ª ed. Barcelona, Salvat, 1959.
- Williams, P.; Warwick, R.; Dyson, M. & Bannister, L. *Gray Anatomía*. 37ª ed. São Paulo, Guanabara Koogan, 1995, V. 1.

Dirección para correspondencia:
Prof. Juan Carlos Coronado López
Facultad de medicina
Universidad Mayor
Sede Temuco
CHILE

Email: juan.coronado@mayor.cl
jcoronado2502@gmail.com

Recibido : 22-06-2010
Aceptado: 18-08-2010