

Detección del umbral electromiográfico en los flexores de los dedos de la mano mediante test basados en contracciones isométricas intermitentes

Bilbao-Figuerola, L.L.¹; Portillo, A.¹; Busquets, A.¹; Ferrer-Uris, B.¹

¹ Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona (UB), Barcelona, España

INTRODUCCIÓN

El umbral electromiográfico (EMGu) se define como la intensidad relativa de ejercicio donde la actividad electromiográfica (EMG) aumenta de forma no lineal, posiblemente por el reclutamiento de unidades motoras (UM) de alto umbral (tipo II) [1,2].

Los test basados en contracciones isométricas intermitentes (TCII) mejoran la detección del EMGu al permitir mayores fuerzas contráctiles [3].

No obstante, los tiempos de descansos entre series propuestos en el TCII (30 s) podrían ser insuficientes para detectar el EMGu [3].

El objetivo del estudio fue explorar la detección del EMGu en los flexores de dedos de la mano (flexor digital profundo, FDP, y superficial, FDS), mediante TCII con un descanso corto de 30 s entre series (C-TCII) y con un descanso largo de 120 s (L-TCII).

MÉTODOS

- 10 participantes (edad = 24,49 ± 4,04 años).

Protocolo TCII

Intensidad de inicio	25% CMV
Incremento de intensidad entre series	3% CMV
Número de contracciones en cada serie	5 contracciones de 5 segundos cada una
Descanso entre contracciones	3 segundos
Progresión a la siguiente serie	>2 contracciones alcanzan el %CMV requerido
Descanso entre series	Protocolo C-TCII: 30 segundos Protocolo L-TCII: 120 segundos
Intensidad final	Máxima posible

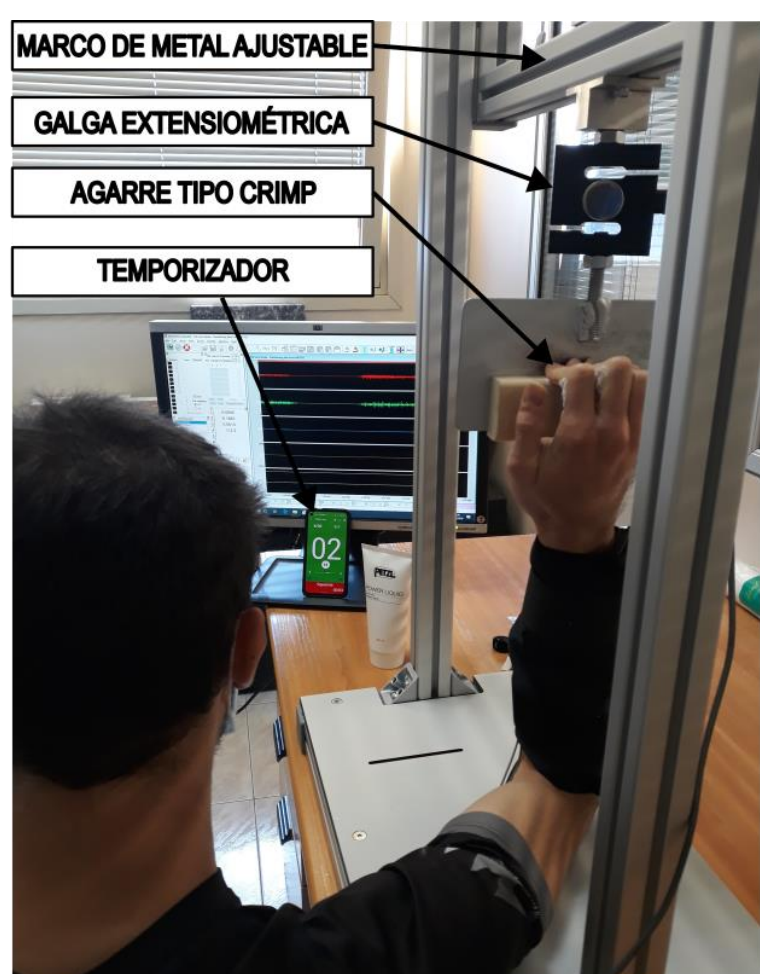


Figura 2. (1) Set-up experimental. (2) Protocol experimental. CMV: contracción máxima voluntaria. C-TCII: test de contracciones isométricas intermitentes con descansos entre series cortos (30s). L-TCII: test de contracciones isométricas intermitentes con descansos entre series largos (120s).

