

Reinervación muscular dirigida diferida en el manejo del dolor neuropático tras amputación de extremidad inferior

Delayed targeted muscle reinnervation in the management of neuropathic pain after lower limb amputation



Yuste Benavente V.

Valentín YUSTE BENAVENTE*, Josep María MARTÍ AYATS**
Marta GARÍN ALEGRE***, María del Mar RODERO ROLDÁN****

Resumen

Introducción y objetivo. El dolor neuropático es una de las complicaciones más comunes en la cirugía de amputación de extremidad inferior. En este contexto surge la Reinervación Muscular Dirigida (TMR) como técnica con resultados prometedores en el tratamiento del dolor neuropático tras amputación.

En este artículo presentamos la técnica quirúrgica y nuestra experiencia clínica.

Material y método. Entre enero de 2021 y diciembre de 2022 registramos los pacientes intervenidos para TMR diferida de extremidad inferior en el Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Universitario Miguel Servet (Zaragoza, España) evaluando su capacidad de portar prótesis a los 6 meses de la intervención. Asimismo, exponemos la técnica quirúrgica empleada.

Resultados. Intervenimos 9 pacientes, 7 amputaciones infracondíleas y 2 supracondíleas. A los 6 meses, 7 eran capaces de deambular con prótesis y en 2 persistía dolor de componente mixto que impedía la protetización. Ambos pacientes habían sido amputados por causas vasculares.

Conclusiones. En nuestra serie clínica obtuvimos resultados prometedores que permitieron la protetización en una gran proporción de casos, si bien la selección de pacientes es un punto crucial en la aplicación de esta técnica.

Palabras clave Miembro inferior, Miembro fantasma, Muñón amputación, Neuralgia

Nivel de evidencia científica 4c Terapéutico
Recibido (esta versión) 11 agosto / 2023
Aceptado 25 octubre / 2023

Abstract

Background and objective. Neuropathic pain is one of the most common complications in lower extremity amputation surgery. In this context, Targeted Muscle Reinnervation (TMR) emerges as a technique with promising results in the treatment of neuropathic pain after amputation and phantom limb.

In this article we describe the surgical technique and our clinical experience.

Methods. Between January 2021 and December 2022, we registered the patients operated on for delayed TMR of the lower extremity in the Plastic Surgery Service of the Miguel Servet University Hospital (Zaragoza, Spain) evaluating their ability to wear prostheses 6 months after the intervention. Likewise, we expose the surgical technique used.

Results. A total of 9 patients were operated, being 7 infracondylar and 2 supracondylar amputations. Six months after surgery, 7 patients could walk with the prosthesis, while the other 2 ones still experienced pain that prevented fitting the prosthesis. Both patients had been amputated for vascular causes.

Conclusions. In our clinical series, we obtained promising results which allow ambulation in a large proportion of patients although we consider that patient selection is a crucial point in the application of this technique.

Key words Lower limb, Phantom Limb, Amputation stumps, Neuralgia.

Level of evidence 4c Therapeutic
Received (this version) August 11 / 2023
Accepted October 25 / 2023

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.

Financiación: No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

* Médico Adjunto, Servicio de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España.

** Médico Residente, Servicio de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España.

*** Médico Adjunto, Servicio de Rehabilitación, Hospital General de la Defensa, Zaragoza, España.

**** Médico Adjunto, Servicio de Medicina Interna, Hospital General de la Defensa, Zaragoza, España

Introducción

Pese a los avances en la cirugía conservadora de extremidades, la amputación de extremidad inferior continúa siendo un procedimiento relativamente frecuente en nuestro medio, alcanzando una incidencia en torno a 20 pacientes por cada 100.000 habitantes⁽¹⁾ Si bien dichas amputaciones pueden ser debidas a causas traumáticas, oncológicas o vasculares, esta última es sin duda la causa la más frecuente.^(2,3)

