



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA

SECRETARÍA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

Luis Guillermo Ibarra Ibarra

ESPECIALIDAD EN:

**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

***Análisis del patrón de interferencia de la electromiografía con aguja en  
lesión traumática de nervio periférico***

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE

MÉDICO ESPECIALISTA EN:

***Medicina de Rehabilitación***

**P R E S E N T A:**

***Mario René Alvarado Lara***

PROFESOR TITULAR

***Dr. Daniel David Chavez Arias***

DIRECTOR DE TESIS

***Dr. Julio José Macías Gallardo***

CIUDAD DE MÉXICO

OCTUBRE 2021





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“ANÁLISIS DEL PATRÓN DE INTERFERENCIA DE LA ELECTROMIOGRAFÍA CON  
AGUJA EN LESIÓN TRAUMÁTICA DE NERVIO PERIFÉRICO”**

---

**DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS**  
PROFESOR TITULAR

---

**DR. JULIO JOSÉ MACÍAS GALLARDO**  
DIRECTOR DE TESIS

---

**DR. JULIO JOSÉ MACÍAS GALLARDO**  
ASESOR CLÍNICO

**“ANÁLISIS DEL PATRÓN DE INTERFERENCIA DE LA ELECTROMIOGRAFÍA CON  
AGUJA EN LESIÓN TRAUMÁTICA DE NERVIO PERIFÉRICO”**

---

DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL  
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

---

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES  
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

---

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL  
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO

UNAM – Dirección General de  
Bibliotecas Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Keren Apuc y Juan René... son el pilar fundamental y la razón por la cual he concluido esta etapa de mi vida.

Al doctor Julio por el gran impulso y apoyo (paciencia) que durante toda la residencia me otorgo: es y será un gran mentor.

## Índice

Resumen .....	7
Introducción .....	8
Objetivos .....	8
Hipótesis.....	9
Marco teorico.....	9
Justificación.....	20
Planteamiento del problema .....	21
Metodología.....	21
Resultados.....	23
Discusión .....	31
Conclusión.....	35
Bibliografía .....	35

## Resumen

**Introducción:** La lesión traumática de nervio periférico es una patología que ocasiona discapacidad de diferente grado, existen pocos avances en el conocimiento de la regeneración axonal motora, y hasta el momento la predicción de la recuperación de la fuerza es incierta. La electromiografía cuantitativa es una herramienta accesible, rápida y fácil de realizar que brinda parámetros numéricos objetivos que pueden ser de utilidad en el estudio de la evolución de la función motora en una lesión traumática de nervio periférico.

**Hipótesis:** La probabilidad de un individuo de recuperar fuerza muscular del está asociado con los valores cuantitativos del análisis de interferencia de la electromiografía.

**Objetivo:** Determinar la asociación de parámetros clínicos de fuerza y sensibilidad los valores electrofisiológicos de un análisis de interferencia en electromiografía cuantitativa.

**Metodología:** Se obtendrán las pruebas electrofisiológicas convencionales de velocidad de conducción motora y sensitiva de los nervios involucrados. Se realizará el análisis cuantitativo de patrón de interferencia con esfuerzo máxima por parte. Obteniendo los parámetros de giros por segundo, amplitud media del giro, índice de relación giro amplitud y el espectro de potencia de la actividad electromiográfica.

**Resultados:** En un análisis de regresión lineal múltiple se encontró que las variables de conducción motora, amplitud distal y velocidad de conducción presentan el mayor porcentaje de relación con la recuperación ( $R^2=0.5$ ). Y de las variables cuantitativas es el análisis de frecuencias el que presenta el mayor porcentaje de relación con la recuperación ( $R^2=0.4$ ) este análisis cuantitativo es mayor que el análisis individual de PAUM ( $R^2=0.31$ ). Un análisis múltiple que combina variables de neuroconducción con variables de análisis de frecuencias arroja una  $R^2=0.6$ . la combinación de variables de neuroconducción, frecuencias y fuerza arroja una  $R^2=0.8$ . En el análisis individual se observo que la variable que se relaciona mejor con recuperación es la velocidad de conducción de la conducción motora con  $R^2=0.46$ . el resto de las variables como RMS, fuerza, amplitud del PAUM Y amplitud del CMAP de forma individual alcanzan aproximadamente  $R^2=0.2$  y el tiempo de evolución tuvo una  $R^2=0.8$



## Introducción

La lesión de los nervios periféricos resultantes de un traumatismo pueden ser graves y debilitantes de forma permanente. Teniendo incluso pérdida total o recuperación incompleta de la función motora y/o sensorial, dolor crónico, atrofia muscular y debilidad profunda, que puede resultar en morbilidad de por vida. Hasta la fecha, este desafiante problema clínico no se ha abordado adecuadamente. Los mecanismos de lesión de los nervios periféricos en los miembros superiores o inferiores son múltiples.

Hasta el 33% de todas las lesiones de nervios periféricos (PNI) presentan una recuperación nerviosa incompleta y resultados funcionales deficientes, incluida la pérdida o recuperación parcial de la función motora y sensorial, dolor crónico y atrofia del músculo y debilidad profunda <sup>1</sup>.

Las lesiones nerviosas periféricas siguen conllevando un pronóstico funcional relativamente mediocre, con secuelas neuropáticas y funcionales graves, tanto en el miembro superior como en el inferior, que son motivo de invalidez y de un gasto público significativo. Donde al paciente se le ofrece manejos paliativos; las mejoras funcionales esperadas sólo pueden provenir de un mejor conocimiento de los parámetros biológicos que intervienen en la reparación de las lesiones nerviosas periféricas así mismo como de una mejora en las técnicas o materiales usados en la cirugía para reparar fibras nerviosas.

## Objetivos

Determinar la asociación entre la función motora en una lesión de nervio periférico y los valores electrofisiológicos de un análisis de interferencia en electromiografía cuantitativa. Estudiar los cambios de los valores cuantitativos del patrón de interferencia de la actividad muscular en un estudio electromiográfico en pacientes con lesión traumática de nervio periférico.

Explorar la posible asociación de la electrofisiología (análisis del patrón de interferencia, giros por segundo, amplitud de giros, relación giros/amplitud y el espectro de potencia) como predictor de la recuperación de la función motora

Describir la relación entre la fuerza muscular, el tiempo de evolución y el análisis espectral de potencias de la señal electromiografía.

Comparar los resultados de la electrofisiología convencional y la clasificación clínica de la lesión con los resultados de electromiografía cuantitativa.

## Hipótesis

Los valores electrofisiológicos del análisis de patrón de interferencia en la electromiografía están asociados con los datos clínicos como fuerza y sensibilidad presentados por el paciente posterior a una lesión de nervio periférico

## Marco teórico

La lesión nerviosa traumática (LNT) es el resultado de la aplicación de energía cinética al nervio, con las consiguientes fuerzas de compresión y tracción aplicadas al nervio. Se producen signos y síntomas que se relacionan con la ubicación específica y la gravedad de la lesión.

La naturaleza repentina del evento conduce a una secuencia bien definida de anomalías en la evaluación clínica neurofisiológica, y la recuperación está fuertemente relacionada con el tipo y la gravedad de la lesión.

La LNT de los nervios periféricos se puede clasificar según el grado de lesión de los axones y sus estructuras de soporte. La clasificación de una lesión nerviosa particular representa un determinante significativo del resultado. Seddon definió 3 grados de clasificación: neuropraxia, axonotmesis y neurotmesis. Sunderland, por otro lado, usó 5 grados numerados del 1 al 5. La neuropraxia es una lesión principalmente desmielinizante que tiene un buen pronóstico, ya que la mayoría de los pacientes experimentan recuperación en 2-3 meses cuando ocurre la remielinización y se resuelve el bloqueo de conducción; esto es sinónimo de lesión de grado 1 de Sunderland. Sunderland divide estas lesiones en grado 2 (rotura de axones), grado 3 (rotura de axones y endoneuro) y grado 4 (rotura de axones, endoneuro y perineuro). Las lesiones axonotméticas tienen un pronóstico variable según la capacidad de los axones para volver a crecer. Las lesiones nerviosas con una interrupción más severa de los elementos de soporte (grado 3 o 4 de Sunderland) tendrán una menor

probabilidad de recuperación que aquellas con una interrupción mínima (grado 2). Finalmente, en la neurotmesis, en la que hay una rotura completa tanto de los axones como de las estructuras de soporte del nervio, hay pocas posibilidades de recuperación sin una intervención quirúrgica <sup>2</sup>.

