**La electromiografía como herramienta quirúrgica en lesiones traumáticas de nervios periféricos: Lo esencial para el neurocirujano**

### ****Resumen****

**Introducción:** La electromiografía (EMG) es una herramienta fundamental en el diagnóstico y manejo de las lesiones traumáticas de nervios periféricos, especialmente en el contexto del trauma. Su utilidad radica en la capacidad de diferenciar daños neurológicos y identificar signos de denervación y reinervación además de guiar la toma de decisiones quirúrgicas. En escenarios donde la exploración clínica es limitada o ambigua como en pacientes politraumatizados o con lesiones en continuidad, la EMG permite al neurocirujano definir con precisión el momento óptimo para intervenir y el tipo de reparación más adecuada.

**Objetivo:** Revisar el rol de la EMG como herramienta diagnóstica, pronóstica y utilidad en la decisión quirúrgica en el manejo de lesiones de nervios periféricos, y establecer un enfoque práctico basado en evidencia para su uso clínico y quirúrgico.

**Métodos:** Se realizó una revisión narrativa enfocada en literatura científica publicada entre 2020 y 2025, en inglés o español, sobre el uso de la electromiografía (EMG) en lesiones traumáticas de nervios periféricos. La búsqueda se limitó a estudios en humanos, e incluyó artículos originales, revisiones clínicas y guías de práctica de sociedades neurológicas y neuroquirúrgicas. Se seleccionaron referencias que abordaran el valor de la EMG para diferenciar tipos de lesión, establecer cronogramas diagnósticos, guiar decisiones quirúrgicas (exploración, injerto, neurotización) y evaluar nervios donantes y músculos diana. La síntesis se organizó en torno a su aplicación clínica, pronóstica y quirúrgica.

**Resultados:** La EMG permite diferenciar lesiones reversibles de aquellas que requieren intervención quirúrgica, mediante la identificación de denervación activa, reinervación en curso o ausencia de potenciales motores. La combinación de estudios seriados (a 3–4 y 12 semanas) con imagenología mejora la precisión diagnóstica. Su uso intraoperatorio evita resecciones innecesarias y permite selección funcional de donantes para transferencias nerviosas.

**Conclusiones:** La EMG debe integrarse como parte fundamental del arsenal diagnóstico y terapéutico del neurocirujano en lesiones traumáticas de nervios periféricos. Su adecuada interpretación permite optimizar los tiempos quirúrgicos, evitar procedimientos fútiles y maximizar la reinervación funcional.

**Palabras clave:** electromiografía, nervios periféricos, neurotmesis, axonotmesis, reinervación, neurocirugía, trauma, neurofisiología.

**Introducción**

Las lesiones traumáticas de los nervios periféricos representan una causa frecuente de discapacidad neurológica, especialmente en el contexto de traumatismos de alta energía. Su incidencia se estima en hasta un 3% en centros de trauma tipo I, siendo más común en hombres jóvenes víctimas de accidentes de tránsito o caídas (1, Noble, 1998). Aunque el diagnóstico clínico puede ser evidente en lesiones abiertas o paralíticas, una proporción importante de casos, especialmente en pacientes con politrauma o lesiones ortopédicas asociadas, pasa inadvertida en las primeras etapas (2, Stone, 1988). Esto conlleva retrasos en el tratamiento y peores resultados funcionales.

Desde una perspectiva quirúrgica, el principal desafío es determinar cuál lesión se recuperará espontáneamente y cuál requerirá intervención quirúrgica. Esta decisión depende del grado de lesión axonal, del potencial de reinervación muscular y del tiempo transcurrido desde el trauma. En este contexto, los estudios electrodiagnósticos —particularmente la electromiografía (EMG) y los estudios de conducción nerviosa (NCS)— ofrecen información crítica. No se limitan al diagnóstico; son herramientas pronósticas y quirúrgicas que permiten al neurocirujano decidir con precisión cuándo observar, cuándo explorar y cuándo reparar un nervio lesionado (3, Robinson, 2000).

**Clasificación de las lesiones nerviosas y relevancia electrofisiológica**

El abordaje diagnóstico y terapéutico se basa históricamente en la clasificación de Seddon y Sunderland, aún vigente (4, Seddon, 1943; 5, Sunderland, 1951). Estas dividen las lesiones en tres grandes categorías: **neuropraxia**, **axonotmesis** y **neurotmesis**.

