



ORIGINAL

Descripción del nervio sural y su relación con los abordajes invasivos de fisioterapia

Alejandro López Ferraz^{a,*}, Francisco J. Valderrama Canales^b y Fermín Valera Garrido^c

^aFisioterapia Gonion, Tenerife, Canarias, España; Departamento de Fisioterapia, Universidad de La Laguna, Tenerife, Canarias, España

^bCentro de Donación de Cuerpos y Salas de Disección, Departamento de Anatomía y Embriología Humanas, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^cMVclinic, Madrid, España; Real Madrid C.F.; Facultad de Medicina, Universidad San Pablo CEU, Madrid, España

PALABRAS CLAVE

Nervio sural;
Tendón de Aquiles
(tendón calcáneo);
Procedimientos
invasivos;
Fisioterapia

Resumen

Introducción: El nervio sural es un nervio sensitivo que tras recorrer la cara posterior de la pierna alcanza el borde lateral del tendón de Aquiles y discurre paralelo a él hasta el recorrido retromaleolar del nervio. La utilización de técnicas de fisioterapia invasiva en torno al territorio del nervio sural compromete su integridad.

Objetivos: Describir la relación del nervio sural con el tendón de Aquiles y las estructuras adyacentes para determinar vías de abordaje seguras en los procedimientos invasivos de fisioterapia. **Material y métodos:** Se analizaron 10 piernas de cadáveres embalsamados, con el plano superficial de la región posterior disecado. Se midió la distancia del punto de inserción del tendón de Aquiles hasta el punto de cruce del nervio sural sobre dicho tendón, entre dicho punto de cruce y la unión miotendinosa del tendón de Aquiles con los gastrocnemios, y las distancias laterales entre el tendón de Aquiles y el nervio sural a 3, 5, 7, 9 y 10 cm de la inserción tendinosa.

Resultados: El punto de cruce del nervio sural sobre el tendón de Aquiles se estableció a una distancia promedio del punto de inserción del tendón en el calcáneo de 105,37 mm (DE: 12,87). El cruce del nervio sural sobre el tendón respecto a la unión miotendinosa del gastrocnemio se estableció a una distancia promedio de 83,44 mm (DE: 9,49). En la mitad de los casos la distancia lateral es progresivamente mayor en sentido distal. En todos los casos, la máxima distancia lateral se alcanza a 3 cm de la inserción del tendón en el calcáneo.

Conclusiones: El nervio sural guarda una relación anatómica directa con el tendón de Aquiles. La variabilidad de la relación y la proximidad de ambas estructuras impiden establecer zonas seguras de abordaje mediante guía manual, por lo que se recomienda el abordaje ecoguiado de las técnicas de fisioterapia invasiva en la región.

© 2016 MVclinic. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo open access distribuido bajo los términos de la licencia CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alopezfe@ull.es (A. López Ferraz).

KEYWORDS

Sural nerve;
Achilles tendon
(calcaneal tendon);
Invasive procedures;
Physiotherapy

Description of the sural nerve and its relation to invasive techniques in physical therapy**Abstract**

Introduction: The sural nerve is a sensory nerve that runs down the posterior leg reaching the lateral aspect of the Achilles tendon, and running parallel to it, until the retromalleolar course of the nerve. The use of invasive physiotherapy techniques in the territory of the sural nerve compromises its integrity.

Objectives: To describe the relationship of the sural nerve with the Achilles tendon and adjacent structures in order to determine safe approach routes in invasive physiotherapy procedures.

Material and methods: 10 legs from embalmed corpses were analysed with the epifascial plane dissected in the dorsal region. The distance from the point of insertion of the Achilles tendon was measured to the point at which the sural nerve crosses over the tendon. The distance was also measured between the said crossing point and the musculotendinous junction of the Achilles tendon with the gastrocnemius muscle, and the lateral distances between the Achilles tendon and the sural nerve at 3, 5, 7, 9 and 10 cm from the calcaneal tendon insertion.

Results: The crossing point of the sural nerve on the Achilles tendon occurred at an average distance of 105.37 mm (SD: 12.87) from the insertion point of the tendon in the calcaneus. In relation to the gastrocnemius musculotendinous junction, the crossing point of the sural nerve on the tendon occurred at an average distance of 83.44 mm (SD 9.49). In half of the cases the lateral distance was progressively greater in the distal direction. In all cases, the maximum lateral distance was reached at 3 cm from the calcaneal tendon insertion.

Conclusions: The sural nerve has a direct anatomical relationship with the Achilles tendon. The variability of this and the proximity of both structures preclude the establishment of safe areas by manual approach guidance. Therefore, ultrasound-guided approaches are recommended during invasive techniques applied in this region.