Existen varios factores que actualmente se sabe que influyen en el pronóstico: Incluyen la naturaleza del traumatismo nervioso, la cantidad de pérdida de axones, el reclutamiento en los músculos inervados por el nervio, el grado de desmielinización y la distancia para reinervar los músculos funcionales. Generalmente, los hallazgos de grandes respuestas motoras, el reclutamiento intacto en los músculos suministrados distalmente a la lesión y la presencia de un bloqueo de conducción se asocian con un mejor pronóstico, las medidas de electrodiagnóstico que son útiles para estimar el pronóstico son <sup>3</sup>:

- Amplitud potencial de acción muscular compuesta
- Amplitud potencial de acción de los nervios sensoriales
- Velocidad de conducción nerviosa
- Electromiografía con aguja
  - Actividad espontánea
  - Reclutamiento

Factores de pronóstico útiles	Buen pronóstico	Mal pronóstico
Reclutamiento de músculo distal a la lesión.	Normal o reducido	Discreto o ausente
CMAP distal	Normal o reducido	Ausente
Bloqueo o ralentización de la conducción	Presente	Ausente
SNAP distal (para lesiones distales al DRG)	Presente	Ausente
SNAP distal (para avulsiones radiculares)		Presente

En la extremidad superior, el nervio lesionado con mayor frecuencia es el radial, seguido de los nervios cubital y mediano. Las lesiones de los nervios periféricos de las extremidades inferiores son menos comunes, y el ciático se lesiona con mayor frecuencia, seguido de los nervios peroneo y, rara vez, tibial o femoral. Las fracturas de huesos cercanos se asocian comúnmente, como fracturas humerales con lesiones del nervio radial <sup>4</sup>.

Poco después de una lesión axonal, el proceso de degeneración walleriana comienza a ocurrir en las fibras nerviosas. Hay cambios tanto en el axón como en el cuerpo de las células nerviosas. En el axón, se producen varios cambios en los primeros 2 días, incluida la pérdida de líquido intra-axonal del nervio seccionado, inflamación del segmento distal del nervio y, posteriormente, desaparición de neurofilamentos en el segmento distal. Para el día 3, hay fragmentación tanto del axón como de la mielina con inicio de la digestión de los componentes de la mielina. Para el día 8, el axón ha sido digerido y las células de Schwann están intentando cerrar la brecha entre los dos segmentos nerviosos. Las fibras nerviosas también pueden degenerarse en una distancia variable proximalmente; dependiendo de la gravedad de la lesión, esta degeneración retrógrada puede extenderse varios centímetros <sup>4</sup>.

También hay una serie de cambios a nivel del cuerpo de las células nerviosas que ocurren después de un traumatismo del nervio distal. De 2 a 3 semanas después de la lesión, el núcleo de la célula se desplaza excéntricamente y el nucléolo también se coloca excéntricamente dentro del núcleo. Estos cambios pueden revertirse a medida que se produce la recuperación <sup>4</sup>.

Sobre la base de estas consideraciones, el momento óptimo para un estudio de electrodiagnóstico depende de la pregunta clínica que se haga <sup>5</sup>:

1. Inmediato a 7 días para la localización; distinguir entre completo e incompleto
2. De 1 a 2 semanas para distinguir entre completo e incompleto; clasificar la axonotmesis o neurotmesis de la neuropraxia.
3. De 3 a 4 semanas para obtener la mayor cantidad de información diagnóstica de un solo estudio.
4. De 3 a 4 meses para detectar reinervación.

Las lesiones que son completamente o en gran parte neuropráxicas tienen un buen pronóstico de recuperación en unos pocos meses (generalmente hasta 3 meses después de la lesión). La resolución de la isquemia y remielinización debe estar completa en este momento. Las lesiones mixtas suelen tener dos o más fases de recuperación. El componente neuropráxico se resuelve rápidamente (como antes) y la hipertrofia de las fibras musculares

puede proporcionar una recuperación adicional, pero el componente axonal es más lento, porque depende del brote axonal distal y de la regeneración axonal desde el sitio de la lesión. Por lo tanto, los pacientes suelen experimentar una recuperación relativamente rápida pero incompleta seguida de una recuperación posterior más lenta. La recuperación sensorial puede continuar durante más tiempo que el motor <sup>4</sup>.

Las lesiones con pérdida parcial de axones suelen representar axonotmesis, aunque en tales casos no siempre se puede descartar una neurotmesis parcial (p. Ej., Una laceración a través de parte del nervio). En la axonotmesis, la recuperación dependerá del brote y la regeneración axonal. Por lo tanto, habrá una recuperación temprana seguida posiblemente de una recuperación posterior cuando los axones en regeneración alcancen sus órganos terminales. La amplitud del CMAP proporciona una guía para el pronóstico.

La axonotmesis y la neurotmesis completas tienen el peor pronóstico. La recuperación depende únicamente de la regeneración axonal, que puede ocurrir o no, dependiendo del grado de lesión del nervio. En muchos casos de pérdida completa de axones, no es posible conocer el grado de lesión nerviosa excepto mediante exploración quirúrgica con o sin registro intraoperatorio o buscando evidencia de reinervación temprana después de la lesión. Como consecuencia, a menudo se recomienda esperar de 2 a 4 meses y buscar evidencia de reinervación en músculos previamente completamente denervados cerca del sitio de la lesión <sup>4</sup>.

Las lesiones que tienen cierta recuperación espontánea generalmente se tratan de manera conservadora, porque es poco probable que la reparación quirúrgica mejore tras la recuperación natural. Aquellos sin evidencia de recrecimiento axonal generalmente se someten a exploración quirúrgica con posible injerto <sup>4</sup>.

El momento de la reconstrucción quirúrgica del nervio se puede dividir en inmediato, temprano (1 mes), retrasado (3 a 6 meses) y tardío (1 a 2 años o más). La evaluación de electrodiagnóstico puede influir en la decisión de intervenir en cada uno de estos momentos. La reconstrucción inmediata suele estar indicada en pacientes con laceraciones nerviosas agudas (p. Ej., Por heridas de cuchillo o de vidrio) y en quienes es probable que las terminaciones nerviosas no estén lesionadas. Por lo general, solo se consideran las

lesiones completas para su reparación. Los pacientes con lesiones contusas o lesiones extensas de tejidos blandos asociadas no suelen ser operados de inmediato, ya que la curación puede retrasarse. La evaluación electrodiagnóstica en este momento puede ser útil para demostrar que la lesión está completa, pero el examen clínico y el conocimiento del mecanismo de la lesión suelen ser suficientes para la toma de decisiones <sup>5</sup>.

La reconstrucción tardía del nervio está indicada principalmente para pacientes en los que no está claro si existe alguna continuidad del nervio, como ocurre con las lesiones por tracción. Si hay continuidad, es probable que la recuperación natural sea mejor que el injerto de nervios y la intervención quirúrgica está contraindicada. Por otro lado, si no hay continuidad nerviosa, se requiere un injerto a los 6 meses para que el nervio pueda reinervar el músculo antes de que ocurra la degeneración muscular; el injerto más allá de los 6 meses se asocia con un peor resultado quirúrgico. En estos pacientes, la evaluación electrodiagnóstica es fundamental para la toma de decisiones. Si se ha producido una reinervación en los músculos distales a la lesión, lo más prudente es una observación cuidadosa <sup>5</sup>.

Por el contrario, cuando no hay evidencia de reinervación en los músculos que se espera que muestren recuperación primero, es más probable que sea necesario un injerto quirúrgico. La reconstrucción nerviosa tardía, después de los 6 meses, generalmente no es muy útil para la recuperación motora. Por lo general, esto es más útil para el control del dolor, como la resección de neuromas. La evaluación de electrodiagnóstico puede proporcionar información sobre qué nervios están en continuidad, pero no es tan crítica como para aquellos pacientes que se someten a una reconstrucción tardía. Cuando hay neuromas dolorosos, los NCS sensoriales suelen ser normales, porque muchos axones pueden estar intactos; por tanto, no se pueden descartar neuromas sensoriales con NCS. En lesiones completas del nervio donde se hace una intervención quirúrgica se tienen los siguientes factores de importancia <sup>5</sup> :

- La edad del paciente: antes de los 10 años, la recuperación suele ser excelente (superior al 90%), entre los 20 y los 50 años se estima en el 60%, pero disminuye en mayores de 50 años;

- El mecanismo lesional tiene una relevancia fundamental: las contusiones o traumatismos directos tienen mejor pronóstico que una lesión escalonada o una elongación;
- El carácter distal de la lesión: las lesiones distales tienen mejor pronóstico;
- Los mejores resultados se obtienen tras la sutura directa, al contrario que con el injerto intercalado;
- La recuperación es mejor en los nervios sensitivos;
- El tiempo transcurrido antes de la cirugía también es un factor fundamental. Parece que el plazo máximo para lograr un resultado adecuado es de 3 meses. Pasado un año, sólo se puede recuperar una sensibilidad de protección, los músculos desnervados no serán neurotizables y sólo las transferencias tendinosas o los colgajos musculares libres neurotizados podrán reproducir la función perdida;
- La calidad de la sutura, es decir, la competencia del equipo quirúrgico, sigue siendo un factor que no se puede dejar de lado.