* **Neuropraxia**: se caracteriza por bloqueo de conducción sin pérdida axonal. Suelen deberse a compresión o estiramiento leve. Clínicamente hay debilidad transitoria, sin signos de denervación. Electrofisiológicamente, los potenciales motores y sensitivos se preservan distalmente, pero presentan bloqueo a la estimulación proximal (6, Shields, 2023). No hay fibrilaciones en EMG, y el pronóstico es excelente. La recuperación ocurre espontáneamente en días o semanas.
* **Axonotmesis**: implica lesión axonal con degeneración Walleriana distal. El nervio mantiene su arquitectura (al menos parcial), lo cual permite regeneración espontánea si se respetan tiempos críticos. El potencial de recuperación es variable. EMG muestra denervación activa (fibrilaciones) desde las 2–3 semanas. La conducción nerviosa desaparece distal al sitio de lesión (7, Chaudry y Cornblath, 1992).
* **Neurotmesis**: consiste en la sección completa del nervio, con pérdida de continuidad anatómica y funcional. No existe regeneración espontánea efectiva, y el tratamiento debe ser quirúrgico. En EMG y NCS, los hallazgos son indistinguibles de una axonotmesis grave. La diferenciación se logra mediante estudios de imagen de alta resolución o exploración directa (8, Barnes, 2022).

La EMG no siempre distingue neurotmesis de axonotmesis severa, lo que impone la necesidad de correlación clínica, radiológica y, en ocasiones, quirúrgica.

**Hallazgos electrofisiológicos según tipo de lesión**

Los estudios electrodiagnósticos permiten evaluar el estado funcional del nervio y del músculo. Los hallazgos varían según el tiempo transcurrido desde la lesión:

* **En neuropraxia** (≈1–3 semanas post-lesión), se observa conducción preservada distalmente. El bloqueo se localiza proximalmente. No se detectan potenciales espontáneos de denervación. La EMG es normal o muestra pobre reclutamiento. Si el paciente mejora clínicamente, no se indica cirugía (6, Shields, 2023).
* **En axonotmesis**, al cabo de 10–14 días ocurre degeneración Walleriana. Los CMAP y SNAP desaparecen. La EMG muestra fibrilaciones y ondas positivas desde las 2–3 semanas. Posteriormente, pueden observarse unidades motoras polifásicas pequeñas, que indican reinervación en curso (9, Bateman, 2024).
* **En neurotmesis**, los hallazgos iniciales son similares a los de una axonotmesis extensa: sin respuestas evocados, denervación franca. La diferencia está en la evolución. Si tras 3–4 meses no hay signos de reinervación, se considera que no habrá recuperación espontánea, y debe intervenirse quirúrgicamente (10, Moharram, 2023).

Una evaluación secuencial con EMG permite, por tanto, documentar la evolución del proceso de reinervación o confirmar su ausencia. Esto tiene implicancias directas sobre el momento de la intervención quirúrgica.

### Cronograma de evaluación electrodiagnóstica y toma de decisiones

La utilidad diagnóstica y pronóstica de la electromiografía (EMG) depende críticamente del **momento en que se realiza**. Durante los primeros días posteriores al trauma, los axones distales al sitio de lesión todavía pueden conducir estímulos, incluso si la lesión es axonal severa. Por tanto, una EMG muy precoz puede ser falsamente tranquilizadora (11, Haddad, 2022).

En general, se recomienda una **EMG basal alrededor de las 3–4 semanas** post-trauma, cuando la degeneración Walleriana ya ha ocurrido y los signos de denervación están presentes si existe axonotmesis o neurotmesis (12, Sonawane, 2023). Esta EMG inicial tiene como objetivo:

* Confirmar el tipo de lesión (neuropraxia vs lesión axonal)
* Localizar el nivel de la lesión
* Establecer una línea base electrofisiológica

Posteriormente, se debe realizar un segundo estudio entre las **8 y 12 semanas**, cuyo propósito es detectar **signos de reinervación**: aparición de unidades motoras polifásicas en músculos previamente denervados (9, Bateman, 2024). Este hallazgo sugiere regeneración axonal en curso.

Si a los **3–4 meses** no hay mejoría clínica ni signos de reinervación en EMG, debe considerarse firmemente la **exploración quirúrgica**, especialmente si la lesión es cerrada y no hay certeza anatómica sobre la continuidad del nervio (10, Moharram, 2023).

