

## ***Uso de la Electromiografía en la Clínica Médica***

Con este artículo se pretende contribuir en algo a divulgar el conocimiento y la comprensión de la Electromiografía, dada su importancia como ayuda diagnóstica y pronóstica en las lesiones del sistema nervioso humano.

La Electromiografía consiste básicamente en la amplificación de los potenciales de acción producidos por la fibra muscular al contraerse, bien sea voluntariamente o como respuesta a un estímulo eléctrico, para estudiarlos por medio de la visión y la audición, con miras a detectar variaciones patológicas que orienten en forma objetiva hacia un diagnóstico y obviamente hacia un tratamiento.

El paciente se pone en conexión con el electromiógrafo por medio de electrodos de diferentes características según la necesidad o el tipo de estudio que se desee, los hay de contacto: que consisten en placas de 2 x 3 cms.

Electrodos concéntricos de aguja: Consisten en una aguja hipodérmica con un alambre interno aislado de 0.1 mm de diámetro (monopolar). Pueden ser bipolares y multipolares.

Electrodo monopolar: Consiste en una aguja de 0.8 mm de diámetro, recubierta de un aislante externo excepto 3 mm de la punta.

Todos los electrodos de aguja permiten el examen selectivo fino de la fibra muscular esquelética a cualquier nivel. (Figura 1)

Se amplían también, todos los fenómenos que ocurren en la membrana muscular, la cual está representada en la pantalla por la línea ISOELECTRICA, de manera que se pueden analizar las características de "Estabilidad" o "Inestabilidad" durante el reposo, durante la inscripción y desplazamiento del electrodo; las características normales o patológicas de los fenómenos de despolarización y repolarización durante la contracción voluntaria o inducida. Tenemos así una verdadera representación visual del funcionamiento de la Unidad Motora.

Se pueden analizar las características del nervio periférico y sus componentes por medio de la medición de las latencias (Lapso entre estímulo y respuesta, sensorial o motora, se mide en milisegundos (ms); y por medio de la medición de las velocidades de conducción (sensorial o motora, se mide en metros por segundo).

La unión mioneural, se estudia con estímulos repetitivos de frecuencias crecientes para observar la consistencia de la amplitud (tamaño) de la respuesta, lo cual representa la normalidad del mecanismo neurotransmisor básico, Acetil-Colina-Colinesterasa, o su alteración local, Vgr.: Miastenia Gravis; o la repercusión local de una lesión en otro sitio de la economía, Vgr.: Síndrome Miasteniforme por Ca. Broncogénico.

Si recordamos el concepto de la Vía Final Común a nivel del asta anterior de la médula, en el cual los haces espinales provenientes del Núcleo rojo, del Tectum, de la oliva cerebelosa, de la formación reticular y del vestíbulo, influyen sobre la célula o neurona del asta anterior para que produzca una respuesta motora perfectamente adecuada a las necesidades creadas por el estímulo, veremos que la EMG también puede, en forma indirecta, indicarnos algunos tipos de patología central, por las variaciones que produce como repercusión a nivel periférico, Vgr.: los potenciales de acción espontáneos, rítmicos (6-8 por Segundo) que se presentan en el Parkinsonismo.

Tenemos, pues, representada en la pantalla del electromiógrafo, cada parte de la unidad motora que queramos analizar durante el examen. Esquemáticamente sería:

En REPOSO: La Membrana Celular.

En CONTRACCION: La Fibra Muscular, como resultante del funcionamiento de sistema neuromuscular.

Con ESTIMULACION: El sistema neuromuscular, en particular el comportamiento del axón y la mielina, la unión mioneural.

Las variaciones posibles son múltiples, por ello, el resultado debe ser interpretado a la luz de la clínica del paciente y nunca reportado como un diagnóstico etiológico. El concepto de **Normalidad** en cualquiera de los pasos del examen, indica **normalidad** en todo el sistema que entra en ese paso, de manera que hay selectividad para detectar anomalía o lesión a cualquier nivel del conjunto, tomando a la fibra muscular como sitio de muestreo.