© 2016 MVClinic. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El nervio sural es un nervio sensitivo que se forma por la unión del nervio sural medial, rama del nervio tibial, y la rama comunicante peronea que proviene del nervio peroneo común de manera directa o a través de la rama sural lateral. Tras discurrir entre las dos cabezas de los músculos gastrocnemios, lateral y medial, perfora la fascia sural habitualmente en el tercio medio, para reunirse con la vena safena menor y recibir la rama comunicante peronea. De esta manera, alcanza el borde lateral del tendón de Aquiles (tendón calcáneo) y emite una de sus principales ramas colaterales, el nervio calcáneo lateral (fig. 1). Tras su paso retromaleolar y llegar a la apófisis estiloides del quinto metatarsiano se divide, de manera variable, dando siempre la rama dorsal lateral del quinto dedo, aunque puede proporcionar, en total, los últimos tres nervios digitales dorsales del pie. En este caso, origina el nervio digital dorsal medial del quinto dedo y el nervio digital dorsal lateral del cuarto dedo¹.

En la literatura científica, los estudios anatómicos del nervio sural tanto en cadáver^{2,3} como en vivo con análisis ecográfico^{4,5} describen la variabilidad del mismo con diferentes patrones de localización. En concreto Kammar et al.⁵ en su estudio ecográfico sobre 66 sujetos de diferente edad y sexo indican que la disposición lateral del nervio sural con relación al tendón de Aquiles es variable. En este sentido, la revisión sistemática y el metaanálisis publicado por Ramakrishnan et al. en 2015⁶ concluye que en la población son comunes las variaciones anatómicas en la forma-

ción y el curso del nervio sural, y que los profesionales, especialmente los cirujanos, deberían tener en cuenta esta circunstancia para evitar lesiones iatrogénicas durante los procedimientos quirúrgicos. Webb et al.⁷ han descrito lesión del nervio sural en hasta un 14% de los casos tras reparaciones percutáneas del tendón de Aquiles, y Park et al.⁸ concluyen que aproximadamente en un 25% de las personas tratadas con radiofrecuencia para la recanalización venosa en los miembros inferiores se les provoca una neuritis del nervio sural que en algunos casos puede perdurar más de 15 meses. En fisioterapia no existen estudios hasta el momento que hayan analizado los efectos adversos, asociados a la aplicación de procedimientos invasivos sobre la zona, que pudieran lesionar el nervio sural aunque Valera y Minaya⁹ sí describieron el riesgo potencial existente al aplicar la electrolisis percutánea en la interfase tendón de Aquiles-grasa de Kager en un abordaje de lateral a medial (fig. 2).

En la clínica diaria del fisioterapeuta son muy frecuentes las lesiones que afectan a las estructuras de la parte posterior de la pierna (tendón de Aquiles, músculos sóleo, gastrocnemio, tibial posterior o flexor largo del dedo gordo). En deportistas, la tendinopatía crónica de Aquiles es una de las afectaciones más frecuentes, sobre todo en corredores y saltadores. Según Kujala et al.¹⁰, los corredores de larga distancia tienen un riesgo de hasta un 52% de sufrir una lesión en el tendón de Aquiles a lo largo de su vida. En 2010, mediciones directas de fuerza llevadas a cabo por Doral et al.¹¹ revelaron que, durante la carrera, el tendón de Aquiles soporta fuerzas de hasta 12,5 veces el peso corporal comple-



Figura 1 Diseccción de la región posterior de la pierna. Se han eliminado las tributarias de la vena safena menor (msv) para una mejor visión del nervio sural (sn). Se muestran en detalle tres áreas relevantes en el estudio: el extremo distal de la pierna, el cruce del nervio sural (sn) con el borde lateral del tendón de Aquiles (at), y el cruce del nervio sural (sn) con la unión miotendinosa de los gastrocnemios medial (mg) y lateral (lg). Se observa parcialmente el músculo sóleo (sm).

to. En el otro extremo se situaría el estudio de Ames et al.¹² que concluye que un 30% de los pacientes con tendinopatía crónica de Aquiles son personas con un estilo de vida sedentario.

En cuanto a su localización clínica, Khan-Farooqui y Andersson¹³ definieron que entre 2 y 6 cm de distancia proximal a la entesis es la zona menos vascularizada del tendón de Aquiles y la más susceptible de sufrir degeneración.

De entre las numerosas técnicas que se utilizan en la práctica clínica diaria en fisioterapia para el tratamiento de las tendinopatías en general¹⁴ y de la tendinosis de Aquiles en particular¹⁵, así como de los trastornos dolorosos de origen muscular en la cara posterior de la pierna, destacan de forma más reciente y cada vez más empleados los procedimientos invasivos como la electrolisis percutánea para la tendinopatía^{16,17} y la punción seca para la patología de origen muscular¹⁸.

El presente estudio tiene como objetivo aportar información relevante acerca del nervio sural en cuanto a su posición, recorrido y relación con el tendón de Aquiles y las estructuras adyacentes, con el fin de establecer, si fue-



Figura 2 Abordaje en cadáver de la interfase tendón de Aquiles-grasa de Kager.

ra posible, criterios de uniformidad y seguridad en los procedimientos invasivos de fisioterapia en el entorno de dicho nervio.

Material y métodos

Diseño del estudio y selección de la muestra cadavérica

Estudio observacional descriptivo, llevado a cabo en el Centro de Donación de Cuerpos de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Se utilizó para el estudio una muestra de 10 piezas de prosección de cadáveres humanos embalsamados, cedida en su totalidad por el Centro de Donación de Cuerpos de la UCM. Estas piezas habían sido disecadas previamente bajo la supervisión de profesorado experto¹⁹.