A continuación, se presenta un esquema visual resumido:



Este enfoque cronológico permite evitar tanto una cirugía innecesaria como un retraso quirúrgico que comprometa la reinervación. La **ventana crítica para reparar** un nervio que no muestra recuperación espontánea es idealmente antes de los **6 meses** post-lesión (10, Moharram, 2023).

### Aplicaciones clínicas específicas según el nervio afectado

#### Nervio radial

La parálisis del nervio radial, especialmente tras fracturas del húmero, es una de las neuropatías traumáticas más frecuentes del miembro superior. En lesiones cerradas (sin sección evidente), hasta un **90% de los pacientes recuperan espontáneamente** dentro de los primeros 3–4 meses (10, Moharram, 2023).

* **EMG a las 4–6 semanas** permite diferenciar neuropraxia de axonotmesis.
* **EMG a las 12 semanas** evalúa reinervación (potenciales polifásicos).
* Si no hay signos clínicos ni electrofisiológicos de recuperación a los **3 meses**, se considera exploración quirúrgica.

En lesiones abiertas con evidencia clínica de neurotmesis, la **cirugía inmediata** está indicada, sin esperar estudios (13, Vargas, 2021).

#### Nervio peroneo común

El nervio peroneo común es especialmente vulnerable a lesiones por estiramiento o compresión externa, como ocurre en traumatismos del miembro inferior, luxaciones de rodilla o yesos prolongados. Su recuperación espontánea es menos predecible, y se encuentra frecuentemente subdiagnosticado.

* La EMG precoz permite identificar lesiones axonales completas.
* La EMG a las 8–12 semanas define si hay reinervación de los extensores del pie.
* Si no hay actividad voluntaria en tibial anterior ni potenciales polifásicos a los 3–4 meses, se recomienda reparación quirúrgica o neurotización (9, Bateman, 2024).

La **transferencia del nervio tibial posterior** hacia ramas motoras del peroneo profundo ha mostrado buenos resultados si se realiza antes de los 6 meses (14, Gohritz, 2023).

#### Nervio ciático proximal

Las lesiones del nervio ciático a nivel glúteo o proximal del muslo, típicamente secundarias a fracturas de pelvis, luxaciones coxofemorales o heridas penetrantes, conllevan alta morbilidad y pobre pronóstico si se retrasa el tratamiento.

El ciático es un nervio mixto y largo; la regeneración desde una reparación proximal puede demorar muchos meses. Por ello:

* Se sugiere realizar EMG precoz (~4 semanas) para establecer gravedad.
* Si no hay signos de reinervación en semitendinoso o tibial posterior a los 3 meses, se indica intervención (injerto, neurotización o tendon transfers) (8, Barnes, 2022).

La localización precisa del nivel de lesión (glúteo, muslo, poplíteo) mediante EMG guiada clínicamente es determinante en el plan quirúrgico.

### Rol de la EMG intraoperatoria

Cuando se ha decidido intervenir quirúrgicamente una lesión nerviosa —ya sea por neurotmesis, neuroma en continuidad o ausencia de regeneración funcional—, la **electromiografía intraoperatoria** (EMG-IO) y la estimulación directa del nervio son herramientas valiosas.

Durante la cirugía, se puede:

* Estimular eléctricamente el nervio proximal y registrar respuesta distal.
* Evaluar si el nervio está en continuidad funcional o si requiere resección e injerto.
* Evitar resecciones innecesarias cuando hay fibras funcionales.

La técnica incluye el uso de electrodos sobre músculos distales inervados por el nervio sospechoso. Se aplica un estímulo al nervio proximal al neuroma o zona de lesión. La **presencia de potencial de acción muscular compuesto (CMAP)** distal indica que existen axones funcionales, y puede justificar una **neurolysis simple** en lugar de injerto (15, Mayo Clinic, 2023).

Si no se obtiene ninguna respuesta, incluso con estimulación supramáxima, se recomienda resecar el segmento dañado e interponer un injerto autólogo.

La EMG-IO también se utiliza para **nervios donantes en neurotizaciones**, confirmando integridad funcional antes de sacrificar fascículos.

**Electromiografía como herramienta quirúrgica y de pronóstico**

Más allá de su rol diagnóstico, la electromiografía (EMG) proporciona información crítica para la **planificación quirúrgica y el pronóstico funcional**. Permite cuantificar de forma objetiva:

* La extensión del daño axonal
* La progresión o estancamiento del proceso de reinervación
* El estado de las unidades motoras remanentes
* La viabilidad de los músculos diana

La evolución de los hallazgos electromiográficos guía al cirujano para determinar si una reparación nerviosa aún tiene sentido fisiológico. Si los músculos ya no responden, aunque se realice una anastomosis efectiva, la reinervación será clínicamente inútil (9, Bateman, 2024). Esta ventana temporal —generalmente de **hasta 6 meses**— es crítica, ya que después de ese periodo las placas motoras se atrofian y no pueden ser reinnervadas funcionalmente (10, Moharram, 2023).