Las medidas de EDX reflejan principalmente la función nerviosa y muscular. Estas pruebas pueden detectar la presencia de axones funcionales y la capacidad del nervio para conducir, incluso parcialmente, a través del sitio de la lesión. Sin embargo, una limitación importante es la imposibilidad de obtener una imagen estructural del nervio. Por ejemplo, después de un traumatismo no se pueden resolver los grados de axonotmesis. No se puede determinar si la pérdida de axones se produce en el contexto de tubos neurales intactos o si se acompaña de una alteración grave de la arquitectura intraneural; el primero tiene un pronóstico relativamente bueno y el segundo es malo <sup>2</sup>.

Muchos de los estudios en los que se confía para obtener información sobre el pronóstico son retrospectivos. Si bien estos estudios proporcionan muchos datos útiles, no son tan valiosos como los estudios prospectivos. Es posible un grado mucho mayor de estandarización en estudios prospectivos con respecto a la inclusión / exclusión de sujetos, qué medidas de EDX se obtienen y qué resultados se evalúan. Revisar los registros médicos en busca de medidas objetivas de fuerza, sensación o función puede ser un desafío debido

a la ausencia de información, la variabilidad intraobservador y los tiempos de seguimiento limitados <sup>2</sup>.

#### Hallazgos electrofisiológicos

En diversos estudios se ha buscado una correlación anatomo-neurofisiológica de las lesiones de nervio periférico. Se cuenta con cuatro patrones electrofisiológicos principales, sin descartarse la existencia de patrones mixtos, que aportan información extensiva al examen clínico, permitiendo delimitar de mejor manera la probable patología de base y da cierta orientación sobre el pronóstico funcional del paciente. Hasta el momento no se ha podido algún autor establecer correlaciones con las clasificaciones utilizadas, y es en el contexto clínico electrofisiológico de la evolución cuando se pueden establecer algunas conjeturas del posible daño a las estructuras nerviosas mencionadas en la clasificación de Suderland o Seddon <sup>6</sup>.

Dentro de los hallazgos de la conducción nerviosa encontramos:

- Bloqueo en la conducción: Se da generalmente por insultos mínimos, suelen resolverse en 1-6 meses. Lo más común es que se deba a desmielinización focal, aunque también puede darse como expresión de una lesión axonal en los primeros 7 días de la lesión para posteriormente dar paso a un patrón de fallo en la conducción. Se caracteriza por la disminución de la amplitud del PAMC proximal respecto al distal. Se ha hecho una traducción de este patrón con una neuroapraxia, sin embargo, sería necesario un segundo estudio para poder corroborar este patrón como parte de patrón desmielinizante o axonal agudo.
- Fallo en la conducción: Se da en lesiones axonales de más de siete días de evolución. Electrofisiológicamente se caracteriza porque todas las amplitudes, tanto proximales como distales del PAMC se encuentran disminuidas o ausentes. Las latencias y velocidades de conducción se encuentran sin alteración. Al afectarse todas las amplitudes por igual no se puede delimitar el sitio de lesión, sólo se puede hablar de lesión axonal.
- Retraso focal: Se suele dar por insultos moderados. Es más común en focos de desmielinización, pero también se puede dar por regeneración axonal de una lesión



remota. El retraso focal se caracteriza por latencias prolongadas cuando la alteración se encuentra entre el sitio de estimulación distal y el sitio de registro o por velocidad de conducción disminuida cuando la alteración se encuentra entre dos sitios de estimulación. No afecta amplitud o duración, aunque si involucra largos trayectos nerviosos puede haber dispersión temporal.

- Retraso diferencial: se suele dar por insultos de mayor severidad o cronicidad. Es más frecuente en polineuropatías crónicas desmielinizantes, también puede darse por regeneración axonal posterior a lesiones remotas muy severas. Electrofisiológicamente se caracteriza por duración aumentada de PAMC proximal a la lesión, sin dispersión temporal distal a la lesión. Cuando la duración está muy alterada, la amplitud puede estar disminuida. Si el daño se encuentra distal al último sitio de estimulación, todas las respuestas estarán dispersas. La velocidad de conducción y latencia a través de la lesión no están alteradas.

#### Regeneración nerviosa

Posterior a una lesión de nervio periférico la recuperación funcional se da de distintas maneras <sup>7</sup>:

- Resolución de bloqueos de conducción (isquemia transitoria en minutos, desmielinización semanas hasta 3 meses).
- Sincronización de mayor número de unidades motoras (semanas)
- Hipertrofia muscular: 4-8 semanas
- Reinervación colateral distal: 2-6 meses
- Regeneración axonal proximal a distal: variable, depende de distancia, es el que requiere mayor tiempo y procesos celulares.

Cuando una lesión nerviosa involucra <30% de pérdida axonal los primeros 4 mecanismos pueden promover una recuperación completa, sobre todo la reinervación colateral. Cuando hay una pérdida axonal >30% el proceso de recuperación depende proporcionalmente en mayor grado de la regeneración axonal <sup>8</sup>.

El manejo por parte de medicina de rehabilitación puede favorecer todos estos mecanismos de diversas formas, pero el que ha cobrado mayor auge en los últimos años es la

regeneración axonal dependiente de distancia. La estimulación eléctrica históricamente se ha utilizado para mantener el trofismo muscular. Actualmente también se usa la aplicación sobre el cabo proximal del nervio lesionado con el objetivo de promover el brote axonal y aumentar la velocidad de regeneración de este <sup>9</sup>.

El fundamento principal sobre el que se basaba la regeneración axonal ha sido la distancia, con un crecimiento de 1-3 mm por día, con el principio aunado de pérdida de miofibrillas, células satélites y el reemplazo fibrótico de los músculos a los 18-24 meses posterior a una lesión. La ventana de mayor importancia son los primeros meses tras la lesión, sobre todo el primer mes. Las células de Schwann producen y reciben numerosos factores que retroalimentan el proceso de reinervación, pero se ha visto que desde los 30 días comienzan a atrofiarse, y los factores de crecimiento disminuyen de manera importante, siendo la célula de Schwann y no el músculo el factor limitante más importante. Un punto importante en esta primera etapa es el crecimiento desorganizado de los axones a través del sitio de lesión, el cual es otro factor que retrasa la regeneración por lo que se debe tener en cuenta antes de que se dé la regla de 1-3 mm por día dependiente del transporte axonal lento. <sup>10</sup>

#### Pronóstico de recuperación en lesiones traumáticas

Las secuelas afectan la calidad de vida de los pacientes y su reintegración a actividades de la vida diaria, recreativas y laborales. La comprensión de los procesos patológicos y de regeneración axonal juegan un papel relevante en la atención de los procesos de rehabilitación. Los principales elementos asociados al pronóstico de recuperación en una lesión traumática de nervio periférico son la distancia del sitio de lesión al órgano blanco, la degeneración walleriana, el compromiso de las envolturas de tejido conectivo y la viabilidad del órgano terminal, hablar de regeneración nerviosa no es sinónimo de recuperación funcional. Otros factores son: el nervio que haya sufrido la lesión, la edad del paciente, el tamaño de la brecha nerviosa ocasionada por la lesión y en el caso de los pacientes que reciben algún tipo de tratamiento quirúrgico el tiempo entre la lesión y el procedimiento <sup>6</sup>

La presencia de un tubo endoneural intacto con mayor frecuencia conduce a un mejor resultado de regeneración. Así, las lesiones de grado II de Sunderland, que confieren daño a los axones solos sin ningún daño al tejido conectivo circundante, tiene condiciones óptimas para el crecimiento axonal. Lo contrario sucede en las lesiones de grado III y IV donde no solo tienen un tubo endoneural roto que le dificulta el crecimiento, también tienen mayor tejido cicatricial en formación que puede ser un elemento disuasivo para el cono de crecimiento axonal. El crecimiento axonal puede ser desorganizado y ocasionar inervaciones anómalas en la caso de axones motores, dolor neuropático en el caso de axones sensitivos o crecimiento de neuromas <sup>11 12</sup>.

