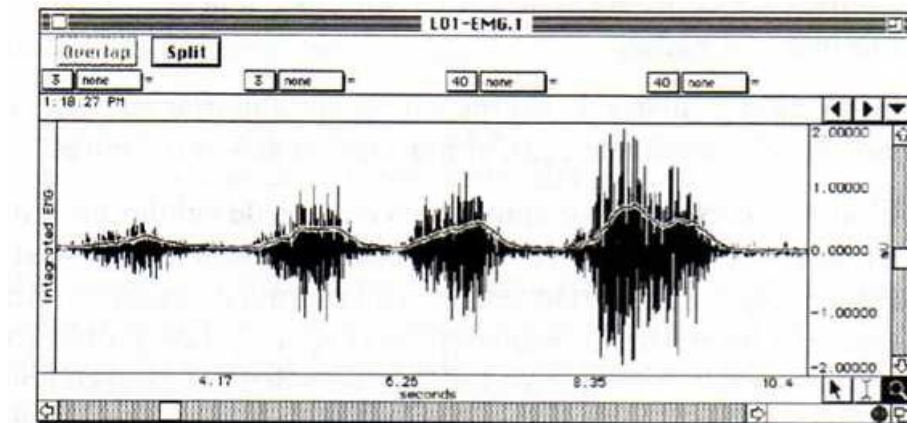


## PRÁCTICA No. 4

### ELECTROMIOGRAFÍA I

#### EMG Estándar e Integrado



## I. INTRODUCCIÓN

En esta lección se investigarán algunas propiedades del músculo esquelético.

El cuerpo humano contiene tres tipos de tejido muscular y cada uno realiza tareas específicas para mantener la homeostasis. Estos son el músculo estriado cardíaco, el músculo liso y el músculo estriado esquelético.

**Músculo cardíaco.** Se encuentra solo en el corazón. Cuando se contrae mantiene la circulación sanguínea que libera los nutrientes hacia las células y remueve los desechos celulares.

**Músculo liso.** Se localiza en las paredes de algunos órganos huecos, tales como los intestinos, vasos sanguíneos y aparato respiratorio. Su contracción cambia el diámetro interno de las vísceras huecas, y es normalmente utilizado para regular el paso de material a través del tracto digestivo, controlar la presión y flujo sanguíneo, o regular el volumen ventilatorio durante la respiración.

**Músculo esquelético.** Debe su nombre a que normalmente se encuentra unido al esqueleto. Su contracción mueve una parte del cuerpo con respecto a la otra, por ejemplo la flexión del antebrazo sobre el brazo. La contracción coordinada de varios músculos a la vez, puede desplazar el cuerpo en el medio, como al caminar o nadar.

La función primaria de los músculos, sin importar su clase, es convertir la energía química en trabajo mecánico, y haciendo esto, el músculo se contrae y por lo tanto se acorta.

El músculo esquelético consiste en cientos de células cilíndricas (fibras musculares) unidas entre ellas por tejido conectivo. En el cuerpo, el músculo esquelético es estimulado para contracción a través de nervios motores, que transportan señales en la forma de impulsos nerviosos desde el cerebro o desde la médula espinal a los músculos esqueléticos (Fig. 4.1).

