



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias, Biología  
Electrofisiología  
Proyecto Final

Electromiograma de músculos del antebrazo a distintas fuerzas.  
Angélica Rubio García



## Resumen

Se midió la actividad eléctrica de los músculos anteriores del antebrazo mediante registros de electromiograma (EMG) a distintas fuerzas. Se utilizó el equipo Muscle SpikerBox y Hand Dynamometer para tomar los datos, para el análisis de estos, se usó Spike Recorder y Logger Pro 3.10.1.. Se obtuvieron diferencias entre los EMG realizados con la mano derecha e izquierda, ya que los EMG con la mano derecha fueron más grandes. Esto puede ser debido a que la mano derecha es la mano dominante. Para determinar de manera precisa estas diferencias habría que realizar más experimentos enfocados a esto.

*Palabras claves: electromiograma, músculos anteriores del antebrazo, potencial de acción.*

## 1. Introducción

Los músculos se clasifican en dos tipos: músculo estriado y músculo liso. El músculo estriado se divide en músculo esquelético y músculo cardíaco. Los músculos pueden mover partes del animal por que cada extremo está unido a un hueso y cuando el músculo se contrae, cambia la relación física entre los puntos de anclaje. Cada músculo está constituido por fibras musculares organizadas en paralelo, las fibras están formadas por miofibrillas, las cuales consisten en sarcómeros (Figura 1). El sarcómero es la unidad funcional del músculo estriado. Cada sarcómero contiene filamentos de actina y miosina (Randall, 2002).

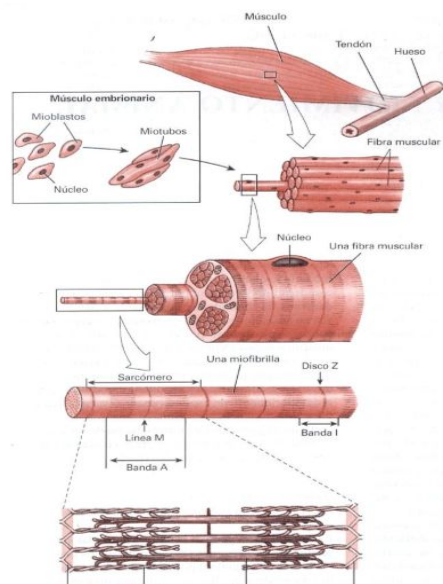


Figura 1. Estructura del músculo

Para que exista una contracción muscular deben ocurrir una excitación que se lleva a cabo en la membrana de las fibras musculares (sarcolema). El potencial de acción es la señal para la contracción de las células musculares. La despolarización se induce cuando los canales de  $\text{Na}^+$  se abren. Una corriente interna de  $\text{Na}^+$  causa una rápida reducción en el potencial de membrana. Una vez que los canales de  $\text{Na}^+$  se cierran, la salida precipitada de  $\text{K}^+$  a través de los canales dependientes de voltaje sensibles al  $\text{K}^+$ , induce la repolarización (Moyes & Schulte, 2007).

Para medir esta actividad eléctrica en los músculos ya sea en reposo o cuando se están usando se utiliza una técnica llamada electromiograma (EMG). La señal de EMG se basa en los potenciales de acción de la fibra muscular. Después de la excitación inicial viaja a lo largo de la fibra muscular y pasa al lado del electrodo (Figura 2) (Konrad, 2005).