Cuanto más distal es la lesión de la neurona, más probable es que exista algún tipo de recuperación por la cercanía al órgano blanco. Las lesiones más cercanas a los somas neuronales y lejanas al órgano blanco tienen pocas posibilidades de hacer uso del crecimiento axonal y si son muy cercanas al soma pueden desencadenar muerte neuronal programada. La longitud de la brecha se correlaciona negativamente con una regeneración exitosa, vinculando el tamaño de la lesión a la fidelidad del crecimiento axonal <sup>13</sup>.

#### Electromiografía Cuantitativa

A niveles bajos de contracción muscular, se pueden identificar y medir PAUM (potencial de acción de unidad motora, es el potencial derivado de la activación del número de fibras musculares inervadas por un mismo axón o unidad motora) individuales, a medida que el nivel de fuerza aumenta, el número y la velocidad de disparo de las unidades motoras activas aumentan y resulta difícil identificar potenciales individuales. La actividad, entonces, se describe como un patrón de interferencia en el que los PAUM individuales se superponen a otros <sup>14</sup>. Se han medido muchas propiedades diferentes del patrón de interferencia. El número de giros se mide con frecuencia. Los giros representan un cambio en la dirección de la señal de al menos 50 uV. Los giros reflejan indirectamente el número de PAUM activos, la proporción de PAUM polifásicos y la velocidad de disparo. Un giro puede reflejar un pico, una interacción entre PAUM superpuestos o ruido. Los cruces de línea de base o cero son la cantidad de cruces de tensión de la línea de base por unidad de tiempo. El tiempo en

milisegundos entre los giros o los picos se puede medir como intervalos de tiempo, que tienen una utilidad clínica considerable<sup>15 16</sup>.

La amplitud se mide como la diferencia de potencial entre giros sucesivos. La amplitud acumulada es la amplitud total de los giros durante un tiempo determinado. La división de la amplitud acumulada para un intervalo de tiempo fijo por el número de vueltas durante ese mismo intervalo define la amplitud media. Los datos también se expresan como una relación llamada relación de giros/amplitud, que se deriva del número de vueltas para un determinado intervalo de tiempo dividido por la amplitud media para ese mismo intervalo. Otros han medido el valor máximo de la relación giros / amplitud para todos los sitios probados y lo han llamado la relación máxima (peak ratio), la cual se ha considerado una medida útil para distinguir entre sujetos normales y pacientes con enfermedad neuromuscular. En las miopatías los giros por segundo aumentaron y la amplitud por turno disminuyó. En la pérdida neuronal o axonal con datos de reinervación, la amplitud por turno aumenta y los giros por segundo disminuyen.

Fuglsang-Frederiksen<sup>14</sup> obtuvo resultados más consistentes utilizando una fuerza contráctil fraccional del 30% de la fuerza voluntaria máxima y consideró necesario registrar desde múltiples sitios. La variable más sensible fue la relación entre el número de vueltas y la amplitud media de giro en miopatías y la disminución en el número de giros en trastornos neuropáticos. El análisis del patrón de interferencia no reemplazó la evaluación de PAUM individuales, pero aumentó la sensibilidad y la especificidad.

Stalberg y Sanders representaron el análisis del patrón de interferencia gráficamente en un diagrama de dispersión sin un control cuidadoso de la fuerza. Con una contracción constante durante 1 segundo y descanso de un segundo entre épocas, la fuerza varió de leve a máxima. Se usaron agujas concéntricas o monopolares estándar. La aguja se movió a un lugar en el músculo donde se obtuvo un patrón "puntiagudo". Los filtros se establecieron a una frecuencia lineal baja de 3,2 Hz y una frecuencia lineal alta de 8 kHz. La sensibilidad fue variada entre 200 y 1000. Veinte épocas fueron registradas en cada músculo. Las vueltas por segundo se representaron frente a la amplitud media por turno. En los músculos normales, los puntos de datos caen dentro de una llamada nube normal. En las miopatías,

los puntos de datos caen por debajo de la nube normal, debido a giros excesivos y baja amplitud. En los trastornos neuropáticos, los puntos de datos caen por encima. evaluó prospectivamente a 239 pacientes remitidos para el análisis cuantitativo de MUP. Descubrieron que el análisis del patrón de interferencia con la técnica de Stalberg era más sensible y específico que la medición cuantitativa de MUP al esfuerzo mínimo o EMG semicuantitativa en la detección de miopatías o neuropatías <sup>17</sup>.

Otro método menos común es la aplicación de transformadas rápidas de Fourier al patrón de interferencia para obtener la potencia del patrón de interferencia a diferentes frecuencias. Esto se puede calcular y mostrar en todo el espectro de frecuencia o en frecuencias específicas <sup>14</sup>. El patrón de interferencia se puede describir matemáticamente como una suma de ondas sinusoidales de diferentes frecuencias que utilizan la transformación rápida de Fourier. El patrón de interferencia puede caracterizarse de acuerdo con la densidad de potencia que contiene en diversas frecuencias. La forma precisa del espectro de potencia del patrón de interferencia depende de las características de los electrodos de registro y las características de los instrumentos. La forma es generalmente una "U" invertida, con un pico o meseta amplio entre 100 y 500 Hz, y la potencia cae a 0 a aproximadamente entre 800-2000 Hz. Los componentes de frecuencia más baja (10-50 Hz) del espectro de potencia tienden a reflejar la tasa de disparo de los PAUM.

### Justificación

La recuperación de la función motora en una lesión de nervio periférico es incierta y dependiendo del grado de lesión, generalmente es incompleta. La información disponible sugiere que, aunque algunos casos recuperan función motora y sensitiva, las secuelas y discapacidad son comunes en aquellos con compromiso axonal. Son pocos los estudios que han explorado la evolución de la función motora en relación con los estudios electrofisiológicos. Las clasificaciones utilizadas actualmente hacen uso de conceptos histológicos que en la práctica son difícil de aplicar y generalmente son necesarios dos estudios electrofisiológicos para poder establecer una clasificación más objetiva y quizá un pronóstico. La electromiografía cuantitativa ofrece parámetros objetivos y reproducibles de la actividad bioeléctrica muscular generada durante la activación muscular. La asociación

entre los resultados de este estudio y la recuperación motora podría ayudarnos a tener nuevos parámetros electrofisiológicos de clasificación y pronóstico de recuperación de fuerza en una lesión de nervio periférico.

### Planteamiento del problema

La lesión traumática de nervio periférico es una patología que ocasiona discapacidad de diferente grado, existen pocos avances en el conocimiento de la regeneración axonal motora, y hasta el momento la predicción de la recuperación de la fuerza es incierta. Las clasificaciones disponibles se basan principalmente en conceptos histológicos y su correlación electrofisiológica es aún incierta. La electromiografía cuantitativa es una herramienta accesible, rápida y fácil de realizar que brinda parámetros numéricos objetivos que pueden ser de utilidad en el estudio de la evolución de la función motora en una lesión traumática de nervio periférico. Sus parámetros podrían utilizarse tanto en la clasificación como en el pronóstico de recuperación. de donde surge la siguiente pregunta de investigación:

¿El análisis de patron de interferencia es un procedimiento util para evaluar el pronostico de la lesion de nervio periferico?

### Metodología

Es un estudio longitudinal de cohorte prospectiva, observacional, analítico. Con un universo de trabajo de pacientes con diagnostico de lesión traumática de nervio periférico con déficit neurológico sensitivo y motor. Los cuales deberán tener los siguientes criterios de Inclusión:

- Diagnóstico clínico y electrofisiológico de lesión de nervio periférico.
- Presentar un déficit motor caracterizado por una puntuación en la. escala de Daniels de 1 al 3
- Lesión traumática de nervio periférico de cualquier etiología que tenga un punto específico en el tiempo de inicio y un causal específico.
- Aceptar de forma voluntaria la realización del estudio electrofisiológico.
- Consentir por medio de consentimiento informado su participación en el estudio.

### Criterios de Exclusión

- Hallazgos anormales en estudios de conducción nerviosa convencionales que sea compatible con otro diagnóstico neuromuscular.
- Que no toleré el estudio de electromiografía con aguja.

### Criterios de Eliminación

- Que no acuda a valoraciones posteriores.
- Retiro voluntario del estudio.

Los estudios se realizaron en el departamento de electromiografía del Instituto Nacional Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” El equipo utilizado será un VikingQuest software 10.2.

