

Congreso de Educación Física y Ciencias

14º Argentino, 9º Latinoamericano, 1º Internacional

18 al 23 de octubre y del 1 al 4 de diciembre 2021

Departamento de Educación Física | **FaHCE** | 

Diferencias en las estrategias de control motor en tareas de reacción: representación de las dinámicas temporales a través del análisis espectral de la señal electromiográfica



Cano, Leonardo Ariel
lcano@herrera.unt.edu.ar
Facultad de Educación Física
Instituto Superior de Investigaciones Biológicas
Universidad Nacional de Tucumán
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas



Pizá, Alvaro Gabriel
gpiza@herrera.unt.edu.ar
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Instituto Superior de Investigaciones Biológicas
Universidad Nacional de Tucumán
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas



Gerez, Gonzalo Daniel
gonzalodanielgerez@gmail.com
Cátedra de Anatomía descriptiva y funcional
Facultad de Educación Física
Universidad Nacional de Tucumán



Parajón Viscido, Manuel
mvparajon39@gmail.com
Cátedra de Anatomía descriptiva y funcional
Facultad de Educación Física
Universidad Nacional de Tucumán



Farfán, Fernando Daniel
ffarfán@herrera.unt.edu.ar
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Instituto Superior de Investigaciones Biológicas
Universidad Nacional de Tucumán
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas



Fernández Jover, Eduardo
e.fernandez@umh.es
Unidad de Neuroprótesis y Rehabilitación Visual
Instituto de Bioingeniería
Universidad Miguel Hernández

Introducción: La electromiografía de superficie (sEMG) es una técnica no invasiva que permite registrar la señal eléctrica de los músculos. A partir de esta señal se puede caracterizar la actividad de los músculos que intervienen en una actividad motriz. Las técnicas clásicas de procesamiento como normalización y rectificación no permiten analizar en profundidad las estrategias musculares internas, por ejemplo, el reclutamiento selectivo de diferentes unidades motoras o la sincronización de las mismas para iniciar un movimiento, controlarlo o terminarlo. Estas estrategias pueden ser caracterizadas mediante un análisis espectral, es decir, la energía de la señal en el dominio de la frecuencia en un determinado rango de tiempo, en inglés Power Spectral Density (PSD) (Dupont et al., 2000; Mesin, 2019; Zhang & Zhou, 2014).

Agradecimientos: Este trabajo ha sido llevado a cabo por medio de una colaboración entre el Laboratorio de Investigación en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (Tucumán, Argentina) y el Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández (Elche, España).

Congreso de Educación Física y Ciencias

14º Argentino, 9º Latinoamericano, 1º Internacional

18 al 23 de octubre y del 1 al 4 de diciembre 2021

Objetivo

El objetivo de este trabajo ha sido representar las diferencias en las estrategias musculares en tareas motoras de reacción que involucran ambos hemisferios (dominante y no dominante) a través de la electromiografía y el tiempo de reacción.

Material y Métodos

Muestra: 14 sujetos ($30,5 \pm 9,3$ años), 7 masculinos y 7 femeninos, participaron voluntariamente. Todos reportaron tener dominancia de su brazo derecho.

Protocolo experimental: El sujeto se encuentra sentado en frente de una mesa con ambas manos apoyadas en ella. En el centro de la mesa, equidistante de ambas manos, se encuentra un dispositivo. El dispositivo es un reactímetro que emite una luz en un instante aleatorio y que registra el tiempo en el que la luz está encendida. El sujeto debe reaccionar ante el estímulo del encendido de la luz moviendo una mano hacia él. La luz se apagará cuando la mano se encuentre sobre el sensor de movimiento incluido en el dispositivo. De esta forma, en cada movimiento se registra el intervalo de tiempo entre el encendido y el apagado de la luz. Este tiempo se considera como tiempo de reacción. El protocolo consistió en 20 repeticiones para cada mano, con un tiempo de descanso de 2 minutos entre las series. El intervalo entre estímulos fue aleatorio, pero siempre mayor a 5 segundos para poder reestablecer la condición de reposo en cada repetición (Figura 1).