Los cadáveres de los que proceden las piezas de prosección fueron procesados para su conservación según las directrices del Centro de Donación de Cuerpos de la UCM²⁰.

Criterios de inclusión

Las piezas cadavéricas eran miembros inferiores (pertenecientes o no a cadáveres completos) en los que previamente se había realizado una disección del plano superficial de la región posterior de la pierna. Los criterios de inclusión, al tratarse de piezas cadavéricas donadas a una institución pública, han consistido, básicamente, en la disponibilidad e idoneidad de las mismas. Se trata de muestras destinadas al estudio por parte de diferentes estudiantes y profesionales sanitarios, por lo que, en el momento de realizar el estudio, se seleccionaron entre todas las piezas disponibles aquellas en las que el plano de disección realizado era el correcto y conservaban intactas y posicionadas las estructuras objetivo del estudio: pierna y pie presentes en la pieza, disección del plano superficial (subcutáneo o epifascial), vena safena menor conservada en su trayecto, nervio sural conservado en su trayecto y tendón de Aquiles conservado. Según estos criterios se obtuvieron 10 muestras idóneas sobre las que realizar las mediciones.

Se consideran cumplidos los criterios éticos *per se*, ya que se sigue el criterio para las donaciones voluntarias^{21,22} conociéndose los objetivos para las que se realizan.

Descripción de las distancias y sus mediciones (fig. 3)

Distancia A. Distancia entre el punto de inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo y el punto de cruce del nervio sural y dicho tendón en su borde lateral. Se define como punto de inserción, el punto más prominente de la inserción del tendón de Aquiles en la cara posterosuperior del calcáneo y como punto de cruce el lugar del borde lateral del tendón de Aquiles, donde el nervio sural contacta con el mismo para colocarse superficialmente al tendón y recorrer su cara posterior.

Para realizar la medición, se colocó una de las patas de medición externa del calibre digital sobre el punto de inserción y otra sobre la representación horizontal del punto de cruce del nervio sobre el borde lateral del tendón.

Distancia B. Distancia entre la unión miotendinosa del gastrocnemio lateral con el tendón de Aquiles y el punto de cruce del nervio sural y dicho tendón en su borde lateral. Se definió la unión miotendinosa al punto más distal donde se visualizaba la presencia de fibra muscular del gastrocnemio lateral sobre el tendón de Aquiles y punto de cruce del nervio sural como en la medición anterior.

Distancia C. Distancia lateral existente entre el nervio sural y el tendón de Aquiles a 3, 5, 7, 9 y 10 cm de la inserción de dicho tendón.

Se tomó como punto de referencia una línea imaginaria sagital que pasara por el centro del cuerpo del tendón y deja-

ra a cada lado la misma proporción del mismo. Se definió el punto de inserción tal como se describe en la distancia A.

Se realizó una medición de la distancia lateral horizontal entre el tendón de Aquiles y el nervio sural, a 3, 5, 7, 9 y 10 cm del punto de inserción tendinosa.

Protocolo de recogida de datos

Las variables estudiadas son las distancias entre las estructuras definidas como objeto de estudio (fig. 3). Se trata de variables cuantitativas continuas y se empleó el milímetro (mm) como unidad de medida. Como instrumento para realizar las mediciones se utilizó un calibre digital electrónico con pantalla LCD (tipo Vernier), con una gama de medición media de 0-150 mm, con una resolución de $\pm 0,01$ mm, y con una exactitud de $\pm 0,02$ mm (<100 mm) y $\pm 0,03$ mm ($>100-200$ mm). Constituido por unas ramas para medidas de dimensiones externas y otras para medidas de dimensiones internas, y una coliza para medir profundidad.

En la medición de todas las distancias se realizaron tres mediciones y se tomó la media entre las tres.

Además de las mediciones, se tomaron fotografías de cada muestra para identificar la presencia de estructuras relevantes. Se utilizó una cámara NIKON D3200 con objetivo Nikon DX 18-55 mm.

Análisis estadístico

Los datos se recogieron y trataron mediante el programa estadístico SPSS 22.0. (SPSS, Chicago, IL, USA). Se calculó la media, la desviación estándar, el valor máximo y el valor mínimo, así como correlaciones entre las variables cuantitativas continuas del estudio. Se realizó el cálculo de las diferentes correlaciones entre las distancias medidas, para ver si existían pautas antropométricas influyentes en la localización y disposición de las estructuras estudiadas.

Resultados

Se realizaron mediciones del nervio sural en 10 miembros inferiores, del recorrido del mismo hasta su paso hacia la cara dorsolateral del pie, como las estructuras relevantes con las que se relaciona en su trayectoria, especialmente el músculo gastrocnemio y el tendón de Aquiles por su importancia en los abordajes invasivos en fisioterapia.

En todos los casos se observó que el nervio sural entra en contacto con el borde lateral del tendón de Aquiles por debajo de la unión miotendinosa del gastrocnemio lateral, para colocarse a partir de ahí en un plano posterior, y que es acompañado por la vena safena que se sitúa medial al mismo en el 100% de los casos.

