

# Morfometría de los Nervios Tibial y Plantares

## Morphometry of the Tibial and Plantar Nerves

\*Mariano del Sol; Adriana Vasconcellos; Roxana Parra & Bélgica Vásquez

---

DEL SOL, M.; VASCONCELLOS, A.; PARRA, R. & VÁSQUEZ, B. Morfometría de los nervios tibial y plantares. *Int. J. Morphol.*, 23(4):399-404, 2005.

**RESUMEN:** La inervación motora de los músculos del pie y sus variaciones anatómicas son importantes para el correcto diagnóstico de las lesiones de nervios periféricos y su tratamiento posterior. Con frecuencia, el pie es afectado por accidentes y la microcirugía reparadora requiere de abundante y detallada información anatómica para efectuar con éxito sus procedimientos. La falta de información morfométrica y estereológica de los nervios destinados a la musculatura del pie, nos motivó a plantear esta investigación.

Se estudiaron 5 pies de cadáveres, adultos, en los cuales se disecaron la terminación del nervio tibial y el origen de los nervios plantares, medial y lateral. A través de cortes histológicos transversales de los nervios tibial y plantares, obtuvimos información cuantitativa sobre medidas morfométricas (número de fascículos, área de los fascículos, número de fibras por fascículo, número de fibras por nervio). Los resultados obtenidos fueron tratados estadísticamente y se registraron fotográficamente las muestras más representativas.

El número de fascículos en el nervio tibial varió entre 19 y 39 con un promedio de 28,6 (D.S. 7.13), en los nervios plantares laterales varió entre 8 y 18 con un promedio de 14,8 (D.S. 3.96) y en los nervios plantares mediales varió entre 9 y 19 con un promedio de 12,4 (D.S. 3,91). El área promedio de los fascículos en los nervios tibial, plantar medial y plantar lateral fue de 3,66mm<sup>2</sup>, 1,8mm<sup>2</sup> y 1,48 mm<sup>2</sup>, respectivamente.

Con los datos obtenidos esperamos contribuir al conocimiento morfológico y morfométrico de las estructuras nerviosas del pie, sirviendo de apoyo anatómico y quirúrgico.

**PALABRAS CLAVE:** Nervio tibial; Nervio plantar medial; Nervio plantar lateral; Morfometría.

---

## INTRODUCCIÓN

La anatomía del pie, que se encuentra en libros y tratados del área, describe la distribución de los nervios con énfasis en la inervación de sus músculos intrínsecos de forma general, no dando mayores detalles de la localización de los puntos motores o del número de fibras intraneurales. Autores como Voss & Herrlinger, 1974; Bordelon, 1983; Baxter & Thigpen, 1984; Baxter *et al.*, 1989; Binignat *et al.*, 1990; del Sol *et al.*, 1987, 1988, 1990, 1991, 1992a y b, 1994, 1995, 1996, 2000, 2002; Lumsden, *et al.*, 2003 y Arakawa *et al.*, 2005, entre otros, han estudiado la distribución de algunos ramos de los nervios plantares.

Conocer los puntos motores como también el número de fibras que se distribuye en cada una de las subdivisiones del ramo principal de un nervio, adquiere importancia en los procedimientos utilizados en las estimulaciones con propósitos terapéuticos.

La falta de información respecto al contenido de fibras intraneurales constituyente de los nervios del pie, nos motivó a estudiarlos considerando aspectos anatómicos mesoscópicos y morfométricos.

Determinar el número de fibras en cada nervio, permitirá dilucidar cuál de los ramos aporta mayor cantidad de fibras, de tal modo que se podrían conocer mejor las áreas de distribución en aquellos músculos con mayor o menor inervación.

Siendo la microcirugía reparadora la que requiere de abundante y detallada información anatómica, con los datos obtenidos en este estudio esperamos contribuir no sólo al conocimiento morfológico, sino también aportar nuevos antecedentes que podrán ser utilizados en los diversos tratamientos efectuados en esta región del pie.

## MATERIAL Y MÉTODO

Utilizamos 5 pies de cadáveres adultos, de sexo masculino, provenientes de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

Durante la disección macro y mesoscópica de las muestras se ocupó material quirúrgico *ad-hoc* y una lupa Ransor (10X).