Se obtuvieron las pruebas electrofisiológicas convencionales de velocidad de conducción motora y sensitiva de los nervios involucrados. Utilizando un electrodo de aguja se realizó la electromiografía de músculos inervados por el nervio involucrado, se buscó un músculo distal y uno proximal, dependiendo del sitio de lesión y las características propias de cada nervio. En el cual se vio los datos de denervación caracterizado por la presencia de ondas positivas o fibrilaciones, y potenciales de acción de unidad motora (PAUM) de amplitud y duración aumentada con polifasia y reclutamiento disminuido. Se detectó que la aguja se encuentra en la posición correcta del músculo denervado.

Se realizó el análisis cuantitativo de patrón de interferencia con esfuerzo máxima por parte, registrando en total 5 épocas de 1 segundo de duración en dos posiciones diferentes de la aguja en el mismo músculo. Obteniendo los parámetros de giros por segundo, amplitud media del giro, índice de relación giro amplitud y el espectro de potencia de la actividad electromiográfica.

La evaluación clínica de la fuerza muscular se realizó utilizando la escala Daniels, que mide de 0 a 5 la fuerza muscular del movimiento de la articulación involucrado de acuerdo con el nervio afectado. Se realizará como complemento exploración sensitiva utilizando la prueba del monofilamento, la búsqueda de la maniobra de provocación tincl y la presencia o ausencia de dolor neuropático en el territorio sensitivo involucrado.

Así mismo se contactó a los pacientes vía telefónica registrándose la evolución clínica en la

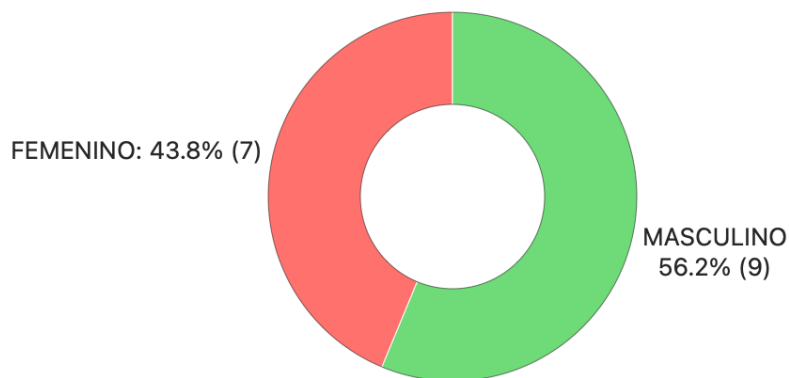
recuperación de fuerza muscular y sensibilidad.

### Cálculo del tamaño de muestra

Se utilizó la fórmula para la correlación de dos variables cuantitativas y se utilizó la correlación entre la evaluación pronóstica de la recuperación de fuerza y sensibilidad en lesiones traumáticas de extremidad superior realizada por Hundepool et al <sup>18</sup>. donde se obtuvo una correlación  $r = 0.47$  significativa, se busca un nivel de error alfa de 0.05 y un error beta de 0.1, obteniendo un total de 38 pacientes.

### Resultados

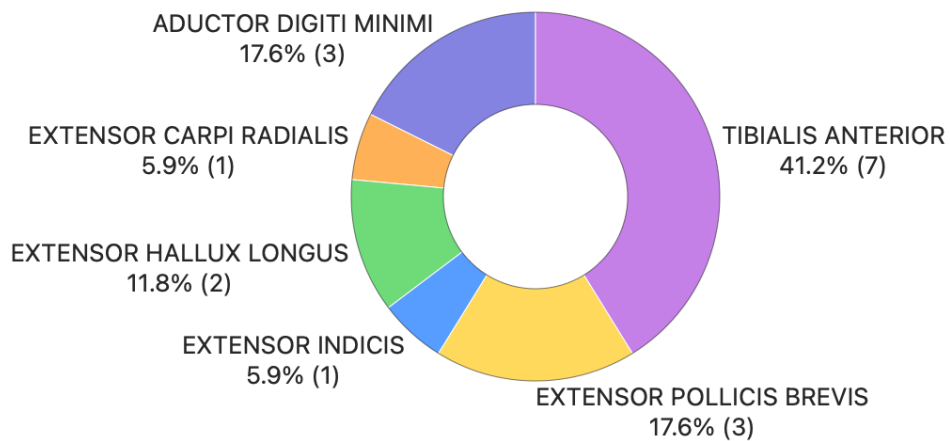
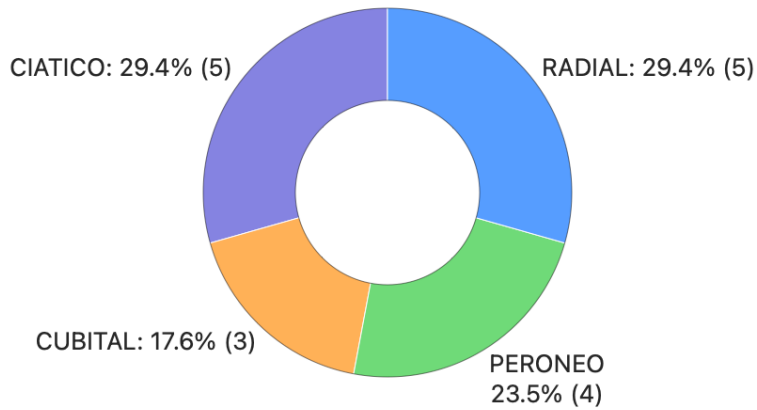
Se obtuvieron parámetros cuantitativos del análisis del patrón de interferencia en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, con una N total de 17 pacientes, de los cuales fueron 7 pacientes femeninos (43.8%) y 9 pacientes masculinos (56.2%), como se muestra en la grafica 1.



Grafica 1

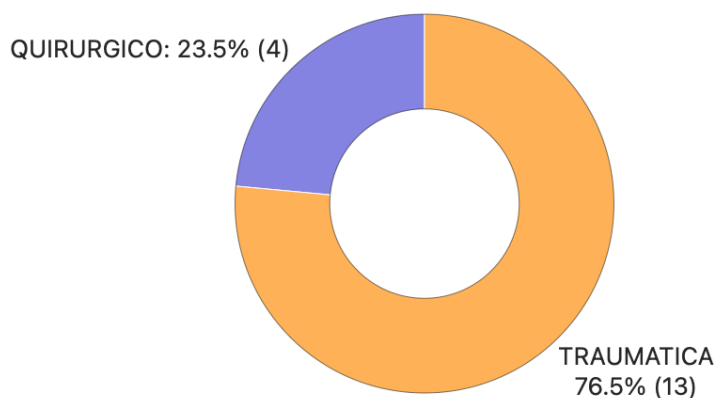
De los cuales se estudiaron lesiones de 5 nervios ciáticos, 5 nervios radiales, 3 nervios cubitales y 3 nervios peroneos. Para nervio radial; se estudio el musculo extensor carpi radialis, extensor indicis propius, extensor pollicis brevis. Para el nervio cubital se estudio el aductor digiti minimi, para el nervio peroneo se estudio el músculo tibialis anterior y extensor hallux longus. Como se muestra en la grafica 2.





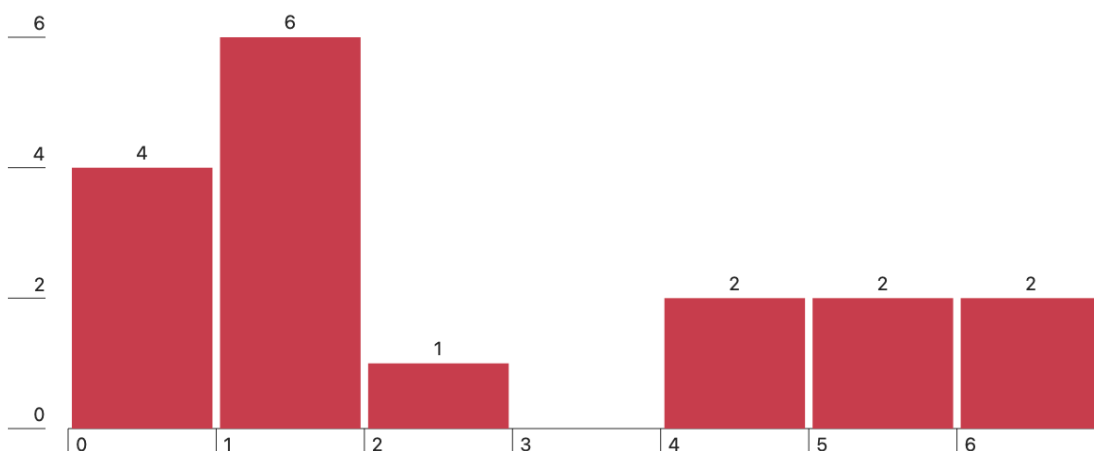
*Grafica 2 nervios y musculos*

Se obtuvo 2 tipos de etiología, quirúrgica (23.5%) y traumática (76.5%).