Revisemos el mecanismo de las membranas excitables, recordando que son de naturaleza lipoproteica, poseen una escasísima permeabilidad para los iones. Están cargadas positivamente en el exterior y negativamente en su interior, con una diferencia de potencial de 90 mv en el interior, que se mantiene por la diferencia de concentración iónica entre el interior de la célula nerviosa o muscular (Elevada de K<sup>+</sup> 155 meq baja de Na<sup>+</sup> 12 meq; baja de Cl<sup>-</sup> 4 meq) y el líquido extracelular circundante (Baja de K<sup>+</sup> 4 meq; elevada en Na<sup>+</sup> 145 meq; elevada en Cl<sup>-</sup> 120 meq). Según Bernstein, la membrana es permeable para los cationes sodio y potasio, y la concentración elevada de este último en el interior, se mantiene por un mecanismo **activo** de eliminación de sodio que expulsa cualquier molécula que atraviese la membrana.

La membrana muscular, es poco permeable a la Acetil Colina, ya que esta actúa en la placa motora y un territorio de aproximadamente 100 micras alrededor. En condiciones de denervación, la permeabilidad de la membrana a la Ac. Colina aumenta, por lo cual se vuelve más excitable permitiendo la aparición de potenciales espontáneos de Fibrilación.

La propagación del potencial en la membrana y su representación en el tubo de rayos catódicos, se resumen en la figura siguiente. (Figura 2).

Tomando la unidad motora como unidad biológica de la función muscular, o sea, la neurona y todas las fibras musculares por ella inervadas a través del axón, vemos que el número de dichas fibras inervadas por la misma fibra nerviosa es diferente, Vgr.: en gemelos 2000 fibras musculares por cada fibra nerviosa; en algunos músculos extraoculares 25, ahora bien, las fibras de cada unidad motora, no están aisladas, se hallan entrelazadas con las fibras de unidades vecinas, hecho que tiene la importancia clínica y fisiológica por cuando permite selectividad funcional por el sistema de reclutamiento, para graduar la actividad motora, según el trabajo por realizar. En algunos músculos humanos de gran tamaño, la organización neurológica permite activar una porción de él (Vgr. Porción anterior del Deltoides) sin que la excitación central de las correspondientes neuronas del asta anterior se desborden a las otras unidades motoras del mismo músculo (Vgr. porción lateral. (Figuras 3 y 4).

## FORMAS DE REGISTRO

En la unidad motora, un impulso dado, hará contraer simultáneamente todas las fibras correspondientes a ella como unidad. Esta sumación genera una actividad eléctrica o Potencial de Acción Muscular.

La actividad normal de un músculo, se basa en la integridad y organización de la unidad motora  
PARAMETROS DE LA UNIDAD MOTORA:

Los parámetros básicos de la unidad motora normal, medidos en la pantalla como un potencial de acción luego de captarlos con un electrodo de aguja, se delinearán de la siguiente forma:

## HALLAZGOS NORMALES.

EN REPOSO: Silencio eléctrico. No debe aparecer ninguna onda en la pantalla. La línea isoeléctrica intacta representa la membrana muscular ESTABLE.

### DURANTE LA CONTRACCION MUSCULAR SUB-MAXIMA:

Forma: 90% de ondas de una, dos o tres fases: 10% de ondas de más de tres fases.

Amplitud (Tamaño): 200 a .2000 microvoltios. (av)

Duración: 2 a 10 milisegundos (ms) Frecuencia: 1 a 60 ciclos/segundo.

### DURANTE LA CONTRACCION MUSCULAR MAXIMA:

En concordancia con el esfuerzo, disparan, sumándose, muchas unidades motoras que **interfieren** a la línea isoelectrica por completo, llenando la pantalla de ondas entre 5 y 10 mil microvoltios. A esto se llama PATRON DE INTERFERENCIA, de gran valor diferencial entre lesiones de tipo neural y/o de tipo muscular. (Figura 5).

## HALLAZGOS ANORMALES:

### I - EN REPOSO:

#### A) POTENCIALES DE FIBRILACION:

Forma: Difásicos, Trifásicos. Amplitud: 50 - 500 microvoltios Duración: 0.5 - 1.5 milisegundos Frecuencia: 2-20 por segundo. SIGNIFICAN: que la membrana celular muscular está INESTABLE por DENERVACION y además por inflamación, alteraciones elecrolíticas locales, shok espinal.

