

¿Cuál es el mejor momento para intervenir quirúrgicamente una lesión nerviosa traumática primaria? Revisión basada en fisiopatología, clínica y evidencia quirúrgica

When is the optimal timing for surgical intervention in primary traumatic nerve injury? A review based on pathophysiology, clinical assessment, and surgical evidence

Jorge Tabilo¹

¹ Neurocirujano, Servicio de Neurocirugía, Hospital de Puerto Montt. Puerto Montt, Chile.

Resumen

Introducción: Las lesiones nerviosas traumáticas primarias representan una entidad frecuente y discapacitante en el contexto del trauma. Si bien la capacidad de regeneración del sistema nervioso periférico es conocida, su eficacia está fuertemente condicionada por el momento en que se realiza la intervención quirúrgica. La presente revisión narrativa analiza la evidencia fisiopatológica, clínica y quirúrgica disponible para definir el tiempo óptimo de reparación. **Métodos:** Se realizó una revisión narrativa estructurada, centrada en estudios clínicos con evidencia de nivel I-II, artículos de consenso y textos quirúrgicos contemporáneos publicados entre 2000 y 2025. Se incluyeron recomendaciones de sociedades científicas internacionales, así como análisis fisiopatológico actualizado del entorno regenerativo post lesión. **Resultados:** Existe consenso fisiológico en que la regeneración axonal efectiva requiere reparación quirúrgica dentro de una ventana temporal limitada. La degeneración Walleriana, la pérdida del fenotipo reparador de las células de Schwann y la atrofia muscular progresiva definen un reloj biológico crítico. Clínicamente, las reparaciones realizadas en los primeros 3-7 días ofrecen los mejores resultados funcionales, especialmente en neurotmesis abiertas. En lesiones cerradas o dudosas, una espera de 2-4 semanas permite una evaluación electrofisiológica antes de indicar cirugía. Más allá de los 3-6 meses, el pronóstico motor se deteriora significativamente, siendo posibles las transferencias nerviosas. La tolerancia al tiempo varía según el tipo de nervio: el nervio facial y el plexo braquial requieren intervenciones ultra-tempranas, mientras que los nervios sensitivos pueden tolerar una demora relativa. **Conclusión:** El momento quirúrgico óptimo en lesiones nerviosas traumáticas primarias debe alinearse con la fisiopatología de la regeneración y las características específicas de cada nervio. Reparar precozmente dentro de la ventana biológica maximiza la recuperación funcional y minimiza secuelas irreversibles. La toma de decisiones debe ser individualizada, basada en clasificación lesional, evolución clínica, recursos disponibles y experiencia quirúrgica.

Palabras clave: Lesión nerviosa traumática, regeneración axonal, reparación microquirúrgica, tiempo quirúrgico óptimo, denervación, neurotmesis, cirugía nervio periférico.

Abstract

Introduction: Primary traumatic nerve injuries are a common and disabling consequence of trauma. While the peripheral nervous system retains a notable capacity for regeneration, this process is highly time-dependent. The timing of surgical intervention is a decisive factor in optimizing functional recovery. This narrative review synthesizes current pathophysiological, clinical, and surgical evidence to define the optimal window for nerve repair. **Methods:** A structured narrative review was

Correspondencia a:

Jorge Tabilo
jorge.tabilo@gmail.com

conducted, focusing on clinical studies with Level I-II evidence, international consensus statements, and modern surgical textbooks published between 2000 and 2025. Current guidelines from leading scientific societies were included, alongside updated insights into the regenerative microenvironment following nerve injury. **Results:** There is broad physiological consensus that effective axonal regeneration requires timely surgical repair within a narrow biological window. Key limiting factors include Wallerian degeneration, loss of the Schwann cell reparative phenotype, and progressive muscle atrophy-together forming a critical regenerative clock. Clinically, repairs performed within the first 3-7 days post-injury yield the best functional outcomes, particularly in open neurotmesis. In closed or uncertain lesions, a 2-4 week delay allows for electrodiagnostic evaluation prior to surgical indication. Beyond 3-6 months, motor recovery potential significantly declines, and nerve transfers may be necessary. Time tolerance varies by nerve type: the facial nerve and brachial plexus demand ultra-early intervention, while sensory nerves exhibit a relatively broader therapeutic window. **Conclusion:** The optimal surgical timing in primary traumatic nerve injuries must align with the biological principles of peripheral nerve regeneration and the specific characteristics of each nerve. Early repair within the critical regenerative window maximizes functional recovery and minimizes irreversible sequelae. Surgical decision-making should be individualized, integrating injury classification, clinical evolution, available resources, and surgeon expertise.

Keywords: Traumatic nerve injury, axonal regeneration, microsurgical repair, optimal surgical timing, denervation, peripheral nerve surgery.

Introducción

Las lesiones traumáticas de los nervios periféricos son lesiones relativamente frecuentes en el contexto del trauma, con una incidencia que varía entre el 2% y el 3% en pacientes con fracturas de extremidades, y aún mayor en casos de trauma penetrante o de alta energía (Taylor, 2008)¹. Estas lesiones pueden generar importantes secuelas funcionales, tanto sensitivas como motoras, afectando la calidad de vida, el retorno laboral y el pronóstico neurológico de los pacientes (Sciola Martín, 2016)².