Grafica 3 Etiologia

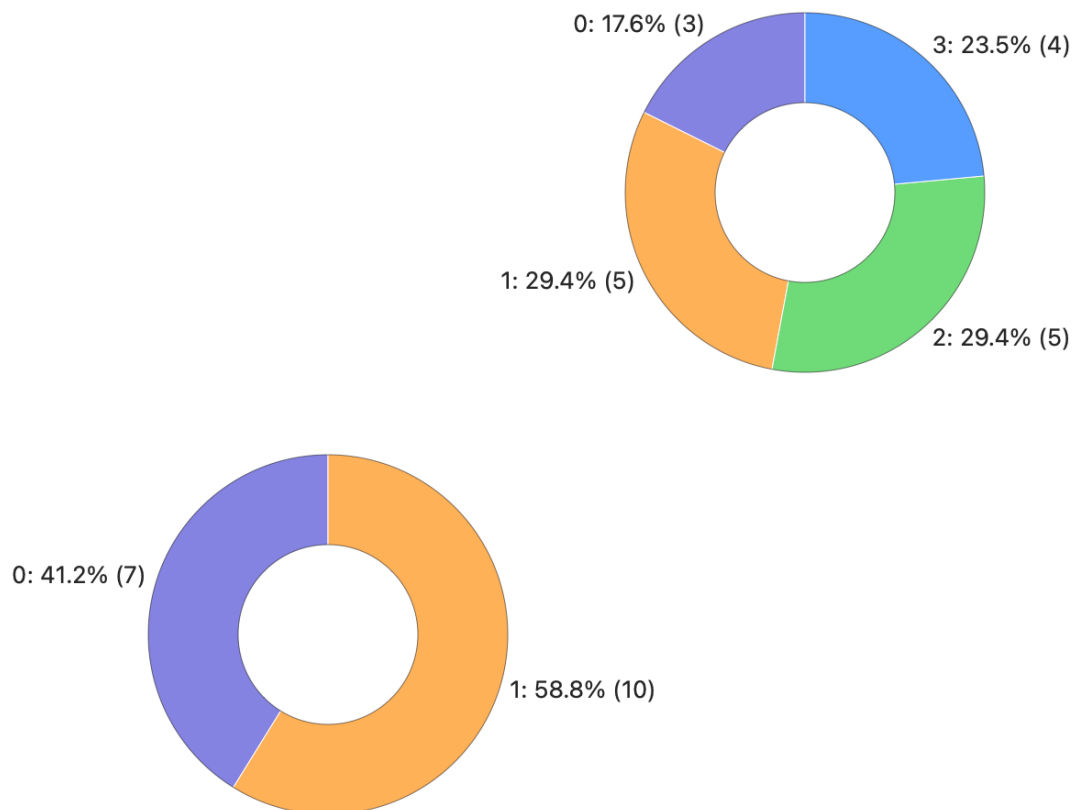
De la población estudiada 4 pacientes presentaban un tiempo de evolución menor a 1 mes, 6 pacientes con 1 mes de evolución, 1 paciente con 2 meses de evolución, 2 pacientes con 4 meses de evolución, 2 pacientes con 5 meses de evolución y 2 pacientes con 6 meses de evolución al momento del estudio de la electromiografía. (grafica 4).



Grafica 4. tiempo de evolucion

Los músculos tenían fuerza de 0 a 3 según la escala de la MRC, 3 pacientes con una fuerza de 0 (17.6%), 5 con fuerza de 1 (29.4), 5 con fuerza de 2 (29.4%) y 4 con fuerza de 3 (23.5%).

A la exploración de tacto fino con un puntaje que va del 2 siendo normal, 1 Alterada (sea sensación disminuida o deficiente o hipersensibilidad) y 0 ausente. Todos con una sensibilidad alterada entre 1 y 0. (Grafica 5)



Grafica 5, fuerza y sensibilidad

Relación entre el análisis individual de unidad motora y el análisis cuantitativo del patrón de interferencia.

Los datos sugestivos de reinervación, son la polifasia, el aumento de la duración y la amplitud, esto en un periodo subagudo que puede presentarse a partir de 2 a 3 semanas. Encontramos que los datos que correlacionan fuertemente entre el análisis individual del PAUM y el análisis cuantitativo del patrón de interferencia fueron:

Las fases correlacionan con los giros por segundo ( $r=0.78$ ), el índice MT ( $r=0.76$ ) y con el RMS (root median square) ( $r=0.67$ ). La amplitud correlaciona con los giros por segundo ( $r=0.73$ ), amplitud media de giros ( $r=0.73$ ), frecuencia mediana ( $r=0.66$ ) y el RMS (root median square) ( $r=0.86$ ). (tabla 1)

	Amplitud	Duracion	Fases
Giros por segundo (T)	0.73	0.48	0.78
Amplitud media de giros (M)	0.73	0.46	0.47
Indice MT	0.32	0.51	0.76
Frecuencia media	0.57	0.46	0.59
Frecuencia mediana	0.66	0.34	0.51
RMS (root median square)	0.86	0.47	0.67

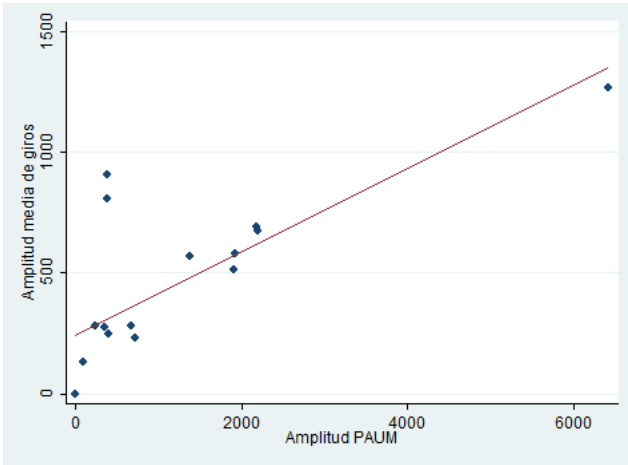
Tabla 1 correlación entre Análisis de patrón de interferencia cuantitativo vs cualitativo

Se buscaron relaciones entre variables clínicas de fuerza y sensibilidad con las variables cuantitativas y se encontraron las siguientes:

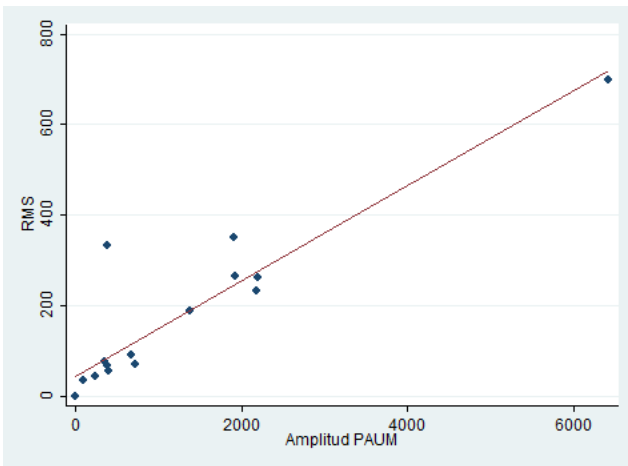
La fuerza tiene una correlación positiva con los giros por segundo ( $r=0.64$ ), así como el RMS ( $r=0.8$ ). La sensibilidad con el índice MT. (Tabla 2)

	Fuerza	Sensibilidad
Giros por segundo	0.64	0.36
amplitud media de giros	0.55	0.07
Indice MT	0.52	0.63
Frecuencia media	0.33	0.39
Frecuencia mediana	0.39	0.42
RMS	0.8	0.44

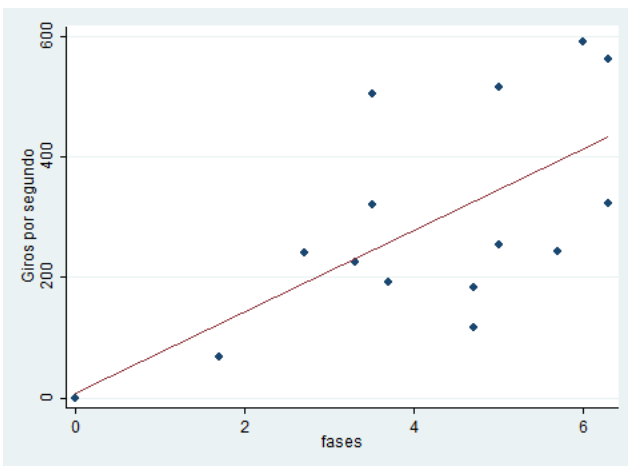
Tabla 2 correlacion de analisis de patron de interferencia vs Fuerza y sensibilidad