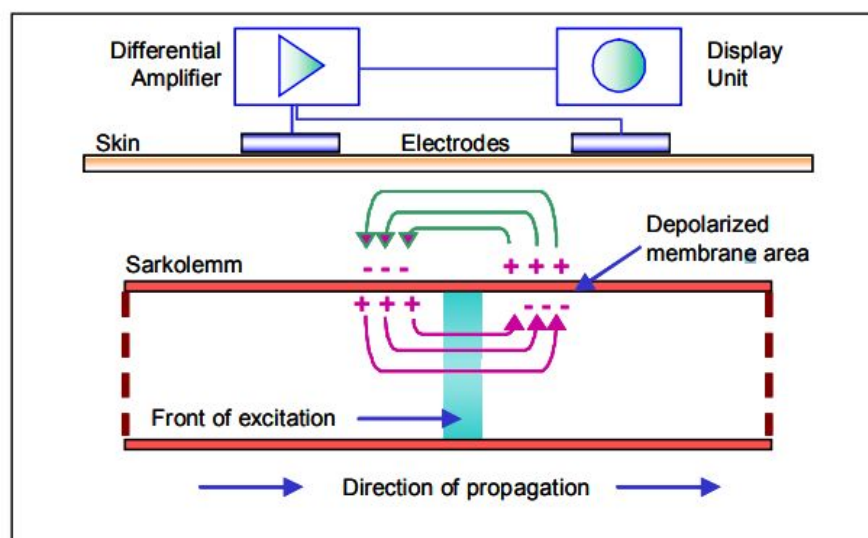


Figura 2. Zona de despolarización en fibra muscular.

Las manos tienen disposiciones musculares extrañas, ya que sus movimientos son mayormente controlados por los músculos del antebrazo. Los músculos del antebrazo se conectan a los huesos de los dedos.

En este trabajo nos centraremos en los músculos del antebrazo, principalmente en los músculos de la cara anterior: músculo flexor del pulgar, flexor superficial de los dedos, palmar mayor y palmar menor.

- **Músculo flexor del pulgar:** Se encuentra en la parte medial anterior del radio, junto al flexor profundo (Figura 3). Flexiona la tercera falange del pulgar, también flexiona el metacarpiano y la muñeca.

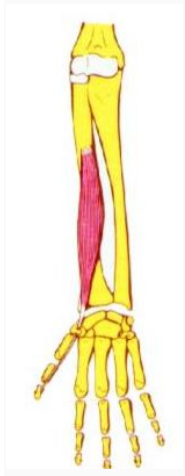


Figura 3. Músculo flexor del pulgar

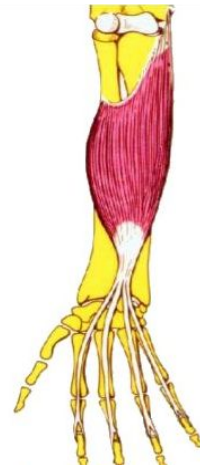


Figura 4. Músculo flexor superficial de los dedos

- **Músculo flexor superficial de los dedos:** Situado entre el palmar mayor y el menor, detrás de ambos (Figura 4). En la porción anterior del antebrazo. Tiene como función flexor mínimo de codo, de muñeca y de metacarpofalángico.
- **Músculo palmar mayor:** Se encuentra pegado al supinador largo, es el flexor principal de la muñeca.
- **Músculo palmar menor:** Se encuentra delante del palmar mayor, flexor de la muñeca.



Figura 5. Músculo palmar mayor



Figura 6. Músculo palmar menor

## 1.1 Objetivos

- Registrar un electromiograma (EMG) de los músculos anteriores del antebrazo

## 1.2 Objetivos específicos:

- Registrar un EMG de los músculos flexor del pulgar, flexor superficial de los dedos, palmar mayor y menor a distintas fuerza.

- Aprender a usar el equipo Muscle SpikerBox.
- Aprender Hand Dynamometer Vernier y la interfaz LabQuest Mini.

## **2. Materiales y métodos**

Para el registro de los EMG se utilizó el equipo Muscle SpikerBox (Figura 7) que puede detectar la señal de forma no invasiva con electrodos. Se colocaron los electrodos sobre la piel: 1 electrodo de tierra y 2 para el registro.

