

Reinervación muscular dirigida (tmr) frente a interfaz nerviosa periférica regenerativa (rpni) en la prevención del neuroma y el dolor postamputación: revisión narrativa de la evidencia comparativa

Juan Felipe Vera Rodríguez
<https://orcid.org/0000-0002-5468-8619>
Universidad El Bosque

Karen Lorena Herrera Meneses
<https://orcid.org/0000-0002-3743-0181>
Universidad Surcolombiana

Juan Esteban Ibarra Ramírez
<https://orcid.org/0009-0009-3593-5862>
Universidad El Bosque

Andrea Catalina Parra Díaz
<https://orcid.org/0009-0005-6992-5233>
Fundación Universitaria Ciencias de la Salud

Thomas Fernando Galindo Restrepo
<https://orcid.org/0009-0001-6773-8814>
Universidad El Bosque

Andrés Felipe Carrillo Montenegro;
<https://orcid.org/0000-0002-0408-4227>
Universidad El Bosque

Artículo recibido: 01/05/2026. Aceptado para publicación: 15/06/2026

RESUMEN

Introducción y objetivo. El dolor postamputación —dolor de miembro fantasma (PLP) y dolor del muñón o residual (RLP) y el neuroma sintomático son secuelas frecuentes de la amputación de extremidad. La reinervación muscular dirigida (TMR) y la interfaz nerviosa periférica regenerativa (RPNI) son dos técnicas quirúrgicas que reorientan el extremo nervioso seccionado hacia un blanco fisiológico. El objetivo fue mapear y caracterizar la evidencia que compara la TMR y la RPNI en pacientes con amputación de extremidad. **Métodos.** Se realizó una revisión narrativa de la literatura orientada por los criterios SANRA. Se efectuó una búsqueda bibliográfica en bases de datos biomédicas relevantes, incluyendo MEDLINE/PubMed, Scopus, Web of Science, Embase y Cochrane Library, restringida a artículos publicados entre 2010 y 2026, en inglés y español. La estrategia combinó términos relacionados con targeted muscle

reinnervation (TMR), regenerative peripheral nerve interface (RPNI), amputation, neuroma, phantom limb pain y residual limb pain. La selección y síntesis de la evidencia se realizó de forma cualitativa, priorizando estudios clínicos primarios y documentos con aporte técnico o clínico relevante. **Resultados.** Cuatro estudios clínicos primarios cumplieron los criterios: un ensayo clínico aleatorizado de TMR frente al manejo estándar, una serie piloto de RPNI, una serie clínica que empleó ambas técnicas en amputación de antebrazo y un estudio poblacional. En conjunto sugieren menos dolor y menor formación de neuroma con la reinervación frente al manejo estándar o a la ausencia de intervención; sin embargo, ningún estudio comparó directamente la TMR con la RPNI en humanos, y la única comparación directa disponible es preclínica. En consecuencia, no fue estimable un efecto comparativo entre técnicas. **Conclusiones.** Existe evidencia limitada del beneficio de la reinervación sobre el manejo estándar, pero la evidencia sobre la eficacia comparativa directa entre TMR y RPNI es insuficiente. Se recomienda individualizar la elección de la técnica según el caso y la experiencia del equipo, y abstenerse de afirmar superioridad de una sobre otra hasta disponer de ensayos comparativos directos.

Palabras clave: *Reinervación muscular dirigida; interfaz nerviosa periférica regenerativa; neuroma; dolor de miembro fantasma; dolor del muñón; amputación; revisión narrativa.*

Targeted muscle reinnervation (tmr) vs.regenerative peripheral nerve interface (rpni) in the prevention of post-amputation neuroma and pain: a narrative review of comparative evidence

