

Análisis de fatiga muscular durante la conducción prolongada y estudio de la actividad mioeléctrica



Ruíz F², Gómez L¹, Rivas V¹, Nuñez A¹

Programa de Ingeniería Biomédica, Pontificia Universidad Católica del Perú y Universidad Peruana Cayetano Heredia¹

Programa de Ingeniería Biomédica, Pontificia Universidad Católica del Perú y Universidad Corporación en Estudios de la Salud²

INTRODUCCIÓN

La electromiografía (EMG) registra la actividad eléctrica en nervios y músculos mediante el uso de electrodos, proporcionando información valiosa sobre la fisiología y los patrones de activación muscular. Para capturar la actividad eléctrica, se colocan pequeños electrodos en la piel sobre el músculo o se introducen agujas delgadas directamente en el músculo. La fatiga muscular, que se caracteriza por la incapacidad de un músculo para mantener la fuerza de contracción después de una actividad prolongada, puede detectarse mediante la evaluación de las señales mioeléctricas generadas por la contracción muscular [1]. Además, la fatiga muscular está vinculada a la fatiga corporal, siendo uno de los factores contribuyentes a los accidentes de carretera [2]. Los efectos adversos de la fatiga corporal incluyen respuestas más lentas en situaciones de emergencia, pérdida de concentración, alteración en el campo de visión y el riesgo de somnolencia al volante, factores críticos que pueden desencadenar accidentes [3][4][5][6]. Los músculos superficiales relacionados con la conducción prolongada incluyen los cervicales, el tibial anterior, el erector espinal y el bíceps. En este contexto, se empleó la electromiografía de superficie, una técnica no invasiva que, a pesar de su facilidad de uso, presenta limitaciones como la susceptibilidad a alteraciones por movimiento y ruido. Se seleccionaron músculos superficiales asociados a la fatiga muscular en la conducción prolongada para el análisis de las señales EMG, evitando así la necesidad de supervisión profesional requerida por técnicas más invasivas [7]. Este enfoque tiene como objetivo comprender y prevenir la fatiga muscular en contextos relevantes para la seguridad vial.

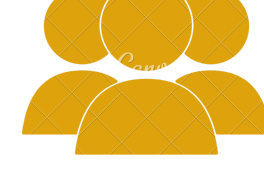
PROBLEMÁTICA

La problemática central radica en la necesidad de abordar la fatiga muscular como un factor crucial en los accidentes automovilísticos en el Perú. Esta condición incide directamente en la fatiga corporal, siendo responsable del 30% de los casos, lo que resalta su importancia como un elemento significativo en la seguridad vial [8].