Determinamos el número de fibras de los nervios tibial a nivel del maléolo medial y plantares a nivel de su origen. Para ello, obtuvimos trozos de cada uno de los nervios, los cuales fueron procesados para su inclusión en paraplast. Posteriormente, realizamos cortes de 5  $\mu$ m de grosor, los cuales

fueron montados en portaobjetos y teñidos con Hematoxilina-Eosina, van Gieson y Tricrómico de Masson.

Determinamos el número de fibras nerviosas de cada fascículo y el número de fascículos existente en cada nervio. Además, determinamos el área de los fascículos por planimetría a través del conteo de puntos.

Los cortes fueron fotografiados utilizando un microscopio Carl Zeiss, Axiolab, con cámara MC 80 DX. Para la morfometría utilizamos un microscopio Olympus con retículo ocular (1 mm/0,01 mm) calibrándolo con un retículo objetivo (Mandarim de Lacerda, 1995).

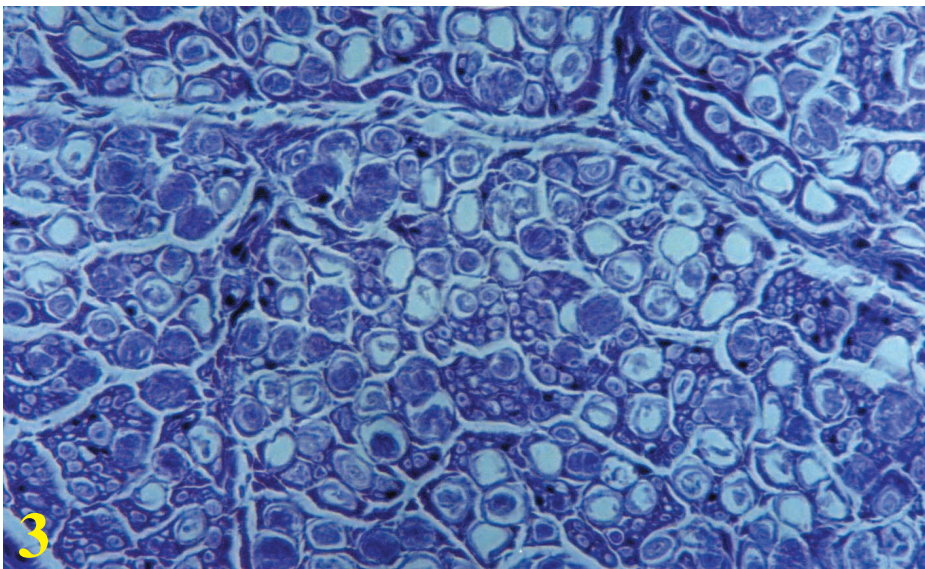
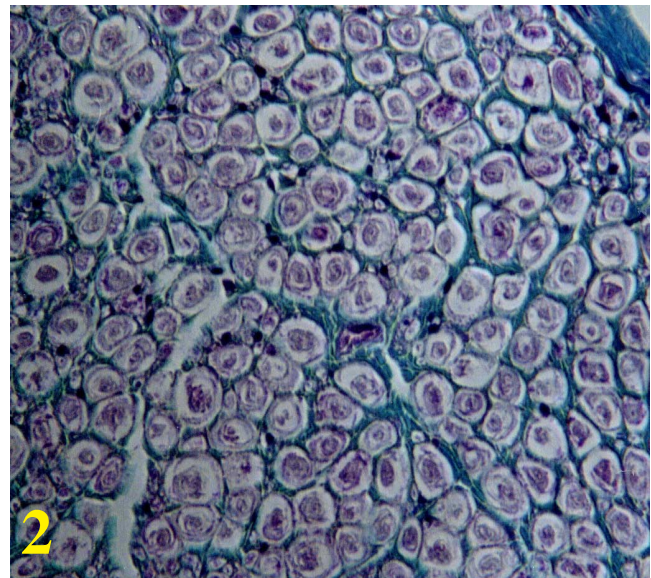
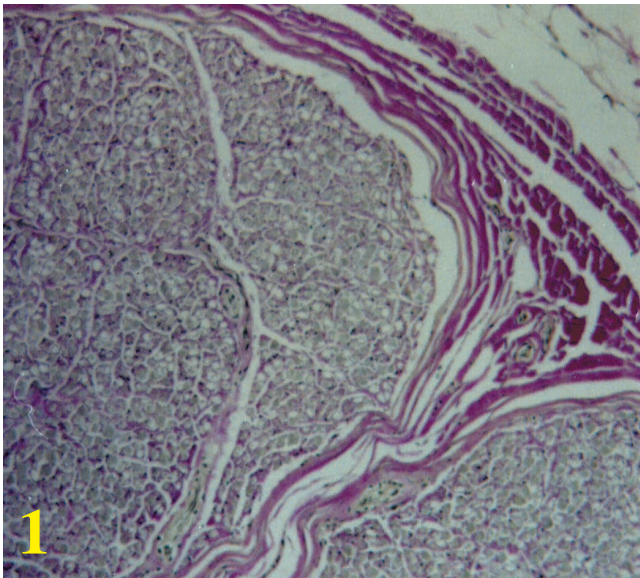