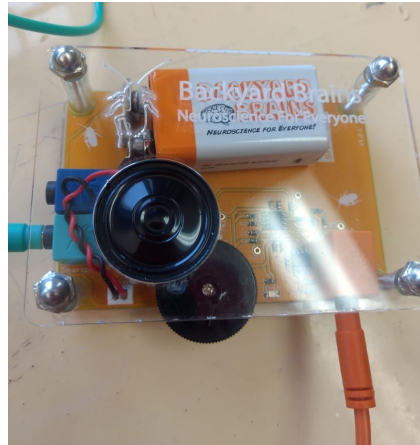


Figura 7. Equipo Muscle SpikerBox

Para el registro de los músculos, se colocaron 2 electrodos en el antebrazo y uno en la parte superior de la mano como se muestra en la Figura 8 y 9.

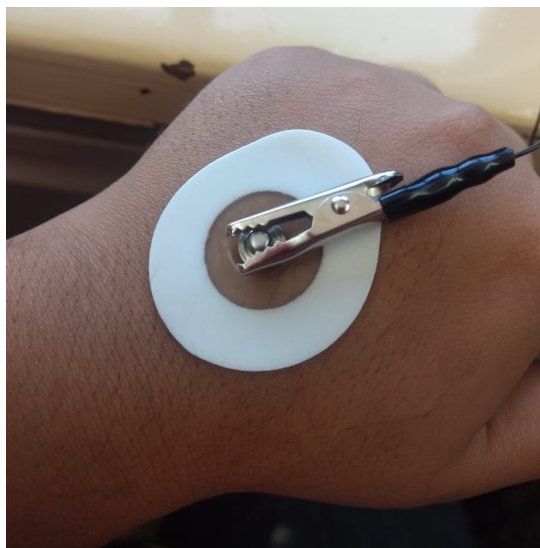


Figura 8. Electrodo de tierra colocado sobre la superficie de la mano, para el registro de EMG.

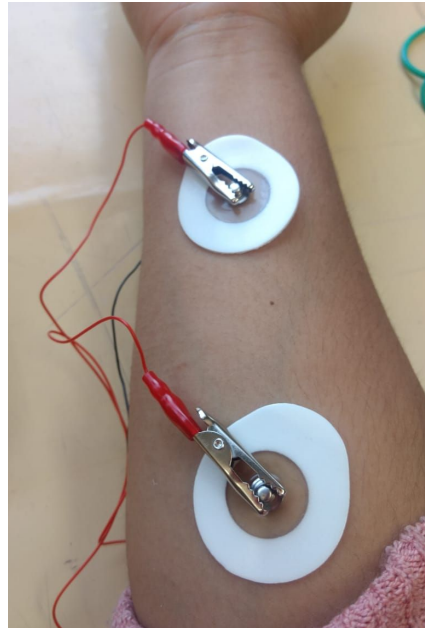


Figura 9. Electrodo de registro colocados en el antebrazo, para el registro de EMG del músculo palmar mayor y menor.

Para medir la fuerza se utilizó el equipo Hand Dynamometer Vernier (Figura 10) conectado a la interfaz LabQuest Mini Vernier (Figura 11).



Figura 10. Hand Dynamometer Vernier



Figura 11. LabQuest Mini Vernier

Se realizaron los siguientes experimentos con ambas manos a 3 diferentes fuerzas 50 N, 100 N y 200 N :

1. Pulsos cambiando de fuerza cada 20 segundos.
2. Fatiga a 50 N por 100 segundos.

Para analizar los datos del EMG se utilizó el programa Spike Recorder y para analizar los datos de fuerza se usó Logger Pro 3.10.1.