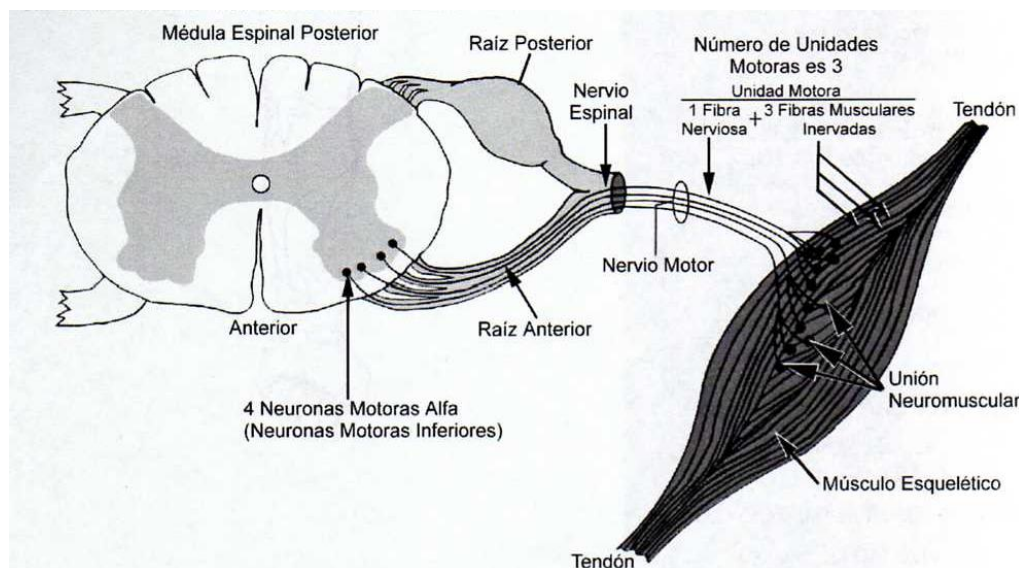


Fig. 4.1 Ejemplo de una unidad motora

Los axones (fibras nerviosas) son extensiones largas y cilíndricas de las neuronas que salen del cerebro como nervios craneales, y de la médula como nervios espinales y son distribuidas a los músculos esqueléticos apropiados como nervios periféricos. El nervio tiene la estructura de un



cable que contiene una colección de fibras nerviosas individuales. Una vez que alcanza el músculo, cada nervio se ramifica e inerva varias fibras musculares.

Aunque una neurona motora puede inervar varias fibras musculares, cada fibra muscular es inervada por una sola motoneurona. La combinación de una sola motoneurona y todas las fibras musculares que controla o inerva es llamada **unidad motora** (fig. 4.1). Cuando una neurona motora somática es activada, todas las fibras musculares que son inervadas por ella, responden en forma conjunta a los potenciales de acción neuronales, generando un potencial de receptor muscular, el que permite (una vez alcanzado el umbral) gatillar un potencial de acción a nivel muscular. Este potencial de acción muscular causa la contracción coordinada de todas las fibras musculares de la unidad motora.

*El tamaño de la unidad motora del músculo esquelético (razón de motoneuronas con el número de fibras musculares inervadas por ella, puede variar entre 1/10, 1/50 o 1/3000), dependiendo tanto de la función del músculo (flexión, extensión, etc.) y de su localización en el cuerpo. Mientras más pequeña sea la unidad motora más grande es el número de neuronas necesarias para controlar el músculo y mayor el grado de control sobre la magnitud del acortamiento. Por ejemplo, los músculos que mueven los dedos, tienen unidades motoras muy pequeñas (3-6 fibras musculares inervadas por una sola neurona), que permite un control muy preciso del movimiento, mientras que los músculos posturales tienen unidades motoras muy grandes (>100) ya que el control preciso sobre la magnitud de acortamiento no es necesario.*

Fisiológicamente, el grado de contracción de un músculo esquelético es regulado a través:

1. Control del número de unidades motoras reclutadas dentro del músculo.
2. Control de la frecuencia de los impulsos de la motoneurona en cada unidad motora

Si es necesario un aumento en la fuerza de contracción del músculo, para mejorar una faena, el cerebro puede aumentar el número de unidades motoras en actividad simultánea dentro del músculo (**reclutamiento de unidades motoras**).

*In vivo*, el músculo esquelético en reposo experimenta un fenómeno conocido como **tono muscular**, que es un estado de tensión leve y constante, que sirve para mantener al músculo en un estado de alerta. El tono es debido a la actividad alternada y periódica de un pequeño número de unidades motoras dentro del músculo desde los centros motores ubicados en el cerebro y en la médula espinal. Los movimientos suaves y controlados del cuerpo (como al caminar o nadar) son producidos por contracciones graduales del músculo esquelético. **Graduación** significa variar la fuerza de la contracción muscular o variar la duración del acortamiento en proporción a la carga del músculo. Los músculos esqueléticos son capaces de reaccionar a las diferentes cargas. Por ejemplo, el esfuerzo de los músculos al caminar en plano es mucho menor que el de los mismos al subir las escaleras.