Análisis de la señal y variables

- Filtro Butterworth de 4º orden (Fuerza: 20Hz; EMG: 20-450 Hz).
- Los valores filtrados de fuerza se usaron para: (a) CMV para cada sesión (CMV_C-TCII y CMV_L-TCII), (b) identificar el inicio y final de cada contracción y (c) calcular el %CMV alcanzado en la serie final (%CMV_C-TCII y %CMV_L-TCII) y la media de fuerza en la serie final.

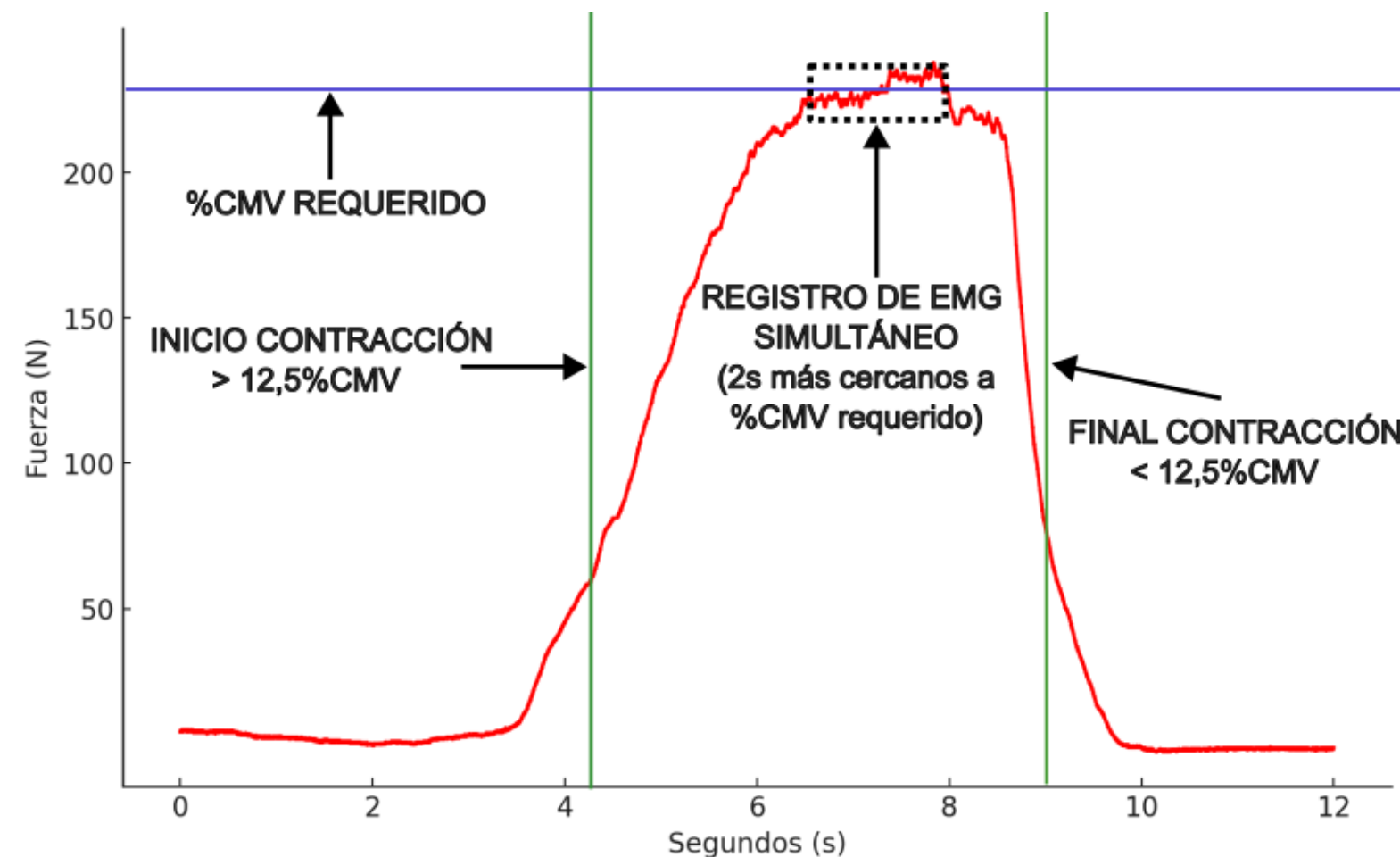


Figura 3. Análisis de los valores filtrados de fuerza de una contracción individual.