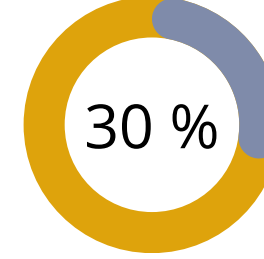
IMPACTO



75 mil accidentes
automovilísticos



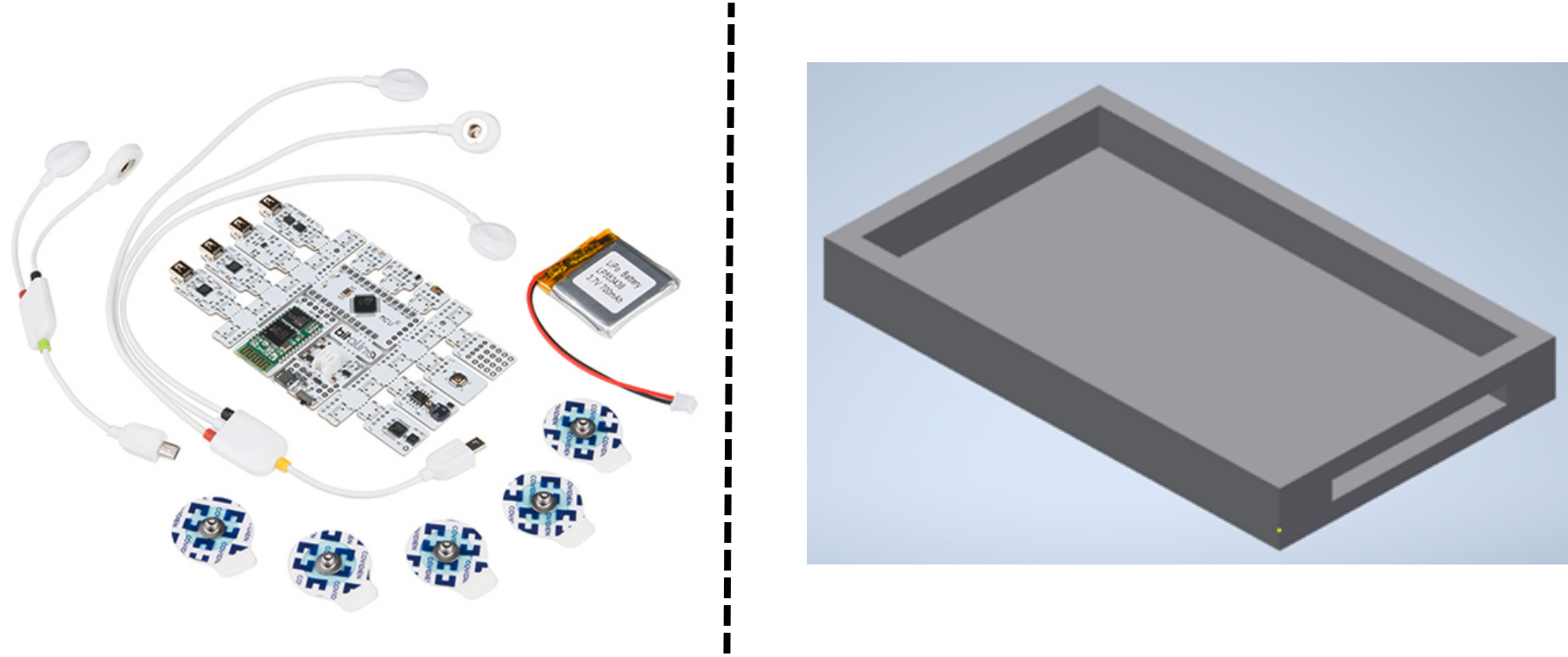
300 muertes -
Lima



fatiga corporal

METODOLOGÍA

Materiales y métodos



Protocolo



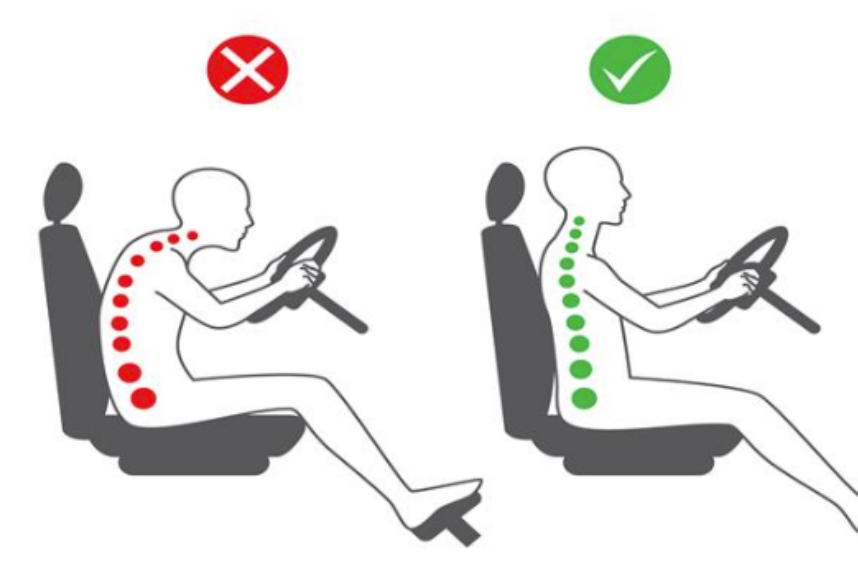
Giro del volante