Uno de los factores más relevantes en la evolución de estas lesiones es el tiempo transcurrido desde el evento traumático hasta la reparación quirúrgica del nervio. En los casos donde hay neurotmesis o lesión axonal severa, se considera que una reparación temprana puede maximizar el potencial de regeneración axonal, mientras que los retrasos quirúrgicos prolongados conllevan una menor probabilidad de reinervación útil de los tejidos diana, en especial el músculo (Martín, 2019)³.

Sin embargo, la decisión del momento quirúrgico óptimo no siempre es evidente en la práctica clínica. Las lesiones abiertas con sección limpia tienden a ser reparadas de manera temprana, mientras que en lesiones cerradas, mixtas o en continuidad, suele optarse por una observación inicial con reevaluación posterior. Esta variabilidad ha dado lugar a un dilema clínico persistente: ¿debe priorizarse una reparación precoz universal, o existen escenarios donde una intervención diferida ofrece mejores resultados?

El presente trabajo propone una revisión narrativa de los fundamentos fisiopatológicos, la evidencia clínica y las recomendaciones quirúrgicas actuales para establecer criterios objetivos sobre el momento más adecuado para intervenir una lesión nerviosa traumática primaria.

Fundamentos fisiopatológicos de la regeneración nerviosa

La capacidad regenerativa del sistema nervioso periférico

depende de una serie de eventos celulares y moleculares que se activan tras la lesión axonal. La primera fase es la denominada degeneración Walleriana, que ocurre distal al sitio de lesión y comienza dentro de las 24 a 72 horas tras la interrupción axonal (Ronchi, 2017)⁴. En este proceso, los axones degeneran activamente, y la mielina es eliminada por células de Schwann y macrófagos locales. Esta limpieza es indispensable para permitir el avance de nuevos brotes axonales.

Simultáneamente, las neuronas de la asta anterior espinal activan un conjunto de genes conocidos como RAGs (Regeneration-Associated Genes), que promueven la brotación axonal (Sulaiman, 2000)⁵. Por su parte, las células de Schwann sufren un proceso de desdiferenciación hacia un fenotipo “reparador”, caracterizado por la producción de factores tróficos, reorganización del citoesqueleto y formación de las bandas de Büngner, que sirven como guías axonales a lo largo del nervio distal (Jonsson, 2013)⁶.

Este entorno biológico, óptimo para la regeneración, tiene una duración limitada. La persistencia de la denervación conduce a una disminución progresiva de la capacidad de las células de Schwann para sostener la regeneración. Después de aproximadamente 3 meses de denervación, comienzan a observarse alteraciones estructurales: colapso de los tubos endoneurales, fibrosis intraneural y pérdida del fenotipo reparador (Jonsson, 2013)⁶. Paralelamente, el órgano diana también experimenta un deterioro progresivo: en el caso de músculos, se produce una atrofia progresiva, con reemplazo fibroadiposo de las fibras musculares después de 12 a 18 meses sin reinervación (Fu, 1995)⁷.

En términos clínicos, esto implica que cuanto más se demore la reparación nerviosa, menor será la probabilidad de que los axones regeneren con éxito hacia sus blancos periféricos. El fenómeno de pérdida de “viabilidad” del lecho distal constituye la base fisiopatológica que justifica una intervención quirúrgica temprana, cuando el entorno aún conserva su potencial para guiar la regeneración axonal de manera efectiva (Ronchi, 2017⁴; Sulaiman, 2000⁵; Jonsson, 2013⁶; Fu, 1995⁷).

Tabla 1. Cronobiología de la regeneración nerviosa

Momento post-lesión	Evento fisiopatológico clave	Implicancia quirúrgica
Día 0	Lesión axonal: interrupción anatómica del nervio	Diagnóstico clínico e inicio del reloj biológico
Día 1-3	Inicio de degeneración Walleriana; activación de macrófagos y Schwann desdiferenciadas	Ventana óptima para reparación primaria directa
Día 4-7	Máxima expresión de genes regenerativos (RAGs), formación de bandas de Büngner	Coaptación aún viable sin injerto si no hay retracción
Semana 2-3	Fase subaguda: colapso progresivo de tubos endoneurales si no hay regeneración	Se permite reparación diferida temprana en lesiones contusas
Semana 4-6	Reducción del fenotipo reparador de Schwann; fibrosis endoneural inicial	Injertos necesarios con mayor frecuencia
Mes 3-6	Disminución de soporte trófico; inicio de degeneración muscular irreversible	Se reduce eficacia de reparación directa
Mes 6-12	Atrofia muscular avanzada, pérdida de placas motoras; reorganización cortical	Transferencias nerviosas preferidas en vez de injertos largos
Mes 12-18+	Pérdida casi total del entorno regenerativo distal y viabilidad muscular	Estrategias paliativas (transferencias musculares, ortesis)

Línea de tiempo que muestra los eventos fisiopatológicos clave tras una lesión axonal y su impacto sobre la viabilidad de la reparación quirúrgica. La ventana óptima para reparación directa se sitúa en los primeros 7 días. Pasado el tercer mes, disminuye la capacidad de regeneración efectiva; después de los 12 meses, la reinervación funcional es improbable.