Los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos de las mediciones realizadas se muestran en la tabla 1. El punto de cruce del nervio sural sobre el borde lateral del tendón de Aquiles se estableció a una distancia promedio del punto de inserción del tendón en el calcáneo de 105,36 mm (DE: 12,87). La máxima distancia hallada en esta muestra fue de 120,47 mm y la mínima de 82,60 mm.

El punto de cruce del nervio sural sobre el tendón respecto a la unión miotendinosa del gastrocnemio se estableció en esta muestra a una distancia promedio de 83,44 mm

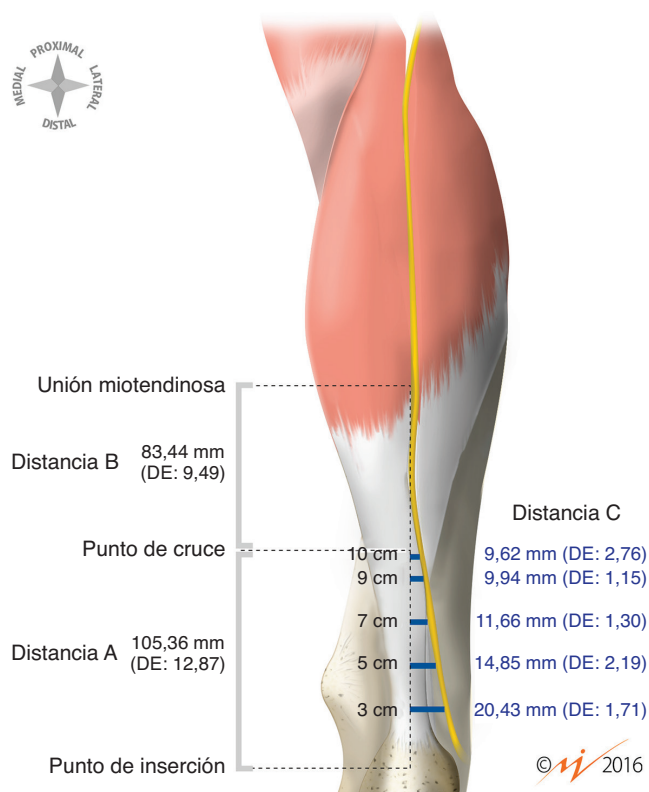


Figura 3 Descripción de las mediciones y sus resultados.

Tabla 1 Estadísticos descriptivos. Mínimo, máximo, media y desviación estándar de cada medición

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Distancia A (calcáneo-cruce)	82,60	120,47	105,36	12,87
Distancia B (miotendinosa-cruce)	65,13	96,69	83,44	9,49
Distancia C (lateralidad-3 cm)	17,81	22,73	20,43	1,71
Distancia C (lateralidad-5 cm)	10,76	18,14	14,84	2,08
Distancia C (lateralidad-7 cm)	9,56	13,24	11,66	1,30
Distancia C (lateralidad-9 cm)	8,39	11,18	9,93	1,15
Distancia C (lateralidad-10 cm)	6,32	13,42	9,62	2,76

(DE: 9,49). La máxima distancia hallada fue de 96,69 mm y la mínima de 65,13 mm.

En 7 de 10 casos (70%), la distancia entre la inserción en el calcáneo del tendón y el punto de cruce del nervio es mayor que la distancia entre dicho punto de cruce y la unión miotendinosa del tendón de Aquiles con el músculo gastrocnemio lateral.

En 5 de los 10 casos (50%), la distancia lateral es progresivamente mayor en sentido distal desde los 10 cm hasta los 3 cm medidos en el estudio, mientras que en otros 5 no se sigue esta regla y se produce un ligero incremento de la distancia lateral en el tramo entre los 7 y los 10 cm de altura desde la inserción.

En todos los casos, la máxima distancia lateral (media = 20,43; DE: 1,71 mm) se alcanza en el punto más bajo de las mediciones realizadas, esto es, a 3 cm de la inserción del tendón en el calcáneo.

En el 50% de los casos, la menor distancia lateral se alcanzó en el punto más alto de las mediciones realizadas en

el estudio, a 10 cm de la inserción, mientras que en 4 de los casos (40%) esa mínima distancia lateral se alcanzó a 9 cm y en un solo caso (10%) esta distancia mínima se halló a 7 cm.

Como se observa en la tabla 2 existe una fuerte correlación positiva (0,74) entre las distancias de la inserción del tendón en el calcáneo y el punto de cruce del nervio sural sobre el mismo y la distancia entre dicho punto de cruce y la unión miotendinosa tendón de Aquiles-gastrocnemio.

En general, existe una correlación negativa (débil a 7 y 9 cm con valores de -0,276 y -0,291 respectivamente, moderada a 3 y 10 cm con valores de -0,465 y -0,629 respectivamente, y fuerte a 5 cm con un valor de -0,738) entre la distancia de la inserción del tendón en el calcáneo al punto de cruce y las medidas laterales del nervio sural con respecto al tendón a diferentes alturas.