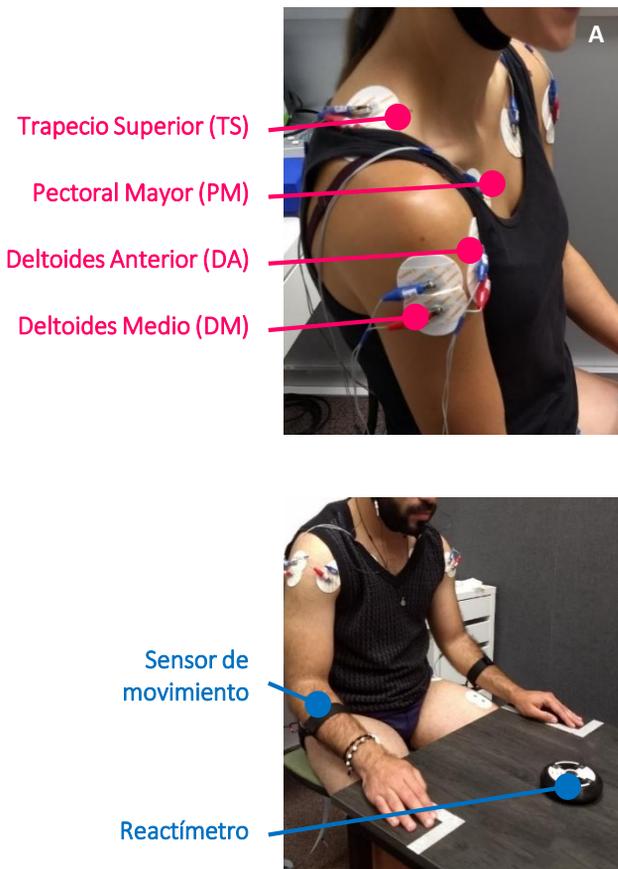


Figura 1: (A) Disposición de los electrodos. (B) Disposición de los instrumentos de medición alrededor del participante. Fuente: Elaboración propia.

Congreso de Educación Física y Ciencias

14º Argentino, 9º Latinoamericano, 1º Internacional

18 al 23 de octubre y del 1 al 4 de diciembre 2021

Departamento
de Educación Física

FaHCE



Análisis de tiempos de reacción: Se establecieron dos fases del tiempo de reacción. La primera fase (decisión) comprende desde el instante en el que se enciende el estímulo de luz (dato obtenido del reactímetro) y termina en el momento en el que el sujeto comienza a mover su mano (dato obtenido del transductor). La segunda fase (respuesta) comienza desde el instante en el que el sujeto comienza el movimiento de su mano hasta el momento en que se apaga la luz (dato obtenido del reactímetro).

