

Biometría del Nervio para el Músculo Sóleo y sus Implicancias Clínicas

Nerve Biometry For the Soleus Muscle and Its Clinical Implications

Sepúlveda, Esteban^{1,2} & Olave, Enrique³

SEPÚLVEDA, E. & OLAVE, E. Biometría del nervio para el músculo sóleo y sus implicancias clínicas. *Int. J. Morphol.*, 40(5):1354-1360, 2022.

RESUMEN: Las lesiones del nervio fibular común y/o sus ramos derivados trae como consecuencia, pérdida total o parcial de la capacidad para realizar flexión dorsal del complejo tobillo-pie, una opción viable para tratar esta patología es la transferencia nerviosa, que consiste en utilizar un nervio donante para restaurar la función de un nervio dañado. Es frecuente la utilización del nervio para el músculo sóleo (NS) como donante para restaurar la función del nervio fibular común o profundo, por lo cual es indispensable conocer en detalle la anatomía de este nervio. Se utilizaron 22 miembros inferiores pertenecientes a las Unidades de Anatomía de las Universidades de Chile y de Santiago, Chile. Se realizó disección del nervio para el músculo sóleo, se observó número de ramos principales y secundarios, así como también se registró su origen y la longitud de ellos, además se dividió a la pierna en cuadrantes para determinar la localización de los puntos motores. El nervio para el músculo sóleo en la mayoría de los casos (95,4 %) es único y se origina desde el nervio tibial o en tronco común con otro ramo muscular. La distancia promedio entre el origen de NS y la línea biepicondilar fue de 28,77 mm; la longitud promedio de NS hasta su división en ramos secundarios o penetración directa fue de 52 mm. El NS se dividió en ramos secundarios (RS), observándose que en 12 casos fue en 2 RS, en 3 casos en 3 RS y en 7 casos no hubo RS. Los puntos motores se localizaron en el quinto proximal de la pierna, 23 casos en el primer cuadrante lateral y 4 casos en el primer cuadrante medial; en el cuarto proximal de la pierna, 7 casos en el segundo cuadrante lateral y 4 casos en el segundo cuadrante medial. Los datos obtenidos serán un aporte al conocimiento anatómico y a la cirugía reconstructiva de los nervios de la región.

PALABRAS CLAVE: Anatomía; Inervación; Biometría; Músculo sóleo.

INTRODUCCIÓN

La lesión del nervio fibular común (NFC) y/o sus derivados trae como consecuencia, pérdida total o parcial de la capacidad para realizar flexión dorsal y/o eversión del complejo tobillo-pie, generando un patrón de marcha caracterizado por el pie caído durante la fase de balanceo (Poage *et al.*, 2016).

Las transferencias nerviosas o neurotizaciones son una opción factible para tratar la lesión del nervio fibular común o nervio fibular profundo (NFP). Esta técnica quirúrgica consiste en la unión entre un nervio funcionante (donante) y un nervio lesionado (receptor) (Barreto Nino & Nieto Ramirez, 2021). Para la realización de la transferencia nerviosa del lesionado NFC o NFP se requiere que el nervio donante tenga una longitud suficiente para garanti-

zar unión sin tensión, obteniéndose positivos resultados, utilizando el nervio para el músculo sóleo (NS) (Nieto *et al.* 2018).

El nervio para el músculo sóleo corresponde a un ramo que proviene directamente del nervio tibial antes de que éste pase bajo el arco tendinoso del músculo sóleo (Rouvière *et al.*, 2005). Por otra parte, diversos autores han reportado que hay dos ramos que inervan el músculo sóleo (Parrate *et al.*, 2002; Wongphaet *et al.*, 2005; Fouad, 2011; Olave *et al.*, 2012).

De estos ramos, uno inerva al músculo sóleo por su cara posterior y se origina en la fosa poplítea, en cambio, el otro ramo lo inerva por su cara anterior y se origina después

¹ Departamento de Morfología y Función, Facultad de Salud y Ciencias Sociales, Universidad de Las Américas, Santiago, Chile.