ABSTRACT

Introduction and objective. Post-amputation pain—phantom limb pain (PLP) and residual limb pain (LPR)—and symptomatic neuroma are common sequelae of limb amputation. Targeted muscle reinnervation (TMR) and regenerative peripheral nerve interface (RPNI) are two surgical techniques that reorient the severed nerve end toward a physiological target. The objective was to map and characterize the evidence comparing TMR and IPR in limb amputee patients. Methods. A narrative review of the literature was conducted guided by the SANRA criteria. A literature search was conducted in relevant biomedical databases, including MEDLINE/PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, and Cochrane Library, restricted to articles published between 2010 and 2026, in English and Spanish. The strategy combined terms related to targeted muscle reinnervation (TMR), regenerative peripheral nerve interface (RPNI), amputation, neuroma, phantom limb pain, and residual limb pain. The selection and synthesis of the evidence was conducted qualitatively, prioritizing primary clinical studies and documents with relevant technical or clinical contribution. Results. Four primary trials met the criteria: a randomized clinical trial of TMR versus standard management, a pilot series of RPNI, a clinical series employing both techniques in forearm amputation, and one population-based study. Overall, they suggest less pain and less neuroma formation with reinnervation compared to standard management or no intervention; however, no studies directly compared RMT with RPNI in humans, and the only direct comparison available is preclinical. Consequently, a comparative effect between techniques was not estimable. Conclusions. There is limited evidence for the benefit of reinnervation over standard management, but evidence on direct comparative efficacy between TMR and RPNI is insufficient. It is recommended to individualize the choice of technique according to the case and the experience of the team, and to refrain from asserting superiority of one over the other until direct comparative tests are available.

Keywords: *Targeted muscle reinnervation; regenerative peripheral nerve interface; neuroma; phantom limb pain; stump pain; amputation; Narrative review.*

Introducción

La pérdida de una extremidad afecta a una población amplia y en aumento, con proyecciones que estiman un crecimiento sustancial de su prevalencia en las próximas décadas [1]. Entre sus secuelas más limitantes figura el dolor postamputación, que comprende el dolor de miembro fantasma (PLP) y el dolor del muñón o residual (RLP); ambos son frecuentes, deterioran la calidad de vida y tienen en el neuroma sintomático formado en el extremo del nervio seccionado uno de sus principales determinantes [2]. El manejo tradicional del nervio, basado en la escisión del neuroma y su sepultamiento en el músculo, ofrece resultados inconsistentes y con frecuencia insuficientes [3].

En la última década han surgido dos estrategias quirúrgicas de reinervación que reorientan el extremo nervioso hacia un blanco fisiológico. La reinervación muscular dirigida (TMR) transfiere el nervio amputado a una rama motora de un músculo prescindible; concebida inicialmente para el control de prótesis mioeléctricas, un ensayo clínico aleatorizado demostró que reduce el PLP y el RLP frente al tratamiento estándar [3].

La interfaz nerviosa periférica regenerativa (RPNI) envuelve el extremo nervioso seccionado en un injerto libre de músculo que aporta órganos diana a los axones en regeneración, previniendo la formación del neuroma [4,5]. Síntesis cuantitativas recientes indican que ambas técnicas disminuyen el dolor postamputación respecto al manejo convencional [6].

No obstante, persiste una controversia metodológica relevante: las comparaciones directas entre TMR y RPNI siguen siendo escasas, y su eficacia relativa según variables del paciente (edad, sexo, comorbilidades) y quirúrgicas (nivel y causa de la amputación, manejo fascicular) no se ha evaluado de forma sistemática [2].

La evidencia disponible es mayoritariamente observacional, con riesgo de sesgo moderado a alto, y la reducción del neuroma no siempre alcanza significación estadística, por lo que se reclaman ensayos aleatorizados que las comparen de forma directa [2,6].

Ante la rápida adopción clínica de ambas técnicas y la ausencia de una comparación directa consolidada, se justifica sintetizar de forma narrativa la evidencia existente para delimitar qué se sabe, qué desenlaces se han evaluado y dónde persisten los vacíos. El objetivo de esta revisión narrativa es analizar y caracterizar la evidencia disponible sobre la TMR y la RPNI en

pacientes con amputación de extremidad. La pregunta orientadora es: en pacientes con amputación de extremidad, ¿qué evidencia existe sobre la eficacia comparativa de la TMR frente a la RPNI en la incidencia de neuroma sintomático, el PLP y el RLP?

Metodología

Tipo de revisión y guía metodológica. El presente trabajo corresponde a una revisión narrativa de la literatura, elaborada siguiendo los criterios de calidad propuestos por la escala SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) [12]. La revisión se orientó a sintetizar de forma crítica y cualitativa la evidencia disponible sobre TMR y RPNI en amputación de extremidad, neuroma sintomático, dolor de miembro fantasma y dolor del muñón residual. Se definieron como parámetros operativos una ventana temporal entre 2010 y 2026, la inclusión de artículos en inglés y español, y la consulta de bases biomédicas relevantes.