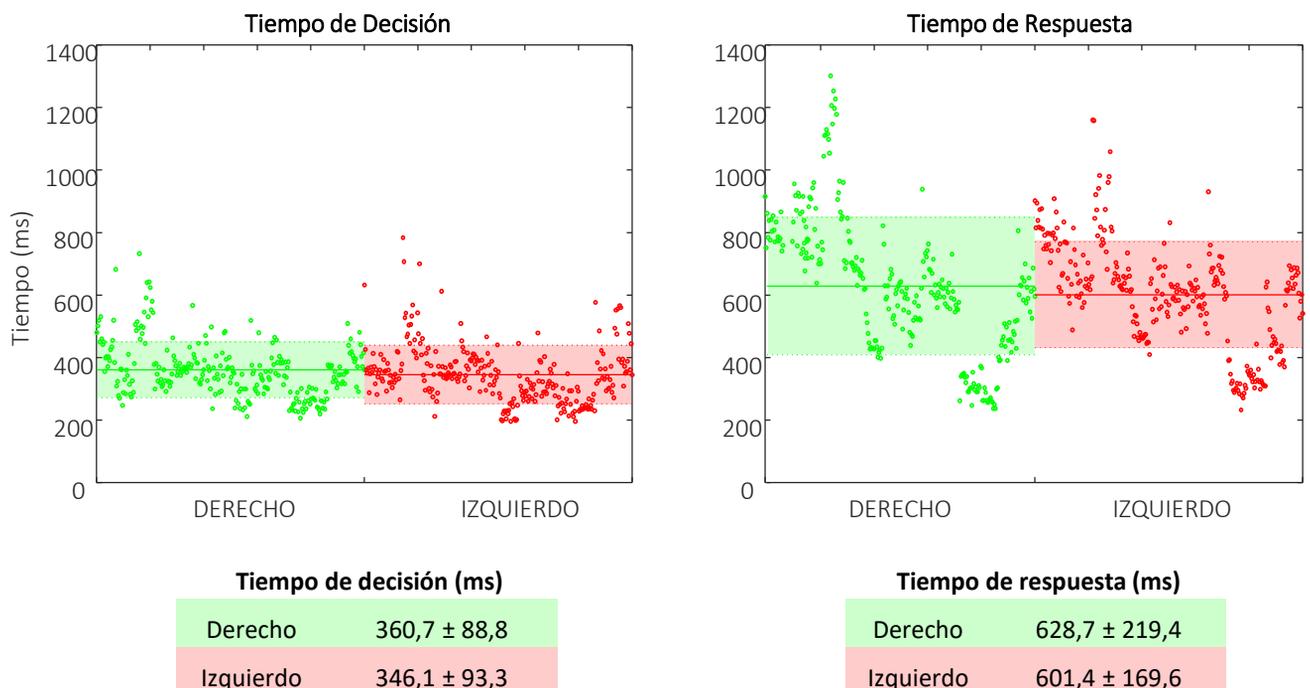


Figura 2: Presentación de todos los tiempos de reacción (puntos), la media (línea gruesa horizontal) y desviación estándar (sombreado). En verde, los datos del movimiento del brazo derecho. En rojo, el brazo izquierdo. En la figura de la izquierda, la comparación entre los tiempos de decisión. En la figura de la derecha, los tiempos de respuesta. Fuente: Elaboración propia.

Congreso de Educación Física y Ciencias

14º Argentino, 9º Latinoamericano, 1º Internacional

18 al 23 de octubre y del 1 al 4 de diciembre 2021

Análisis espectrales: La señal electromiográfica cruda fue remuestreada a 1 KHz para equiparar la frecuencia de muestreo del transductor de posición. Se aplicó un filtro pasabanda (Butterworth de orden 5) entre 13 y 400 Hz. Para el análisis de la actividad muscular se tomó como referencia el inicio del movimiento. Se estableció a través de la inspección visual de la amplitud de la señal que una ventana de tiempo de 400 ms es adecuada para el análisis espectral. Se tomó como fase de decisión al periodo de 200 ms previos al inicio del movimiento. Y la fase de respuesta, el período de los 200 ms posteriores (Figura 2). Se calculó la energía en el dominio de la frecuencia de cada repetición para todos los sujetos aplicando FFT (Fast Fourier Transformation), utilizando ventanas de 100 ms con solapamiento de 90 ms. Por último, se calcularon los estadísticos para la representación gráfica.