² Departamento de Morfofunción, Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

³ Facultad de Medicina, Centro CEBIM, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

de que el nervio tibial pasa profundo al arco tendinoso del sóleo, el ramo posterior penetra en el músculo por su extremo proximal, mientras que el ramo anterior lo realiza por su extremo distal (Latarjet & Ruiz-Liard, 2019). El ramo posterior para el músculo sóleo puede penetrar directamente en el músculo o hacerlo mediante ramos secundarios, de los cuales, se ha reportado que pueden variar desde dos hasta ocho (Bodily *et al.*, 2004; Olave *et al.*, 2012).

Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue determinar la inervación del sóleo, identificando su procedencia, el número de nervios que alcanzan a este músculo, localizando también sus puntos motores con el fin de aportar datos que pueden ser utilizados por el cirujano al momento de evaluar la transferencia nerviosa hacia el nervio fibular superficial o profundo, utilizando como donante el NS.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron 22 miembros inferiores, 12 derechos y 10 izquierdos, de cadáveres de individuos adultos, pertenecientes a unidades de anatomía de las Universidades de Chile y de Santiago. Los cadáveres estaban fijados en formaldehído al 10 %, excepto 3 miembros inferiores que eran especímenes frescos.

Se realizó disección por planos en la región posterior de la pierna, exponiendo el nervio tibial durante todo su trayecto, identificando el/los nervio(s) para el músculo sóleo desde su origen hasta su penetración en el músculo

Se utilizó hilo de color para trazar una línea biepicondilar (epicóndilo femoral lateral y medial) y otra línea bimaleolar (maléolo tibial y fibular), además de trazar 4 líneas transversales equidistantes entre las líneas extremas. Se midió la longitud entre: el origen del NS y la línea biepicondilar (LBE), Origen del NS y su división en ramos secundarios o penetración directa, LBE y penetración del ramo secundario (RS) o penetración directa (PD), LBE y penetración de RS2, LBE y penetración de RS3, origen de RS1 y su penetración, origen de RS2 y su penetración, origen de RS3 y su penetración, origen tronco común y su división en NS y ramo para la cabeza lateral del músculo gastrocnemio (CLMG), LBE y LBM.

También se contó el número de ramos secundarios de NS y la presencia o ausencia de un tronco común para NS y CLMG. Además, se dividió la zona posterior de la pierna en 5 cuadrantes mediales y laterales equidistantes, también se visualizó el cuadrante de penetración del NS, ya sea penetración directa o a través de ramos secundarios.

Toda la anterior biometría se realizó sólo en NS que inerva al músculo por su cara posterior antes de pasar bajo el arco tendinoso del sóleo, respecto al ramo anterior del músculo sóleo solo se registró su presencia o ausencia.

RESULTADOS

En 21 de las 22 muestras observadas (95,5 %), hubo 1 ramo para el músculo sóleo (NS) originándose desde el nervio tibial, antes de que éste pase bajo el arco tendinoso del sóleo inervando al músculo por su cara posterior, en 1 de las 22 muestras observadas (4,6 %), hubo 2 ramos para el músculo sóleo originándose desde el nervio tibial, antes y después de que éste pase bajo el arco tendinoso del sóleo, inervando al músculo por su cara posterior y anterior, respectivamente. En 4 casos se encontró un tronco común, que dió origen a un ramo de CLMG y uno para el músculo sóleo. El NS ingresó como ramo único o se dividió en 2 o 3 RS.

La distancia promedio entre LBE y LBM fue de 393,5 mm \pm 28,52 mm. La distancia promedio entre el origen de NS y LBE fue de 28,77 mm \pm 20,06 mm, el origen más proximal fue de 17 mm sobre LBE, en cambio, el más distal fue de 69 mm bajo LBE (Tabla I).

Tabla I. Datos Biométricos del ramo primario para el músculo sóleo.