Casi el 80% de los pacientes que han sufrido una amputación presentan dolor postamputación,⁽⁴⁾ ya sea como dolor residual postraumático o como dolor por miembro fantasma, presentando una prevalencia del 68-72% y del 72-80% respectivamente en amputaciones de extremidad inferior.^(4,5) Esta clínica genera en el paciente una gran morbilidad que dificulta la protetización y la independencia funcional, provocando una pérdida en su calidad y esperanza de vida.^(6,7)

En la actualidad existen varias terapias para el control del dolor neuropático en pacientes amputados, pero los resultados tienden a ser mediocres y poco reproducibles.⁽⁸⁾ La Reinervación Muscular Dirigida (TMR por sus siglas en inglés - *Targeted Muscle Reinnervation*) es una técnica originalmente concebida para mejorar el control de las prótesis mioeléctricas. Sin embargo, pronto se evidenció que mejoraba el dolor neuropático y el miembro fantasma en los pacientes amputados. Se trata de una técnica quirúrgica que consiste en la transferencia de un nervio mixto o sensitivo a una rama motora de un músculo próximo, de tal modo que el propio nervio sensitivo crece de forma fisiológica hacia el interior del músculo receptor, dándole al nervio un objetivo y previniendo la formación de neuromas.⁽⁹⁾ Desde la publicación original de Lanier, varios estudios han venido a corroborar su utilidad terapéutica.^(8,10,11)

El objetivo de este estudio es presentar el abordaje quirúrgico y modificaciones que empleamos para la TMR, su manejo postoperatorio, así como los resultados que hemos obtenido con su aplicación en pacientes que presentaban dolor neuropático y miembro fantasma secundarios a amputación de extremidad inferior.

Material y método

En enero de 2021 introdujimos la técnica de Reinervación Muscular Dirigida en el Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza (España). Este estudio observacional descriptivo y prospectivo expone la técnica quirúrgica empleada y la evaluación de los pacientes intervenidos durante el periodo comprendido entre enero de 2021 y diciembre de 2022, ambos incluidos.

Técnica quirúrgica

Reinervación Muscular Dirigida diferida en amputación infracondílea

La intervención se realiza con el paciente en decúbito prono y bajo isquemia. Se practica una única incisión vertical de unos 15 cm distal al hueso poplíteo. En primer lugar, se deben identificar la vena safena mayor y los componentes tibial y peroneo del nervio sural. Conviene no confundir la rama peronea del nervio sural con el nervio peroneo, que encontraremos lateralmente, rodeando la cabeza del peroné (Fig. 1). A continuación, separaremos los dos vientres del músculo gastrocnemio para identificar el nervio tibial, que se encuentra en el compartimento profundo. Llegado a este punto y con la ayuda de neuroestimulador, debemos identificar las ramas motoras para los músculos gastrocnemio lateral, gastrocnemio medial, sóleo y flexor largo del dedo gordo (Fig. 2). Adicionalmente, en el caso de que el paciente presente un neuroma del nervio safeno, se practica una incisión adicional medial directamente sobre dicho neuroma (Fig. 3).

A continuación, seccionamos los nervios con inervación sensitiva (peroneo, tibial y los componentes pero-

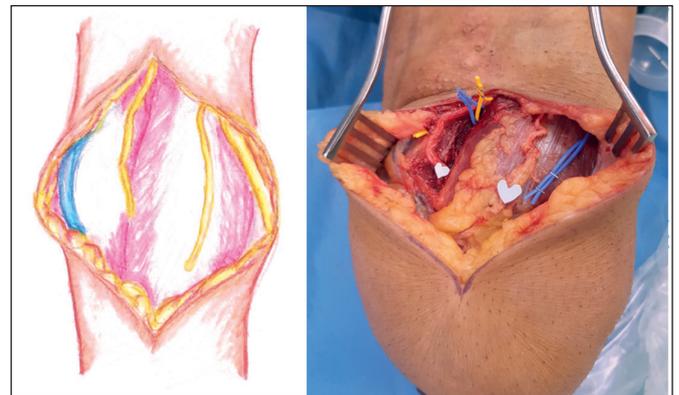


Figura 1. Plano superficial a músculos gastrocnemios en amputación infracondílea. De izquierda a derecha: vena safena mayor, componente tibial de nervio sural, componente peroneo de nervio sural (corazones) y nervio peroneo (sujeto con vessel-loop azul y no visible en fotografía).