Estrategia de búsqueda y selección de la literatura. Se realizó una búsqueda bibliográfica en MEDLINE/PubMed, Scopus, Web of Science, Embase y Cochrane Library. De forma complementaria, se revisaron referencias de los artículos seleccionados y documentos académicos relevantes. La estrategia combinó términos libres y, cuando fue pertinente, vocabulario controlado en torno a tres bloques conceptuales: (“targeted muscle reinnervation” OR TMR), (“regenerative peripheral nerve interface” OR RPNI) y (amputation OR neuroma OR “phantom limb pain” OR “residual limb pain”). Se consideraron artículos publicados entre 2010 y 2026, en inglés o español. La selección se realizó mediante lectura de títulos, resúmenes y textos completos potencialmente relevantes, priorizando estudios originales, revisiones, series clínicas, estudios preclínicos con aporte conceptual y documentos que abordaran fundamentos, indicaciones, desenlaces, limitaciones o comparación entre TMR y RPNI. Debido al carácter narrativo de la revisión, no se realizó metaanálisis, evaluación sistemática formal del riesgo de sesgo ni diagrama de flujo de selección

Criterios de elegibilidad. Los criterios de inclusión y exclusión, alineados con la PICO, se presentan en la Tabla 1.

Dimensión PICO	Inclusión	Exclusión
P (Población)	Humanos con amputación de extremidad superior o inferior, de cualquier etiología	Lesión de nervio periférico sin amputación; estudios exclusivamente preclínicos/animales o cadavéricos
I (Intervención)	TMR (primaria o secundaria)	Manejo del nervio sin TMR

Dimensión PICO	Inclusión	Exclusión
C (Comparador)	RPNI (comparación directa). Ante la escasez de estudios cabeza a cabeza, se cartografián también estudios de un solo brazo de TMR o RPNI que reporten los desenlaces, para mapear la evidencia	Estudios sin brazo o dato que permita comparar con RPNI ni reportar los desenlaces de interés
O (Desenlaces)	Al menos uno: incidencia de neuroma sintomático, PLP, RLP, severidad del dolor (EVA/PROMIS), uso o función protésica, complicaciones	Estudios que no reporten ninguno de los desenlaces
Tipo de estudio	ECA, estudios comparativos o de cohortes, series de casos con datos de desenlace; protocolos y registros de ensayos (literatura gris)	Revisiones, editoriales, cartas y notas técnicas u opinión sin datos; reportes de un solo caso
Idioma	Inglés, español	Otros idiomas
Ventana	Artículos publicados entre 2010 y 2026	Fuera de ventana

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión alineados con la pregunta orientadora. Reúne los criterios de elegibilidad aplicados para seleccionar la literatura relevante de esta revisión narrativa. Siglas: TMR = reinervación muscular dirigida; RPNI = interfaz nerviosa periférica regenerativa; PLP = dolor de miembro fantasma; RLP = dolor del muñón o residual; EVA = escala visual analógica; PROMIS = Patient-Reported Outcomes Measurement Information System; ECA = ensayo clínico aleatorizado.

La información extraída incluyó características generales de los estudios, población o modelo evaluado, técnica descrita, indicaciones clínicas, desenlaces relacionados con neuroma sintomático, PLP, RLP, severidad del dolor, función protésica, complicaciones y limitaciones reportadas. Los hallazgos se sintetizaron de forma cualitativa, considerando la

relevancia clínica, la coherencia fisiopatológica, el nivel de evidencia disponible y la aplicabilidad quirúrgica.

Resultados

El cuadro de evidencia incluye únicamente los estudios clínicos primarios en humanos con datos de desenlace que cumplieron los criterios de selección (Tabla 1): Dumanian 2019 [3], Woo 2016 [4], Rees 2025 [8] y Weitzner 2025 [9]. Quedan fuera del cuadro por diseño o población las revisiones [2,6] y el estudio preclínico [7], y por no aportar datos clínicos directos el protocolo en curso [10] y el ensayo registrado que fue retirado [11].