### **3. Resultados**

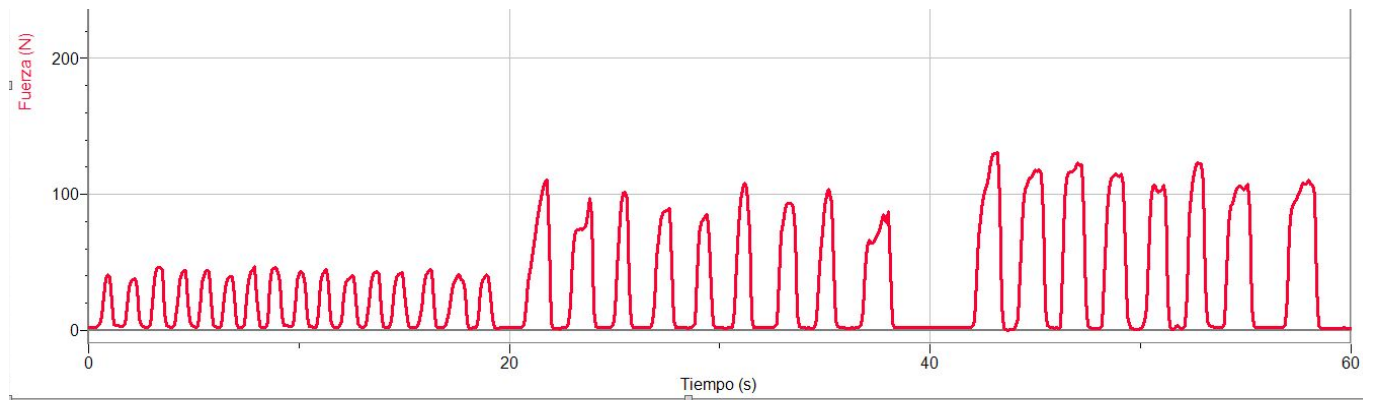


Figura 12. Pulsos cambiando de fuerza cada 20 segundos con Logger Pro 3.10.1 de mano derecha.

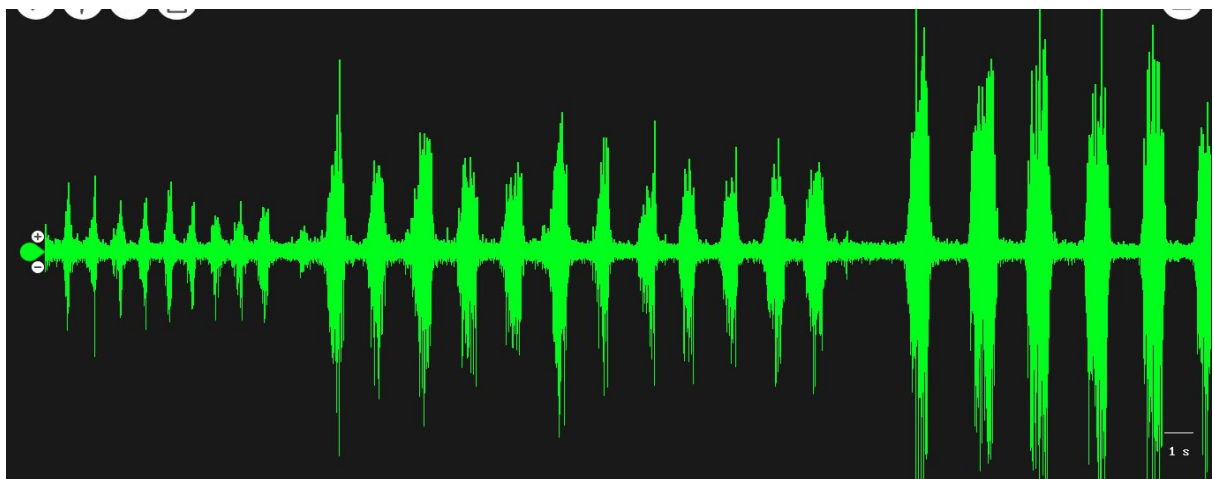


Figura 13. Pulsos cambiando de fuerza cada 20 segundos con Spike Recorder de mano derecha.