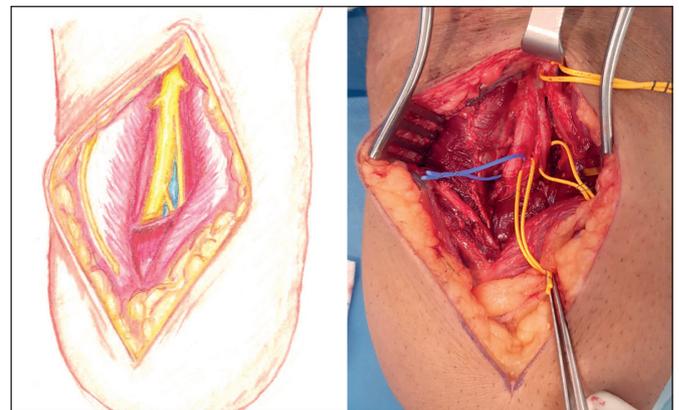


Figura 2. Plano profundo a músculos gastrocnemios en amputación infracondílea. Central y sujeto con vessel-loop azul: nervio tibial. De arriba abajo y sujeto con vessel-loops amarillos: rama motora a músculo gastrocnemio lateral, rama a músculo sóleo y rama a músculo flexor largo del dedo gordo



Figura 3. Abordaje del nervio safeno en amputación infracondílea.

neo y tibial del nervio sural) y se transfieren a las ramas motoras mediante neurorrafia con nylon de 8/0. Si bien existen varias técnicas, nosotros preferimos seguir las neurorrafias propuestas por Lanier y col. que consisten en transferir el nervio tibial a la rama motora del músculo sóleo; el nervio peroneo y el componente peroneo del nervio sural a ramas motoras del músculo gastrocnemio lateral; y el componente tibial del nervio sural a la rama motora del músculo flexor largo del dedo gordo. En nuestro caso, cuando se pretende tratar el nervio safeno, hacemos la neurorrafia a una rama motora del gastrocnemio medial.

Una vez realizadas las neurorrafias, colocamos un drenaje tipo Redon así como un catéter para la instilación de anestesia local directamente en la zona de las neurorrafias durante las primeras 72 horas de postoperatorio.

Reinervación Muscular Dirigida diferida en amputación supracondílea

El paciente se coloca en decúbito supino y bajo isquemia de la extremidad amputada. Se practica una incisión vertical de unos 15 cm en la línea media de la cara posterior del muslo. En primer lugar, se identifica el nervio femorocutáneo en superficie. A continuación, separaremos los músculos semimembranoso y semitendinoso para identificar el nervio ciático y su división en los nervios peroneo y tibial. Una vez identificados los nervios con componente sensitivo, y con ayuda de neuroestimulador, debemos identificar las ramas motoras para los músculos bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso.

Para realizar las neurorrafias seccionamos los nervios con inervación sensitivas (tibial, peroneo y femoral cutáneo) y los suturamos con nylon 8/0 a las correspondientes ramas motoras de la siguiente manera: nervio femorocutáneo a rama motora del bíceps femoral, nervio peroneo a otra rama del bíceps femoral y nervio tibial a rama para músculo semitendinoso (Fig. 4).