Espécimen	Long. R1 (mm)	Número de RS	Long. TC	Distancia LBE-Origen NMS (mm)
1	57	2	-	-17
2	44	2	-	6
3	75	0	-	23
4	85	0	-	24
5	17	2	-	46
6	29	3	-	32
7	92	3	-	2
8	34	2	-	23
9	64	0	7	62
10	42	2	20	32
11	49	2	13	19
12	68	2	-	51
13	43	2	-	69
14	41	0	17	37
15	45	0	-	37
16	58	2	-	19
17	62	2	-	31
18	53	2	-	48
19	42	2	-	43
20	47	0	-	21
21	55	0	-	12
22	42	3	-	13

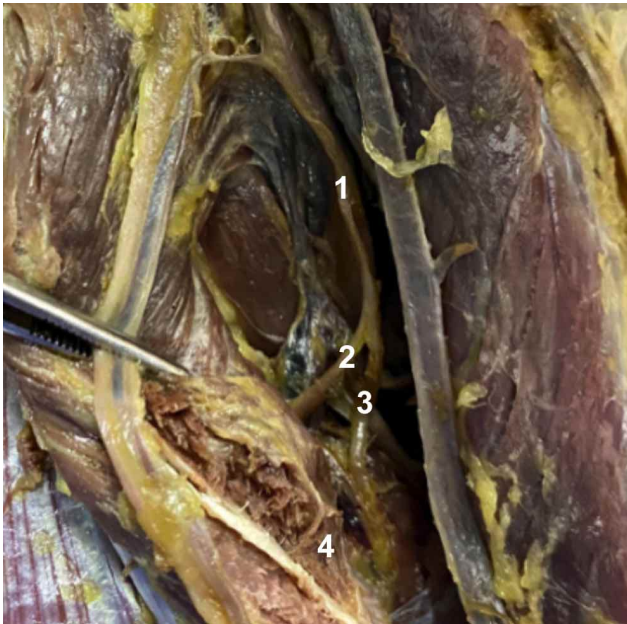


Fig. 1. Inervación del músculo sóleo por 2 ramos secundarios. 1: nervio para el músculo sóleo, 2: ramo secundario 1, 3: ramo secundario 2, 4: músculo sóleo.

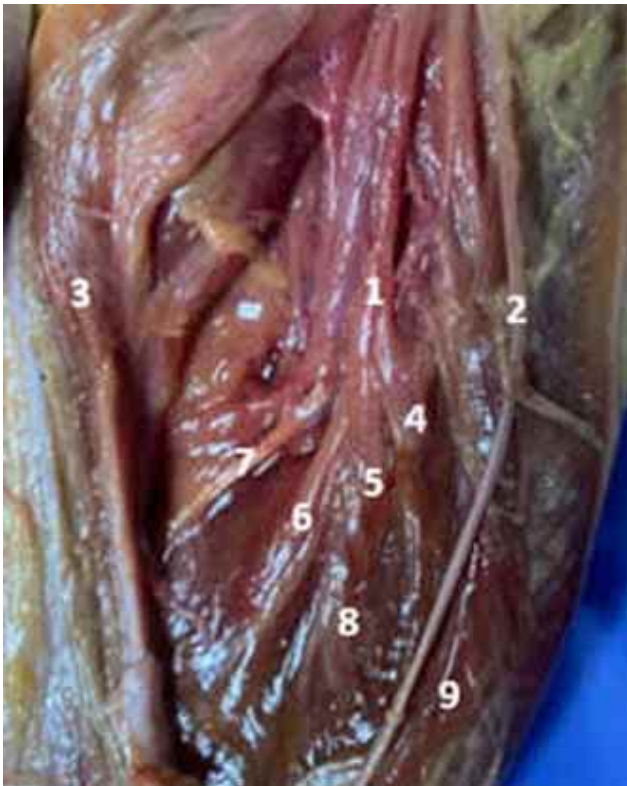


Fig. 2. Inervación del músculo sóleo por 3 ramos secundarios. 1: ramo para el músculo sóleo, 2: nervio cutáneo sural medial, 3: cabeza medial del músculo gastrocnemio, 4: primer ramo secundario, 5: segundo ramo secundario, 6: tercer ramo secundario, 7: tendón del músculo plantar, 8: músculo sóleo, 9: cabeza lateral del músculo gastrocnemio.