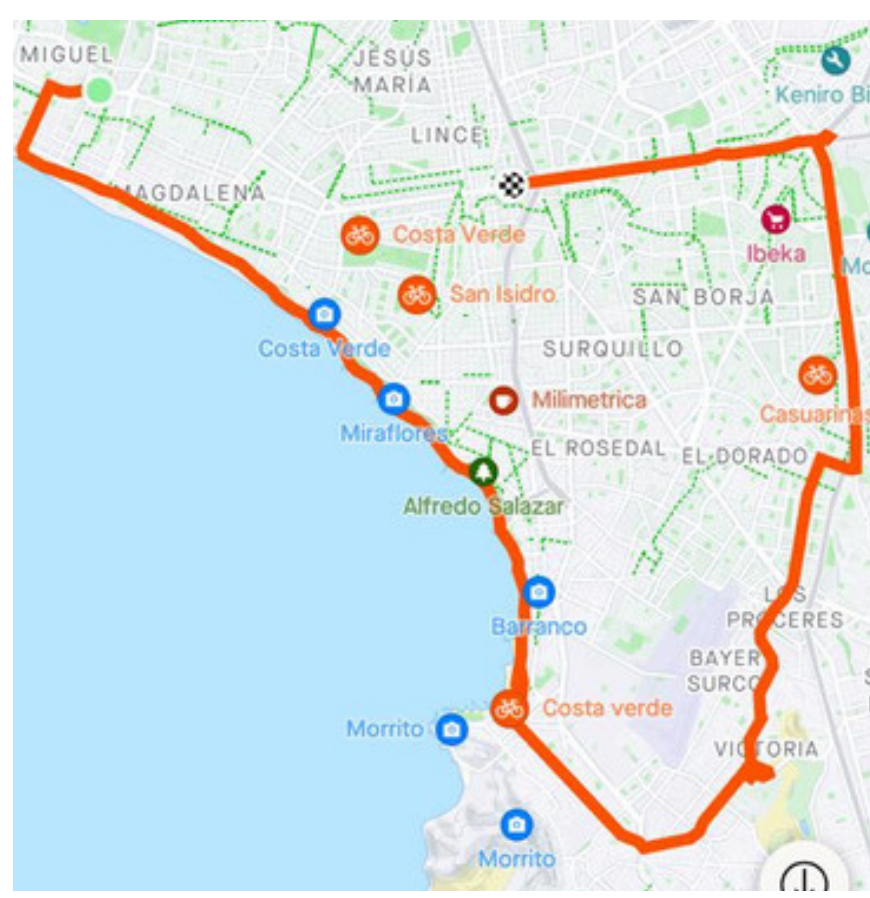
Presionar los pedales



Vista del entorno

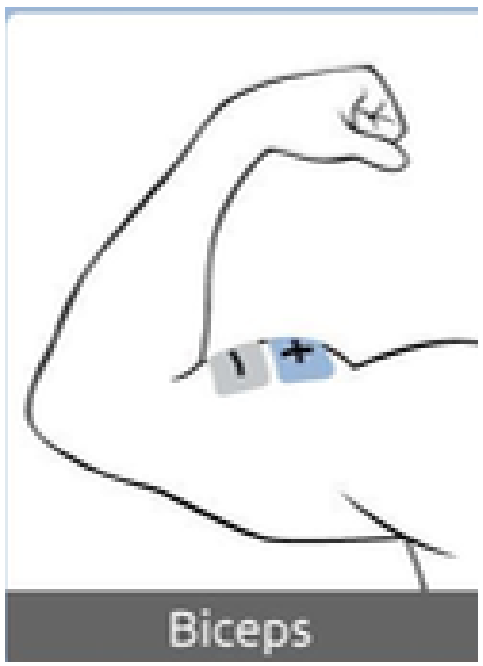


Mantener la Postura

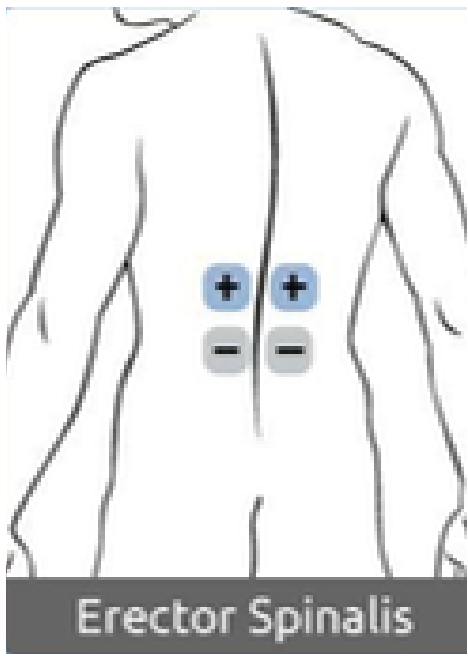


38,00 km 1h 5min

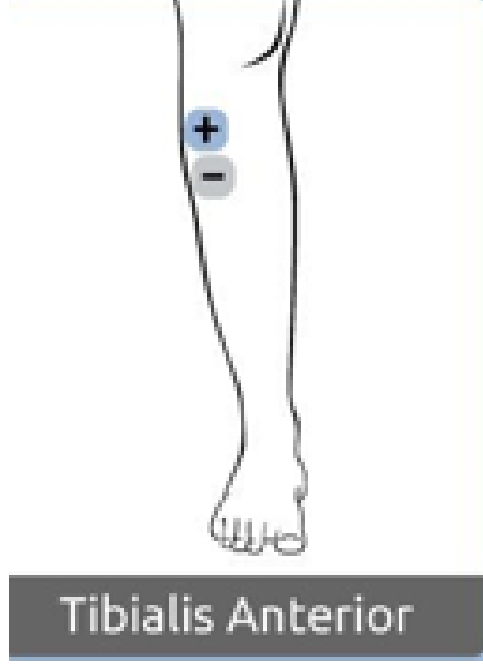
Adquisición de datos