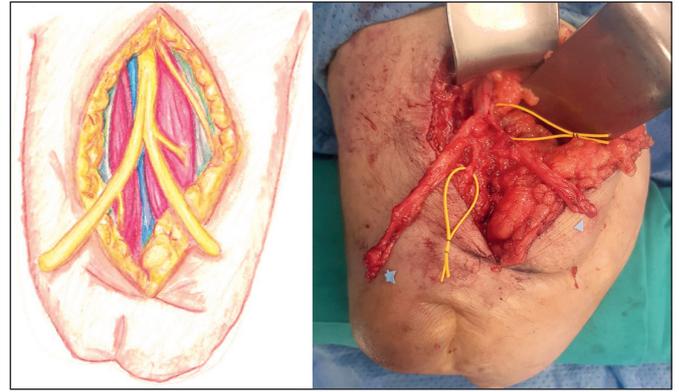


Figura 4. Abordaje en amputación supracondílea. Rama tibial de nervio ciático (estrella) y rama peronea (triángulo). De arriba abajo y sujeto con vessel-loops amarillos: rama motora para músculo semitendinoso y rama motora para bíceps femoral.

Al igual que en el caso de amputación infracondílea, se deja un drenaje tipo Redon y un catéter para la instilación de anestesia local durante 72 horas tras la intervención.

Evaluación de la técnica

Durante el periodo comprendido entre enero de 2021 y diciembre de 2022 (ambos incluidos) registramos todas las TMR diferidas sobre extremidades inferiores realizadas en nuestro servicio. Todos los pacientes fueron remitidos por el Servicio de Rehabilitación del Hospital Universitario Miguel Servet y del Hospital General de la Defensa de Zaragoza por imposibilidad para protetizar debido a dolor neuropático.

En los pacientes intervenidos registramos: sexo, edad, nivel y motivo de la amputación. A los 6 meses de la cirugía solicitamos a cada paciente que evaluase de forma subjetiva la mejoría en el dolor neuropático y evaluamos la capacidad de portar prótesis, siendo este último el factor fundamental en la valoración de nuestros resultados.

Este estudio se realizó con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA).

Resultados

Durante el periodo descrito intervenimos un total de 9 pacientes de TMR (Tabla I), de los cuales 8 eran varones y 1 mujer. La edad media de los pacientes fue de 53 años; 7 presentaban amputación infracondílea y 2 supracondílea. En 6 de los casos la amputación fue secundaria a causa traumática y en 3 por causas vasculares.

Como complicaciones en el postoperatorio inmediato se produjo 1 hematoma que no requirió reintervención y se resolvió espontáneamente al mes de la intervención.

En la evaluación de los resultados a los 6 meses apreciamos una mejoría subjetiva en el dolor neuropático en

Tabla I. Resumen de los datos de los pacientes de nuestro grupo de estudio intervenidos para Reinervación Muscular Dirigida.

Paciente	Edad	Nivel de amputación	Etiología	Sexo	Protetización
1	59	Infracondilea	Vascular	V	No
2	50	Infracondilea	Traumática	V	Si
3	61	Infracondilea	Traumática	V	Si
4	67	Supracondilea	Vascular	V	No
5	59	Infracondilea	Vascular	M	Sí
6	33	Infracondilea	Traumática	V	Sí
7	43	Infracondilea	Traumática	V	Sí
8	67	Supracondilea	Traumática	V	Sí
9	45	Infracondilea	Traumática	V	Sí

V= Varón, M= Mujer.

7 de los pacientes, pudiendo todos ellos deambular con prótesis; 2 de los pacientes refirieron persistencia de dolor a nivel del muñón, suficiente como para no poder protetizar, si bien no lo identificaban como dolor de carácter neurológico. Ambos habían sido amputados por causas vasculares.

Discusión

El dolor neuropático y el miembro fantasma son una de las mayores secuelas de la amputación de la extremidad inferior.⁽¹²⁾ Se han descrito múltiples técnicas para su manejo, si bien los resultados obtenidos suelen ser inconsistentes.⁽¹³⁻¹⁵⁾ La Reinervación Muscular Dirigida ha supuesto un cambio de paradigma en el tratamiento del dolor neurológico en pacientes amputados, que se ha visto reflejado en una auténtica explosión de publicaciones referentes a este tema en los últimos años,⁽⁸⁻¹²⁾ pese a que, hasta donde hemos podido investigar, no hemos encontrado ningún artículo referente a esta técnica en español. Esta gran cantidad de publicaciones viene a indicar la gran aceptación y los resultados prometedores que tiene esta técnica. La inmensa mayoría de estas publicaciones coinciden con nuestra serie clínica en reportar resultados excelentes que varían entre el 87% y el 92.9% de reducción o resolución del dolor neurológico.^(16,17)