Fig. 1. Corte transversal de nervio tibial, mostrando parte de dos fascículos. Van Giesson. 100X.

Fig. 2. Corte transversal de nervio plantar lateral, donde se observan las fibras nerviosas en rosado rodeadas por tejido conjuntivo en verde. Tricrómico de Masson. 400X.

Fig. 3. Corte transversal de nervio plantar medial. H.E. 400 X.

## RESULTADOS

Durante el desarrollo de la disección de los nervios tibial y plantares, se observó lo siguiente:

Pie 1 y 2. El nervio tibial se dividía en dos ramos terminales, los nervios plantar medial y plantar lateral. No se observaron ramos calcáneos mediales originándose de los nervios plantares.

Pie 3. El nervio tibial, inmediatamente antes de su división en los nervios plantar medial y plantar lateral, emitió dos ramos, uno para el músculo abductor del hálux y otro para el músculo abductor del dedo mínimo.

Pie 4. El nervio tibial dio un ramo calcáneo medial inmediatamente antes de su bifurcación en los nervios plantares medial y lateral.

Pie 5. El nervio tibial emitió dos ramos calcáneos mediales antes de su bifurcación en los nervios plantar medial y plantar lateral.

El número de fascículos en el nervio tibial de los 5 pies varió de 19 a 39 con un promedio de 28,6 (D.S. 7.13). En los 5 nervios plantares laterales el número de fascículos varió de 8 a 18 con un promedio de 14,8 (D.S. 3.96) y en los nervios plantares mediales el número de fascículos varió de 9 a 19 con un promedio de 12,4 (D.S. 3,91).

El número de fibras totales en los nervios tibial y plantares se presenta en el Gráfico I y Tabla I. En la Tabla II se encuentra expresada la suma del área de cada uno de los fascículos que componen los nervios tibial y plantares.

## DISCUSIÓN

La Anatomía clásica describe bien los trayectos y relaciones de los nervios espinales (Orts, 1982; Sunderland, 1985 y Moore & Dalley, 2002); sin embargo, carece de exactitud y no detalla, entre otros aspectos, los ramos de distribución y el número de fibras, existiendo pocos estudios mesoscópicos y prácticamente ningún estudio morfológico y estereológico sobre nervios del pie.

Existen aún menos antecedentes sobre la inervación individual de los músculos del pie. Del Sol & Prates (1987) describieron la inervación del músculo cuadrado plantar. Posteriormente, en el año 1990, del Sol *et al.*, describieron la inervación del músculo flexor corto del dedo mínimo. En

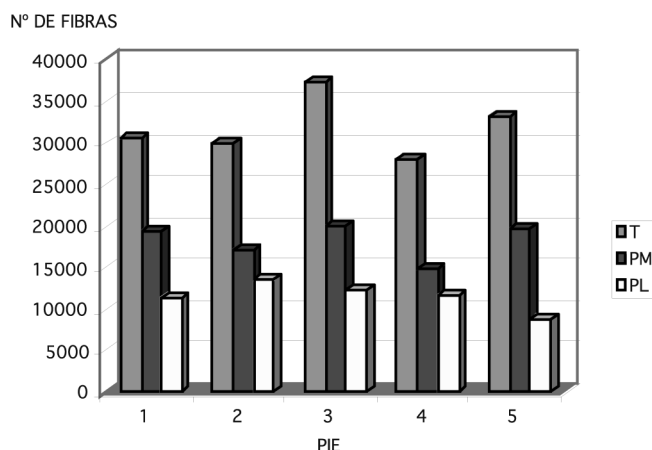


Gráfico I. Distribución de las fibras en los nervios tibial, plantar medial y plantar lateral.