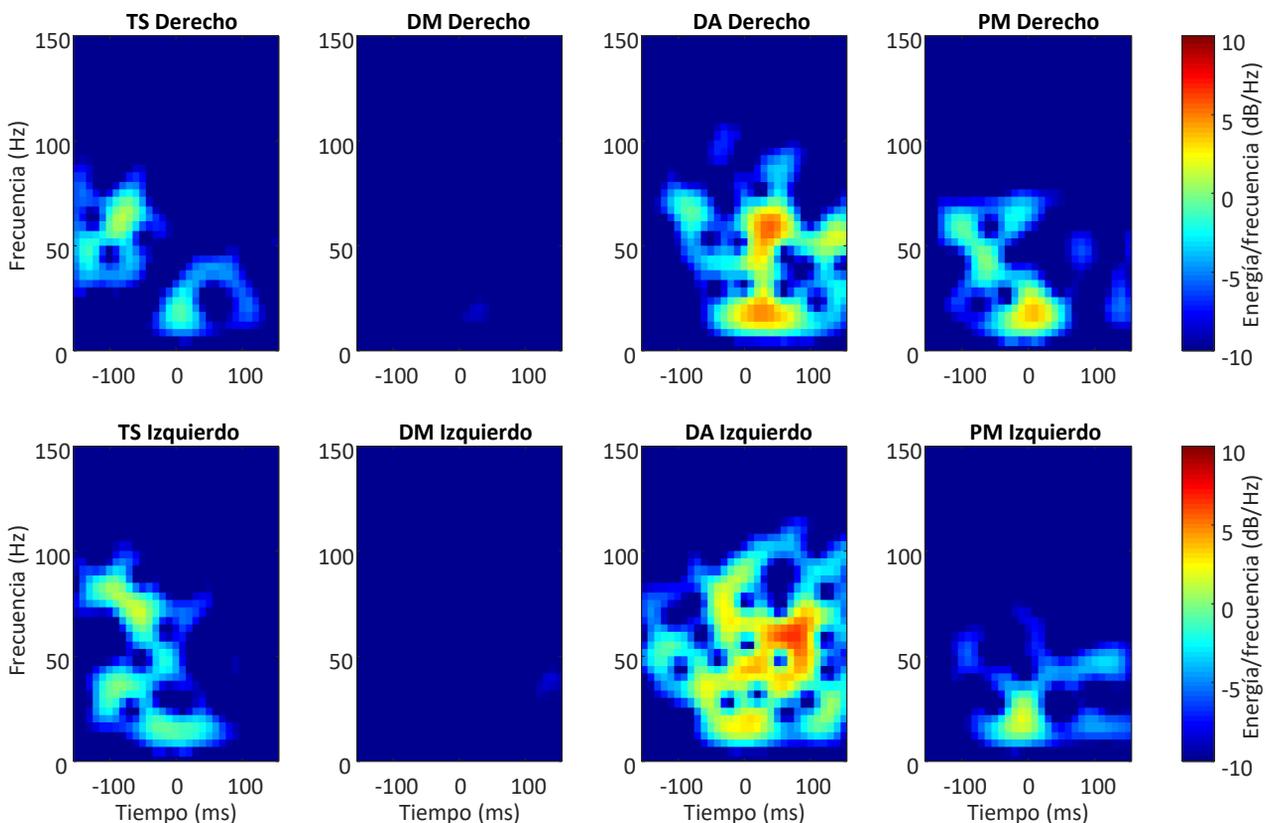


Figura 3: Análisis espectral de cada músculo. En la fila superior, los cuatro músculos del brazo derecho. En la fila inferior, los del brazo izquierdo. Fuente: Elaboración propia.

Congreso de Educación Física y Ciencias

14º Argentino, 9º Latinoamericano, 1º Internacional

18 al 23 de octubre y del 1 al 4 de diciembre 2021

Discusión

Los tiempos de reacción no mostraron diferencias significativas entre hemisferios. Sin embargo, el análisis espectral muestra que existe una diferencia en las estrategias de activación muscular del músculo motor principal (DA) de ambos hemisferios. El músculo DA derecho (dominante) parece mostrar mayor eficiencia, puesto que se observan dos focos de reclutamiento selectivo en dos rangos de frecuencia definidos, exactamente en el instante del movimiento. Por otro lado, el DA izquierdo muestra una actividad en un amplio rango de frecuencia, antes y durante el movimiento del brazo. Paralelamente, los músculos que no son motores principales (TS y PM) tienen una menor actividad que el DA, similar en ambos brazos. En términos funcionales, se podría interpretar que el TS participa en la preparación previa al movimiento. Mientras que el PM participa como colaborador del DA en el inicio del movimiento.

Estos resultados sugieren que ante resultados similares en términos de tiempo (eficacia), existan diferencias en las estrategias de reclutamiento muscular (eficiencia).

Conclusión

El análisis espectral permite desarrollar un estudio profundo de las estrategias de control motor que pueden ser caracterizadas a partir del reclutamiento de unidades motoras considerando la magnitud de la energía en diferentes bandas de frecuencia.

Referencias

- Dupont, L., Gamet, D., & Pérot, C. (2000). Motor unit recruitment and EMG power spectra during ramp contractions of a bifunctional muscle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(4), 217-224. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00014-6](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00014-6)
- Mesin, L. (2019). Single channel surface electromyogram deconvolution to explore motor unit discharges. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 57(9), 2045-2054. <https://doi.org/10.1007/s11517-019-02010-0>
- Zhang, X., & Zhou, P. (2014). Analysis of surface EMG baseline for detection of hidden muscle activity. *Journal of Neural Engineering*, 11(1), 016011. <https://doi.org/10.1088/1741-2560/11/1/016011>