Clasificación de las lesiones nerviosas

La adecuada clasificación de las lesiones nerviosas traumáticas constituye un pilar fundamental tanto para el pronóstico neurológico como para la planificación quirúrgica. La taxonomía clínica ha sido históricamente dominada por los esquemas propuestos por Seddon (1943) y Sunderland (1951), los cuales, a pesar de su antigüedad, continúan siendo de aplicación práctica en la neurocirugía contemporánea (Seddon, 1943)⁸; (Sunderland, 1951)⁹.

Seddon identificó tres categorías principales: neurapraxia, axonotmesis y neurotmesis (Seddon, 1943)⁸. La neurapraxia representa una interrupción funcional transitoria de la conducción nerviosa sin daño axonal ni degeneración Walleriana, habitualmente secundaria a compresión isquémica o contusión leve. Es completamente reversible y suele resolverse en un plazo de días a semanas, sin requerimiento de intervención quirúrgica. La axonotmesis, en cambio, implica disrupción axonal con degeneración Walleriana distal, pero con preservación del almacén conjuntivo (endo-, peri- y epineuro). Aunque potencialmente reversible por regeneración espontánea, la calidad funcional del resultado depende de la alineación fascicular y de la distancia a reinnervar. Finalmente, la neurotmesis describe una solución de continuidad completa del nervio, con pérdida de todos los elementos estructurales. Este tipo de lesión no tiene capacidad de recuperación espontánea y requiere reparación microquirúrgica urgente para restaurar el trayecto axonal (Seddon, 1943)⁸.

Sunderland refinó esta clasificación introduciendo un sis-

tema en cinco grados, que descompone la axonotmesis en distintos niveles de daño estructural progresivo (Sunderland, 1951)⁹. El grado I equivale a una neurapraxia (lesión funcional sin daño axonal); el grado II, a una axonotmesis pura con endoneuro intacto; el grado III, incluye disrupción del endoneuro; el grado IV, del perineuro; y el grado V, corresponde a una neurotmesis completa. A estos se ha agregado un grado VI propuesto por Mackinnon, que designa lesiones mixtas donde coexisten fascículos con diferentes grados de daño (Mackinnon, 2000)¹⁰.

La Tabla 2 compara los grados clásicos de daño nervioso periférico según Seddon (1943) y Sunderland (1951), incluyendo la extensión moderna de Mackinnon (grado VI). Se detallan los elementos anatómicos afectados, la fisiopatología subyacente y la implicancia pronóstica de cada grado. Esta clasificación es fundamental para predecir el potencial de regeneración espontánea y determinar la necesidad de intervención quirúrgica microestructural.

Desde el enfoque quirúrgico, la clasificación lesional no solo orienta la conducta terapéutica, sino que anticipa el pronóstico funcional. Mientras las neurapraxias (grado I) se resuelven espontáneamente, las axonotmesis parciales (grados II-III) pueden recuperarse en 2 a 6 meses. En cambio, las lesiones de grado IV-V y las mixtas (grado VI), especialmente en nervios motores proximales, requieren consideración quirúrgica precoz (Murovic, 2005)¹¹.

En la práctica, el mecanismo de lesión es clave: las secciones francas suelen corresponder a neurotmesis, mientras que los traumas cerrados de alta energía se asocian a lesiones en continuidad o mixtas, justificando observación inicial cuidadosa (Campbell, 2021)¹². La electromiografía cobra valor a partir de la tercera semana postlesión; la ausencia de signos de reinervación sugiere axonotmesis severa o neurotmesis oculta y orienta la indicación quirúrgica (Dvali, 2007)¹³.

Una clasificación imprecisa o una demora en la decisión quirúrgica puede traducirse en una denervación irreversible, con consecuencias funcionales significativas.

Tabla 2. Clasificación estructural de las lesiones nerviosas según Seddon, Sunderland y Mackinnon

Clasificación	Grado (Sunderland)	Estructuras lesionadas	Características clínicas	Pronóstico / Manejo
Neurapraxia (Seddon I)	I	Mielina	Bloqueo funcional reversible; sin degeneración Walleriana	Recuperación espontánea (días a semanas)
Axonotmesis leve	II	Axón	Degeneración Walleriana; endoneuro intacto	Buena recuperación espontánea
Axonotmesis moderada	III	Axón + endoneuro	Alteración de la guía endoneural; perineuro preservado	Regeneración parcial; puede requerir cirugía
Axonotmesis severa	IV	Axón + endoneuro + perineuro	Neuroma en continuidad; epineuro intacto	Mala regeneración espontánea; cirugía posible
Neurotmesis (Seddon III)	V	Sección completa del nervio	Discontinuidad total; degeneración Walleriana completa	Requiere reparación microquirúrgica
Lesión mixta	VI (Mackinnon)	Grados I-V combinados en un mismo nervio	Lesiones multifocales; difícil predicción clínica	Manejo individualizado