La longitud promedio de NS hasta su división en RS o penetración directa fue de $52 \text{ mm} \pm 17,62 \text{ mm}$, con valor mínimo de 17 mm y máximo 92 mm. Respecto a la división del NS en RS, en 12 casos (54,4 %) se encontró 2 ramos (Fig. 1), en 3 casos (13,6 %) presentó 3 ramos (Fig. 2) y en 7 casos (31,8 %) no presentó RS (penetración directa) (Fig. 3).



Fig. 3. Inervación del músculo sóleo por penetración directa. 1: músculo sóleo, 2: cabeza medial del músculo gastrocnemio, 3: cabeza lateral del músculo gastrocnemios, 4: nervio para el músculo sóleo, 5: vaso sanguíneo.

Respecto a la formación del NS, en 18 casos (81,8 %) se encontró que el NS deriva directamente del nervio tibial y en 4 casos (18,2 %) NS deriva de un tronco común con un ramo para la cabeza lateral del músculo gastrocnemio (Fig. 4). La longitud promedio del tronco común fue de $14,25 \text{ mm} \pm 5,62 \text{ mm}$, el tronco más corto tuvo una longitud de 7 mm y el más largo de 20 mm.

De acuerdo con los RS, la longitud promedio de éstos fue de $19,18 \text{ mm} \pm 7,02$ con una menor longitud de 8 mm y mayor longitud de 36 mm; la distancia entre LBE y la penetración de RS o PD en promedio fue de $83,84 \text{ mm} \pm 16,9 \text{ mm}$, con penetración más proximal de 52 mm y más distal de 122 mm (Tablas II y III).

Con respecto a los 39 puntos motores identificados, 23 de ellos (59,0 %) se localizaron en el primer cuadrante lateral; 7 (17,9 %) en el segundo cuadrante lateral; 4 (10,3 %) en el primer cuadrante medial, 4 (10,3 %) en el segundo cuadrante medial y 1 (2,5 %) en el tercer cuadrante medial (Fig. 5).

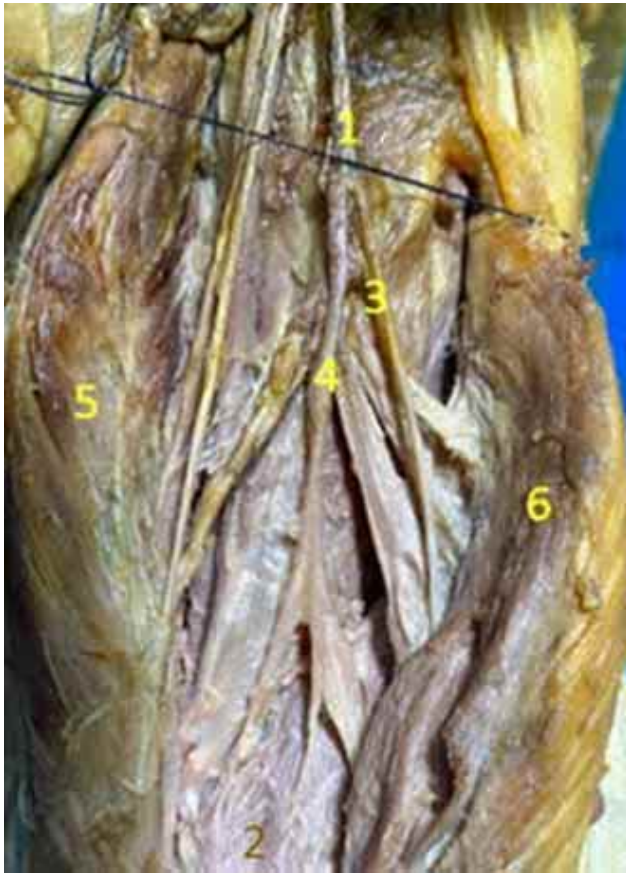


Fig. 4. Presencia de un tronco común para la innervación del músculo sóleo y cabeza lateral del músculo gastrocnemio. 1: tronco común, 2: músculo sóleo, 3: ramo para la cabeza lateral del músculo gastrocnemio, 4: nervio para el músculo sóleo, 5: cabeza medial del músculo gastrocnemio, 6: cabeza lateral del músculo gastrocnemio.