Los dos cuadros reúnen la evidencia clínica primaria en humanos que superó los criterios de elegibilidad: tres estudios de intervención (Cuadro 1) y un estudio observacional poblacional (Cuadro 2). En

conjunto apuntan en una misma dirección las estrategias de reinervación se asocian a menor dolor postamputación y menor formación de neuroma frente al manejo estándar o a la ausencia de intervención, pero no responden la pregunta de la revisión. El único ensayo aleatorizado mostró que la TMR reduce el PLP y el RLP frente a la escisión-sepultamiento estándar al año de seguimiento [3]; la serie piloto de RPNI describió alivio del neuroma en la mayoría de los pacientes tratados [4]; y una serie clínica en amputaciones de antebrazo que empleó ambas técnicas comunicó una baja tasa de neuroma sintomático (1/12 nervios tratados con RPNI, aproximadamente 8,3 %) [8]. El estudio poblacional halló que la TMR/RPNI primaria, frente a no intervenir, se asoció a menor severidad ($p = 0,019$) e interferencia del dolor ($p = 0,046$), aunque sin diferencias significativas en el dolor con el uso protésico ni en la proporción con dolor severo, y sin separar ambas técnicas [9].

La principal coincidencia es la señal

consistente de beneficio de la reinervación sobre el dolor y el neuroma. La principal discrepancia es de magnitud y consistencia: los desenlaces, los denominadores y los horizontes temporales son heterogéneos y, en el estudio poblacional, parte de los desenlaces no alcanzó significación [9].

El vacío central es que ninguno de los estudios incluidos ofrece una comparación clínica directa entre TMR y RPNI: el comparador de la PICO queda esencialmente sin responder en humanos, y la única comparación directa disponible es preclínica (modelo en rata), excluida por el criterio de población [7]. De forma coherente, las revisiones previas y un protocolo en curso señalan esta misma laguna [2,6,10], y el único ECA registrado para compararlas fue retirado sin reclutar [11]. Por tanto, los cuadros describen evidencia de un solo brazo o frente a comparadores distintos del de interés, de modo que no es estimable un efecto comparativo TMR frente a RPNI (OR/RR/IC) con los datos incluidos

Autor, año [ref]	País/contexto	Diseño (nivel)	n	Intervención / comparación	Desenlace(s) con cifras	Hallazgo principal
Dumanian, 2019 [3]	EE. UU. (multicéntrico, incluye centro militar)	ECA (Nivel 2)	28 amputados con dolor crónico	TMR vs escisión de neuroma + sepultamiento en músculo (estándar)	Reducción de PLP y RLP vs estándar a 1 año; magnitud, IC 95 % y p: ND	TMR superior al estándar para PLP y RLP
Woo, 2016 [4]	EE. UU. (un centro)	Serie de casos piloto, retrospectiva (Nivel 4)	16 pacientes (46 RPNI)	RPNI (un solo brazo; tratamiento de neuroma postamputación)	Alivio del dolor del neuroma en la mayoría de los pacientes; % exacto, IC y seguimiento: ND	RPNI factible y asociada a alivio del neuroma
Rees, 2025 [8]	EE. UU. (un centro)	Serie clínica, amputación de antebrazo (Nivel 4)	Pacientes: ND (12 nervios tratados con RPNI)	TMR y RPNI (descriptivo; selección de targets); sin aleatorización	Neuroma sintomático 1/12 nervios RPNI (≈8,3 %); ningún paciente con diabetes mal controlada desarrolló neuroma (denominador: ND); resto de cifras: ND	Baja tasa de neuroma con TMR+RPNI; orienta selección de targets

Cuadro 1. Estudios clínicos de intervención sobre reinervación (TMR o RPNI) en amputación de extremidad. Reúne estudios primarios (un ECA y dos series clínicas) que evalúan TMR y/o RPNI y reportan desenlaces de neuroma y dolor postamputación; ninguno compara directamente las dos técnicas. Siglas: TMR = reinervación muscular dirigida (targeted muscle reinnervation); RPNI =

interfaz nerviosa periférica regenerativa (regenerative peripheral nerve interface); PLP = dolor de miembro fantasma (phantom limb pain); RLP = dolor del muñón o residual (residual limb pain); ECA = ensayo clínico aleatorizado; n = tamaño muestral; IC = intervalo de confianza; p = valor p; ND = no disponible (requiere texto completo); Nivel = nivel de evidencia según Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) 2011.