Reparación primaria precoz y diferida temprana

El concepto de reparación nerviosa inmediata o precoz se sustenta en la fisiología de la regeneración axonal y en múltiples estudios clínicos observacionales que correlacionan el momento quirúrgico con los resultados funcionales. En lesiones abiertas, limpias y con sección identificable del nervio, la evidencia apoya con firmeza una intervención en los primeros días posteriores al trauma. Múltiples guías y series clínicas sitúan el intervalo ideal de intervención entre las primeras 48 y 72 horas, y como máximo dentro de la primera semana (Dvali, 2007)¹³; (Campbell, 2021)¹².

Esta estrategia permite realizar una rafia primaria directa bajo condiciones óptimas, antes de que ocurra la retracción de los cabos, fibrosis perineural, o contaminación del lecho quirúrgico. Mackinnon y Dvali refieren que la calidad del contacto axonal logrado en las primeras 72 horas puede determinar en gran medida el resultado motor a largo plazo (Dvali, 2007)¹³. Asimismo, en estudios multicéntricos retrospectivos en extremidad superior, se ha observado que las reparaciones realizadas en los primeros 7 días pueden lograr una recuperación motora grado M4-M5 en más del 70% de los casos, mientras que los retrasos superiores a 3 semanas reducen esa tasa significativamente (Wong, 2015)¹⁴.

En este contexto, se han identificado nervios cuya urgencia quirúrgica es aún más crítica. El nervio facial, por ejemplo, posee una ventana extremadamente breve de reinervación funcional útil; reparaciones realizadas en las primeras 72 horas muestran tasas de recuperación completa cercanas al 90%, mientras que las efectuadas más allá de la primera semana reducen esa tasa a menos del 50% (Fliss, 2022)¹⁵. En casos de sección iatrogénica durante procedimientos parotídeos o temporales, se considera estándar realizar la neurorafia en las primeras 24-72 horas.

Por otra parte, en lesiones cerradas o de alta energía (tracción, contusión, arma de fuego), el tejido nervioso suele presentar zonas de contusión intraneural no evidentes clínicamente en fase aguda. En tales casos, una reparación in-

mediata podría ser contraproducente, ya que el área de daño histológico no se ha delimitado por completo y la coaptación podría involucrar tejido necrótico (Yunga Tigre, 2024)¹⁶. Por esta razón, se recomienda una estrategia de reparación diferida temprana, entre los 10 y 21 días postlesión, cuando la degeneración Walleriana ha avanzado y es posible distinguir con mayor claridad los cabos viables.

Este enfoque también permite realizar estudio electrofisiológico (EMG) a partir de la tercera semana, lo que ayuda a caracterizar lesiones en continuidad y diferenciar axonotmesis de neurotmesis. La reparación diferida temprana ha mostrado resultados comparables a la reparación primaria en términos de función motora y sensitiva (Yunga Tigre, 2024)¹⁶; (Gray, 2025)¹⁷.

Así, la indicación de reparación inmediata versus diferida debe individualizarse: lesiones limpias y claramente transecionadas deben ser reparadas dentro de los primeros días; las lesiones cerradas, contusas o dudosas pueden beneficiarse de una espera corta para definir el plan quirúrgico óptimo.

Reparación tardía y resultados funcionales

Las lesiones que no se reparan dentro del primer mes postraumático suelen clasificarse dentro del grupo de reparación tardía. La indicación quirúrgica en estos casos sigue siendo válida, especialmente si se trata de nervios motores o mixtos, pero los resultados funcionales decrecen significativamente con el paso del tiempo. El concepto de “ventana terapéutica” tiene aquí su máxima expresión: la regeneración axonal es altamente dependiente del tiempo, y las oportunidades de reinervación muscular útil disminuyen drásticamente luego de los 6 meses (Fu, 1995)⁷.

Estudios clínicos han demostrado que la reparación realizada entre el segundo y tercer mes puede aún lograr una recuperación funcional aceptable, pero más allá del cuarto o quinto mes, el pronóstico motor comienza a deteriorarse. Gray et al., analizaron 218 reparaciones de nervios periféricos y encontraron una caída estadísticamente significativa en la

fuerza motora recuperada cuando la cirugía se efectuaba luego de los 90 días (Gray, 2025)¹⁷.

A nivel de extremidad superior, Dumont y colaboradores, observaron que los pacientes sometidos a reparación entre los 4 y 6 meses lograban fuerza M3 o más en aproximadamente el 60% de los casos; en reparaciones posteriores a los 6 meses, la tasa bajaba a menos del 30% (Dumont, 2020)¹⁸. Esta correlación tiempo-función es más evidente en nervios motores proximales, como el musculocutáneo, radial y mediano, donde la degeneración muscular irreversible ocurre más rápidamente.

En contrapartida, en nervios puramente sensitivos la tolerancia al retraso quirúrgico es mayor. Incluso reparaciones realizadas luego de 6 meses pueden lograr recuperación protectora y tacto discriminativo básico, aunque rara vez se recupera sensibilidad fina normal (Dumont, 2020)¹⁸.