Fig. 5. Localización de los puntos motores del músculo sóleo en los cuadrantes mediales y laterales de la pierna.

Tabla II. Datos biométricos de ramos secundarios para el músculo sóleo.

Espécimen	Longitud de RS1	Longitud de RS2	Longitud de RS3
1	25	20	-
2	36	22	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	12	30	-
6	9	18	28
7	15	18	21
8	-	-	-
9	-	-	-
10	19	17	-
11	23	25	-
12	17	22	-
13	21	32	-
14	-	-	-
15	-	-	-
16	12	8	-
17	17	14	-
18	21	11	-
19	11	9	-
20	-	-	-
21	-	-	-
22	11	12	-

Tabla III. Datos biométricos de ramos secundarios para el músculo sóleo.

Medidas	Promedio (mm)	DS (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Longitud de R1	52	17,61	17	92
Longitud de RS	19,18	7,02	8	36
Longitud TC	14,25	5,62	7	20
Distancia LBE-PM	83,84	16,9	52	122
Distancia LBE-Origen	28,77	20,06	-17	69
NMS				
Distancia LBE-LBM	393,5	28,52	349	432

DISCUSIÓN

El nervio tibial, ramo mayor de la división del nervio isquiático es el encargado de innervar toda la musculatura del compartimiento posterior de la pierna, de acuerdo con la innervación del músculo sóleo, la literatura clásica es difusa o inespecífica. Según Latarjet & Ruiz-Liard (2019) existen dos ramos para el músculo sóleo, ambos provenientes del nervio tibial, un ramo es posterior innervando al músculo por su extremo proximal, y se origina antes del paso del nervio tibial bajo el arco tendinoso del sóleo, en cambio, el otro ramo se origina distal a este hito, y es anterior innervando al músculo por su extremo distal; por otro lado, Rouvière *et*

al. (2005) plantea que solo existe un ramo posterior, llegando al músculo sóleo por proximal; Moore *et al.* (2013) y Drake *et al.* (2015), no plantean especificaciones respecto a la innervación del músculo sóleo.

En esta investigación, se encontró un solo caso de innervación doble, donde el ramo anterior llegó al sóleo por su extremo distal, en el resto de los casos (95,4 %) la innervación del músculo sóleo se realizó solo por un ramo posterior e innervando proximalmente al músculo sóleo, derivado del nervio tibial antes de pasar bajo el arco tendinoso del sóleo. En otros estudios se repite un patrón de innervación similar, Wongphaet *et al.* (2005) encontraron que, de un total de 62 piernas disecadas, solo en un 19,67 % se observó un patrón de innervación doble, mientras que la predominancia fue la innervación del músculo sóleo por un solo ramo, superior y posterior derivado del nervio tibial antes de entrar por el arco tendinoso del sóleo; Olave *et al.* (2012), disecaron 18 piernas de individuos chilenos, y solo en 5 casos se presentó innervación doble del sóleo, mientras que en la mayoría de los casos, representando un 72 % de la muestra, solo hubo un ramo de innervación posterior; Loh *et al.* (2003), en una de sus muestras encontró 2 ramos para el músculo sóleo, un ramo posterior y otro anterior, el ramo posterior innervó al músculo por su zona media, en cambio, el ramo anterior lo hizo en su tercio proximal; Parratte *et al.* (2002), en un total de 40 piernas, siempre encontró doble innervación del músculo sóleo, repitiéndose el mismo patrón de los 2 ramos, de estudios anteriores.

Sin embargo, Parratte *et al.* (2002) especificó que el ramo anterior frecuentemente es pequeño y a veces forma parte de un tronco común con otros nervios para la musculatura profunda del compartimiento posterior de la pierna.