- Los valores filtrados de EMG se usaron para: (a) calcular el Root Mean Square (EMG_{RMS}) de cada contracción, y (b) calcular la media del EMG_{RMS} de las contracciones válidas de cada serie ($\bar{x}$ _EMG_{RMS}).
- Gráfico de dispersión relacionando los datos serie $\bar{x}$ _EMG_{RMS} con la intensidad de ejercicio (%CMV).

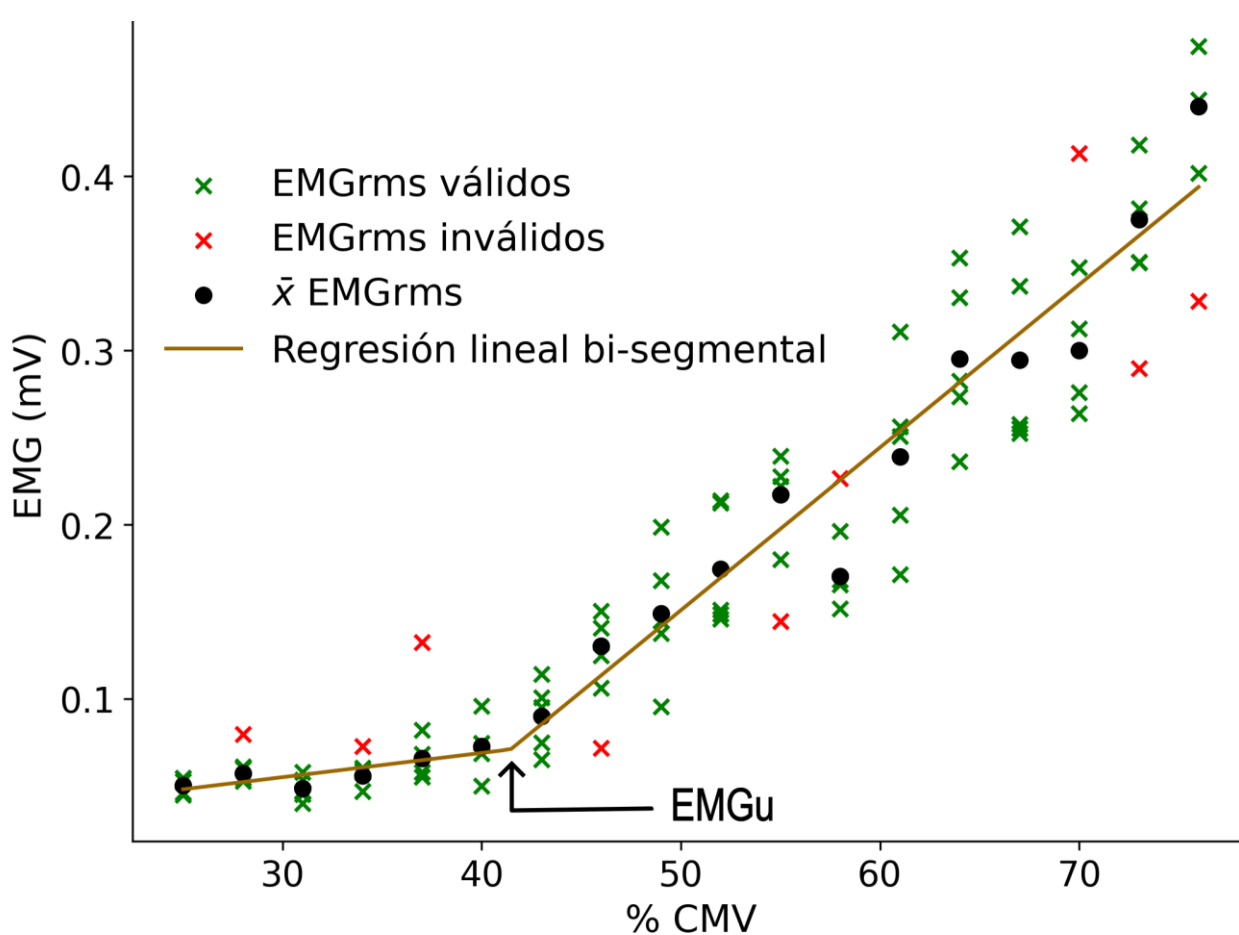


Figura 4. Procedimiento de determinación de EMGu.

MÉTODOS

- Modelo de regresión bi-segmental, donde el EMGu se definió como el %CMV de la intersección de las dos regresiones lineales.
- Se aceptó el EMGu si al menos un punto de la segunda regresión (pendiente más pronunciada) superaba la línea extrapolada de la primera regresión en + 3 SD.

RESULTADOS

Estadística

- T-test para comparar: (a) %CMV_C-TCII y %CMV_L-TCII alcanzado en la serie final; (b) fuerza ejercida en la serie final de cada protocolo; (c) CMV_C-TCII y CMV_L-TCII.
- Se utilizó estadística descriptiva para analizar la tasa de detección del EMGu según protocolo y músculo.