Una consideración crítica en los casos de reparación tardía es la viabilidad del músculo diana. Si han pasado más de 12-18 meses desde la lesión, la posibilidad de reinervación exitosa se reduce notablemente. En estos casos, se consideran técnicas alternativas como transferencias nerviosas, que permiten llevar axones motores funcionales a músculos aún viables sin necesidad de recorrer largas distancias (Baradaran, 2021)¹⁹.

Otro aspecto relevante es el manejo del dolor neuropático. Diversos estudios han demostrado que las reparaciones tempranas reducen significativamente la incidencia de neuromas dolorosos, al restaurar el trayecto fisiológico del crecimiento axonal. Yunga Tigre et al., reportaron que los pacientes intervenidos antes de las 3 semanas presentaban menor puntuación en escalas de dolor crónico en comparación con aquellos operados más allá del primer mes (Yunga Tigre, 2024)¹⁶.

Finalmente, desde una perspectiva funcional y socioeconómica, se ha demostrado que las reparaciones realizadas dentro del plazo de los 6 meses se asocian a una mayor tasa de retorno laboral y menor tiempo de baja médica, con implicancias directas en calidad de vida y costos del sistema de salud (Gray, 2025)¹⁷.

Casos clínicos especiales

Nervio facial y plexo braquial

El momento quirúrgico en lesiones del nervio facial y del plexo braquial debe ajustarse a su alta vulnerabilidad a la denervación prolongada y a su exigente fisiología regenerativa. En el caso del nervio facial, cuya inervación motora rápida y escasa reserva contráctil lo hacen especialmente sensible, se recomienda intervenir idealmente antes de las 72 horas, momento en el que aún es posible obtener respuesta distal y lograr recuperación funcional completa en más del 85% de los casos (Fliss, 2022)¹⁵. Pasado ese lapso, aún es justificable operar durante los primeros 6-12 meses, aunque con resultados más modestos; más allá, se priorizan transferencias nerviosas como la hipogloso-facial o del nervio masetero, o bien técnicas dinámicas como el gracilis libre vascularizado (Baradaran, 2021)¹⁹.

Respecto al plexo braquial, su fisiopatología compleja requiere un abordaje especializado. Las reparaciones realizadas en los primeros 3-6 meses logran tasas de recuperación

motora útil superiores al 75%; después de ese período, los resultados funcionales caen drásticamente (Martín, 2019)³. Tanto las guías europeas como norteamericanas establecen los 6 meses como límite crítico, recomendando intervenir antes si no hay signos de reinervación. En casos tardíos, pueden emplearse injertos neurotizados o transferencias distales si existe viabilidad muscular (Martín, 2019³; Baradaran, 2021¹⁹).

Nervios mixtos profundos (ciático, radial, tibial posterior)

En nervios largos y mixtos como el ciático, radial y tibial posterior, el tiempo quirúrgico adquiere especial relevancia debido a la gran distancia de regeneración y la alta sensibilidad del músculo diana a la denervación. En el ciático proximal, donde el trayecto hasta el pie supera los 30 cm, se estima que reparaciones realizadas antes del segundo mes ofrecen mejores resultados, especialmente si se evita el uso de injertos largos. Dado que la tasa de crecimiento axonal promedia 1 mm/día, la reinervación puede demorar entre 9 y 12 meses (Campbell, 2021)¹², por lo que si la presentación es tardía (> 9 meses), deben considerarse transferencias nerviosas o reconstrucciones funcionales alternativas (Baradaran, 2021)¹⁹.

En el nervio radial, típicamente afectado en fracturas humerales, la conducta inicial es conservadora dado que más del 80% se recupera espontáneamente en 3 meses. Si no hay signos de reinervación al cuarto mes, se indica exploración quirúrgica. Reparaciones antes de los 6 meses logran tasas de éxito superiores al 70% (Wong, 2015)¹⁴.

El tibial posterior, aunque menos frecuente, inerva la musculatura plantar, altamente vulnerable a la denervación crónica. En estos casos, se recomienda intervenir dentro de los primeros 3-4 meses, recurriendo a transferencias motoras si se excede este plazo (Baradaran, 2021)¹⁹.

Estos casos subrayan que la indicación quirúrgica debe ser individualizada, considerando las particularidades anatómicas, funcionales y temporales de cada nervio.

Guías clínicas y consensos quirúrgicos

Recomendaciones norteamericanas y británicas

El momento quirúrgico en lesiones nerviosas periféricas ha sido definido por distintas sociedades científicas a través de consensos y guías clínicas. En Norteamérica, la ASSH y la AAOS recomiendan reparar toda neurotmesis abierta dentro de los primeros 7 días, preferentemente entre los días 3 y 5 (Dvali, 2007¹³; Campbell, 2021¹²). En lesiones en continuidad, se sugiere reevaluación electrodiagnóstica a las 3-4 semanas y exploración quirúrgica antes del tercer mes si no hay signos de regeneración (Gray, 2025)¹⁷.