Respecto al origen del ramo posterior para el músculo sóleo, la literatura clásica es poco clara y difusa, Moore *et al.* (2013) y Drake *et al.* (2015) como ya se mencionó, no presentan mayores especificaciones. Por otro lado, Rouvière *et al.* (2005) plantearon que el ramo se origina del nervio tibial en la fosa poplítea, y discurre posterior al músculo poplítea y anterior a la cabeza lateral del gastrocnemio. Por otra parte, Latarjet & Ruiz-Liard (2019) mencionaron que el ramo deriva del nervio tibial antes de pasar bajo el arco tendinoso del sóleo, donde también se ubica anterior a la cabeza lateral del gastrocnemio. En esta investigación, observamos que todos los ramos posteriores para el músculo sóleo derivaron del nervio tibial, antes que pasara bajo el arco tendinoso del sóleo a una distancia variable desde la línea biepicondilar, en la mayoría de los casos (90,9 %) el origen del ramo fue distal a esta línea, mientras que se observaron casos únicos para el origen proximal y a nivel de la línea biepicondilar.

De acuerdo con las variables cuantitativas de los ramos primarios y secundarios para el músculo sóleo, la información científica es difusa, Flores (2008) diseccionó 12 miembros inferiores y reportó que la longitud del nervio para el músculo sóleo varía desde 60 a 72 mm, con una media de 65 mm. Por otro lado, Bodily *et al.* (2004) de una muestra de 10 miembros inferiores, reportó la longitud del nervio para el músculo sóleo con un promedio de 51,7 mm con una desviación estándar de 8,4 mm. Ambos autores consideraron la longitud del nervio para el músculo sóleo, como la longitud desde el origen del nervio para el músculo sóleo hasta su penetración muscular.

Esta investigación, no sigue el mismo protocolo que los autores anteriores debido a que esta forma de cuantificar solo es fidedigna, en el caso de penetraciones directas del ramo primario sin la presencia de ramos secundarios, lo que en este estudio solo se observó en 31,8 % de los casos, en el resto de las especímenes siempre hubo presencia de ramos secundarios antes de la penetración muscular, hay que considerar que entre los RS hay una distancia, por lo tanto no presentan la misma longitud midiéndolo como un ramo completo.

En los especímenes disecados por Bodily *et al.* (2004) solo hubo penetración directa, en cambio, Flores (2008) no reportó si en sus especímenes disecados hubo penetración directa o penetración muscular a través de ramos secundarios. En esta investigación, la longitud promedio del nervio para el músculo sóleo fue de 52 mm con una desviación estándar de 17,62, resultado muy similar a lo reportado por Bodily *et al.* (2004). La longitud de los RS no fue reportada en la bibliografía revisada, debido a que en los especímenes diseccionados la penetración fue directa por un ramo primario o bien, el método de cuantificación de la longitud del NS consideró el ramo primario y el ramo secundario como un solo ramo. Esta investigación lo cuantificó por separado, la longitud promedio de los RS fue de 19,18 mm con una desviación estándar de 7,02. Hay que considerar que, al analizar caso a caso, la longitud de los RS siempre fue menor a la longitud de NS.

La cantidad de RS en esta investigación fue variable desde la penetración directa hasta tres RS, en la mayoría de los casos se encontraron dos RS (54,4 %) y en una minoría (13,6 %) se encontró la presencia de tres RS, este patrón de división es similar a lo reportado por Olave *et al.* (2012) y Sheverdin *et al.* (2009) en muestras de 18 especímenes para ambas investigaciones. Sin embargo, Olave *et al.* (2012) y Sheverdin *et al.* (2009) no encontraron penetración directa del NS, lo que se contraponen con lo encontrado por los autores de esta publicación y por lo reportado por Bodily *et al.* (2004), donde si hubo penetración directa en 31,8 % de los casos y en el 100 % de los casos, respectivamente.

La formación del NS fue variable en este estudio, con un 18,2 % de los casos, el nervio compartió un tronco común con el ramo para la cabeza lateral del músculo gastrocnemio, en el resto de los casos siempre derivó directamente del nervio tibial. Olave *et al.* (2012), también encontraron que en un 38,9 % de los casos el NS provenía de un tronco común con el ramo para la cabeza lateral del músculo gastrocnemio. Por otra parte, Parratte *et al.* (2002) describió el mismo patrón de formación de un tronco común en una proporción mayor, expresado en un 70,2 % del total de los especímenes diseccionados. Por lo tanto, la presencia de un tronco común es un hallazgo importante de inervación del músculo sóleo y cabeza lateral del músculo gastrocnemio.