Tabla I. Número de fibras en los nervios tibial, plantar medial y plantar lateral. n=5

Pie	Número de fibras		
	N. tibial	N. plantar medial	N. plantar lateral
1	30.404	19.289	12.124
2	30.039	17.048	13.456
3	37.215	19.896	12.210
4	28.118	14.754	11.764
5	33.141	19.653	8.842
Promedio	31.783	18.128	11.679
D. E.	3.526	2.199	1.710

Tabla II. Suma de las áreas de los fascículos en los nervios tibial, plantar medial y plantar lateral. n=5

Pie	Área en mm <sup>2</sup>		
	N. tibial	N. plantar medial	N. plantar lateral
1	3.55	1.74	1.65
2	4.06	1.66	1.77
3	4.33	2.10	1.45
4	2.46	1.35	1.39
5	3.91	2.16	1.16
Promedio	3.66	1.80	1.48
D. E.	0.73	0.33	0.24

ambos casos relataron grandes divergencias con los hallazgos de autores clásicos como Pernkopf (1955); Testut & Latarjet (1969); Testut & Jacob (1978); Rouvière & Delmas (1984) y Voss & Herrlinger.

Estudios posteriores de del Sol *et al.* (1995) señalaron las relaciones anatómicas entre los nervios tibial y plantares y los vasos tibiales posteriores a nivel del retináculo de los músculos flexores, utilizándose el maléolo medial y el margen superior del músculo abductor del hálux como puntos de referencia. En 1996, los mismos autores estudiaron la inervación del músculo aductor del hálux, indicando la doble inervación de parte del ramo profundo del nervio plantar lateral.

El músculo que más ha sido estudiado es el abductor del dedo mínimo. Según Baxter & Thigpen, el dolor subcalcáneo de origen no traumático es debido, en primer lugar, a la compresión del músculo abductor del dedo mínimo por el espolón calcáneo. Este ramo, según Bordelon, toma un curso directo lateralmente a través de la planta del pie, reposa en la porción más próxima del ligamento plantar largo y se divide en dos ramos, anterior y posterior los que penetran en el músculo abductor del dedo mínimo, inmediatamente adyacente a la tuberosidad del calcáneo, hecho señalado por del Sol *et al.* (2002), descartando así lo señalado por Przylucki & Jones (1981), quienes describieron un ramo nervioso penetrando en el músculo a nivel del quinto metatarsiano. Este ramo corresponde a un nervio cutáneo constante, que se origina del nervio plantar lateral antes de su división y está destinado al margen lateral del pie, como fue señalado por del Sol & Prates (1990).

Investigaciones más recientes de los nervios del pie han sido realizados por Lumsden *et al.* quienes estudiaron la topografía distal del nervio tibial y de sus ramos, encontrando numerosas variaciones en cuanto a localización y trayecto de los ramos calcáneos mediales, hecho ya señalado entre otros por Soibelman, (1964) y del Sol, (1990a). En este estudio también fue posible observar que los nervios calcáneos mediales podían o no originarse del nervio tibial. Por lo tanto, al existir estas variaciones, el número de fascículos y de fibras nerviosas también va a ser variable, siendo superior en el nervio plantar medial cuando de él se originan los dos nervios calcáneos mediales. Así, en los 5 nervios plantares laterales el número de fascículos varió de 8 a 18 y en los nervios plantares mediales varió de 9 a 19.

Como puede observarse en los resultados, el área promedio de los fascículos en los nervios tibial, plantar medial y plantar lateral (3,66mm<sup>2</sup>, 1,8mm<sup>2</sup> y 1,48 mm<sup>2</sup>, respectivamente) demuestra que, a pesar de los distintos territorios de inervación como también la predominancia del nervio plantar lateral en la inervación motora del pie, no se ve reflejado en el tamaño del área, debido a que el nervio plantar medial presenta mayor cantidad de fibras sensitivas.