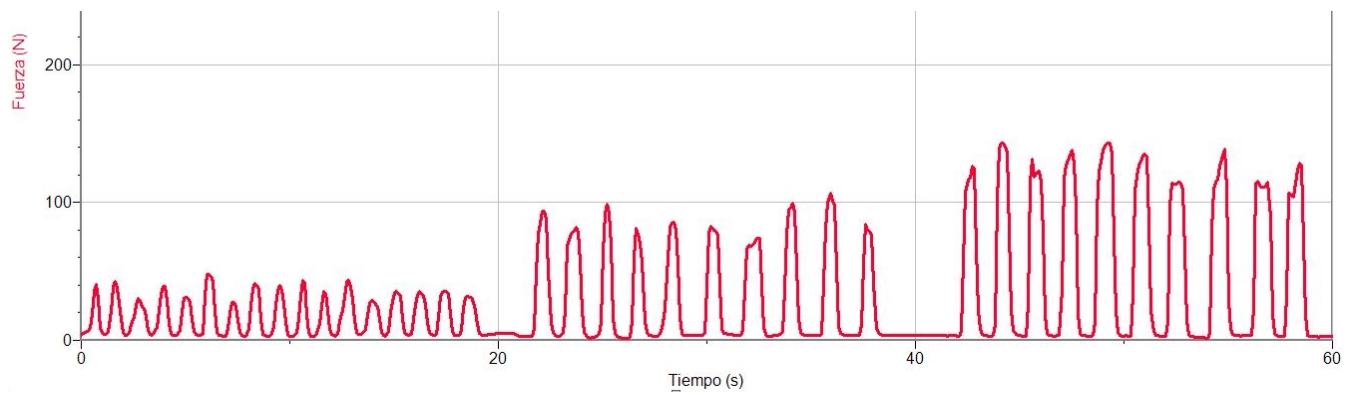


Figura 14. Pulsos cambiando de fuerza cada 20 segundos con Logger Pro 3.10.1 de mano izquierda.

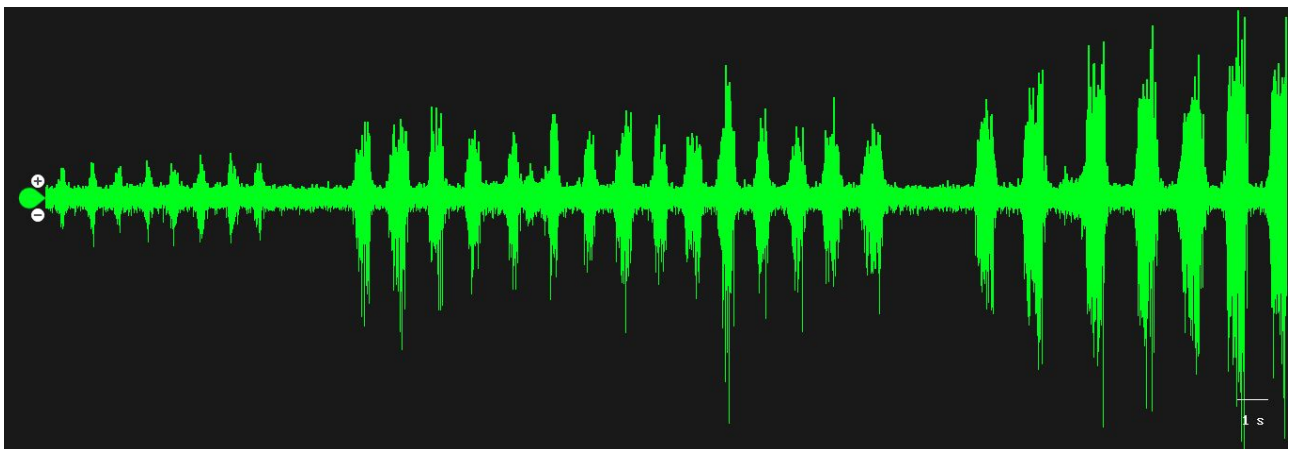


Figura 15. Pulsos cambiando de fuerza cada 20 segundos con Spike Recorder de mano izquierda.