En esta investigación, respecto a la penetración muscular de los ramos del NS, todos los puntos motores se encontraron en los primeros dos quintos proximales de la pierna, concentrándose la mayoría de éstos (59,0 %) en el primer cuadrante lateral de la región crural, el patrón de localización de los puntos motores es muy similar a lo encontrado por Sheverdin *et al.* (2009) y Kim *et al.* (2005), lo cual, corrobora lo informado por la literatura clásica (Rouvière *et al.*, 2005; Latarjet & Ruiz-Liard, 2019).

De acuerdo con este estudio, se evidencia la gran variabilidad de resultados respecto a la inervación del músculo sóleo en variables como: la cantidad de ramos primarios y la cantidad de ramos secundarios. Estas variables son de vital importancia para utilizar este nervio como donante en las transferencias nerviosas hacia el nervio fibular común o profundo lesionado, si el músculo presenta un patrón frecuente de doble inervación, donde existe un ramo primario anterior y otro posterior, no será problema utilizar al ramo posterior como donante, debido a que habrá otro ramo que inerva al músculo sóleo por su parte anterior, por lo que no habrá denervación completa del músculo.

Por otra parte, la presencia de RS es óptima debido a que se podría evaluar el transferir solo RS sin denervar completamente el músculo sóleo por su cara posterior. Es sumamente importante seguir investigando la inervación del músculo sóleo, aumentando la muestra y utilizando protocolos de medición fidedignos para aportar con más datos a la hora de evaluar una cirugía de transferencia nerviosa. Cuando realizamos la disección pudimos observar que el diámetro del ramo primario y/o secundario para el músculo sóleo es altamente variable en cada espécimen, por lo cual es un parámetro importante para cuantificarlo, además que, para realizar transferencias nerviosas, el diámetro de los nervios donante y receptor deben ser similares (Bodily *et al.*, 2004).

Finalmente, esta investigación anatómica aporta con importantes datos cuantitativos del ramo para el músculo

sóleo y RS, donde esta información puede ser utilizada para la técnica quirúrgica de transferencia nerviosa debido a que la longitud del nervio donante debe ser suficiente y adecuada para generar una unión sin tensión. También se expuso la distribución de los puntos motores lo cual se puede utilizar en protocolos de estimulación eléctrica del músculo sóleo. Además, cabe destacar que para medir la longitud del NS, se consideró la división de este en RS, generando un nuevo protocolo de cuantificación de este nervio.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos a los Profesores Eduardo Alarcón, Miguel Soto y Dr. Julio Cárdenas por facilitar los Laboratorios de Anatomía para este estudio.

SEPÚLVEDA, E. & OLAVE, E. Nerve biometry for the soleus muscle and its clinical implications. *Int. J. Morphol.*, 40(5):1354-1360, 2022.

SUMMARY: Injuries to the common fibular nerve and/or its derived branches result in total or partial loss of the ability to dorsiflex the ankle-foot complex. A viable option to treat this pathology is nerve transfer, which consists of using a donor nerve to restore function to a damaged nerve. The use of the nerve for the soleus muscle (SN) is frequent as a donor to restore the function of the common or deep fibular nerve, for which it is essential to know in detail the anatomy of this nerve. Twenty-two lower limbs belonging to the anatomy units of the Universities of Chile and Santiago were used. Dissection was performed until the SN was reached, the number of main and secondary branches (SB) was observed, as well as their origin and length, and the leg was divided into quadrants to determine the location of the motor points. The SN in most cases (95.4 %) is unique and originates from the tibial nerve or from the common trunk with another muscular branch. The average distance between the origin of the NS and the biepicondylar line was 28.77 mm; the average length of NS until its division into SB or direct penetration was 52 mm. The NS was divided into SB, observing that in 12 cases it was in 2 branches, in 3 cases in 3 branches and in 7 cases there were no SB. The motor points were located in the proximal fifth of the leg, 23 cases in the first lateral quadrant and 4 cases in the first medial quadrant; in the proximal quarter of the leg, 7 cases in the second lateral quadrant and 4 cases in the second medial quadrant. The data obtained will be a contribution to anatomical knowledge and reconstructive surgery of the nerves of the region.