Recientemente, Arakawa *et al.*, estudiaron los patrones de ramificación del ramo profundo del nervio plantar lateral (solamente en 7 pies). Estos autores se refieren especialmente a la inervación del músculo aductor del hálux, encontrando que el ramo muscular para la cabeza oblicua del referido músculo se separa directamente del fascículo constituyente del ramo profundo del nervio plantar lateral, en cambio el ramo muscular para la cabeza transversa se origina en común con otros ramos que inervan los músculos del pie, específicamente lumbricales 2° y 3° e interóseos dorsales 1° y 2°. Estos datos ya habían sido aportados por del Sol *et al.* en 1996 cuando estudiaron la inervación del músculo aductor del hálux, en más de 100 pies.

Finalmente, cabe resaltar la ausencia de trabajos específicos sobre morfometría y estereología de los nervios destinados a la musculatura intrínseca del pie. Conocer aspectos como diámetro de los nervios, perímetro de cada uno de ellos, número de fibras nerviosas, áreas de los fascículos y ramos nerviosos y densidad de volumen del tejido conjuntivo entre otros parámetros, es de interés morfológico ya que permitirá comparar de manera exacta la inervación del pie y de sus músculos homólogos.

---

DEL SOL, M.; VASCONCELLOS, A.; PARRA, R. & VÁSQUEZ, B. Morphometry of the tibial and plantar nerves. *Int. J. Morphol.*, 23(4):399-404, 2005.

**SUMMARY:** Motor innervations of foot muscles and anatomic variations are very important for the correct diagnose of the lesions of peripheral nerves and their afterward treatment. Frequently, the foot is affected by accidents and reparatory microsurgery, which requires abundant and detailed anatomic information to be able to carry out successfully all necessary procedures. Lack of morphometric and stereological facts of the nerves of foot muscles, motivated us to execute this research.

Here, five adult corpse feet were studied, where the tibial termination nerves, the origin of the medial and lateral plantar nerves. With transversal histological cuts of plantar and tibial nerves, quantitative information was obtained on morphometric measures (fascicule numbers, fascicule areas, number of fibers per fascicule, number of fibers per nerve).

The obtained results were statistically analyzed and the most representative samples, photographically registered. The number of fascicules in the tibiae nerve varied between 19 to 39, with an average of 28.6 (D.S. 7.13), in the lateral plantar nerves it varied between 8 to 18, with an average of 14,8 (D.S. 3.96) and in the medial plantar nerves, it varied between 9 to 19, with an average of 12,4 (D.S. 3.91). The average area of the fascicules, in the tibia, medial plantar and plantar lateral nerves, was 3,66mm<sup>2</sup>, 1,8mm<sup>2</sup> and 1,48 mm<sup>2</sup>.

With the obtained data, it is expected to contribute to morphological and morphometric knowledge of foot nerve structure, which can be used for anatomic sustain, as well as chirurgic support.

