

electromiografía (EMG) – electromyography (EMG)

Authored by
memjavad

January 15, 2026

RECOMMENDED CITATION

memjavad (2026). *electromiografía (EMG) – electromyography (EMG)*. Spanish Psychological Databases. Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=8347>

Electromiografía (EMG)

Primary Disciplinary Field(s): [Neurofisiología Clínica](#), Neurología, Medicina Física y Rehabilitación, Bioingeniería.

1. Definición y Fundamentos Físicos

La **electromiografía** (EMG) es una técnica diagnóstica crucial en neurofisiología clínica que se utiliza para evaluar la salud de los músculos y las neuronas que los controlan, conocidas como neuronas motoras. Estas neuronas motoras transmiten señales eléctricas que provocan la contracción muscular. La EMG registra estas señales, transformando la actividad bioeléctrica compleja de las fibras musculares en patrones gráficos o acústicos que pueden ser analizados por un especialista. El principio fundamental reside en la capacidad del músculo para generar un potencial de acción. Cuando una neurona motora se activa, libera acetilcolina en la placa motora, desencadenando la despolarización de la membrana muscular y generando un potencial de acción muscular. La EMG mide la suma de estos potenciales de acción de las unidades motoras, tanto en reposo como durante la contracción voluntaria.

La base física de la EMG se centra en la captación y amplificación de las diferencias de potencial eléctrico generadas por la actividad iónica a través de las membranas celulares musculares. Estas señales son inherentemente pequeñas (del orden de microvoltios a milivoltios) y deben ser amplificadas significativamente y filtradas para eliminar el ruido ambiental o los artefactos. Es vital comprender que la señal registrada no es el potencial de acción individual de una sola fibra, sino la superposición temporal y espacial de los potenciales de acción de todas las fibras que componen una [unidad motora](#) (UM). El análisis de la forma, amplitud, duración y frecuencia de estos potenciales de unidad motora (PUM) es lo que permite al clínico diferenciar entre patologías de origen neuropático y miopático.

La importancia del entorno de medición es crítica; dado que las señales son eléctricas, cualquier interferencia externa puede distorsionar los resultados. Por ello, los equipos de EMG modernos están diseñados con amplificadores diferenciales de alta impedancia y tasas de rechazo de modo común elevadas, minimizando la influencia de campos electromagnéticos externos. Además, la temperatura del tejido y el estado de la piel son factores determinantes, ya que afectan la conductividad y la velocidad de conducción nerviosa, lo que requiere estandarización de los protocolos para garantizar la validez y fiabilidad de los datos obtenidos en un entorno clínico.

2. Desarrollo Histórico y Etimología

El término **electromiografía** se compone de las raíces griegas *elektron* (ámbar, refiriéndose a la electricidad), *mys* (músculo), y *graphia* (escritura o registro). El estudio de la electricidad animal y muscular tiene sus raíces en los experimentos pioneros de [Luigi Galvani](#) a finales del siglo XVIII,

quien demostró que los músculos de las ranas podían contraerse mediante estimulación eléctrica. Este trabajo sentó las bases de la bioelectricidad, aunque la capacidad de registrar directamente la actividad muscular tardaría más de un siglo en desarrollarse tecnológicamente.

El verdadero avance hacia la EMG moderna ocurrió a mediados del siglo XIX con el trabajo de Emil Du Bois-Reymond, considerado el padre de la electrofisiología. Du Bois-Reymond fue el primero en demostrar la existencia de corrientes eléctricas asociadas a la contracción muscular voluntaria en humanos. Sin embargo, los primeros registros gráficos fiables de la actividad eléctrica muscular solo se hicieron posibles con la invención de galvanómetros más sensibles y, posteriormente, con el desarrollo del osciloscopio de rayos catódicos en el siglo XX. El uso clínico sistemático de la EMG, tal como lo conocemos hoy, comenzó a tomar forma en las décadas de 1930 y 1940, impulsado por investigadores como Edgar Adrian y D. W. G. Liddell, quienes utilizaron agujas coaxiales para registrar la actividad de unidades motoras individuales.