Biceps



Erector Spinalis



Tibialis Anterior



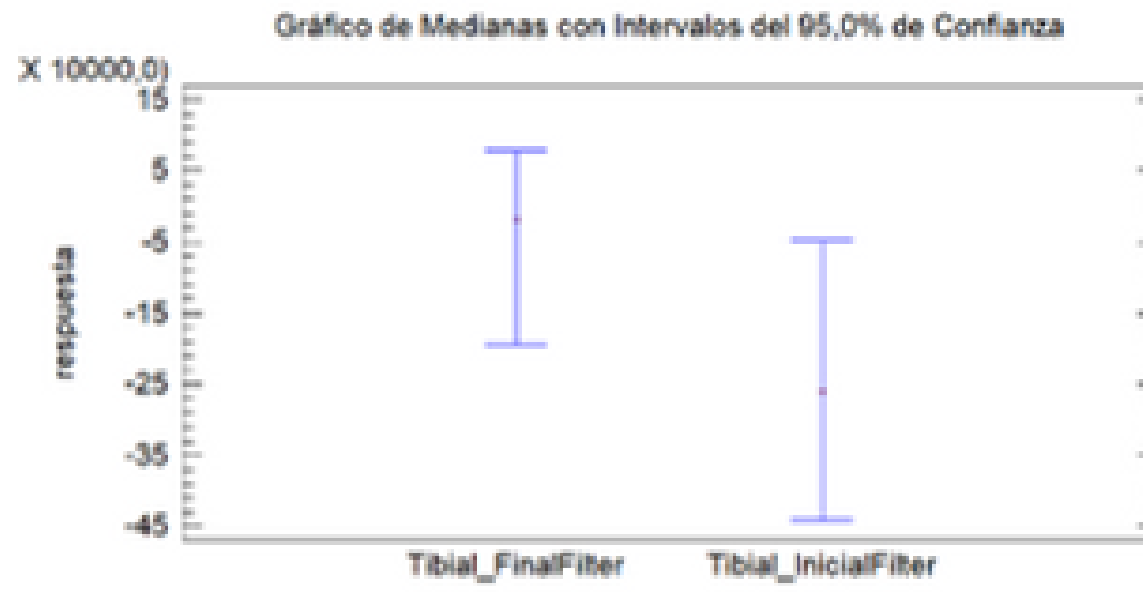
Cervical

Prueba de Kruskal Wallis

Tibial anterior

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Tibial_FinalFilter	14506	12283,5
Tibial_InicialFilter	10050	12271,3