La EMG permite también distinguir entre nervios con degeneración axonal completa (sin esperanza de recuperación) y aquellos con fibras parcialmente conservadas. En estos últimos, incluso si el paciente no ha recuperado fuerza clínica, la EMG puede detectar unidades motoras nuevas, pequeñas y polifásicas, indicativas de reinervación en curso (9, Bateman, 2024).

**Selección de donantes para neurotizaciones**

Las **transferencias nerviosas** han emergido como una estrategia quirúrgica avanzada en el tratamiento de lesiones nerviosas extensas, especialmente en plexo braquial, nervio peroneo profundo y lesiones múltiples. Esta técnica permite “bypassear” el trayecto original del nervio lesionado, conectando directamente un nervio motor sano a un músculo blanco denervado.

Sin embargo, estas técnicas solo son posibles si:

1. El nervio donante está indemne y funcional
2. El músculo diana aún tiene capacidad de respuesta
3. El tiempo desde la lesión no ha sobrepasado el límite fisiológico

La EMG cumple un rol fundamental en los tres puntos. Antes de sacrificar un fascículo como donante (por ejemplo, rama del nervio espinal accesorio, intercostal o fascículo posterior del mediano), se debe confirmar su funcionalidad mediante EMG y estudios de conducción (8, Barnes, 2022).

Asimismo, se evalúa el músculo blanco para verificar si conserva trazas de excitabilidad o signos incipientes de reinervación. En muchos casos, el EMG es el único medio para establecer si aún tiene sentido realizar una cirugía reconstructiva, evitando procedimientos fútiles.

En cirugía de plexo braquial, por ejemplo, se pueden seleccionar fascículos del mediano o radial para transferir al bíceps braquial o al nervio musculocutáneo. La EMG ayuda a:

* Confirmar la funcionalidad del fascículo donante
* Determinar si el bíceps aún puede responder
* Excluir lesiones adicionales ocultas

En el miembro inferior, transferencias del tibial posterior hacia ramas motoras del peroneo profundo también se guían por la EMG (14, Gohritz, 2023).

**EMG en el seguimiento postoperatorio**

El papel de la electromiografía no termina con la cirugía. En el seguimiento postquirúrgico, los estudios electrodiagnósticos son esenciales para:

* Verificar la efectividad de la reparación (presencia de CMAP a la estimulación proximal)
* Detectar reinervación funcional en los músculos diana
* Guiar la fisioterapia según grado de recuperación activa vs pasiva

Por ejemplo, en casos de injerto sural tras neurotmesis de nervio mediano, la aparición de unidades motoras nuevas a los 4–6 meses post cirugía permite confirmar la efectividad de la técnica y orientar la rehabilitación (9, Bateman, 2024).

En ausencia de respuesta, también puede orientar decisiones sobre reexploración quirúrgica, descompresión adicional o procedimientos paliativos (como transferencias tendinosas).

**Integración con imagenología de alta resolución**

La combinación de EMG con imagenología —ultrasonido de alta resolución (US) y resonancia magnética neurográfica (MRN)— ha demostrado mejorar el rendimiento diagnóstico. Mientras la EMG evalúa la funcionalidad y el grado de denervación, el US permite visualizar:

* Neuromas en continuidad
* Pérdida de continuidad fascicular
* Atrapamientos posquirúrgicos
* Edema o fibrosis perineural

En un estudio reciente, el uso combinado de EMG y ultrasonido logró distinguir adecuadamente entre axonotmesis severa y neurotmesis verdadera, guiando decisiones de resección vs neurolysis (6, Shields, 2023). Esta estrategia multimodal está ganando cada vez más espacio en unidades de cirugía reconstructiva nerviosa avanzada (14, Gohritz, 2023).