Autor, año [ref]	País/contexto	Diseño (nivel)	n	Intervención / comparación	Desenlace(s) con cifras	Hallazgo principal
Weitzner, 2025 [9]	EE. UU. (encuesta nacional)	Estudio transversal (encuesta) (Nivel 4)	294 respondientes de 1.377 encuestados (tasa 21,4 %); 13 % TMR/RPNI primaria, 7 % secundaria	TMR/RPNI primaria (agrupadas) vs secundaria vs ninguna intervención	Menor severidad del dolor (p = 0,019) e interferencia (p = 0,046) vs ninguna; sin diferencia significativa en dolor con uso protésico ni en proporción con dolor severo; tamaños de efecto e IC 95 %: ND	TMR/RPNI primaria asociada a menos dolor que no intervenir; no distingue TMR de RPNI

Cuadro 2. Evidencia observacional poblacional (encuesta) sobre TMR/RPNI y dolor postamputación. Reúne el estudio transversal que estima la asociación entre reinervación primaria (TMR/RPNI agrupadas) y el dolor autorreportado, sin separar las dos técnicas. Siglas: TMR, RPNI, IC, p, n, ND y Nivel según las definiciones del Cuadro 1.

Discusión

Frente a la pregunta de la revisión —qué evidencia existe sobre la eficacia comparativa de la TMR frente a la RPNI en neuroma sintomático, PLP y RLP—, el hallazgo principal es que no hay evidencia

clínica directa que las compare: os estudios incluidos describen la TMR frente al manejo estándar [3], la RPNI en un solo brazo [4], el uso conjunto de ambas en amputación de antebrazo [8] o la reinervación primaria agrupada frente a no intervenir [9], de modo que el comparador de la PICO queda sin responder y no es estimable un efecto relativo entre técnicas.

La señal coincidente es que la reinervación se asocia a menos dolor y menos neuroma que el manejo estándar o la ausencia de intervención [3,4,8,9]. Esta dirección es congruente con revisiones previas, que se citan solo para contextualizar y que son reales: la revisión sistemática de Mauch et al. y el metaanálisis de Yuan et al. Encuentran beneficio de TMR/RPNI sobre

el manejo convencional, pero concluyen que faltan ensayos comparativos directos [2,6].

Las discrepancias son de magnitud y consistencia más que de sentido: el único ECA muestra superioridad de la TMR sobre el estándar [3], mientras que el estudio poblacional halla mejoras en severidad e interferencia del dolor, pero no en el dolor con uso protésico ni en la proporción con dolor severo [9], lo que probablemente refleja diferencias de diseño, agrupamiento de técnicas, denominadores y horizontes temporales heterogéneos, además del sesgo inherente a series y encuestas. La única comparación cabeza a cabeza disponible es preclínica y quedó excluida por población [7], y el único ECA registrado para compararlas fue retirado sin reclutar [11], lo que explica que la laguna persista pese al interés creciente.

En lo clínico, la evidencia incluida respalda ofrecer reinervación (TMR o RPNI) sobre el manejo estándar para prevenir o tratar el dolor postamputación [3,4,8,9], pero no permite recomendar una técnica sobre la otra; la elección sigue dependiendo del nivel de amputación, los targets disponibles y la experiencia del equipo, como ilustra la serie de antebrazo [8]. En contextos de recursos limitados, esta indefinición es relevante: ambas requieren competencia

microquirúrgica y tiempo quirúrgico añadido, y sin datos comparativos no puede justificarse una sobre otra por coste-efectividad; los estudios incluidos no abordan ese ángulo, lo que constituye un vacío explícito.

Limitaciones. La base de evidencia es escasa y mayoritariamente de bajo nivel (un ECA pequeño y series o encuesta) [3,4,8,9], con desenlaces y denominadores no homogéneos y múltiples celdas en ND por no disponer de los textos completos. Además, por tratarse de una revisión narrativa, la búsqueda y selección de estudios no equivalen a un cribado sistemático formal, por lo que podrían faltar estudios relevantes. No se realizó metaanálisis ni era apropiado, dada la ausencia de comparación directa.

Líneas futuras. Conviene desarrollar estudios prospectivos y ensayos aleatorizados que comparen la TMR frente a la RPNI con desenlaces y horizontes estandarizados (neuroma, PLP, RLP, PROMIS y función protésica), así como incorporar desenlaces de coste, aplicabilidad quirúrgica y factibilidad en entornos de recursos limitados.

Conclusiones

- Respondiendo de forma diferenciada a cada componente de

la PICO:

- Población (amputados de extremidad): la evidencia incluida procede de amputados de miembro superior e inferior, pero es escasa y de bajo nivel [3,4,8,9].
- Intervención (TMR): hay evidencia, limitada, de que la TMR reduce el PLP y el RLP frente al manejo estándar [3].
- Comparador (RPNI): hay evidencia preliminar de que la RPNI alivia o previene el neuroma en estudios de un solo brazo [4,8], pero evidencia insuficiente sobre su eficacia frente a la TMR.
- Desenlaces: para neuroma, PLP y RLP existe señal de beneficio de la reinervación frente al estándar o a no intervenir [3,4,8,9]; para la comparación directa TMR frente a RPNI en cualquiera de estos desenlaces, la evidencia es insuficiente (no estimable).