Igualmente existe una correlación negativa (débil a 5, 9 y 10 cm con valores de -0,031, -0,125 y -0,357 respectivamente o moderada a 7 cm con valor de -0,591) entre la

Tabla 2 Correlaciones existentes entre las diferentes medidas

	Correlaciones		
	Distancia B (miotendinosa-cruce)	Distancia C (lateralidad-3 cm)	Distancia C (lateralidad-5 cm)
Distancia A (calcáneo-cruce)	0,074	-0,465	-0,738
Distancia B (miotendinosa-cruce)	1	0,345	-0,031
Distancia C (lateralidad-3 cm)	0,345	1	0,538
Distancia C (lateralidad-5 cm)	-0,031	0,538	1
Distancia C (lateralidad-7 cm)	-0,591	0,045	0,491
Distancia C (lateralidad-9 cm)	-0,125	0,390	0,414
Distancia C (lateralidad-10 cm)	-0,357	0,260	0,650
	Distancia C (lateralidad-7 cm)	Distancia C (lateralidad-9 cm)	Distancia C (lateralidad-10 cm)
Distancia A (calcáneo-cruce)	-0,276	-0,291	-0,629
Distancia B (miotendinosa-cruce)	-0,591	-0,125	-0,357
Distancia C (lateralidad-3 cm)	0,045	0,390	0,260
Distancia C (lateralidad-5 cm)	0,491	0,414	0,650
Distancia C (lateralidad-7 cm)	1	0,653	0,730
Distancia C (lateralidad-9 cm)	0,653	1	0,707
Distancia C (lateralidad-10 cm)	0,730	0,707	1

distancia del punto de cruce del nervio sural y la unión miotendinosa y las distancias laterales del nervio sural al tendón a diferentes alturas. Esta pauta no se cumple en la correlación entre ambas marcas a 3 cm de la inserción, en la cual aparece una correlación positiva débil (0,34).

Discusión

Existe una gran cantidad de procedimientos de carácter invasivo, tanto diagnósticos (estudios neurológicos de conducción y biopsias) como terapéuticos (quirúrgicos, médicos y de fisioterapia) que se llevan a cabo en la parte posterior de la pierna en la proximidad al nervio sural^{2-6,23}. Nieto et al.² describen a nivel quirúrgico los abordajes posterolaterales de tibia y peroné o la liberación de compartimentos en el síndrome compartimental. A ellos se les suman los abordajes invasivos que se realizan actualmente en fisioterapia (punción seca, electrolisis, acupuntura, mesoterapia o neuromodulación, entre otros) para el tratamiento del tendón de Aquiles, los gastrocnemios y sus estructuras adyacentes (fig. 4).

Las lesiones del nervio sural, como todas las neuropatías de un nervio sensitivo, producen una clínica consistente en parestesia, entumecimiento o dolor, en la cara lateral del tobillo y el pie, sin síntomas motores².

De la observación y descripción realizadas en el presente estudio se concluye que en todos los casos el punto de cruce entre el nervio sural y el tendón de Aquiles se estableció a una distancia de 105,36 mm (DE: 12,87), lo cual difiere de Kammar et al.⁵ (2014), quienes hallaron un promedio de 116,8 mm. Probablemente esta diferencia se explica por el hecho de realizar este estudio sobre cadáver, ya que influyen la deshidratación de los tejidos y otras variables como la edad o sexo de los sujetos. Tanto en esta medida como en la distancia entre el punto de cruce del nervio sobre el tendón y la unión miotendinosa de los gastrocnemios (que no aparece mencionada en otros estudios y nos parece interesante aportar con relación a los abordajes clínicos), con promedio de 83,44 mm (DE: 9,49), aparentan estar muy influidas por la estatura de los individuos. En este punto, se incluye como limitación del presente estudio el no haber tenido la posibilidad de tomar de medidas antropométricas, así como datos de todas las muestras de edad y sexo. No obstante, los diferentes estudios previos²⁴⁻²⁷ no han encontrado diferencias sexuales en los diferentes patrones de trayecto del nervio sural.

En cuanto a las distancias laterales del nervio sural con respecto al tendón de Aquiles a las diferentes alturas tomadas como referencia, es especialmente interesante que, a pesar de lo pequeño de la muestra, se constata que en todos los casos la mayor distancia lateral se encuentra siempre en el punto más bajo de las mediciones realizadas (3 cm), hecho que coincide con el estudio de Kammar et al.⁵, si bien no coinciden las medidas, siendo mayores en el presente estudio que en el citado anteriormente⁵ pero inferiores a las halladas en el estudio de Nieto et al.² y similares a las de Nandra et al.²⁸.

Relación de los resultados con los abordajes invasivos en fisioterapia

Dentro de las diferentes lesiones del tendón de Aquiles abordadas clínicamente con técnicas de fisioterapia invasiva, la que se describe como más habitual es la tendinosis²⁹, un término que ha sido ampliamente aceptado en la literatura médica reciente en pacientes con una enfermedad crónica asociada a dolor y pérdida de la funcionalidad, con cambios estructurales en las pruebas de imagen³⁰.