Si bien nuestra muestra de pacientes es pequeña, nuestros resultados parecen indicar que la técnica quirúrgica resulta menos efectiva en los pacientes que presentan una amputación por causas vasculares. Una posible causa de esta falta de respuesta es que el dolor que estos pacientes experimentan presente múltiples causas independientes del dolor neuropático, siendo destacable el propio dolor isquémico. Es por ello que consideramos una etapa fundamental del proceso la entrevista y exploración en consulta para evaluar el tipo y componentes del dolor que padece el paciente para decidir si es buen

candidato a este procedimiento. Cabe destacar que en muchas ocasiones resulta difícil discernir la etiología del dolor en estos pacientes, por lo que independientemente del resultado de la exploración conviene informar a los pacientes con amputación secundaria a causa vascular acerca de que el resultado de la cirugía puede ser mediocre.

Nuestra serie se limita a TMR diferidas, excluyendo los casos en los que se realizó de forma simultánea a la amputación. En estos casos estaríamos hablando de una técnica diferente y de una aplicación más controvertida, dado que puede aumentar la incidencia de complicaciones durante la propia amputación.⁽¹⁸⁾

Si bien la TMR se ha aplicado también en amputaciones de extremidad superior, existiendo publicaciones al respecto que señalan buenos resultados,⁽⁹⁾ la baja incidencia de amputaciones de extremidad superior en nuestro medio nos impide obtener una serie clínica significativa. A este respecto, cabría aplicar una mayor prudencia a la hora de establecer la indicación de la TMR a los neuromas de extremidad superior, dado que la principal fuente de neuromas son los nervios colaterales de la mano y su aplicación en dichos casos puede suponer una limitación funcional secundaria.

Respecto a la morbilidad que supone esta técnica para los nervios motores receptores del muñón, puede parecer en un principio totalmente desdeñable dado que se trata de nervios motores de músculos que no conservan función; sin embargo, un factor importante a la hora de adaptar una prótesis es que el muñón conserve volumen, por lo que conviene respetar músculos voluminosos como el vientre medial del gastrocnemio.⁽⁹⁾ Es por ello que solo tratamos el nervio safeno cuando evidenciamos durante la exploración que es un componente fundamental del dolor neuropático, puesto que su nervio receptor es el nervio motor del músculo gastrocnemio medial.

Atendiendo a la forma en que hemos evaluado el resultado de la intervención, somos conscientes de que es una medición indirecta (la capacidad de deambular con prótesis). Sin embargo, hemos considerado que se trata de una medición objetiva y reproducible que evita la subjetividad y el posible efecto placebo de la intervención. En segundo lugar, consideramos que se trata del indicador clínico definitivo del éxito de la técnica quirúrgica. Chang y col.⁽¹²⁾ ya demostraron que la TMR tenía una influencia directa sobre las tasas de prototización y deambulación en pacientes amputados. En este mismo sentido, hemos decidido esperar 6 meses para evaluar a nuestros pacientes teniendo en cuenta el periodo adicional hasta prototizarlos. Normalmente, los resultados de la técnica suelen estar presentes a los 3 meses de la intervención.

Conclusiones

El dolor neuropático tras amputación de extremidad inferior continúa siendo un grave problema que afecta a una gran proporción de pacientes amputados y que impide su prototización. La Reinervación Muscular Dirigida es una técnica quirúrgica reproducible y con resultados prometedores. Con este estudio mostramos que, en nuestra serie de pacientes dicha técnica ofreció una mejoría clínica importante, con una alta proporción de desaparición de dolor neuropático que se tradujo en la capacidad de deambular con prótesis, si bien conviene ser prudentes en su aplicación en pacientes amputados por causas vasculares.