#### B) POTENCIALES AGUDOS POSITIVOS:

Forma característica con un pico agudo seguido de una fase lenta en forma de cubeta SIGNIFICAN: Inestabilidad de la membrana como los anteriores.

#### C) POTENCIALES DE FASCICULACION:

De cualquier forma y tamaño, disparan irregular y espontáneamente con una frecuencia de 3 - 4 por segundo. SIGNIFICAN: Lesión de la motoneurona, además se ven en la fatiga muscular y en las condiciones irritativas de la parte neural de la unidad motora.

#### D) DESCARGAS DE ALTA FRECUENCIA:

Descargas repetidas de potenciales de acción complejos, de alta frecuencia, al parecer desencadenados en el huso muscular. Su presencia se aumenta en enfermedades con atrofia importante.

### II - DURANTE LA CONTRACCION SUB-MAXIMA:

#### A) EN LAS MIOPATIAS:

- Corta duración.
- Aumento del número de Unidades Motoras Polifásicas de Corta Duración (a medida que aumenta a pérdida de fibras musculares.
- Aumento del número global de Unidades Motoras, porque cada unidad motora tiene menos fibras trabajando.

B) EN LAS NEUROPATIAS: - Amplitud aumentada.

- Duración aumentada.

- Aumento del % de Unidades Polifásicas de larga duración.

- Disminución del número global de unidades motoras comparado con el esfuerzo.

En enfermedades axonales tempranas, la amplitud y la duración pueden ser normales. Hay potenciales de fasciculación.

III - DURANTE LA CONTRACCION MAXIMA:

A) EN LAS MIOPATIAS:

DISMINUCION del tamaño y la duración de los potenciales, por lo cual hay mayor cantidad de ondas muy pequeñas reemplazando a la línea isoelectrica dando el llamado PATRON DE INTERFERENCIA MIOPATICO.

B) EN LAS NEUROPATIAS:

- DISMINUCION DEL NUMERO DE ONDAS en relación a la fuerza de contracción.

- A veces, AUMENTO de la AMPLITUD y la DURACION de los potenciales.

- Quedan algunos segmentos de la línea isoelectrica en la pantalla.

A continuación podemos ver algunos caracteres más o menos típicos, de acuerdo a lo revisado hasta ahora, del examen electromiográfico completo según la localización de la lesión dentro del sistema neuromuscular, y su correlación con las principales entidades.

LESION DE LA NEURONA MOTORA DEL ASTA ANTERIOR DE LA MEDULA:

E M G

Aumento de amplitud de los potenciales.

Aumento de la duración de los potenciales.

Aumento de la amplitud del patrón de interferencia.

Aumento del territorio de la Unidad Motora. (U. M. Gigantes). Estudios de conducción Motora y Sensitiva: NORMALES.

ENFERMEDADES

Poliomielitis, Siringomielia, Atrofia espinal progresiva, E. L. a.) Werdnig Hoffman, Hipotonía de Walton, Atrofia peronea de Charcot.

### LESION DEL CILINDROEJE:

E M G

Aumento de la duración del potencial de acción.

Aumento del % de unidades Polifásicas.

Amplitud normal o disminuída del potencial de acción.

Patrón de interferencia parcial o severamente disminuído.

ENFERMEDADES

Polineuropatías, parenquimatosas en especial las tóxicas (Pb, As, Ta), Diftérica, Alcohólica.

### LESION A NIVEL DE LA MIELINA:

E M G

Los cambios EMG son comunes a todas las lesiones generales de la neurona motora periférica.  
Conducción: Sensitiva: Retardo de la conducción; disminución de la amplitud del potencial obtenido.

Conducción Motora: Retardo.

Disminución del potencial obtenido por estimulación.

## **ENFERMEDADES**

Polineuropatías Diabéticas, porfírica, infecciosa, alcohólica, urémica, neoplásica secundaria.  
Neuropatía reumática. Enfermedad de Hansen. Charcot Marie Tooth.

## **LESION A NIVEL DE LA FIBRA MUSCULAR**

### **EMG**

Unidades motoras de amplitud y duración muy disminuídas.

Patrón de interferencia MIOPATICO.

En reposo pueden hallarse fibrilaciones y potenciales de alta frecuencia.

### **ENFERMEDADES**

Distrofias musculares.