Se ha definido como la zona más habitual de lesión crónica la comprendida entre 2 y 6 cm desde la inserción, a causa de la escasa vascularización de la zona². Los estudios ecográficos en modo B y Doppler han mostrado, en dicha zona de lesión, áreas de degeneración y un aumento del flujo sanguíneo asociado a la neovascularización, principalmente en la cara ventral del tendón de Aquiles³⁰. Los resultados de nuestro estudio, pese a sus limitaciones, demuestran que en ningún caso es seguro un abordaje transversal de la interfase entre la zona ventral del tendón de Aquiles y la grasa de Kager en dirección de lateral a medial, puesto que la presencia a todos los niveles del nervio sural implica un alto riesgo de lesión del mismo. Estos hallazgos confirman la metodología descrita por Valera y Minaya en el abordaje de esta área con electrolisis percutánea⁹ (fig. 4).

En cuanto al abordaje transversal en dirección de medial a lateral⁹, puede considerarse más seguro siempre que se tenga en cuenta que en caso de sobrepasar con la aguja el ancho total del tendón se corre un riesgo importante de en-

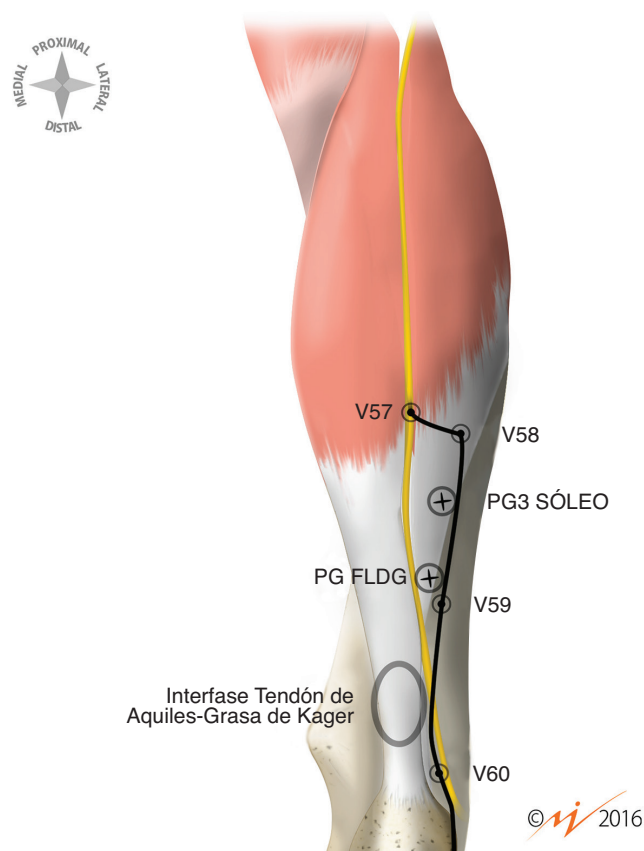


Figura 4 Relación del nervio sural en zona de riesgo con las diferentes técnicas de fisioterapia invasiva.
+: localización del punto gatillo miofascial (PG); V57, V58, V59, V60: puntos de acupuntura del meridiano de vejiga; área ovalada, cuerpo del tendón de Aquiles.

trar en contacto con el nervio sural en la cara opuesta, lo que, en caso de aplicación de una corriente eléctrica como en la electrolisis percutánea, implicaría una importante lesión del mismo.

En el caso del tratamiento descrito del fascículo profundo interseccional del tendón de Aquiles en el calcáneo o para el paratendón⁹ presenta obviamente un menor riesgo de lesión del nervio sural.

Según nuestros resultados, existe cierta variabilidad en la distancia existente entre el borde lateral del tendón y el nervio sural, y, además, se verifica que existe un mayor riesgo a medida que nos acercamos desde la inserción hasta la unión miotendinosa del tendón de Aquiles, si bien no se puede establecer una proporción directa. Esta circunstancia es especialmente importante para los puntos de acupuntura V57 y V58 del meridiano de la vejiga³¹ que se sitúan en la proximidad a la unión miotendinosa del tendón de Aquiles donde el nervio sural es epifascial. En el caso de los puntos V59 y V60 en relación con el cuerpo del tendón sería posible igualmente dañar el nervio (fig. 4).

En la muestra estudiada se confirma el hecho de que la distancia desde la inserción tendinosa al punto de cruce del nervio sural es siempre mayor que la distancia entre dicho punto de cruce y la unión miotendinosa del gastrocnemio, y que estas distancias presentan una correlación muy positiva entre sí, es decir, que es de esperar que cuando aumente una, lo hará también la otra. De este hecho serían de esperar mayores distancias en individuos más altos. Esta correlación entre ambas distancias cabe tenerla en cuenta en los abordajes mediante punción seca³² del punto gatillo (PG) 3 del músculo sóleo descrito clásicamente por Travell y Simons en 1992³³, y del PG del flexor largo del dedo gordo (fig. 4) que se encuentra en el mismo entorno. Dada la variabilidad en la altura de presentación del punto de cruce del nervio sural sobre el tendón de Aquiles y su recorrido por la cara posterior de la zona ocupada en la profundidad por el músculo sóleo y el flexor largo del dedo gordo, se recomienda la punción ecoguiada con el fin de minimizar riesgos.

Los datos que se extraen del presente estudio permiten afirmar que no es posible hacer una estimación exacta de la longitud idónea de la aguja utilizada en la intervención, así como de la profundidad de la aplicación de la técnica de una forma totalmente exenta de riesgo sin el apoyo de un medio de imagen.