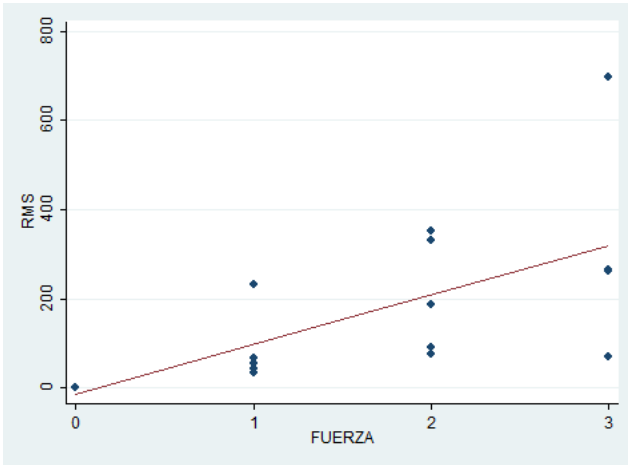
Grafica 6, correlación de la Amplitud de giros con la amplitud del potencial de acción de unidad motora



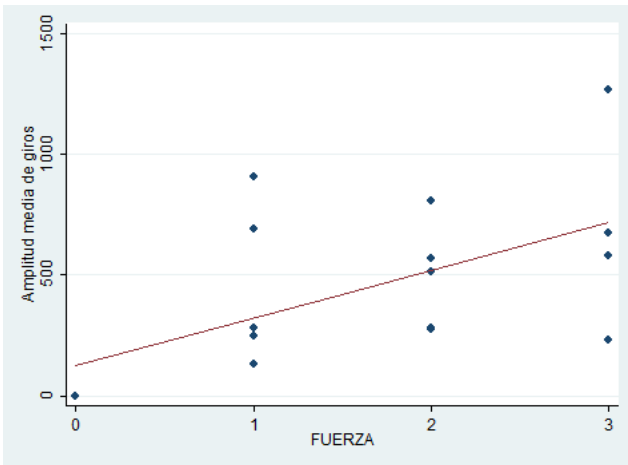
Grafica 7, correlación de la RMS con amplitud del potencial de acción de unidad motora



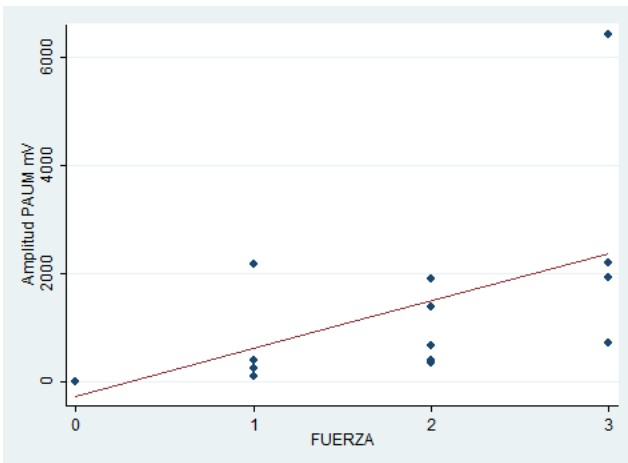
Grafica 8 Correlación de la de giros por segundo con las fases



Grafica 9, Correlación entre RMS con fuerza



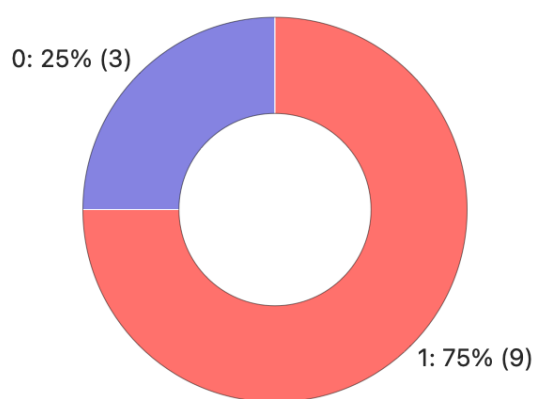
Grafica 10, Correlación de la Amplitud de giros con la Fuerza



Grafica 11, Correlación de la Amplitud del potencial de acción de unidad motora con la Fuerza

Se realizó un análisis de regresión lineal simple y múltiple, entre variables electrofisiológicas de rutina, cuantitativas y clínicas con el porcentaje de recuperación motora entre 6 meses y 1 año posterior al estudio de electromiografía.

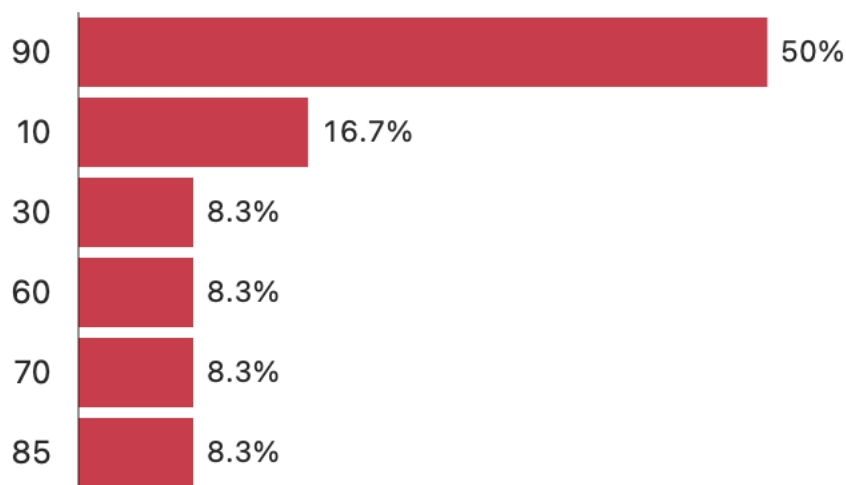
Se analizaron prospectivamente en total 11 pacientes, 12 nervios, de los cuales por medio de entrevista telefónica se les interrogó sobre porcentaje de recuperación de la fuerza de la zona lesionada, así como la persistencia de síntomas sensitivos como disestesia, parestesia o datos de dolor neuropático.



*Grafica 12, pacientes con recuperación de fuerza de la zona lesionada*

De los cuales 9 pacientes reportaron una mejoría significativa de la fuerza expresada con un porcentaje igual o mayor al 50 %, junto con independencia para las actividades de la vida diaria. De estos 3 pacientes reportaron verbalmente cero mejorías o mejorías del 10 %. Solo

3 pacientes reportan ausencia de síntomas sensitivos.



Grafica 13 porcentaje de mejoría

En un análisis de regresión lineal múltiple se encontró que las variables de conducción motora, amplitud distal y velocidad de conducción; presentan el mayor porcentaje de relación con la recuperación ( $R^2=0.5$ ). Y de las variables cuantitativas es el análisis de frecuencias el que presenta el mayor porcentaje de relación con la recuperación ( $R^2=0.4$ ) este análisis cuantitativo es mayor que el análisis individual de PAUM ( $R^2=0.31$ ). Un análisis múltiple que combina variables de neuroconducción con variables de análisis de frecuencias arroja una  $R^2 = 0.6$ . la combinación de variables de neuroconducción, frecuencias y fuerza arroja una  $r^2$  de 0.8.

En el análisis individual vemos que la variable que se relaciona mejor con recuperación es la velocidad de conducción expresada en m/s de la conducción motora con  $r^2=0.46$ . el resto de las variables como RMS, fuerza, amplitud del PAUM Y amplitud del CMAP de forma individual alcanzan aproximadamente  $r^2=0.2$  y el tiempo de evolución tuvo una  $r^2=0.8$

Variabes	$R^2$
Neuroconducción (Amp CMAP+VC+SNAP)	0.5
Análisis individual PAUM (Amplitud+duración+ fases)	0.34



Análisis Patrón de interferencia en tiempo (M+T)	0.31
Análisis frecuencias (RMS+Frecuencia media)	0.4
Neuroconducción +Frecuencias	0.6
Fuerza amplitud distal+velocidad de conduccion+RMS	0.8*
Fuerza	0.28
Velocidad de conducción	0.46*
RMS	0.22
Fases	0.2
Amplitud distal	0.28
*P<0.05	

Tabla 3 Variables  $r^2$

### Probabilidad de recuperación de la fuerza

El 88% de los pacientes que presentaron actividad electromiográfica presentaron recuperación motora significativa. En comparación con 100% de aquellos que presentaron CMAP evocado por conducción motora. La ausencia de actividad de CMAP no predijo mejor aquellos que no tendrían recuperación motora significativa. Con las tablas de contingencia se encuentra una sensibilidad de 88% para el estudio de electromiografía. El estudio de conducción nerviosa muestra una sensibilidad de 77%. Los *Odds ratio* fueron de .75 Y .58 respectivamente.