Parálisis periódicas.

Miopatías endocrinas, alcohólicas

Miopatías metabólicas (Me ArdiePompe).

Miopatías parasitarias (Triquinosis, Cisticercosis, toxoplasmosis). Miopatías colagenósicas.

Miopatías congénitas (del núcleo

central de la nemalina). Miopatías secundarias a carcinomas.

Miotonías (Distrofia miotónica-Miotonía congénita).

## **LESION A NIVEL DE LA UNION MIONEURAL:**

La estimulación repetitiva con trenes de descargas a frecuencias crecientes, produce disminución característica de la amplitud de los potenciales al final de cada tren en los pacientes con Miastenia Gravis, fenómeno que revierte con la aplicación de Prostigmina o Tensilón, constituyendo el Test de Lambert positivo, confirmatorio. E Test de Lambert Negativo: No descarta la Miastemia.

En el Síndrome miasteniforme, la respuesta es inversa, con aumento de la amplitud de los potenciales al final de cada tren, situación que no se modifica con la aplicación de igual medicamento. Este resultado orienta a la búsqueda de malignidad en algún sitio de la economía.

## **CIFRAS NORMALES EN LOS PRINCIPALES ESTUDIOS DE CONDUCCION:**

Latencia Motora Distal en nervios del MMSS:

Menor de 3.5 milisegundos. Latencia Sensitiva Distal en nervios de MMSS:

Menor de 2.5 milisegundos. Latencia Motora Distal en nervios de MMII: -

Entre 4 y 6 milisegundos. Latencia Sensitiva del nervio crural: 4 milisegundos.

Latencia Motora del Nervio Facial: Menor de 2.5 milisegundos.

### **VELOCIDAD DE CONDUCCION MOTORA EN:**

Nervio mediano: 57+/-5 Metros/Segundo.

Nervio cubital: 62+/-5 Metros/Segundo.

Nervio radial: 62+/-5 Metros/Segundo.

Nervio tibial anterior: 51+/-6 Metros/Segundo.

Nervio tibial posterior	51+/-6 Metros/Segundo.
Nervio femoral:	59+/-9 Metros/Segundo.
Nervio ciático:	55+/-7 Metros/Segundo.

#### VELOCIDAD DE CONDUCCION SENSORIAL EN:

Nervio mediano:	57+5 Metros/Segundo.
Nervio cubital:	57+5 Metros/Segundo.
Nervio radial:	55+7 Metros/Segundo.

#### APLICACIONES DE LA ELECTROMIOGRAFIA:

En los trastornos neurológicos, la principal contribución de la E. M. G. consiste en detectar la denervación y su distribución anatómica. El curso y el examen clínicos, la proporción entre los signos de denervación y los potenciales de acción, da información valiosa desde el punto de vista diagnóstico y pronóstico

Permite la evaluación y seguimiento de los nervios periféricos, cuando han sido lesionados, reparados etc., permitiendo señalar el progreso, éxito o fracaso del tratamiento, así como recomendar variaciones realistas del tratamiento según la evolución.

Contribuye al estudio y comprensión de muchos procesos clínicos y al estudio de algunos agentes farmacológicos de supuesta acción sobre el sistema musculoesquelético. Detecta las ondas anormales y los patrones característicos que orientan el diagnóstico según el origen en los diferentes partes del sistema neuromuscular.

Aplicaciones legales y laborales que aclaran y aceleran el manejo de diversas situaciones. Es instrumento valioso en la evaluación objetiva de la patología relacionada con la neurona motora inferior incluyendo los síndromes comprensivos radicales y de troncos nerviosos.

#### REFERENCIAS

- Godgold, J.: *Electrodiagnosis of Neuromuscular Diseases*. The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1972.
- Licht, S.: *Electrodiagnóstico y Electromiografía*. Editorial Jims, Barcelona, 1970.
- Saez, F.: *Manual de Electromiografía*. Academia de Electromiografía y Electrodiagnóstico de Puerto Rico, San Juan, 1976.
- Escobar, I.: *Electromiografía, Fundamentos de Medicina*, 3a edición, Universidad de Antioquia. Medellín, 1978.
- Downey, J.: *Physiological Basis of Rehabilitation Medicine*, Saunders, Philadelphia, 1971.