La estandarización de las técnicas y la comprensión de los patrones patológicos, crucial para el diagnóstico clínico, se consolidaron en la segunda mitad del siglo XX. El desarrollo de la electromiografía de superficie (sEMG) en paralelo permitió la investigación no invasiva de la fatiga muscular y la biomecánica, expandiendo el alcance de la técnica más allá del ámbito puramente neurológico hacia la medicina deportiva y la ergonomía. Hoy en día, la EMG es una herramienta indispensable, cuyo desarrollo histórico refleja la evolución de la tecnología de registro eléctrico y la comprensión de la fisiología neuromuscular.

3. Tipos de Electromiografía

La práctica clínica y la investigación distinguen principalmente dos tipos de electromiografía, diferenciadas por el método de captación de la señal: la **electromiografía de aguja** (invasiva) y la **electromiografía de superficie** (no invasiva). La elección del método depende del objetivo diagnóstico o de investigación, proporcionando cada uno información complementaria sobre la función muscular.

La **EMG de aguja** es el estándar de oro para el diagnóstico de trastornos neuromusculares. Este procedimiento implica la inserción de un electrodo de aguja concéntrico (o monopolar) a través de la piel hasta el músculo. La aguja actúa como un electrodo de registro que capta la actividad bioeléctrica de las fibras musculares adyacentes a su punta. Este método permite el análisis detallado de los potenciales de unidad motora (PUM), tanto en reposo como durante la contracción leve y máxima. El análisis incluye la detección de actividad espontánea anormal (como fibrilaciones o ondas positivas lentas), que son signos patognomónicos de denervación o inestabilidad de la membrana muscular, y la evaluación de los cambios en la morfología y el patrón de reclutamiento de los PUM, lo cual es fundamental para distinguir entre miopatías (trastornos musculares primarios) y neuropatías (trastornos nerviosos periféricos).

En contraste, la **EMG de superficie** (sEMG) utiliza electrodos colocados sobre la piel, directamente encima del músculo de interés. Al ser no invasiva, la sEMG no puede registrar la actividad de unidades motoras individuales con la misma precisión que la EMG de aguja; en su lugar, registra la actividad global o masiva de muchos potenciales de acción musculares que se propagan a través de la piel. Esto hace que la sEMG sea ideal para evaluar la actividad muscular general, el momento de activación y desactivación de los músculos durante el movimiento, el estudio de la fatiga muscular y el análisis biomecánico de la marcha. Aunque es excelente para estudios cinéticos y ergonómicos, su menor especificidad limita su utilidad en el diagnóstico fino de enfermedades neuromusculares específicas.

4. Procedimiento Clínico y Componentes del Equipo

El procedimiento de EMG en un entorno clínico generalmente se realiza junto con un estudio de conducción nerviosa (ECN), formando un examen neurofisiológico completo. El equipo central, o electromiógrafo, consta de varios componentes esenciales: el sistema de electrodos (de aguja o de superficie), un preamplificador y un amplificador diferencial para aumentar la señal y rechazar el ruido, filtros para aislar el rango de frecuencia de interés (típicamente entre 20 Hz y 10 kHz), y un sistema de procesamiento digital y visualización (ordenador y monitor) que permite al clínico analizar las formas de onda en tiempo real y escuchar la señal amplificada, ya que muchas patologías tienen sonidos característicos.

Durante la **fase de EMG de aguja**, el paciente es instruido a relajar completamente el músculo. El examinador inserta la aguja y evalúa la actividad en cuatro etapas distintas: 1) Actividad de inserción (el estallido breve de potenciales al insertar la aguja); 2) Actividad en reposo (buscando actividad espontánea patológica como fibrilaciones o fasciculaciones); 3) Contracción voluntaria leve (analizando los potenciales de unidad motora individual - PUM); y 4) Contracción máxima (evaluando el patrón de interferencia). Cada etapa proporciona información única sobre la integridad del nervio y el músculo. La correcta colocación y manipulación de la aguja, así como la interpretación inmediata, requieren de una formación especializada por parte del neurofisiólogo o neurólogo.

