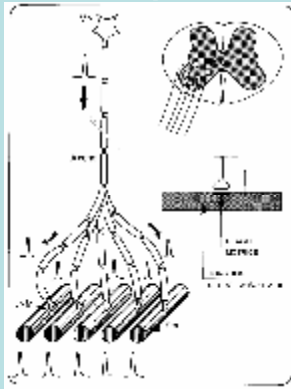


Introduction to EMG in upper limb movements

Dr Ana Bengoetxea
LNMB - ULB

Esquema de una unidad motriz



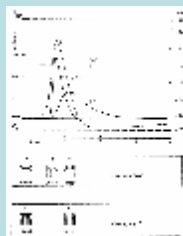
Electromiografía:
Examen técnico en el cual se graba la actividad eléctrica de un músculo gracias a un electrodo-aguja (Adrian and Bronk, 1929)

La activación de una motoneurona provoca un potencial de acción a nivel de las fibras musculares que constituyen la unidad motriz. La aguja de emg capta los PA sincronizados del conjunto de las fibras musculares, que es el potencial de unidad motriz.

Potencial de reposo de las células nerviosas y despolarización

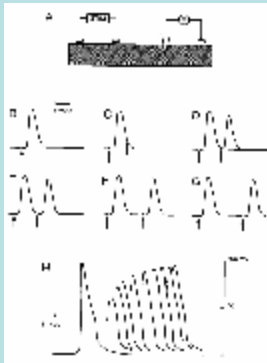


La membrana de la neurona está cargada positivamente en su exterior y negativamente en su interior. La diferencia de potencial es el potencial de membrana



- 1) Potencial de membrana desplazado pasivamente hacia la despolarización
- 2) Umbral pasado, permeabilidad de la membrana al sodio, despolarización
- 3) Permeabilidad de la membrana al potasio
- 4) hiperpolarización

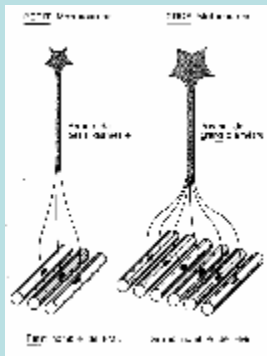
Periodo refractario



A. Dispositivo experimental

B-G. Potenciales inducidos por una estimulación doble. Cada estímulo está indicado por una flecha

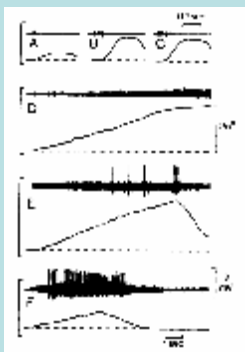
Unidad Motriz



A) A mayor tamaño de la fibra nerviosa mayor número de fibras musculares innervadas
Reparto en el músculo en función de la precisión de movimiento necesaria

B) Principio de Henneman: reclutamiento en función del tamaño de la unidad motriz, de menor a mayor

Potencial de unidad motriz



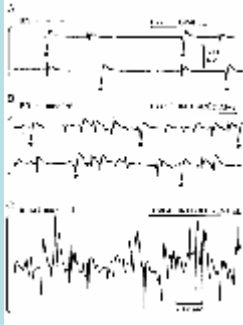
Reclutamiento de una unidad motriz del interóseo dorsal en función del grado de contracción

Movimiento balístico (A-C)

Movimiento en rampa (D)(no descarga)

Movimiento en rampa con carga (E-F)

Reclutamiento de las unidades motrices en electromiografía



A) Esfuerzo mínimo: trazado simple con algunas unidades motrices reclutadas

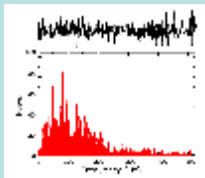
B) Esfuerzo moderado: trazado intermedio con unidades motrices reclutadas en A que descargan a mayor frecuencia y nuevas UM reclutadas

C) Esfuerzo máximo: trazado interferencial, no se pueden diferenciar los PUM y se pierde la línea de base

EMG de superficie

EMG de superficie

Carlo J. De Luca (2002 by DelSys Incorporated)



Actividad TA contracción voluntaria
•Amplitud de la señal es aleatoria por naturaleza (entre 0 y 10 mV)
•Las frecuencias útiles de la señal se sitúan entre 0 y 500 Hz y principalmente entre 50 y 150 Hz

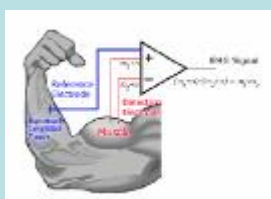
Características de una EMG de calidad:

- Minima parte de ruido en la señal (ruido: señal eléctrica que no forma parte de la EMG)
- Minima distorsión de la señal EMG (conservación de todas las frecuencias que componen la señal EMG)