En el Reino Unido, los lineamientos BOAST-BSSH indican evaluación especializada en las primeras 24 horas para heridas penetrantes con déficit neurológico, y reparación quirúrgica dentro de los 2-3 días cuando se documenta solución de continuidad (Gray, 2025)¹⁷. Ambos sistemas promueven un abordaje temprano, estructurado y multidisciplinario para prevenir la denervación prolongada y optimizar los resultados funcionales.

Consensos europeos y recomendaciones técnico-quirúrgicas

A nivel europeo, organizaciones como la Federación Europea de Sociedades de Cirugía de la Mano (FESSH) y la European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT) han contribuido a la estandarización del manejo de las lesiones nerviosas traumáticas. Aunque no siempre bajo el formato de guías formales, múltiples publicaciones y cursos avalados por estas entidades han consolidado principios clínicos compartidos.

Una regla ampliamente aceptada en Europa es la denominada “regla de los tres”: reparar dentro de los 3 días en lesiones abiertas limpias, esperar hasta 3 semanas en lesiones cerradas contusas (para definir mejor la zona de daño), y actuar antes de los 3 meses si no hay signos de recuperación espontánea (Martín, 2019)³. Esta regla resume los principios fisiopatológicos y funcionales descritos previamente y es aplicada en numerosos centros de referencia de microcirugía.

Estas categorías permiten no solo clasificar la cirugía en función del tiempo, sino también establecer expectativas respecto al tipo de técnica a utilizar (coaptación directa vs injerto), la calidad del lecho nervioso y la probabilidad de recuperación.

Desde el punto de vista técnico, las guías quirúrgicas modernas insisten en el principio de tensión mínima en la neurografía, uso de magnificación óptica (lupas o microscopio), y empleo de suturas epineurales no traumáticas. Además, recomiendan marcar los cabos nerviosos si la reparación se difiere, para evitar pérdida de identificación intraoperatoria.

La convergencia entre recomendaciones europeas, norteamericanas y británicas ofrece un marco clínico coherente y basado en evidencia, que facilita la toma de decisiones y promueve resultados quirúrgicos más predecibles.

Discusión

El análisis integral de la literatura disponible sobre el momento óptimo para la reparación de lesiones nerviosas traumáticas primarias evidencia una clara convergencia entre la fisiopatología de la regeneración axonal, los estudios clínicos observacionales y las recomendaciones de las principales sociedades quirúrgicas. En conjunto, los datos respaldan de forma consistente que la reparación temprana del nervio lesionado proporciona mejores resultados funcionales que las intervenciones diferidas, siempre que las condiciones clínicas lo permitan (Dvali, 2007)¹³; (Gray, 2025)¹⁷.

Desde un punto de vista biológico, la regeneración nerviosa se encuentra sujeta a limitaciones temporales bien definidas. Diversos estudios han documentado que el entorno endoneural distal pierde progresivamente su capacidad para guiar axones funcionales con el paso de las semanas, y que las células de Schwann dejan de expresar fenotipos reparadores tras 2-3 meses de denervación (Jonsson, 2013)⁶; (Ronchi, 2017)⁴. En paralelo, los órganos diana, en particular los músculos esqueléticos, sufren atrofia irreversible y transformación fibroadiposa luego de 12-18 meses sin reinervación (Fu, 1995)⁷. Por ello, la oportunidad quirúrgica debe alinearse con este reloj biológico que impone límites concretos a la recuperación funcional.

Clínicamente, los resultados de múltiples series coinciden en que las reparaciones realizadas en los primeros 7 días ofrecen los mayores beneficios, tanto en lesiones abiertas como en algunas cerradas con diagnóstico claro (Wong, 2015)¹⁴; (Fliss, 2022)¹⁵. En casos de daño contuso o zonas de lesión indeterminadas, se justifica una espera breve (2-4 semanas) para delimitar los tejidos viables, sin exceder el primer mes (Yunga Tigre, 2024)¹⁶. En cambio, cuando la intervención se retrasa más allá de los 3-4 meses, la caída en el pronóstico motor es marcada y progresiva (Dumont, 2020)¹⁸.

Es importante reconocer que no todas las lesiones requieren cirugía inmediata. Las neurapraxias y axonotmesis leves pueden manejarse de forma conservadora con buena evolución (Sciola Martín, 2016)²; (Murovic, 2005)¹¹. Sin embargo, la dificultad radica en diferenciar precozmente estas entidades de lesiones neurotómicas ocultas. En este sentido, el uso sistemático de electrodiagnóstico a partir de la tercera semana post-lesión permite una mejor caracterización fisiológica del daño y previene errores diagnósticos que pueden traducirse en una denervación prolongada innecesaria (Dvali, 2007)¹³.