La preparación del paciente es fundamental para obtener resultados limpios. Se requiere que la piel esté limpia y libre de aceites para asegurar una baja impedancia de contacto, especialmente en la sEMG y el ECN. El paciente debe ser informado sobre la naturaleza del examen, que puede causar una ligera molestia o dolor debido a la inserción de las agujas o los estímulos eléctricos utilizados en la conducción nerviosa. Es crucial mantener la temperatura corporal adecuada, ya que una temperatura baja puede ralentizar artificialmente la velocidad de conducción nerviosa, llevando a resultados erróneos.

5. Aplicaciones Diagnósticas en Neurología y Rehabilitación

La EMG es una herramienta diagnóstica esencial para la evaluación de una amplia gama de trastornos del sistema nervioso periférico y los músculos esqueléticos. Permite al clínico localizar el sitio de la lesión (raíz nerviosa, plexo, nervio periférico, unión neuromuscular o el propio músculo) y determinar la naturaleza del proceso patológico (desmielinizante, axonal, o miopático). Esta capacidad de diferenciación es vital para establecer un pronóstico y planificar el tratamiento adecuado.

Entre las aplicaciones más comunes se encuentra el diagnóstico de las [radiculopatías](#) (lesiones de la raíz nerviosa, a menudo causadas por hernias discales), donde la EMG puede identificar los músculos denervados correspondientes a un nivel espinal específico. También es crucial en la evaluación de las neuropatías por atrapamiento, siendo el síndrome del túnel carpiano (atrapamiento del nervio mediano en la muñeca) el ejemplo más frecuente. En estos casos, la EMG de aguja, complementada por el ECN, proporciona evidencia objetiva de la compresión nerviosa y cuantifica su severidad.

Además, la EMG desempeña un papel central en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades más graves, como la [Esclerosis Lateral Amiotrófica](#) (ELA), donde revela signos de denervación activa y crónica en múltiples regiones musculares. En el caso de las miopatías (distrofias musculares, polimiositis), la EMG muestra PUM de baja amplitud y corta duración, junto con un patrón de reclutamiento precoz, lo que indica que las fibras musculares están dañadas o son menos funcionales. En el campo de la rehabilitación, la EMG se utiliza para evaluar la recuperación funcional después de lesiones nerviosas o accidentes cerebrovasculares, ayudando a guiar terapias de reentrenamiento muscular y biofeedback.

6. Aplicaciones en Investigación y Bioingeniería

Más allá del ámbito clínico, la electromiografía de superficie (sEMG) ha encontrado aplicaciones extensas y vitales en la investigación de la biomecánica, la fisiología del ejercicio y, notablemente, en el campo de la bioingeniería. La capacidad de registrar de manera no invasiva la intención del movimiento muscular la convierte en una interfaz poderosa para la interacción humano-máquina.

En bioingeniería, la aplicación más destacada es el **control mioeléctrico** de prótesis. Los pacientes que han sufrido una amputación pueden utilizar la actividad eléctrica residual de los músculos de su muñón para controlar los movimientos de una prótesis robótica avanzada. Los electrodos de sEMG captan las señales musculares, las cuales son procesadas por algoritmos sofisticados que traducen los patrones de actividad en comandos específicos (como flexión, extensión o agarre de la mano protésica). Esta tecnología ha mejorado drásticamente la calidad de vida y la funcionalidad de las personas con amputaciones, permitiendo un control intuitivo y multicanal de los dispositivos protésicos.