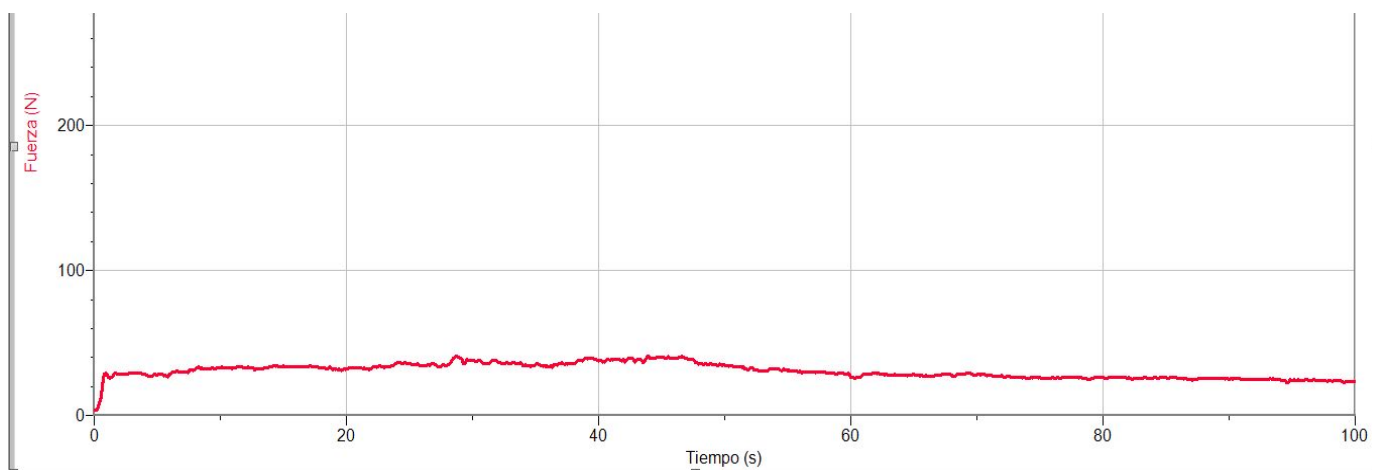


Figura 16 . Fatiga a 50 N por 100 segundos con Logger Pro 3.10.1 de mano derecha.