En cuanto al tipo de nervio, la sensibilidad al retraso no es uniforme. Los nervios motores proximales (como el musculocutáneo, radial, ciático) son especialmente vulnerables a la denervación prolongada. En estos casos, las reparaciones deben realizarse dentro de los primeros 3 a 6 meses. Más allá de ese punto, la opción preferente puede ser la transferencia nerviosa, en lugar de injertos extensos de dudosa eficacia (Martín, 2019)³; (Baradaran, 2021)¹⁹. En contrapartida, los nervios puramente sensitivos (como digitales o sural) toleran un margen de demora algo mayor, aunque también muestran mejores resultados si se reparan precozmente.

Un aspecto de gran relevancia es el manejo del dolor neuropático, frecuente en lesiones no tratadas o tratadas tardíamente. La reparación temprana no solo mejora la función motora y sensitiva, sino que previene la formación de neuromas dolorosos al ofrecer un trayecto fisiológico a los axones regenerantes (Yunga Tigre, 2024)¹⁶. Este beneficio analgésico se ha convertido en un argumento adicional para no postergar intervenciones en nervios con alta probabilidad de regeneración efectiva.

En términos quirúrgicos, la elección entre reparación directa y uso de injertos también depende del tiempo transcurrido. Las reparaciones primarias directas sin tensión son viables en la primera semana; después de ese plazo, la retracción de los cabos y la fibrosis local incrementan la necesidad de injertos, lo cual puede afectar el pronóstico (Campbell, 2021)¹². Además, el uso de técnicas avanzadas, como neurografías guiadas por imagen o marcadores intraoperatorios, ha permitido mejorar la precisión y reducir los errores técnicos.

A pesar de la solidez conceptual de estas recomendaciones, la literatura presenta algunas limitaciones importantes. La mayoría de los estudios disponibles son series retrospectivas o cohortes no aleatorizadas. Existen pocos ensayos clínicos controlados debido a restricciones éticas: no es viable asignar aleatoriamente a pacientes a recibir una reparación tardía si se considera perjudicial. Esta limitación metodológica obliga a interpretar los datos con cautela y a integrar el juicio clínico en cada decisión terapéutica (Gray, 2025)¹⁷.

A la luz de los hallazgos revisados, se pueden establecer las siguientes recomendaciones prácticas:

Tabla 3. Correlación entre tipo de lesión nerviosa y tiempo óptimo de intervención.

Tipo de lesión	Tiempo óptimo de reparación
Neurotmesis (corte limpio, abierta)	Dentro de 3-5 días (máx 7 días)
Lesión contusa cerrada	A las 3-8 semanas (máx 3 meses)
Lesión en continuidad	EMG a 3-4 sem / cirugía < 3 meses
Lesión facial	En las primeras 72 h (máx 1 semana)
Plexo braquial	3-6 meses (ideal 3-4)
Nervios largos mixtos (ej. ciático)	0-2 meses
Nervios sensitivos	Hasta 6-9 meses

- Lesiones abiertas con neurotmesis evidente (corte limpio):
 - Reparación microquirúrgica preferente dentro de los 3-5 días postrauma.
 - Si el estado del lecho no permite coaptación primaria, planificar reparación en los primeros 7 días con marcación de cabos nerviosos.
- Lesiones cerradas por tracción o contusión:
 - Conducta expectante inicial con exploración clínica y electromiografía.
 - Si no hay signos de recuperación a las 3-4 semanas, indicar reparación quirúrgica antes de los 3 meses.
- Lesiones en continuidad con déficits severos o progresivos:
 - Reevaluar con estudios neurofisiológicos a las 3 semanas.
 - Si hay signos de degeneración completa, planificar intervención entre las semanas 4 y 8.
- Ventana máxima para recuperación funcional útil:
 - Las lesiones con indicación quirúrgica deben ser tratadas antes de los 6 meses.
 - Luego de este umbral, el valor de las reparaciones disminuye significativamente y deben considerarse transferencias nerviosas o tendinosas.
- Lesiones faciales:
 - Reparar dentro de las primeras 72 horas si es posible.
 - En lesiones tardías (hasta 12 meses), evaluar técnicas de reconstrucción secundaria.
- Lesiones del plexo braquial:
 - Idealmente reparar entre los 3 y 6 meses.
 - Evitar retrasos más allá del sexto mes, cuando la utilidad funcional del injerto disminuye drásticamente.
- Nervios largos o mixtos (ciático, tibial posterior):
 - El tiempo de regeneración es prolongado; reparar lo antes posible, idealmente dentro de los 2 primeros meses, para evitar denervación muscular distal irreversible.
- Nervios puramente sensitivos:
 - Mayor tolerancia a la demora. Reparaciones hasta los 6-9 meses pueden recuperar sensibilidad protectora, aunque con menor probabilidad de restaurar discriminación fina.

La Tabla 3 resume las características clínicas principales de los distintos tipos de lesión nerviosa periférica, su mecanismo habitual, la indicación quirúrgica correspondiente, el momento quirúrgico ideal y la técnica más frecuentemente utilizada. El objetivo es ofrecer una herramienta de referencia rápida para la toma de decisiones basada en la clasificación lesional y el contexto temporal.