Cuando una unidad motora es activada, las fibras que componen al músculo, generan y conducen sus propios impulsos eléctricos, lo que resulta en la contracción de las fibras. Aunque la producción y generación del impulso eléctrico es muy débil (<100  $\mu$ V), muchas fibras que conducen simultáneamente potenciales de acción, inducen diferencias de voltaje en la piel que las cubre, y son suficientemente grandes como para ser detectadas por los electrodos colocados sobre ella. La detección, amplificación y grabación de los cambios de voltaje en la piel producidos por repetidas contracciones del músculo esquelético es llamada **electromiografía**. La grabación del registro obtenido se llama **electromiograma** (EMG)



## II. OBJETIVOS EXPERIMENTALES

1. Observar y registrar el tono del músculo esquelético reflejado en un nivel basal de actividad eléctrica asociado con un músculo en estado de reposo.
2. Registrar una máxima fuerza de contracción de una mano.
3. Observar, registrar y relacionar el reclutamiento de unidades motoras con el incremento de la fuerza de la contracción muscular.
4. Escuchar los “sonidos” de la EMG y correlacionar la intensidad del sonido con el reclutamiento de las unidades motoras.

## III. MATERIALES

- Juego de cables de electrodo BIOPAC (SS2L)
- Electrodo desechables de vinilo BIOPAC (EL503)
- Audífonos BIOPAC (OUT1)
- Torundas alcoholadas
- Ordenador
- Biopac Student Lab 3.7.1
- Unidad de adquisición BIOPAC (MP35/30)
- Transformador BIOPAC (AC300A o AC100A)
- Cable serial BIOPAC (CBLSERA) o cable USB (USB1W)

## III.- MÉTODOS EXPERIMENTALES

### A. INICIO

1. Encender el ordenador **ON**
2. Asegurarse que la unidad BIOPAC MP35 esté apagada
3. Enchufar el equipo como sigue:
  - Set de cables de electrodo SS2L en CH3
  - Audífonos (OUT1) – atrás de la unidad.
4. Encender la unidad de adquisición de datos MP35.
5. Colocar tres electrodos desechables en el antebrazo (fig. 4.2)
6. Colocar los cables de electrodo (SS2L) en los electrodos desechables, siguiendo el código de color (fig. 4.2).
7. Comenzar el programa Biopac Student Lab.
8. Escoger la lección **L01-EMG-1** y presionar **OK**.
9. Teclear el nombre correspondiente
10. Presionar **OK**.

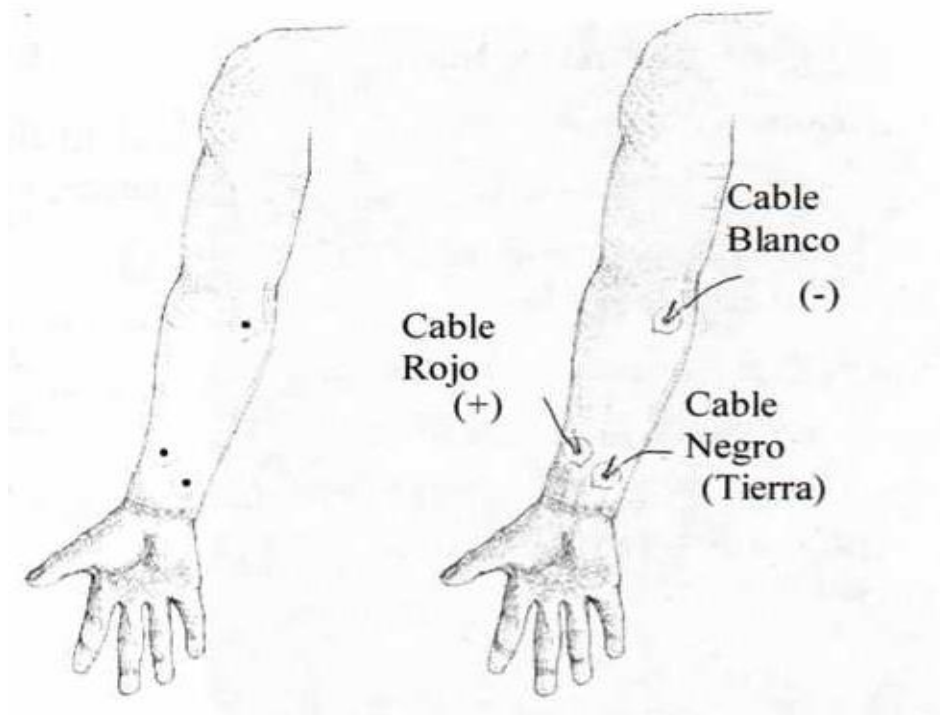


Fig. 4.2. Colocación de los electrodos desechables y cables de electrodo..