Por todo lo expuesto, y basándonos en el riesgo potencial, se recomienda en cualquier caso la aplicación ecoguiada de las técnicas de fisioterapia invasiva sobre el tendón de Aquiles y tejidos adyacentes al nervio sural. En este sentido, el estudio de Ricci et al.³⁴ de 2010 concluye que en 39 de 40 miembros inferiores estudiados (97%) fue posible identificar el nervio sural. Más recientemente el estudio de Rodríguez-Acevedo et al. de 2016 sobre la sonoanatomía del nervio sural concluye que en el 100% de los casos fue posible identificar ecográficamente el nervio en una muestra de 115 sujetos, y que en el 44,3% de los casos se evidenciaron variaciones anatómicas.

Limitaciones del estudio y recomendaciones futuras

En primer lugar, la principal limitación es el tamaño de la muestra que se considera pequeña (n = 10). De cara a futu-

ras investigaciones sería recomendable confirmar los resultados sobre una muestra mayor para obtener información más significativa. A pesar de ello, los resultados obtenidos son coincidentes con la mayoría de los estudios publicados previamente^{4,5,7}.

En segundo lugar, el estudio se ha llevado a cabo sobre disecciones ya realizadas y en cadáveres embalsamados. En este sentido, los tejidos sometidos al proceso de embalsamamiento pierden la elasticidad y las propiedades de los tejidos originales por dicho proceso. En 1988 Cutts³⁵ propuso en su investigación, acerca de la contracción de las fibras musculares durante la fijación del tejido de cadáver, que existía una pérdida de longitud pequeña pero significativa en los músculos sometidos a tal acción. Por todo esto, sería recomendable repetir el estudio sobre cadáveres frescos, o, en su defecto, sobre disecciones realizadas *ad hoc* para el estudio, lo que ofrecería una información más válida de las estructuras analizadas.

En tercer lugar, las mediciones se han realizado con un instrumento manual y sólo en un plano. Sería recomendable utilizar un *software* de imagen con medición informática sobre imágenes fotográficas, lo que nos permitiría realizar mediciones en el plano sagital, circunstancia que es importante para la determinación exacta de la posición de las estructuras. Eso sin obviar el aumento que supondría en la exactitud y en la reproducibilidad del estudio en las mismas condiciones.

Y, por último, se recomienda cotejar los datos obtenidos con medidas de las mismas estructuras en individuos vivos mediante estudios ecográficos. En este sentido, un factor a tener en cuenta son los cambios en la estructura y la función muscular relacionados con la edad descritos por Faulkner et al.³⁶. El músculo esquelético humano sufre atrofia como algo inherente al envejecimiento con una disminución del área transversal de las fibras y del número de ellas, que es similar entre los 20 y los 50 años, y que entre los 50 y los 80 años de edad es del 50%, lo que podría alterar las mediciones entre sujetos.

Agradecimientos

Al Centro de Donación de Cuerpos de la Universidad Complutense de Madrid, España, y al profesor Dr. Francisco José Valderrama Canales por su dedicación, predisposición, sabiduría y, sobre todo, por la pasión por su trabajo que transmite en cada momento y que debería ser un ejemplo para todos los profesionales de la salud.

A todas esas personas que desinteresadamente colaboran con la ciencia mediante la donación de sus cuerpos, así como a sus familiares, para permitirnos el desarrollo científico.

Bibliografía

1. Vega J, Golanó P, Martínez M, Pérez-Carro L, de Prado M. Neuropatías compresivas de tobillo y pie. Bases anatómicas. *Orthotips* 2006;2(4):305-20.
2. Nieto JL, Vergara Amador E, Amador JA. Nervio sural: estudio anatómico y consideraciones clínicas. *Colomb Med* 2009; 40:252-8.
3. Shankar N, Selvam RP, Dhanpal N, Reddy R, Alapati A. Anatomical variations of the sural nerve in the leg: a fetal study. *Neurol India* 2010 Jan-Feb;58(1):24-8.