Características eléctricas del ruido

- Ruido inherente a los componentes electrónicos que forman el equipo de detección y grabación. No se puede eliminar y depende de la calidad de la construcción técnica
- Ruido ambiental. Generado por todos los aparatos electromagnéticos que nos rodean, el principal tiene una frecuencia de 50 Hz (60 Hz) viene de la corriente eléctrica
- Artefactos de movimiento. Movimiento entre los electrodos y la piel y de los cables entre el electrodo y el amplificador (0 – 20Hz)
- La inestabilidad inherente de la señal. Principalmente entre 0 y 20Hz debido a las descargas aleatorias de las unidades motrices en esta banda de frecuencia

Electrodos y amplificador



Electrodos activos (si amplificador en los electrodos mismos se disminuye el efecto antena en la señal)

Impedancia entre la piel y el electrodo (piel seca y estabilidad en la reacción con los electrolitos de la piel)

Configuración de un amplificador diferencial

Filtro entre 20-500 Hz



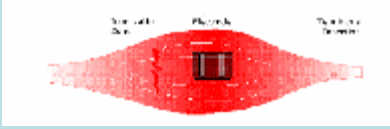
Electrodos de plata

Espacio entre los electrodos: 1cm (la amplitud de la señal es directamente proporcional a la distancia entre los electrodos)

El tamaño del músculo respecto al electrodo no influye la amplitud de la señal, puesto que las unidades motrices están distribuidas por toda la sección del vientre muscular. El electrodo capta una señal EMG representativa de un conjunto de unidades motrices

Cross-talk: a mayor tamaño de electrodos mayor riesgo de grabar la actividad de los músculos adyacentes

Colocación del electrodo



- No cerca del tendón
- Cerca Punto motor?
- No cerca de los límites del vientre muscular
- Electrodos perpendiculares a las fibras musculares

El electrodo de referencia (o de 'tierra') es necesario para obtener una referencia común para la entrada del amplificador diferencial. Es necesario colocarlo en un tejido neutro (óseo)

Practica para empezar a grabar actividad electrica

Posicion de los electrodos

Movimiento electrodos-artefactos

Contraccion concentrica y excentrica e isometrica

Sujeto en decubito supino flexion extension de codo contra la G

Movimiento lento – movimiento rapido

Processing EMG

David DeLion
UNLV Biomechanics Lab

Why do we process EMG?

- Raw EMG offers us valuable information in a practically useless form
- Raw EMG signals cannot be quantitatively compared between subjects
- If electrodes are moved raw EMG signals cannot be quantitatively compared for the same subject

Types of Signal Processing

- Raw
- Half-wave rectified
- Full-wave rectified
- Filtering
- Averaging
- Smoothing
- Integration
- Root-mean Square
- Frequency spectrum
- Fatigue analysis
- Number of Zero-crossings
- Amplitude Probability Distribution Function
- Wavelet

Removing Bias

- Low amplitude voltage offset present in hardware
- Can be AC or DC
- Calculate the mean of all the data
- Subtract mean from each data point

Raw EMG

- Unprocessed signal -
Amplitude of 0-6 mV -
Frequency of 10-500 Hz -
- Peak-to-Peak -
Measured in mV -
Represents the amount of muscle energy measured
- Onset times can be determined
- Analysis is mostly qualitative

Rectification

- Only positive values are analyzed
-Mean would be zero
- Half-wave rectification - all negative data is discarded, positive data is kept.
- Full-wave rectification- the absolute value of each data point is used
- Full-wave is preferred

Filtering

- Notch filter
 - Band reject filter; usually very narrow
 - For EMG normally set from 59-61 Hz
 - Used to remove 60 Hz electrical noise
 - Also removes real data!
 - Too much noise will overwhelm the filter

Filtering

- Band Pass filter
 - allows specified frequencies to pass
 - low end cutoff removes electrical noise associated with wire sway and biological artifacts
 - high end cutoff eliminates tissue noise at the electrode site
 - often set between 20-300 Hz

Filtering

- There are no perfect filters!
- Face muscles can emit frequencies up to 500 Hz
- Heart rate artifact can be eliminated with low end cutoffs of 100 Hz
- Filters which include 60 Hz include the noise from equipment

Averaging

- Average EMG can be used to quantify muscle activity over time
- Measured in mV
- Values are averaged over a specified time window
- Window can be moved or static
- Moving windows are a digital smoothing technique
- For moving windows the smaller the time window the less smooth the data will be

Averaging

- For EMG window is typically between 100-200 ms
- Window is moved over the length of the sample
- Moving averages introduce a phase shift
- Moving averages create biased values
 - values are calculated from data which are common to the data used to calculate the previous value
- Very commonly used technique

Integration

- Calculation of area under the rectified signal
- Measured in Vs
- Values are summed over the specified time then divided by the total number of values
- Values will increase continuously over time
- The integrated average will represent 0.637 of one-half of the peak to peak value
- Quantifies muscle activity
- Can be reset over a specified time or voltage

Practical session "Myolab"

"Differences between fast and slow flexion of the elbow, eccentric and concentric movement"

Special thanks to Emmanuel Hortmans for the use of the computer room of the ISM - ULB.