En suma, la síntesis crítica de la evidencia respalda que el tiempo es un factor determinante en la neurocirugía periférica. No debe interpretarse como una urgencia indiscriminada, sino como una variable modulada por el tipo de lesión, la topografía nerviosa, la evolución clínica y la disponibilidad quirúrgica. La recomendación general es clara: intervenir lo antes posible cuando exista una indicación quirúrgica, sin superar los plazos definidos por la biología de la regeneración ni perder la oportunidad de evitar una denervación irreversible.

Conclusiones

La evidencia reunida en esta revisión permite afirmar, con respaldo fisiopatológico, clínico y quirúrgico, que el tiempo de intervención en las lesiones nerviosas traumáticas primarias constituye un determinante crítico y modificable del pronóstico funcional. La capacidad de regeneración axonal es limitada en el tiempo, condicionada por la integridad del entorno endoneural, la viabilidad del músculo diana y la preservación de los mecanismos celulares de soporte. Ignorar esta ventana temporal puede comprometer de forma irreversible la posibilidad de recuperación neurológica útil.

El algoritmo propuesto, fundamentado en evidencia clínica y en la cronobiología de la regeneración, permite adoptar decisiones individualizadas y con base racional, ajustadas al tipo de lesión, el nervio afectado y el contexto asistencial.

Finalmente, ante la escasez de ensayos clínicos controlados y la heterogeneidad de la literatura, la toma de decisiones debe sostenerse sobre un modelo integrador, que combine conocimiento fisiopatológico, experiencia quirúrgica, evaluación funcional y análisis topográfico. En cirugía de nervios periféricos, como en pocas áreas, el tiempo también es pronóstico.

Referencias

- Taylor CA, Braza D, Rice JB, Dillingham T. The incidence of peripheral nerve injury in extremity trauma. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87(5):381-5.
- Sciola Martín RS, Siqueira MG, Heise CO, Martins RS. Traumatic injuries of peripheral nerves: a review with emphasis on surgical indication. *Arq Neuropsiquiatr.* 2016;74(9):767-76.
- Martín E, Senders JT, DiRisio AC, Smith TR, Broekman ML. Timing of surgery in traumatic brachial plexus injury: a systematic

- review. *J Neurosurg*. 2019;130(4):1333-45.
4. Ronchi G, Raimondo S, Tos P, Battiston B, Papalia I, Giacobini-Robecchi MG, et al. Irreversible changes occurring in long-term denervated Schwann cells affect delayed nerve repair. *J Neurosurg*. 2017;127(4):843-56.
 5. Sulaiman OA, Gordon T. Effects of short- and long-term Schwann cell denervation on peripheral nerve regeneration, myelination, and size. *Glia*. 2000;32(3):234-46.
 6. Jonsson S, Wiberg R, McGrath AM, Novikova LN, Wiberg M, Novikov LN, et al. Effect of delayed peripheral nerve repair on nerve regeneration, Schwann cell function and target muscle recovery. *PLoS One*. 2013;8(2):e56484.
 7. Fu SY, Gordon T. Contributing factors to poor functional recovery after delayed nerve repair: prolonged denervation. *J Neurosci*. 1995;15(5 Pt 2):3886-95.
 8. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain*. 1943;66(4):237-88.
 9. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain*. 1951;74(4):491-516.
 10. Mackinnon SE, Dellon AL. *Surgery of the Peripheral Nerve*. 2nd ed. New York: Thieme; 2000.
 11. Murovic JA, Kim DH, Kline DG. Management outcomes of 318 operative common peroneal nerve lesions at the Louisiana State University Health Sciences Center. *Neurosurg Focus*. 2005;16(5):E14.
 12. Azar FM, Beaty JH, Canale ST, eds. *Campbell's Operative Orthopaedics*. 14th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021. Vol 4, Chapter 83: Peripheral nerve injuries; p. 3891-3920.
 13. Dvali LT, Mackinnon SE. Nerve repair, grafting, and nerve transfers. *Clin Plast Surg*. 2007;34(2):167-73.
 14. Wong JN, Olson JL, Morhart MJ. Functional outcomes of nerve repair in the upper extremity using nerve conduits. *Hand (N Y)*. 2015;10(3):417-24.
 15. Fliss E, Yanko R, Zaretski A, Tulchinsky R, Arad E, Kedar DJ, et al. Facial nerve repair following acute nerve injury. *Arch Plast Surg*. 2022;49(4):501-9.
 16. Yunga Tigre J, Puerto A, Khalafallah AM, Burks SS. Timing of surgical intervention in peripheral nerve injuries from gunshot wounds: Management and review of the literature. *Surg Neurol Int*. 2024;15:178.
 17. Gray KM, Burkat AJ, Arney LA, Peterman NJ, Mandala SR, Capito AE. Timing and predictors of upper extremity peripheral nerve reconstruction. *JPRAS Open*. 2025;44:308-15.
 18. Dumont CE, Alnot JY, Raimbeau G, Valenti P. Results of nerve grafting in the hand and upper limb. *J Hand Surg Br*. 2020;45(1):68-74.
 19. Baradaran A, El-Hawary H, Efanov JI, Xu L. Peripheral nerve healing: So near and yet so far. *J Reconstr Microsurg*. 2021;37(8):607-17.