Dirección del autor

Dr. Valentín Yuste Benavente
Hospital Universitario Miguel Servet
Paseo Isabel la Católica, 1-3
50009, Zaragoza, España
Correo electrónico: vyustebenavente@gmail.com

Bibliografía

1. Kolossváry E, Björck M, Behrendt CA. Lower limb major amputation data as a signal of an East/West Health divide across Europe. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;60,645e646.
2. Varma P, Stineman MG, Dillingham TR. Epidemiology of limb loss. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2014;25(1):1-8.
3. Jimenez S, Rubio JA, Alvarez J, Ruiz-Grande F, Medina C. Tendencia de la incidencia de amputaciones de miembro inferior tras la implementación de una Unidad Multidisciplinar de Pie Diabético. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2017;64(4):188-197.

4. Ehde DM, Czerniecki JM, Smith DG, Campbell KM, Edwards WT, Jensen MP, et al. Chronic phantom sensations, phantom pain, residual limb pain, and other regional pain after lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(8):1039-1044.
5. Ephraim PL, Wegener ST, MacKenzie EJ, Dillingham TR, Pezzin LE. Phantom pain, residual limb pain, and back pain in amputees: Results of a national survey. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(10):1910-1919.
6. List EB, Krijgh DD, Martin E, Coert JH. Prevalence of residual limb pain and symptomatic neuromas after lower extremity amputation: a systematic review and meta-analysis. *Pain.* 2021;162(7):1906-1913.
7. Meshkin DH, Zolper EG, Chang K, Bryant M, Bekeny JC, Evans KK, et al. Long-term Mortality After Nontraumatic Major Lower Extremity Amputation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2021;60(3):567-576.
8. ElAbd R, Dow T, Jabori S, Iballabi B, Lin S, Dowlatshahi S. Pain and Functional Outcomes Following Targeted Muscle Re-innervation: A Systematic Review. *Plast Reconstr Surg.* 2023 Apr 26. doi: 10.1097/PRS.0000000000010598. Online ahead of print.
9. Lanier ST, Jordan SW, Ko JH, Dumanian GA. Targeted muscle reinnervation as a solution for nerve pain. *Plast Reconstr Surg.* 2020;146(5):651e-663e.
10. Berger LE, Shin S, Haffner ZK, Huffman SS, Spoer DL, Sayyed AA, Franzoni G, Bekeny JC, Attinger CE, Kleiber GM. The application of targeted muscle reinnervation in lower extremity amputations: A systematic review. *Microsurgery.* 2023;43(7):736-747.
11. Walsh AR, Lu J, Rodriguez E, Diamond S, Sultan SM. The Current State of Targeted Muscle Reinnervation: A Systematic Review. *J Reconstr Microsurg.* 2023;39(3):238-244.
12. Chang B, Mondshine J, Attiger C, Kleiber G. Targeted Muscle Reinnervation Improves Pain and Ambulation Outcomes in Highly Comorbid Amputees. *Plast Reconstr Surg.* 2021;148(2):376-386.
13. Barbera J, Albert-Pamplo R. Centrocenral anastomosis of the proximal nerve stump in the treatment of painful amputation neuromas of major nerves. *J Neurosurg.* 1993;79:331-334.
14. Dellon AL, Mackinnon SE, Pestronk A. Implantation of sensory nerve into muscle: preliminary clinical and experimental observations on neuroma formation. *Ann Plast Surg.* 1984;12:30-40.
15. Poppler LH, Parikh RP, Bichanich MJ, Rebehn K, Bettlach CR, Mackinnon SE, Moore AM. Surgical interventions for the treatment of painful neuroma: a comparative meta-analysis. *Pain.* 2018;159:214-223.
16. Mioten LM, Dumanian GA, Shah N, Qiu CS, Ertl WJ, Potter BK et al. Targeted Muscle Reinnervation Improves Residual Limb Pain, Phantom Limb Pain, and Limb Function: A Prospective Study of 33 Major Limb Amputees. *Clin Orthop Relat Res.* 2020;478(9):2161-2167.
17. Bowen BJ, Ruter D, Wee C, West, J, Valerio I. Targeted Muscle Reinnervation Technique in Below-Knee Amputation. *Plast Reconstr Surg.* 2019; 143(1):309-312.
18. Shammas R, Azoury SC, Sergesketter A, Lee HJ, Poehlein E, Othman S et al. Primary Targeted Muscle Reinnervation after Below-Knee Amputation Is Not Associated with an Increased Risk of Major or Minor Surgical complications: A Multi-Institutional, Propensity Score-Matched Analysis. *Plast Reconstr Surg.* 2022;150(3):589-598