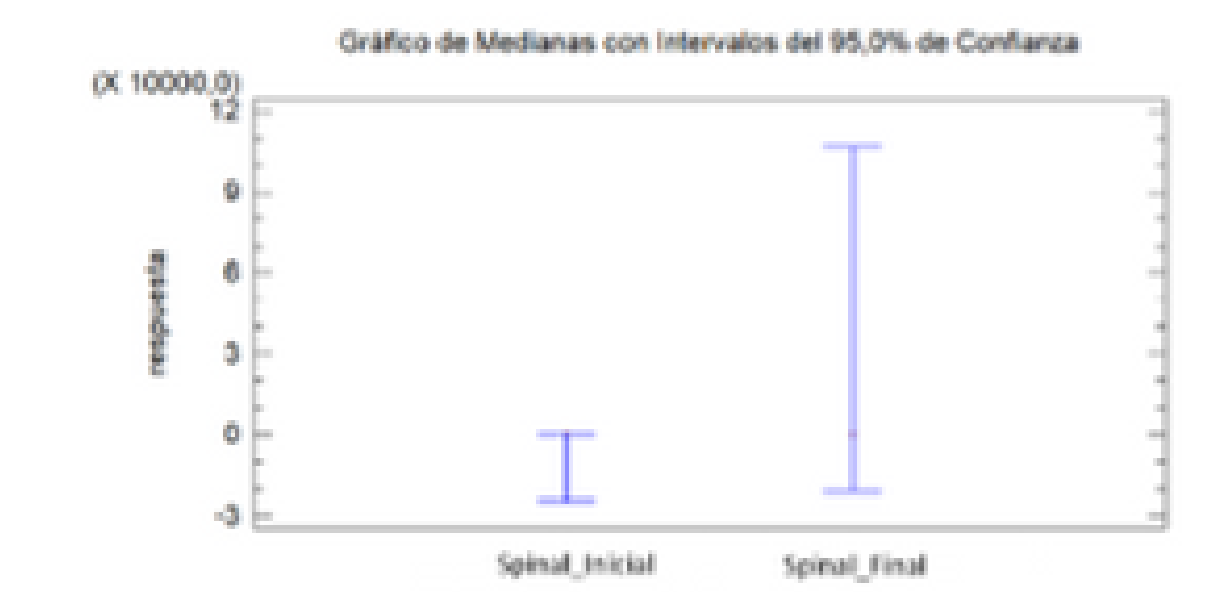
Estadístico = 0,017566 Valor-P = 0,89456



Erectores espinales

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
SpinalErector_FaseInicialFilter	19350	17161,6
SpinalErector_FaseFinalFilter	15000	14115,5

Estadístico = 0,0864942 Valor-P = 0,768682



Biceps braquial

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Biceps_FaseInicialFilter	12900	14247,3
Biceps_FaseFinalFilter	15450	14115,5

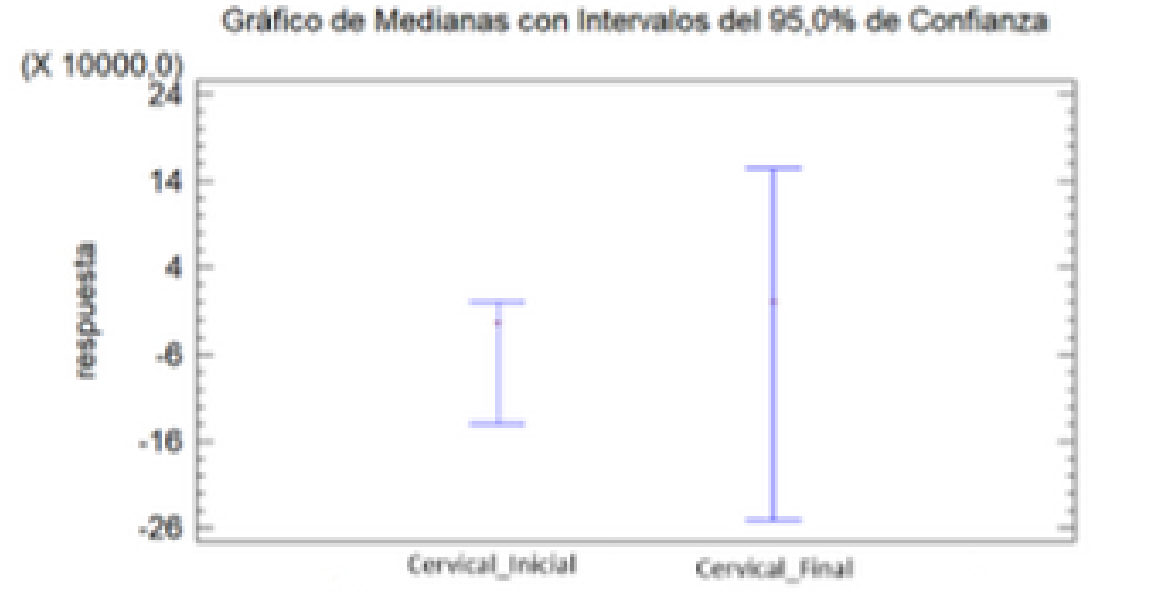
Estadístico = 0,28611 Valor-P = 0,592724



Músculos cervicales

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Tibial_FinalFilter	12900	14247,3
Tibial_InicialFilter	15450	14115,5

Estadístico = 1,82419 Valor-P = 0,176812



Procesamiento de señales

1

Para analizar la respuesta en frecuencia de la señal, se empleó la librería biosignalsnotebooks mediante el uso del método plotfft.