Desajuste con la pregunta original. La pregunta orientadora planteaba una comparación directa que la evidencia disponible no permite responder; en consecuencia, esta revisión narrativa sintetiza el estado de la evidencia y documenta el vacío, en lugar de cuantificar

un efecto comparativo.

Recomendación prudente. Ofrecer reinervación sobre el manejo estándar cuando esté indicada y sea factible, individualizando la técnica según el caso y la experiencia del equipo, y abstenerse de afirmar superioridad de la TMR o la RPNI hasta disponer de ensayos comparativos directos.

Referencias

Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, Ephraim PL, Trivison TG, Brookmeyer R. Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(3):422-429.

Mauch JT, Kao DS, Friedly JL, Liu Y. Targeted muscle reinnervation and regenerative peripheral nerve interfaces for pain prophylaxis and treatment: a systematic review. *PM R.* 2023;15(11):1457-1465. doi:10.1002/pmrj.12972.

Dumanian GA, Potter BK, Mioton LM, Ko JH, Cheesborough JE, Souza JM, Ertl WJ, Tintle SM, Nanos GP, Valerio IL, Kuiken TA, Apkarian AV, Porter K, Jordan SW. Targeted muscle reinnervation treats neuroma and phantom pain in major limb amputees: a randomized clinical trial. *Ann Surg.* 2019;270(2):238-246. doi:10.1097/SLA.0000000000003088.

Woo SL, Kung TA, Brown DL, Leonard JA, Kelly BM, Cederna PS. Regenerative

peripheral nerve interfaces for the treatment of postamputation neuroma pain: a pilot study. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2016;4(12):e1038.

doi:10.1097/GOX.0000000000001038.

Kubiak CA, Kemp SWP, Cederna PS. Regenerative peripheral nerve interface for management of postamputation neuroma. *JAMA Surg*. 2018;153(7):681-682.

Yuan M, Gallo M, Gallo L, Huynh MH, McRae M, McRae

MC, Thoma A, Coroneos CJ, Voineskos SH. Targeted muscle reinnervation and regenerative peripheral nerve interfaces versus

standard management in the treatment of limb amputation: a systematic review and meta-analysis. *Plast Surg*

(Oakv). 2024;32(2):253-264. doi:10.1177/22925503221107462.

Senger JLB, Hardy P, Thorkelsson A, Duia S, Hsiao R, Kemp SWP, Tenorio G, Rajshekar M, Kerr BJ, Chan KM, Rabey KN, Webber CA. A direct comparison of targeted muscle reinnervation and regenerative peripheral nerve interfaces to prevent neuroma pain. *Neurosurgery*. 2023;93(5):1180-1191. doi:10.1227/neu.0000000000002541.

Rees AB, Mastracci JC, Posey SL, Loeffler BJ, Gaston RG. Managing major peripheral nerves in forearm-level amputations with TMR and RPNI:

¿what's the best recipe? *Hand (N Y)*. 2025.

doi:10.1177/15589447241277842.

Weitzner AS, Zamore ZH, Biswas A, Khong J, Kuo KT, Lee EB, Padovano W, Tuffaha SH. TMR/RPNI awareness and pain outcomes: a nationwide survey of amputees. 2025. doi:10.1055/a-2702-4167.

del Moral Preciado J, Gurpegui Gámiz D, Royo Taberner M, Hontanilla Calatayud B. Targeted muscle reinnervation (TMR) or regenerative peripheral nerve interface (RPNI) for pain prevention in patients with limb amputation: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2025.doi:10.1101/2024.12.23.24319539.

University of Texas Southwestern Medical Center. Prophylactic treatment of neuroma and phantom limb pain with targeted muscle reinnervation (TMR) and regenerative peripheral interface (RPNI) at the time of major limb amputation: a randomized controltrial. *ClinicalTrials.gov*: NCT05344261. 2022.

Baethge C, Goldbeck-Wood S, Mertens S. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Res Integr Peer Rev*. 2019;4:5. doi:10.1186/s41073-019-0064-8.