4. Rodríguez-Acevedo O, Elstner K, Zea A, Diaz J, Martinic K, Ibrahim N. The sural nerve: Sonographic anatomy, variability and relation to the small saphenous vein in the setting of endovenous thermal ablation. *Phlebology* 2016 Jan 28.
5. Kammar H, Carmont MR, Kots E, Laver L, Mann G, Nyska M, et al. Anatomy of the sural nerve and its relation to the Achilles tendon by ultrasound examination. *Orthopedics* 2014;37(3):e298-e301.
6. Ramakrishnan PK, Henry BM, Vikse J, Roy J, Saganiak K, Mizia E, et al. Anatomical variations of the formation and course of the sural nerve: A systematic review and meta-analysis. *Ann Anat* 2015;202:36-44.
7. Webb J, Moorjani N, Radford M. Anatomy of the sural nerve and its relation to the Achilles tendon. *Foot Ankle Int* 2000 Jun;21(6):475-7.
8. Park JY, Galimzahn A, Park HS, et al. Midterm results of radio-frequency ablation for incompetent small saphenous vein in terms of recanalization and sural neuritis. *Dermatol Surg* 2014;40: 383-9.
9. Valera Garrido F, Minaya Muñoz F. Electrolisis percutánea musculoesquelética ecoguiada. Barcelona: Elsevier; 2017 (en prensa).
10. Kujala UM, Sarna S, Kaprio J. Cumulative incidence of Achilles tendon rupture and tendinopathy in male former elite athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2005;15(3):133-5.
11. Doral MN, Alam M, Bozkurt M, Turhan E, Atay OA, Dönmez G, et al. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2010;18(5):638-43.
12. Ames PRJ, Longo UG, Denaro V, Maffulli N. Achilles tendon problems: not just an orthopaedic issue. *Disabil Rehabil* 2008;30(20-22):1646-50.
13. Khan-Farooqi W, Anderson RB. Achilles tendon evaluation and repair: what primary care physicians need to know to make the diagnosis and referral. *The Journal of Musculoskeletal Medicine* 2010;27(4):180-8.
14. Long L, Briscoe S, Cooper C, Hyde C, Crathorne L. What is the clinical effectiveness and cost-effectiveness of conservative interventions for tendinopathy? An overview of systematic reviews of clinical effectiveness and systematic review of economic evaluations. *Health Technol Assess* 2015 Jan;19(8):1-134.
15. Habets B, van Cingel RE. Eccentric exercise training in chronic mid-portion Achilles tendinopathy: a systematic review on different protocols. *Scand J Med Sci Sports* 2015 Feb;25(1):3-15.
16. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Sánchez-Ibáñez J. Efectividad de la electrolisis percutánea intratisular (EPI®) en las tendinopatías crónicas del tendón rotuliano. *Trauma Fund MAPFRE* 2010;21(4):227-36.
17. Minaya Muñoz F, Valera Garrido F, Sánchez Ibáñez JM, Medina Mirapeix F. Estudio de coste-efectividad de la electrolisis percutánea intratisular (EPI®) en las epicondialgias. *Fisioterapia: revista de salud, discapacidad y terapéutica física* 2012;34(5):208.
18. Morihisa R, Eskew J, McNamara A, Young J. Dry needling in subjects with muscular trigger points in the lower quarter: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther* 2016 Feb;11(1):1-14.
19. Marañillo E, Valderrama-Canales FJ, Rodríguez-Vázquez JF, Sañudo JR Pascual-Font A, Vázquez MT. Guides and protocols for a good practice. III. The dissection. *Eur J Anat* 2015;19(Suppl 1):29-30.
20. Valderrama-Canales FJ, Rodríguez-Vázquez JF, Vázquez MT, Marañillo E, Pascual-Font A, Sañudo JR. Guides and protocols for a good practice. II. Traceability of the cadaver: From reception to removal. *Eur J Anat* 2015;19(Suppl 1):25-8.
21. Doñate F. Ethical and legal aspects of corpse donation. *Eur J Anat* 2015;19(Suppl 1): 5-8.
22. Rodríguez-Vázquez JF, Vázquez T, Valderrama-Canales FJ, Marañillo E, Sañudo JR, Pascual-Font A. Guides and protocols for a good practice. I. Act of donation and donation card. *Eur J Anat* 2015;19 (Suppl 1):23-4.
23. Eid EM, Hegazy AM. Anatomical variations of the human sural nerve and its role in clinical and surgical procedures. *Clin Anat* 2011 Mar;24(2):237-45.
24. Strauch B, Goldberg N, Herman CK. Sural nerve harvest: Anatomy and technique. *J Reconstr Microsurg* 2005;21:133-6.
25. Pimentel ML, Fernandes RMP, Babinski MA. Anomalous course of the medial sural cutaneous nerve and its clinical implications. *Braz J Morphol Sci* 2005;22:179-82.
26. Mahakkanukrauh P, Chomsung R. Anatomical variations of the sural nerve. *Clin Anat* 2002;15:263-6.
27. Aktan Ikiz ZA, Uçerler H, Bilge O. The anatomic features of the sural nerve with an emphasis on its clinical importance. *Foot Ankle Int* 2005;26:560-7.
28. Nandra RS, Matharu GS, Porter KM. Acute Achilles tendon rupture. *Trauma* 2012;14(1):67-81.
29. Maffulli N. Overuse tendon conditions: time to change a confusing terminology. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 1998;14(8):840-43.
30. Sunding K, Fahlström M, Werner S, Forssblad M, Willberg L. Evaluation of Achilles and patellar tendinopathy with greyscale ultrasound and colour Doppler: using a four-grade scale. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016 Jun;24(6):1988-96.
31. Focks C. Atlas de acupuntura. 2 ed. Barcelona: Elsevier; 2009.
32. Valera Garrido F, Minaya Muñoz F. Fisioterapia invasiva. Barcelona: Elsevier; 2013.
33. Travell JG, Simons, DG. Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1983.
34. Ricci S, Moro L, Antonelli Incalzi R. Ultrasound imaging of the sural nerve: ultrasound anatomy and rationale for investigation. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010;39:636-41.
35. Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR, Brooks SV. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 2007;34(11): 1091-6.
36. Cutts A. Shrinkage of muscle fibres during the fixation of cadaveric tissue. *J Anat* 1988 Oct;160:75-8.