2

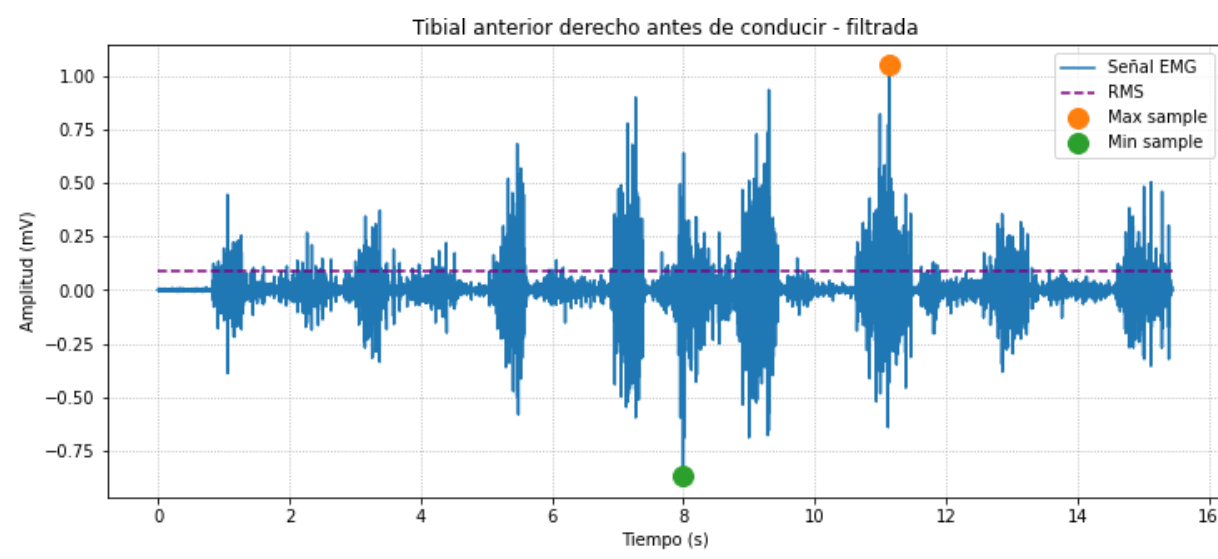
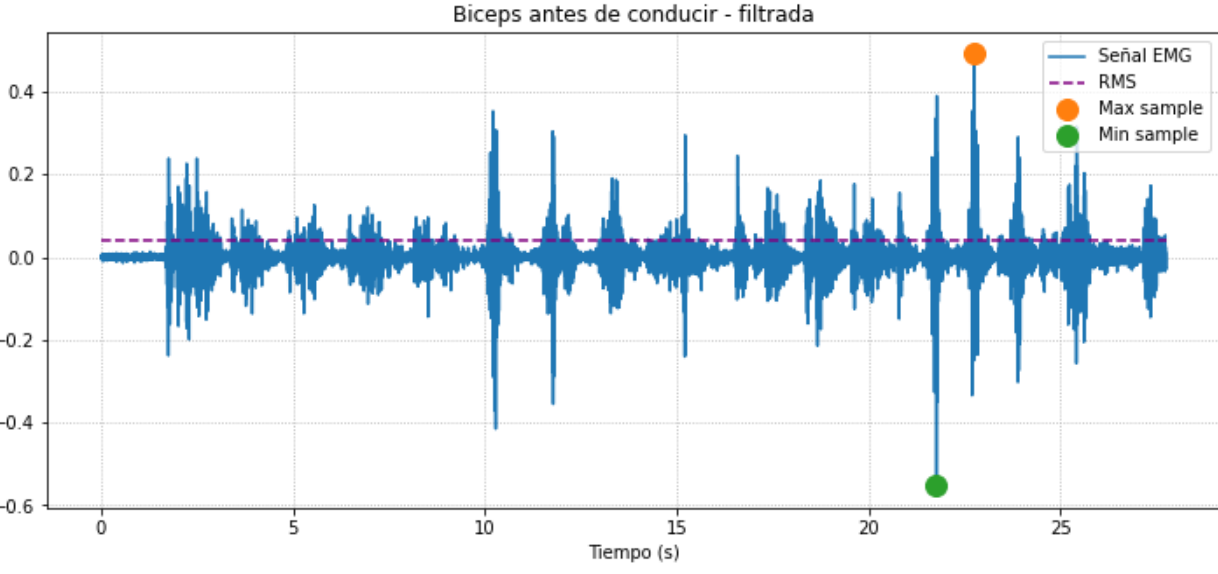
Se aplicó un filtro IIR de paso de banda con una frecuencia entre 30 y 350 Hz, con un orden de 8, y además, se empleó un filtro de rechazo en 60 Hz.