Para el primer segmento de registro, seleccionar el antebrazo dominante y adherir los electrodos al antebrazo; este será el antebrazo 1.

Para el siguiente segmento de registro, usar el otro brazo, este será el antebrazo 2.

## B. CALIBRACIÓN

El proceso de calibración establece los parámetros internos del equipo (ganancia, fuera de rango y escala) y es crítico para una realización óptima.

1. Presionar Calibrar
2. Leer el recuadro de diálogo y presionar OK cuando esté listo.
3. Esperar dos segundos y contraer el puño tan fuerte como sea posible y luego relajarlo.
4. Esperar a que termine la calibración (8 segundos y se detiene automáticamente)
5. Comprobar los datos de la calibración.

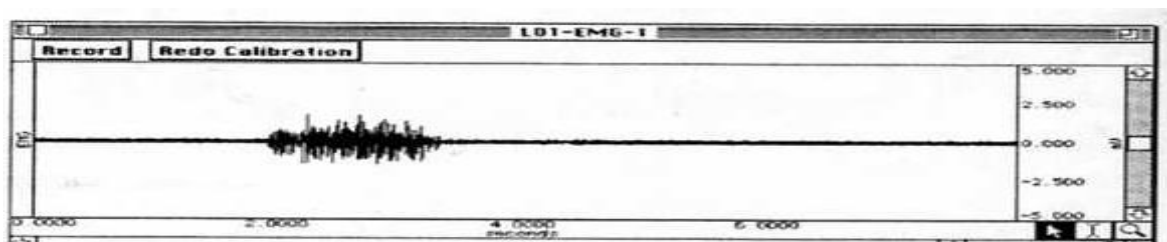


Fig. 4.3. Calibración



### C. REGISTRO DE DATOS

1. Iniciar la grabación

#### SEGMENTO 1 – Antebrazo 1 (Dominante)

2. Apretar **Adquirir**
3. Apretar el puño-relajarse-esperar y repetir el ciclo aumentando la fuerza de contracción para alcanzar la mayor contracción en la cuarta apretada del puño.
4. Apretar **Seguir**
5. Revisar los datos en la pantalla

#### SEGMENTO 2 – **Antebrazo 2.**

6. Colocar los electrodos y cables en el brazo opuesto del sujeto en estudio.
7. Apretar **Seguir**.
8. Apretar el puño – relajarlo – esperar y repetir el ciclo aumentando la fuerza de contracción para alcanzar la mayor contracción en la cuarta apretada del puño.
9. Presionar **Suspender**.
10. Revisar los datos obtenidos.
11. Presionar **Parar**.
12. Si se desea escuchar la señal del EMG, colocarse los audífonos
13. Presionar **Escuchar**.
14. Experimentar variando la fuerza de contracción mientras se observa la pantalla y se escucha.
15. Presionar **Parar**.
16. Si se desea escuchar otra vez, presionar **Repetir**.
17. Presionar **Listo**.

### IV. ANÁLISIS DE DATOS.

1. Ingresar en el modo de **Revisión de Datos Guardados** y escoger el archivo correcto.  
Notar las designaciones del número de canal (CH).

<i>Canal</i>	<i>Display</i>
<b>CH 3</b>	<b>EMG</b>
<b>CH 40</b>	<b>EMG integrado</b>

2. Configurar la ventana de datos a fin de obtener una vista óptima del primer segmento.
3. Configurar las cajas de medidas como sigue:

<i>Canal</i>	<i>Medición</i>
<b>CH 3</b>	<b>min</b>
<b>CH 3</b>	<b>máx</b>
<b>CH 3</b>	<b>p – p</b>
<b>CH 40</b>	<b>media</b>