**KEY WORDS:** Tibial nerve; Medial plantar nerve; Lateral plantar nerve; Morphometry.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arakawa, T.; Sekiya, S.; Kumaki, K. & Terashima, T. Ramification pattern of the deep branch of lateral plantar nerve in the human foot. *Ann. Anat.*, 187(3):287-96, 2005.
- Baxter, D. E.; Pfeffer, G.B. & Thigpen, C. M. Chronic heel pain: treatment rationale. *Orthop. Clin. North. Am.*, 20:563-9, 1989.
- Baxter, D. E. & Thigpen, C. M. Heel pain: operative results. *Foot Ankle*, 5:16-25, 1984.
- Binvignat, O.; del Sol, M.; Prates, J. C. & Ribeiro, E. "Inervação do músculo abductor do hálux no homem. *F. méd.*, 101(2):115-7, 1990.
- Bordelon, R. L. Subcalcaneal pain. *Clin. Orthop.*, 177:49-53, 1983.
- Del Sol, M. & Prates, J. C. Inervação do músculo quadrado plantar no homem. *Rev. bras. Ciências morfol.*, 4(1):20-3, 1987.
- Del Sol, M. & Prates, J. C. Inervação do músculo abductor digiti minimi do pé no homem. *F. méd.*, 96(4):209-13, 1988.
- Del Sol, M. *Origen, ramo y división del nervio plantar lateral en el Hombre*. Tesis de Doctorado, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 1990. pp 330.
- Del Sol, M.; Binvignat, O.; Prates, J. C. & Ribeiro, E. "Inervação do músculo flexor curto do dedo mínimo do pé no homem. *F. méd(BR)*, 100(3):49-52, 1990.
- Del Sol, M. & Prates, J. C. Ramos cutâneos do nervo plantar lateral antes de sua divisão em ramos superficial e profundo (Ramo cutâneo lateral). *Rev. IATROS*, 6:63-5, 1990.
- Del Sol, M.; Prates, J. C. & Ribeiro, E. "Nível de divisão do nervo tibial. *Folha Médica*. 102(5):151-4, 1991.
- Del Sol, M. & Prates, J. C. Ramos componentes de la división del nervio plantar lateral en el Hombre. *Rev. Chil. Anat.*, 9(2):107-11, 1991.
- Del Sol, M.; Prates, J. C. & Ribeiro, E. Local de divisão do nervo plantar lateral. *Rev. Bras. Cir.*, 82(1):11-3, 1992a.
- Del Sol, M.; Prates, J. C.; Olave, E. & Ribeiro, E. Medial calcaneal branches from the lateral plantar nerve. *Rev. Chil. Anat.*, 10(2):133-8, 1992b.
- Del Sol, M.; Prates, J. C.; Olave, E. & Ribeiro, E. Contribuição al estudio de los ramos calcáneos mediales originados del nervio plantar lateral. *F. méd.*, 108(1-2):35-8, 1994.
- Del Sol, M.; Prates, J. C.; Olave, E.; Mandiola, E. & Gabrielli, C. Relaciones anatómicas entre los nervios tibial y plantares y los vasos tibiales posteriores a nivel del retináculo de los músculos flexores. *Rev. Chil. Anat.*, 13(2):195-202, 1995.
- 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.; Olave, E.; Gabrielli, C.; Mandiola, E. & Prates, J. C. Innervation of the *Abductor digiti minimi* muscle of the human foot. Anatomical basis of the entrapment of the *Abductor digiti minimi* nerve. *Surg. radiologic. Anat.*, 24:18-22, 2002.
- Lumsden, D. B.; Schon, L. C.; Easley, M. E.; Duoiguih, W. A.; Anderson, C. D.; Miller, S. D. & Ottey, D.K. *Foot Ankle*, 24(9):696-700, 2003.
- Mandarim-de-Lacerda, C. A. *Métodos quantitativos em morfologia*. Rio de Janeiro, EDUERJ, 1995.
- Moore, K. L. & Dalley, A. F. Anatomía con orientación clínica. 4ª. ed. Buenos Aires, Panamericana, 2002.
- Orts, L. F. *Anatomía humana*. Barcelona, Científico Médica, 1982.
- Pernkopf, E. *Anatomía topográfica humana*. 2ª. ed. Barcelona, Labor, 1955.
- Przylucki, H. & Jones, C. L. Entrapment neuropathy of muscle branch of lateral plantar nerve. *J. Am. Podiatry Assoc.*, 71:119-24, 1981.
- Rouvière, H. & Delmas, A. *Anatomie humaine*. 12ª. ed. Paris, Masson, 1984.
- Soibelman, I. *Observações anatómicas sobre os rami calcanei mediales do nervo tibial no homem*. Tesis de Doctorado, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 1964.

Sunderland, S. *Nervios periféricos y sus lesiones*. 2ª. ed. Barcelona, Salvat, 1985.

Testut, L. & Jacob, O. *Tratado de anatomía topográfica con aplicaciones médico quirúrgicas*. 8ª. ed. Barcelona, Salvat., 1978.

Testut, L. & Latarjet, A. *Tratado de anatomía humana*. Salvat, Barcelona, 1969.

Voss, H. & Herrlinger, R. *Anatomía humana*. 3ª. ed. Buenos Aires, Ateneo, 1974.

Williams, P.; Warwick, R.; Dyson, M. & Bannister, L. *Gray anatomía*. 37ª. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1995.

*Dirección para correspondencia:*

*Prof. Dr. Mariano del Sol*

*Facultad de Medicina*

*Universidad de La Frontera*

*Casilla 54-D*

*Temuco - CHILE*

*Email: mdelsol@ufro.cl*

*Recibido : 22-09-2005*

*Aceptado: 27-11-2005*