Comentario al artículo "Reinervación muscular dirigida diferida en el manejo del dolor neuropático de extremidad inferior"

Alejandra HAY GÓMEZ

Cirujano Plástico, Clínica de Cirugía de Parálisis Facial y Nervio Periférico, Centro Médico ISSEMyM (Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios) Metepec, Estado de México, México.

Quiero felicitar a los autores por poner sobre la mesa un tema que en los últimos años ha sido la línea de investigación principal en muchos foros de interés para la Cirugía de Nervio Periférico, resaltando además su presencia mínima en publicaciones de habla hispana. Considero esta una oportunidad para iniciar un grupo de colaboración multicéntrica donde podamos enriquecer el conocimiento y experiencia de los centros ibero-latinoamericanos interesados en el área.

El dolor neuropático y el síndrome de miembro fantasma son padecimientos que afectan a muchas personas e impactan directamente en su calidad y esperanza de vida.

En cuanto al artículo de Yuste y col. me queda interés en intercambiar con los autores más información, conocer qué otros proyectos piensan que pueden derivarse de este trabajo. Por ejemplo, me gustaría saber cuánto tiempo después de las amputaciones se hicieron los procedimientos y saber si el tiempo entre la amputación, el tiempo de evolución del dolor neuropático por miembro residual, neuroma o síndrome de miembro fantasma, tuvo diferencia significativa en el resultado.

Sabemos que el dolor neuropático secundario a un neuroma tiene datos clínicos específicos y está relacionado con el desarrollo de una cicatriz anómala o descontrolada en la terminación nerviosa seccionada, a diferencia del síndrome doloroso por miembro fantasma, donde interviene una compleja vía neuronal que incluye el estímulo cortical.⁽¹⁾ Está descrito que en estos pacientes con síndrome por miembro fantasma la reinervación muscular dirigida (TMR) les beneficia por romper el ciclo de retroalimentación patológico.⁽²⁾ ¿Había diferenciación entre ambas condiciones en el grupo de estudio? ¿En cuántos de los pacientes encontraron neuroma?

En cuanto a la técnica quirúrgica me agradó mucho la descripción detallada de la disección; me gustaría saber si hicieron la coaptación término-terminal o término-lateral.

No lo realizan en el mismo tiempo de la amputación por razones muy válidas expuestas, como no aumentar la morbilidad; si bien la morbilidad en el grupo fue mínima, no mencionan el tiempo quirúrgico promedio. Derivado de su estudio me encantaría saber si consideran que puede tener indicación de hacerse en el mismo tiempo de la amputación, cuánto tiempo quirúrgico aumentaría y si realmente aumentaría la morbilidad en forma significativa.

En el área de rehabilitación protésica, está descrito que los remanentes musculares reinnervados mejoran en tono y volumen al recibir mayor carga axonal, ¿tuvieron alguna observación al respecto? Valdría la pena medirlo de forma objetiva, ya que puede ser parte de los beneficios para la rehabilitación de los pacientes.⁽⁴⁾

Como mencionan, el número de casos es corto por el número de pacientes captados, pero creo que sientan un precedente importante para que en todos los centros se empiece a hablar del tema con las especialidades afines, como Angiología, Traumatología o Algología y se pueda establecer como un protocolo de atención integral en todos los pacientes sometidos a amputaciones. La puerta a hacer más estudios y combinar la experiencia de otros cirujanos de nervio en Ibero-latinoamérica debe permanecer abierta en adelante.