3

Las características (RMS, el área total, la frecuencia máxima y media, etc) fueron extraídas utilizando la biblioteca biosignalsnotebooks mediante el método emg_parameter.

4

Las señales filtradas fueron transformadas en archivos CSV y, utilizando el software Statgraphics, se llevó a cabo un análisis estadístico.



Conclusiones

- Aunque se observa falta de normalidad y variabilidad significativa en las varianzas en algunos casos, las pruebas estadísticas, indican en general la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de los diferentes grupos musculares.
- Ajustar la postura al conducir puede tener un impacto positivo en la reducción de la fatiga muscular en ciertos grupos musculares, como los erectores y el erector de la columna cervical.
- En vista de que existe un contraste significativo de los resultados con respecto a la literatura referenciada, se necesita hacer más investigaciones para llegar a una conclusión segura, ya que la muestra empleada en el experimento no es lo suficientemente grande ni representativa de toda la población. Por eso, es esencial ampliar el alcance del estudio, incorporando una muestra más representativa y diversificada, con el propósito de asegurar la generalización adecuada de los resultados y la validez externa del experimento en cuestión.

REFERENCIAS

- [1] Bryan Derrickson Gerard J. Tortora, Principios de Anatomía y Fisiología. Editorial MédicaPanamericana, 2018
- [2] Muhammad, M. Mustafa, Rafiuddin Abdubrani, A. Hadi, Ahmad, and Zarith Liyana Zahari, "Electromyograph (EMG) Signal Analysis to Predict Muscle Fatigue During Driving," Lecturenotes in electrical engineering, Jan. 2019, doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3708-6_35.
- [3] Muhammad, M. Mustafa, Rafiuddin Abdubrani, A. Hadi, Ahmad, and Zarith Liyana Zahari, "Electromyograph (EMG) Signal Analysis to Predict Muscle Fatigue During Driving," Lecturenotes in electrical engineering, Jan. 2019, doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3708-6_35.
- [4] H. M. Abd-Elfattah, Faten Abdelazeim, and Shorouk Elshennawy, "Physical and cognitive consequences of fatigue: A review," Journal of Advanced Research, vol. 6, no. 3, pp.351–358, May 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.01.011>.
- [5] "Truck driver fatigue risk assessment and management: a multinational survey," Ergonomics, 2023. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0014013021000056980> (accessed Sep. 01, 2023).
- [6] X. Hu and G. Lodewijks, "Exploration of the effects of task-related fatigue on eye-motion features and its value in improving driver fatigue-related technology," Transportation Research Part F-traffic Psychology and Behaviour, vol. 80, pp. 150-171, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.03.014>.
- [7] S. Gao, J. Gong, B. Zhang, F. Luo, M. Yerabakan, Y. Pan, and B. Hu, "Use of Advanced Materials and Artificial Intelligence in Electromyography Signal Detection and Interpretation," Advanced Intelligent Systems, vol. 4, p. 2200063, 2022, doi: [10.1002/aisy.202200063](https://doi.org/10.1002/aisy.202200063).
- [9] Defensoría del pueblo, "Defensoría del Pueblo: cifra de accidentes de tránsito en 2022 alcanza niveles registrados antes de la pandemia," Defensoría del Pueblo - Perú, 2023. <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-cifra-de-accidentes-de-transito-en-2022-alcanza-niveles-registrados-antes-de-la-pandemia/> (accessed Sep. 01, 2023).

Datos de contacto

Francisco Ruiz Garcia
Francisco.ruiz@upch.pe