	Recuperación motora	No recuperación motora
Actividad EMG detectada	8	1
Sin actividad EMG	1	2
CMAP registrado	7	0
CMAP NO registrado	2	3

Tabla 4 probabilidad de recuperación

## Discusión

La lesión de nervio periférico sigue siendo un reto para la medicina de rehabilitación, al ser una causa de morbilidad entre la población económicamente activa. Muchos de los estudios sobre el pronóstico de recuperación son retrospectivos. Es posible un grado mucho mayor de estandarización en estudios prospectivos con respecto a la inclusión/exclusión de sujetos, qué medidas de EDX se obtienen y qué resultados se evalúan<sup>2</sup>. Nuestro estudio se realizó de manera prospectiva en 17 pacientes. Aunque se tiene información sobre el pronóstico que da la actividad evocada por neuroconducción, nuestro estudio buscaba estudiar el posible papel de la electromiografía cuantitativa, tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia, en el pronóstico de recuperación de la función motora<sup>3</sup>.

Los hallazgos que mostramos en este momento muestran que la evaluación cuantitativa no muestra más información de lo que da la neuroconducción motora, sin embargo, si aporta un mayor porcentaje de relación de recuperación que lo hace el análisis individual de la unidad motora en el estudio de electromiografía<sup>2</sup>. El análisis conjunto de la evaluación clínica de la fuerza, los estudios de conducción motora y las variables cuantitativas mostraron un 80% de relación con el porcentaje de mejoría en las lesiones de nervio periférico.

En esta muestra afortunadamente se encontró una alta tasa de recuperación significativa de la fuerza de aproximadamente 75%, a pesar de que en algunos pacientes hubo ausencia de CMAP registrado o este fue de muy baja amplitud. El registro de algunos datos de activación muscular en el registro con aguja tuvo la mayor sensibilidad para detectar pacientes con recuperación significativa<sup>4</sup>. Esto debe ser relevante para el médico rehabilitador en aplicar todas las medidas disponibles de rehabilitación de manera temprana en pacientes, incluso si estos aparentan lesiones muy severas. Aquellos pacientes con ausencia de CMAP y de actividad electromiográfica podrían ser candidatos a algunas opciones quirúrgicas.

Dentro de los valores que encontramos con relación con una mayor recuperación llama la atención que la velocidad de conducción fue el que más se relacionó con una mejor

respuesta prospectiva de la fuerza, incluso mas que la amplitud del CMAP o las características de análisis de PAUM.

El analisis del patron de interferencia es útil puesto que valora el reclutamiento de las unidades motoras; éste se valora globalmente con el análisis de distintas variables: la frecuencia de disparos de los componentes, la amplitud de las señales, la morfología y el tamaño de las unidades motoras reclutadas con diferentes grados de fuerza de la activación muscular voluntaria

No se tiene constancia de que exista la aplicación de analisis del patron de interferencia para el estudio de la lesion de nervio periferico, con los resultados obtenidos se confirma que existe una clara evidencia de datos de reinervacion a las 2 semanas del insulto al nervio. Se obtuvieron datos lo cuales se establecieron el dominio de la frecuencia conytribuye a una predicion de recupracion en una lesión de nervio periferico

En el pronóstico funcional de los músculos afectados por la lesión traumática de nervio periférico, encontramos una asociación con la capacidad motora residual, el CMAP y las variables en el dominio de la frecuencia del patrón de interferencia, esto puede permitir generar elementos útiles para la planificación y desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas durante periodos críticos de plasticidad nerviosa.

Se espera que los hallazgos resultantes sirvan como base para futuras investigaciones enfocadas en el desarrollo de herramientas para la valoración eficaz, las cuales proporcionen información útil para la predicción de la recuperación motora y de esta forma disminuir la carga global de enfermedad y el grado de discapacidad que genera este tipo de patologías.

Las principales limitaciones de nuestro estudio: son la muestra reducida y las perdidas esperadas al ser un estudio prospectivo. También los posibles efectos de la pandemia en estas variables. La evaluación se realiza de manera telefónica por lo que existe un sesgo en el análisis prospectivo. Sin embargo, son pocos los estudios que hayan evaluado prospectivamente la lesión de nervio periférico, que en esta pequeña muestra hemos encontrado una alta tasa de recuperación.

## Conclusión

La fuerza residual y la velocidad de conducción nerviosa del CMAP, fueron las variables que más se relacionan con una recuperación motora significativa en una lesión de nervio periférico. En conjunto las variables de neuroconducción con las variables cuantitativas del patrón de interferencia también se relacionan a predecir una mejor recuperación. La actividad electromiográfica residual tiene una sensibilidad alta para el pronóstico de recuperación motora. En esta muestra la tasa de recuperación motora significativa fue del 75%.

## Bibliografía:

1. Wang, M. L., Rivlin, M., Graham, J. G. & Beredjikian, P. K. Peripheral nerve injury, scarring, and recovery. *Connect. Tissue Res.* 60, 3–9 (2019).
2. Robinson, L. R. How electrodiagnosis predicts clinical outcome of focal peripheral nerve lesions. *Muscle and Nerve* 52, 321–333 (2015).
3. Robinson, L. R. Predicting Recovery from Peripheral Nerve Trauma. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 29, 721–733 (2018).
4. Robinson, L. R. Traumatic injury to peripheral nerves. *Muscle and Nerve* 23, 863–873 (2000).
5. Campbell, W. W. Evaluation and management of peripheral nerve injury. *Clin. Neurophysiol.* 119, 1951–1965 (2008).
6. Menorca, R. M. G., Fussell, T. S. & Elfar, J. C. Nerve physiology. Mechanisms of injury and recovery. *Hand Clin.* 29, 317–330 (2013).
7. Robinson, L. R. Assessment of traumatic nerve injuries. *AANEM Course G* (2005).
8. Quan, D. & Bird, S. Nerve conduction studies and electromyography in the evaluation of peripheral nerve injuries. *Univ Pa Orthop J* 12, 45–51 (1999).
9. Willand, M. P., Nguyen, M. A., Borschel, G. H. & Gordon, T. Electrical Stimulation to Promote Peripheral Nerve Regeneration. *Neurorehabil. Neural Repair* 30, 490–496 (2016).
10. Willand, M. P. Electrical stimulation enhances reinnervation after nerve injury. *Eur. J. Transl. Myol.* 25, 243 (2015).

11. Ruijs, A. C. J., Jaquet, J. B., Kalmijn, S., Giele, H. & Hovius, S. E. R. Median and ulnar nerve injuries: A meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair. *Plast. Reconstr. Surg.* 116, 484–494 (2005).
12. Lundborg, G. A 25-year perspective of peripheral nerve surgery: Evolving neuroscientific concepts and clinical significance. *J. Hand Surg. Am.* 25, 391–414 (2000).
13. Lundborg, G. & Rosén, B. Hand function after nerve repair. *Acta Physiol.* 189, 207–217 (2007).
14. Fuglsang-Frederiksen, A. The utility of interference pattern analysis. *Muscle and Nerve* 23, 18–36 (2000).
15. Liguori, R., Dahl, K., Fuglsang-Frederiksen, A. & Trojaborg, W. Turns-amplitude analysis of the electromyographic recruitment pattern disregarding force measurement. II. Findings in patients with neuromuscular disorders. *Muscle Nerve* 15, 1319–1324 (1992).
16. Nirikko, A. C., Rösler, K. M. & Hess, C. W. Sensitivity and specificity of needle electromyography: a prospective study comparing automated interference pattern analysis with single motor unit potential analysis. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 97, 1–10 (1995).
17. Sanders, D. B., Stålberg, E. V & Nandedkar, S. D. Analysis of the electromyographic interference pattern. *J. Clin. Neurophysiol. Off. Publ. Am. Electroencephalogr. Soc.* 13, 385–400 (1996).
18. Hundepool, C. A., Ultee, J., Nijhuis, T. H. J., Houpt, P. & Hovius, S. E. R. Prognostic factors for outcome after median, ulnar, and combined median-ulnar nerve injuries: a prospective study. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 68, 1–8 (2015).