4. Usando el cursor – I seleccionar un área que contenga la primera contracción, como se muestra en la figura 4.4



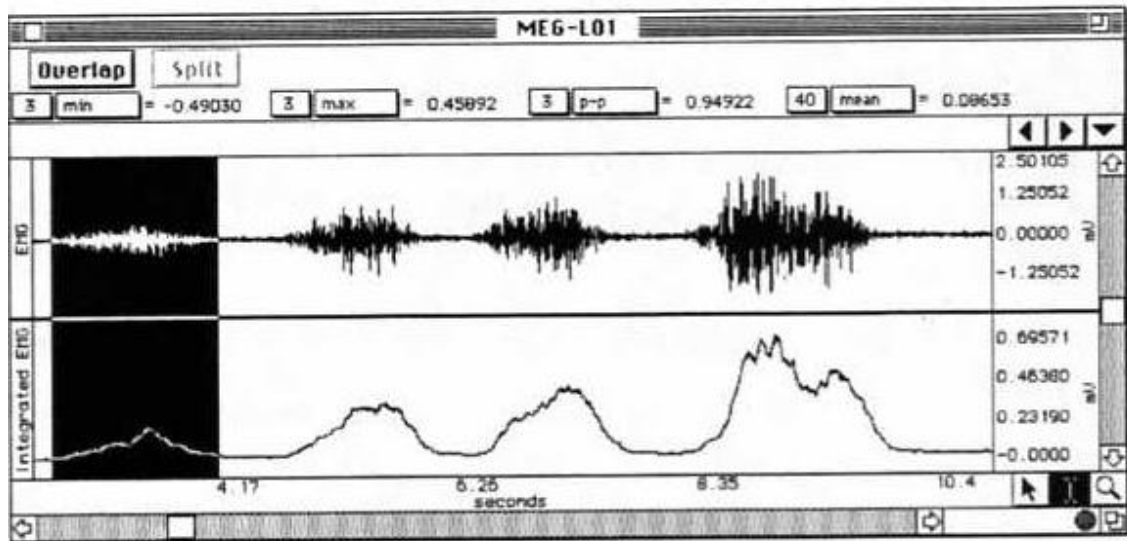


Fig. 4.4 Selección de la 1ra. contracción

5. Repetir el paso 4 en cada una de las siguientes contracciones del EMG
6. Ir al segmento del segundo registro
7. Repetir los pasos 4 y 5 con los datos del antebrazo 2.
8. Ir al primer segmento de la adquisición y seleccionar áreas de tono para medir (entre cierres) en el antebrazo 1, brazo dominante.
9. Ir al segundo segmento de la adquisición y seleccionar áreas de tono para medir (entre cierres) en el antebrazo 2, brazo no-dominante.
10. Guardar o imprimir los archivos de datos
11. Salir del programa.

## INFORME

### I. DATOS Y CÁLCULOS

#### A. Mediciones EMG

	<i>Antebrazo 1 (Dominante)</i>				<i>Antebrazo 2</i>			
Segmento	Min	Max	P-P	Media	Min	Max	P-P	Media
	[3 min]	[3 max]	[3 p-p]	[40 media]	[3 min]	[3 max]	[3 p-p]	[40 media]
1								
2								
3								
4								



- B. Usar los valores medios de la tabla para calcular el porcentaje de aumento de la actividad RMG entre la contracción más débil y la mas fuerte del brazo dominante.

Cálculo:

Respuesta:

#### C. Mediciones de Tono

Segmento	<i>Antebrazo 1 (Dominante)</i>		<i>Antebrazo 2</i>	
	<b>P-P</b> <b>[3 p-p]</b>	<b>Media</b> <b>[40 media]</b>	<b>P-P</b> <b>[3 p-p]</b>	<b>Media</b> <b>[40 media]</b>
1				
2				
3				
4				

#### II. PREGUNTAS

- D. Existe alguna diferencia en el tono muscular de ambos brazos?.. El sexo del paciente puede estar asociado?
- E. Comparar el valor medio de las contracciones máximas de ambos brazos, cuál brazo tiene la mayor fuerza de contracción?
- F. Qué otros factores, además del sexo, pueden influir en las diferencias observadas?
- G. Explicar el origen de las señales detectadas en el EMG por los electrodos.





H. Qué significa el término “reclutamiento de unidades motoras”?

I. Definir tono de músculo esquelético

J. Definir electromiografía

### III.- CONCLUSIONES