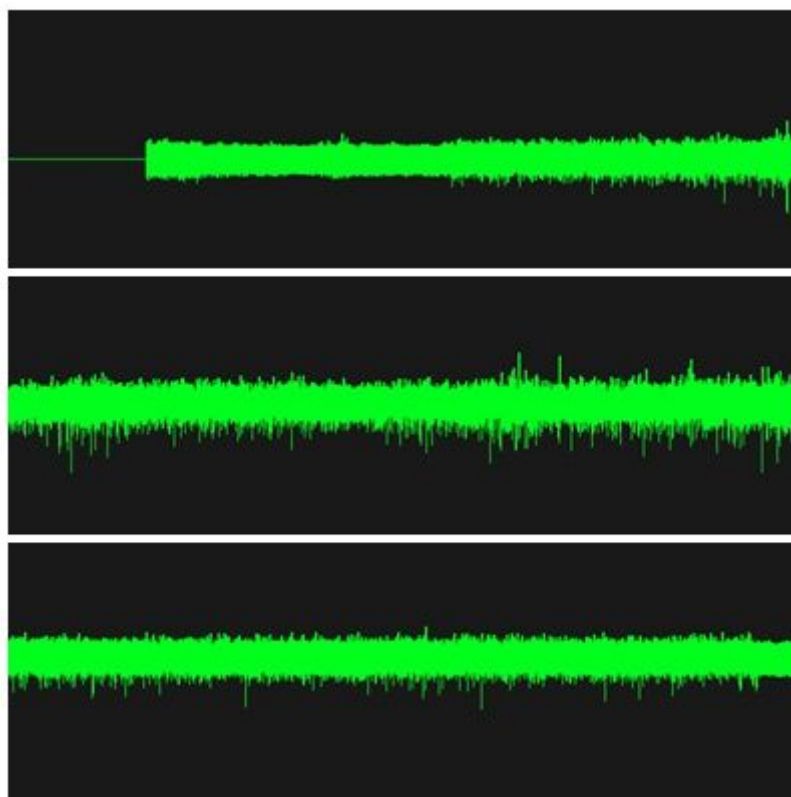


Figura 17 . Fatiga a 50 N por 100 segundos con Spike Recorder de mano derecha.

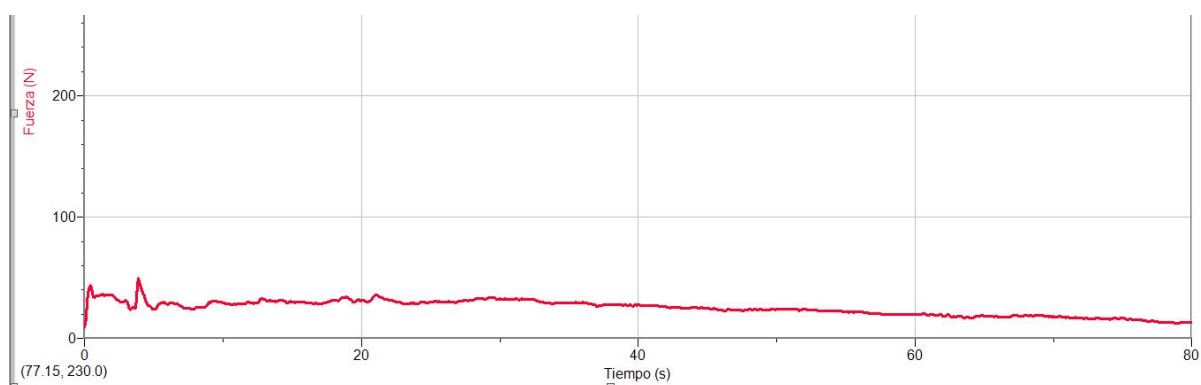


Figura 18 . Fatiga a 50 N por 100 segundos con Logger Pro 3.10.1 de mano izquierda.