Bibliografía

1. **Farrar JT, Portenoy RK, Berlin JA, et al.** Defining the clinically important difference in pain outcome measures. *Pain*, 2000;88:287-294.
2. **Richardson C, Kulkarni J.** A review of the management of phantom limb pain: challenges and solutions. *J Pain Res*. 2017;10:1861-1870
3. **Agnew SP, Schultz AE, Dumanian GA, et al.** Targeted reinnervation in the transfemoral amputee: a preliminary study of surgical technique. *Plast Reconstr Surg*. 2012;129:187-194.
4. **Dumanian GA, Potter BJ, Mioton LM, et al.** Targeted Muscle Reinnervation Treats Neuroma and Phantom Pain in Major Limb Amputees. A Randomized Clinical Trial. *Ann Surg* 2019; 270:238-246.

Respuesta al comentario de la Dra. Hay Gómez

Valentín YUSTE BENAVENTE

En primer lugar, quiero agradecer el entusiasmo por nuestro trabajo mostrado por la Dra. Hay, así como las numerosas observaciones que plantea. Ruego que acepte mis disculpas por no abordar todas ellas, dado que se escapan del objetivo del presente estudio y al espacio que permite este formato. Qué duda cabe que la reinervación muscular dirigida (TMR) es un campo que ha suscitado un gran interés en los últimos años.

Centrándonos en los proyectos derivados de nuestro trabajo, actualmente estamos aplicando la TMR a amputaciones secundarias a lesiones bélicas. Estos pacientes suelen presentar amputaciones atípicas, realizadas en condiciones subóptimas y lesiones a varios niveles, por lo que su abordaje suele diferir de la técnica descrita y merecería un análisis aparte. En este sentido, y enlazando con otra de las cuestiones que nos plantea, sí que hemos apreciado una respuesta mucho más temprana y llamativa en estos pacientes con lesiones por arma de guerra de pocos meses de evolución. En todo caso, se trata de una apreciación subjetiva y cabe señalar que estos pacientes no han sido incluidos en este trabajo dadas las variaciones técnicas que implican: los pacientes del trabajo que presentamos proceden de servicios de rehabilitación. Esto condiciona que su tiempo de evolución desde la amputación haya sido alto (de 1 a 21 años desde la lesión).

En referencia a la presencia de neuroma, y hasta donde hemos podido revisar, la inmensa mayoría de nues-

tros pacientes presentaban neuromas detectados mediante ecografía previamente a la cirugía. No podemos establecer su presencia intraoperatoria en todos nuestros pacientes, dado que al aplicar la técnica en amputaciones infracondíleas no solemos buscar el muñón nervioso distal.

Mencionamos que excluimos del presente trabajo los casos en los que realizamos la técnica de forma simultánea a la amputación. Nos gustaría aclarar que esto no implica que no realicemos dicha técnica, sino que su descripción excedía el objetivo de este artículo. Si bien mencionamos su carácter más controvertido, y como usted bien señala, existe literatura que respalda su aplicación.⁽¹⁾

Agradezco la sugerencia de la Dra. Hay de consensuar la técnica con otras unidades para desarrollar un protocolo. En el momento actual mantenemos una fluida colaboración con el Servicio de Rehabilitación y Unidad del Dolor de nuestro centro, si bien esto implica que en el momento de recibir a estos pacientes ya se han ensayado múltiples líneas de tratamiento conservador.

Bibliografía

1. **Shammas R, Azoury SC, Sergesketter A, Lee HJ, Pehlein E, Othman S et al.** Primary Targeted Muscle Reinnervation after Below-Knee Amputation Is Not Associated with an Increased Risk of Major or Minor Surgical complications: A Multi-Institutional, Propensity Score-Matched Analysis. *Plast Reconstr Surg.*2022;150(3):589-598.