**Recomendaciones clínicas y guías internacionales**

Las guías de la **American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine (AANEM)** y otras sociedades recomiendan un enfoque interdisciplinario en el manejo de lesiones nerviosas, especialmente en contextos quirúrgicos. Las recomendaciones incluyen:

* No realizar EMG antes de los **10–14 días** post lesión, salvo que se sospeche sección completa en trauma abierto (11, Haddad, 2022)
* Realizar **primer EMG entre la semana 3–4**
* Evaluar **reinervación con EMG seriada a las 12 semanas**
* Indicar cirugía si no hay recuperación clínica ni electrofisiológica a los **3–4 meses**, idealmente antes de los 6 meses (10, Moharram, 2023)
* Complementar EMG con ecografía de alta resolución para lesiones en continuidad o con hallazgos dudosos (14, Gohritz, 2023)

Las **guías alemanas 2024 (Dtsch Arztebl Int)** coinciden con estos principios y enfatizan la necesidad de evitar tanto el “sobretratamiento” quirúrgico como el retraso que lleve a atrofia irreversible (9, Bateman, 2024). Este equilibrio se logra solo con un seguimiento estructurado, evaluaciones repetidas y una comunicación efectiva entre neurocirujano, neurofisiólogo y rehabilitador.

**Conclusión**

La electromiografía se ha consolidado como una **herramienta diagnóstica y quirúrgica esencial** en el abordaje moderno de las lesiones traumáticas de nervios periféricos. Su valor reside no solo en identificar el tipo de lesión, sino en establecer **el momento óptimo de intervención**, evaluar **la viabilidad del músculo blanco** y **seleccionar el nervio donante más adecuado** para neurotizaciones.

Cuando se integra con datos clínicos y de imagen, la EMG permite diseñar un plan terapéutico personalizado, maximizando la probabilidad de reinervación funcional y evitando tanto cirugías innecesarias como retrasos irreversibles.

El neurocirujano moderno debe considerar a la EMG no como un estudio complementario, sino como **una extensión de su criterio quirúrgico**, tan importante como el bisturí en la toma de decisiones.

### ****Referencias****

1. Noble J, Munro CA, Prasad VSSV, Midha R. Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. J Trauma. 1998;45(1):116–22.
2. Stone L, Keenan MA. Peripheral nerve injuries in the adult with traumatic brain injury. Clin Orthop Relat Res. 1988;(233):136–44.
3. Robinson LR. Traumatic injury to peripheral nerves. Muscle Nerve. 2000;23(6):863–73.
4. Seddon HJ. A classification of nerve injuries. Br Med J. 1943;2(4260):237–9.
5. Sunderland S. The anatomy and physiology of nerve injury. Muscle Nerve. 1990;13(9):771–84.
6. Shields LBE, Iyer VG, Thirumala P, Pope JC 4th, Alentado VJ, Sun H. Gunshot-related nerve injuries of the upper extremities: Clinical, electromyographic, and ultrasound features in 22 patients. Front Neurol. 2023;14:1333763.
7. Chaudry V, Cornblath DR. Wallerian degeneration in human nerves: A serial electrophysiologic study. Muscle Nerve. 1992;15(6):687–93.
8. Barnes SL, Miller TA, Simon NG. Traumatic peripheral nerve injuries: diagnosis and management. Curr Opin Neurol. 2022;35(6):718–27.
9. Bateman EA, Botell RE, Buttner U, Wiberg M. Assessment, management, and rehabilitation of traumatic peripheral nerve injuries for non-surgeons. Muscle Nerve. 2024;71(5):696–714.
10. Moharram A, Lambert S. Radial nerve palsy following humeral fractures: When to observe, when to explore. AO Trauma Blog. March 2023. Disponible en: https://www.aotrauma.org
11. Haddad SF, Rattay TW, Rotte M. Peripheral nerve injuries – Workup. Medscape Reference. Actualizado 31 Oct 2022. Disponible en: https://emedicine.medscape.com
12. Sonawane K, Jagtap S, Raut S, Choudhari S. “Knowing It Before Blocking It,” ABCD of Peripheral Nerves: Part D – Approach to patient with nerve injuries. Cureus. 2023;15(7):e41782.
13. Vargas A, Romero J, González J, Berberian G. Lesiones iatrogénicas del sistema nervioso periférico en cirugía ortopédica: diagnóstico y tratamiento. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2021;65(5):e39–e45.
14. Gohritz A, Kalbermatten D, Giovanoli P, Guzman R, Hundepool CA. Ultrasound for postoperative and iatrogenic peripheral nerve lesions. J Ultrasound. 2023;26(1):59–71.
15. Mayo Clinic. Lesiones de los nervios periféricos – Diagnóstico y tratamiento. MayoClinic.org. Actualización 2023. Disponible en: https://www.mayoclinic.org/es