En la investigación deportiva y la ergonomía, la sEMG se utiliza para cuantificar la carga muscular y la fatiga durante tareas específicas. Los investigadores pueden determinar qué músculos están activos, el momento y la duración de su activación, y cómo la fatiga afecta el patrón de reclutamiento muscular. Esto tiene implicaciones directas en el diseño de programas de entrenamiento, la prevención de lesiones laborales y la optimización del diseño de herramientas y puestos de trabajo. Al proporcionar datos objetivos sobre el esfuerzo neuromuscular, la EMG se convierte en una herramienta insustituible para el análisis del movimiento humano.

7. Análisis e Interpretación de Resultados

La interpretación de los resultados de la EMG requiere un conocimiento profundo de la fisiología neuromuscular y la neuroanatomía. El análisis se centra en la evaluación de las características de los potenciales de unidad motora (PUM) y el patrón de interferencia. Un PUM normal tiene una amplitud, duración y morfología bien definidas. Las desviaciones de estos parámetros son indicativas de patología.

En el caso de las **lesiones neuropáticas crónicas** (por ejemplo, una radiculopatía de larga data), el proceso de reinervación provoca que las neuronas motoras supervivientes inerven las fibras musculares huérfanas. Esto resulta en PUM de mayor duración y amplitud (PUM gigantes), ya que la unidad motora ha crecido en tamaño. Por otro lado, en las **miopatías** (daño muscular primario), las fibras musculares mueren o se atrofian, pero el nervio motor permanece intacto. Esto lleva a PUM de corta duración y baja amplitud, ya que hay menos fibras funcionales en la unidad motora, pero el reclutamiento ocurre más rápidamente (reclutamiento precoz).

La actividad espontánea en reposo es otro marcador crítico. La presencia de **potenciales de fibrilación** y **ondas positivas agudas** (fenómenos que representan la despolarización espontánea de fibras musculares individuales denervadas) es un signo inequívoco de denervación activa. La ausencia de estos potenciales no excluye la patología, pero su presencia confirma la existencia de un proceso patológico activo que daña el nervio. La interpretación correcta de estos hallazgos, en conjunto con los resultados del estudio de conducción nerviosa, permite al especialista realizar un diagnóstico diferencial preciso.

8. Limitaciones y Consideraciones Éticas

A pesar de su valor diagnóstico, la electromiografía presenta varias limitaciones y requiere consideraciones éticas importantes. Una de las principales limitaciones es la naturaleza invasiva de la EMG de aguja, que puede causar dolor o malestar al paciente, lo que a veces limita la cooperación, especialmente en niños o pacientes con umbrales de dolor bajos. Además, existe un riesgo mínimo de hematoma o infección en el sitio de inserción, aunque estos son raros.

Otra limitación significativa es la **dependencia del operador**. La calidad de la señal y la precisión

de la interpretación dependen en gran medida de la experiencia y habilidad del técnico para colocar los electrodos (especialmente las agujas) y del neurofisiólogo para interpretar los complejos patrones de onda. Un examen realizado por personal inexperto puede llevar a resultados falsos positivos o negativos. Además, la EMG solo proporciona una instantánea funcional de la actividad neuromuscular en el momento del examen y no siempre correlaciona perfectamente con la gravedad clínica percibida por el paciente.

Desde una perspectiva ética, se debe obtener el consentimiento informado detallado, explicando la naturaleza invasiva del procedimiento y los riesgos potenciales. En el contexto de la investigación con sEMG, particularmente en aplicaciones de prótesis o interfaces cerebro-máquina, surgen consideraciones sobre la privacidad de los datos y el uso potencial de las señales bioeléctricas para inferir intenciones o estados emocionales. Es fundamental garantizar que el uso de la EMG se adhiera a estándares de práctica médica rigurosos y que los resultados se comuniquen de manera clara y sensible al paciente.

9. Lecturas Adicionales

[Electromiografía - Wikipedia](#)

[Electromyography \(EMG\) - StatPearls \(NCBI\)](#)

[American Academy of Neurology \(AAN\) - EMG Guidelines](#)