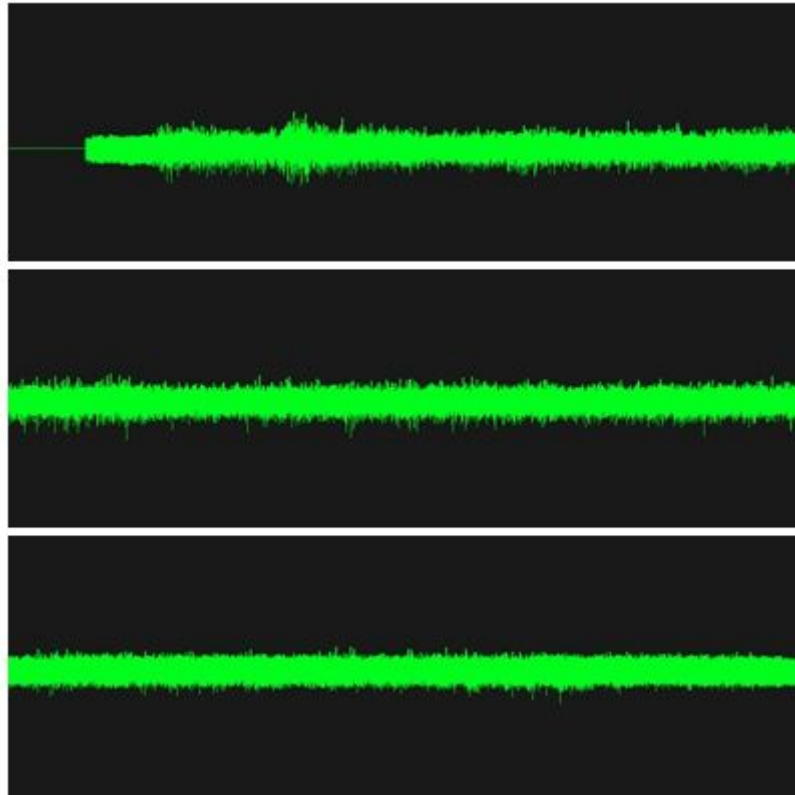


Figura 19. Fatiga a 50 N por 100 segundos con Spike Recorder de mano izquierda.

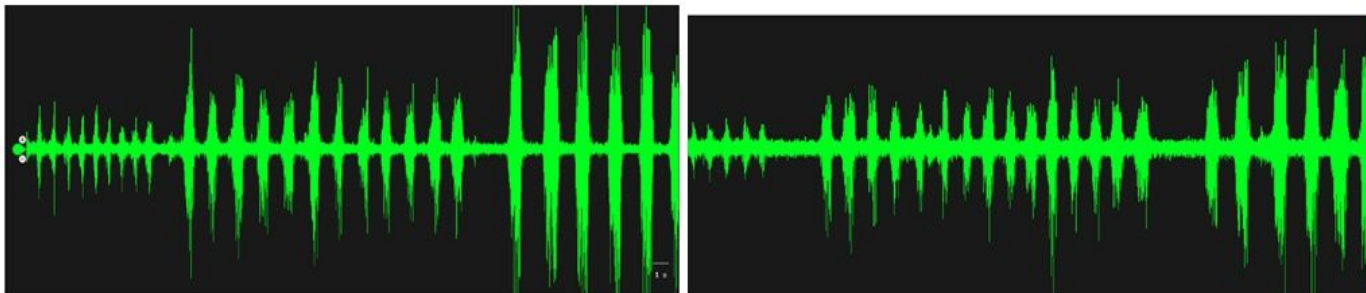


Figura 20. Comparación de los EMG de la figura 13 (derecha) y 15 (izquierda).

#### **4. Discusión**

Si vemos la comparación (Figura 20) de los EMG de la figura 13 y 15, podemos darnos cuenta de que los registros realizados con la mano derecha son más grandes que los realizados con la mano izquierda. Esto puede deberse a que la mano derecha es la mano dominante. Esto también se observa en el experimento de fatiga (Figura 16 y 18). En la figura 18 se puede observar más la fatiga del músculo que con la mano derecha (Figura 16).

Se intuye que una de las razones de estas diferencias es un desequilibrio de fuerzas entre las dos manos, ya que somos más propensos a utilizar la mano dominante para realizar tareas

cotidianas, y en los resultados se pueden ver estos efectos acumulativos de la fuerza en la mano dominante.

## **5. Conclusión**

Sería interesante ahora realizar algún experimento y poder determinar el por qué de las diferencias obtenidas y también tratar de realizar EMG de músculos mucho más específicos tanto de la mano como de los dedos.

## **6. Referencias**

- Randall, D., et. al.. (2002). *Músculos y movimiento animal*. En Eckert. Fisiología Animal, mecanismos y adaptaciones. (pp. 381-440). Madrid, España: McGraw Hill.
- Konrad, P.. (2005). *The ABC of EMG*. USA: Noraxon INC.  
[https://hermanwallace.com/download/The\\_ABC\\_of\\_EMG\\_by\\_Peter\\_Konrad.pdf](https://hermanwallace.com/download/The_ABC_of_EMG_by_Peter_Konrad.pdf)
- Moyes, C. & Schulte, P.. (2007). *Movimiento celular y músculos*. En Principios de Fisiología Animal. (pp. 208-259). Madrid, España: Pearson.