KEY WORDS: anatomy, innervation, biometry, soleus muscle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreto Nino, A. M. & Nieto Ramirez, L. E. Neurotización: concepto clave en reparación nerviosa. *Univ. Med.*, 62(3):87-96, 2021.
- Bodily, K. D.; Spinner, R. J. & Bishop, A. T. Restoration of motor function of the deep fibular (peroneal) nerve by direct nerve transfer of branches from the tibial nerve: an anatomical study. *Clin. Anat.*, 17(3):201-5, 2004.

- Drake, R.; Wayne, A. & Mitchell, A. *Gray Anatomía para Estudiantes*. 3ª ed. Barcelona, Elsevier, 2015.
- Flores, L. P. Proximal motor branches from the tibial nerve as direct donors to restore function of the deep fibular nerve for treatment of high sciatic nerve injuries: a cadaveric feasibility study. *Neurosurgery*, 65(6 Suppl.):218-24, 2008.
- Fouad, W. Selective neurotomy of the tibial nerve for treatment of spastic foot. *Alex. J. Med.*, 47(4):325-31, 2011.
- Kim, M. W.; Kim, J. H.; Yang, Y. J. & Ko, Y. J. Anatomic localization of motor points in gastrocnemius and soleus muscles. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 84(9):680-3, 2005.
- Latarjet, M. & Ruiz-Liard, A. *Anatomía Humana*. 5ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2019.
- Loh, E. Y.; Agur, A. M. & McKee, N. H. Intramuscular innervation of the human soleus muscle: a 3D model. *Clin. Anat.*, 16(5):378-82, 2003.
- Moore, K.; Dailey, A. & Agur, A. *Anatomía con Orientación Clínica*. 7ª ed. Barcelona, Wolters Kluwer, 2013.
- Nieto, L. E.; Páez, Z. E.; Smit, R.; Medina, J. A. & Rueda, J. A. Transferencias nerviosas y aplicación en lesiones de nervio periférico del miembro inferior. *Rev. Colomb. Cir. Plast. Reconstr.*, 24(2):43-8, 2018.
- Olave, E.; Retamal, P.; Galaz, C. & Cruzat, C. Innervation and localization of the motor points of triceps surae muscle. *Int. J. Morphol.*, 30(3):1056-60, 2012.
- Parratte, B.; Tatu, L.; Vuillier, F.; Diop, M. & Monnier, G. Intramuscular distribution of nerves in the human triceps surae muscle: anatomical bases for treatment of spastic drop foot with botulinum toxin. *Surg. Radiol. Anat.*, 24(2):91-6, 2002.
- Poage, C.; Roth, C. & Scott, B. Peroneal nerve palsy: evaluation and management. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, 24(1):1-10, 2016.
- Rouvière, H.; Delmas, A. & Delmas, V. *Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional*. Tomo 2. 11ª ed. Barcelona, Masson, 2005.
- Sheverdin, V. A.; Hur, M. S.; Won, S. Y.; Song, W. C.; Hu, K. S.; Koh, K. S. & Kim, H. J. Extra- and intramuscular nerves distributions of the triceps surae muscle as a basis for muscle resection and botulinum toxin injections. *Surg. Radiol. Anat.*, 31(8):615-21, 2009.
- Wongphaet, P.; Chinsethagij, K.; Suarchawatana, S.; Dangprasert, T. & Wongphaet, W. Precise localization of motor branching and motor points: a cadaveric study. *J. Med. Assoc. Thai.*, 88(12):1884-91, 2005.

Dirección para correspondencia:

Dr. Enrique Olave
Facultad de Medicina
Universidad de La Frontera
Casilla 54-D
Temuco
CHILE

E-mail: enrique.olave@ufrontera.cl