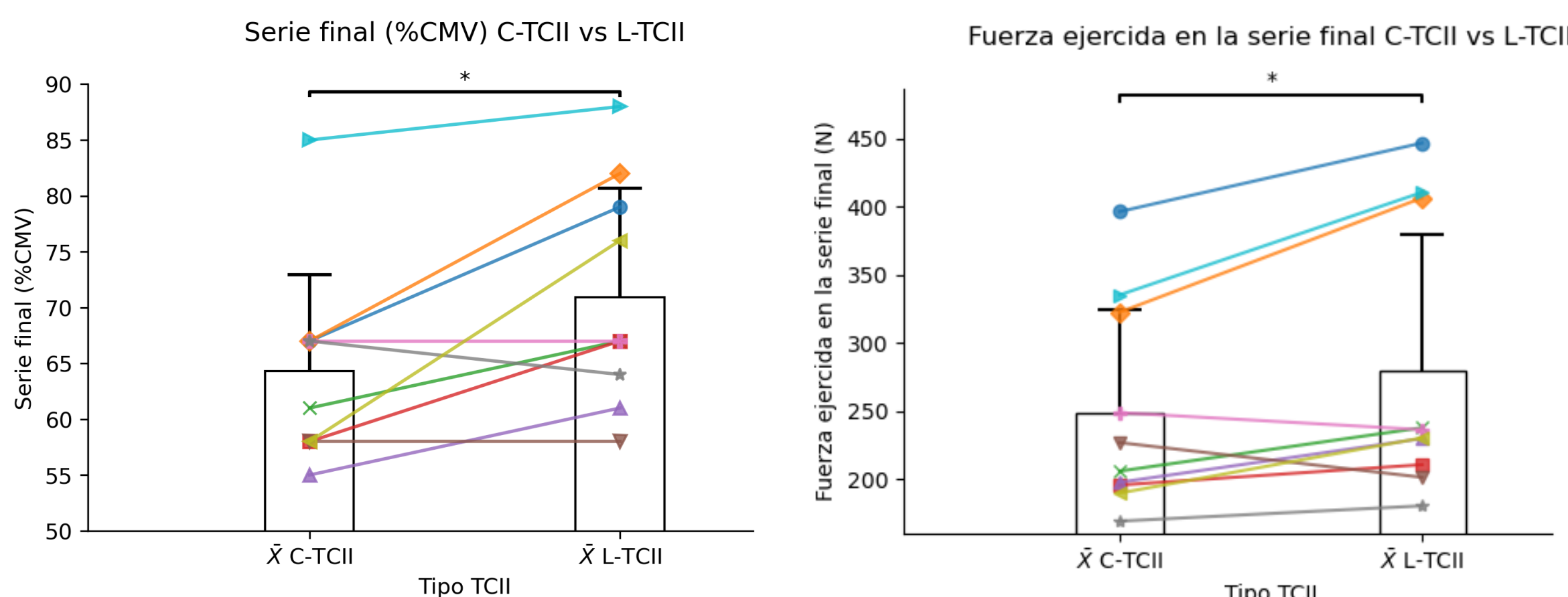
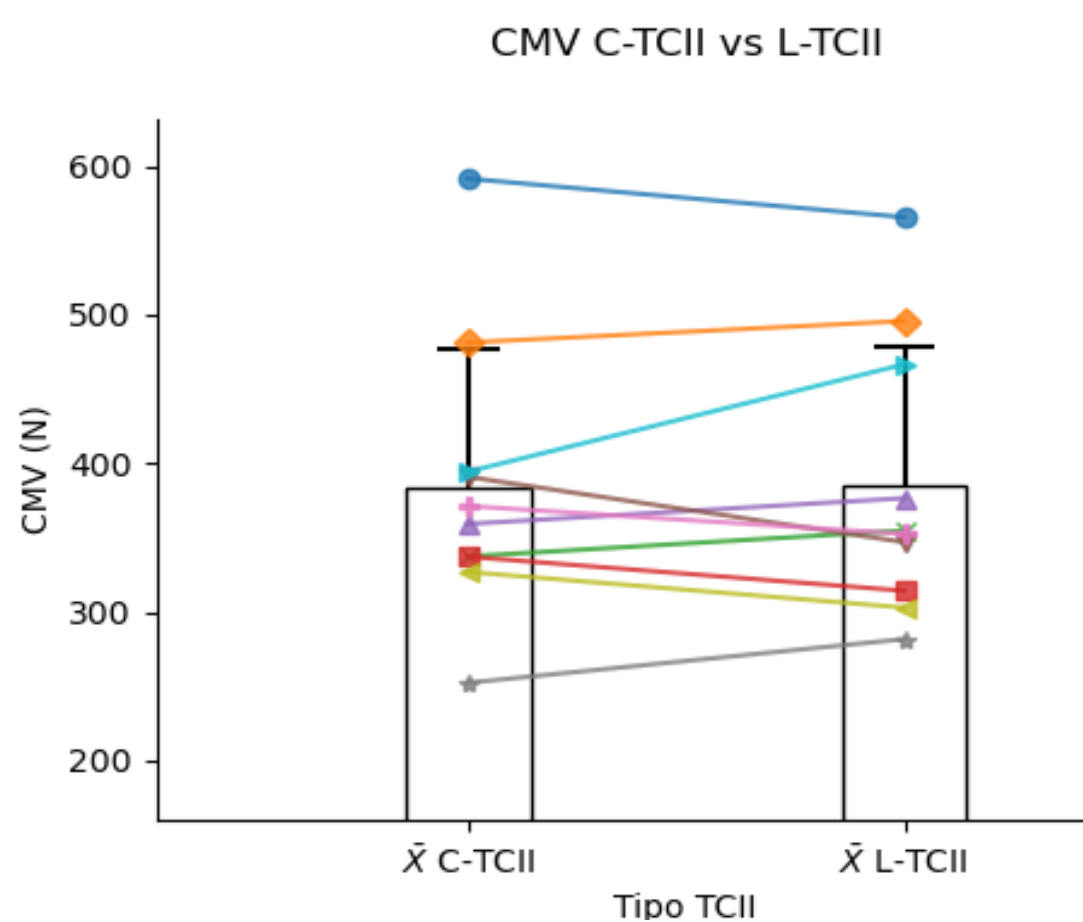


Figura 5. Comparación entre protocolos de cada variable calculada. (1) Variable %CMV_C-TCII y %CMV_L-TCII alcanzado en la serie final (2) Variable fuerza ejercida en la serie final (3) Variable CMV_C-TCII y CMV_L-TCII. Nivel de significación establecido en $p < .05$.



El protocolo L-TCII facilitó la detección del EMGu tanto para FDS como FDP. Por otro lado, el FDS mostró una mayor tasa de detección del EMGu tanto para C-TCII como L-TCII.

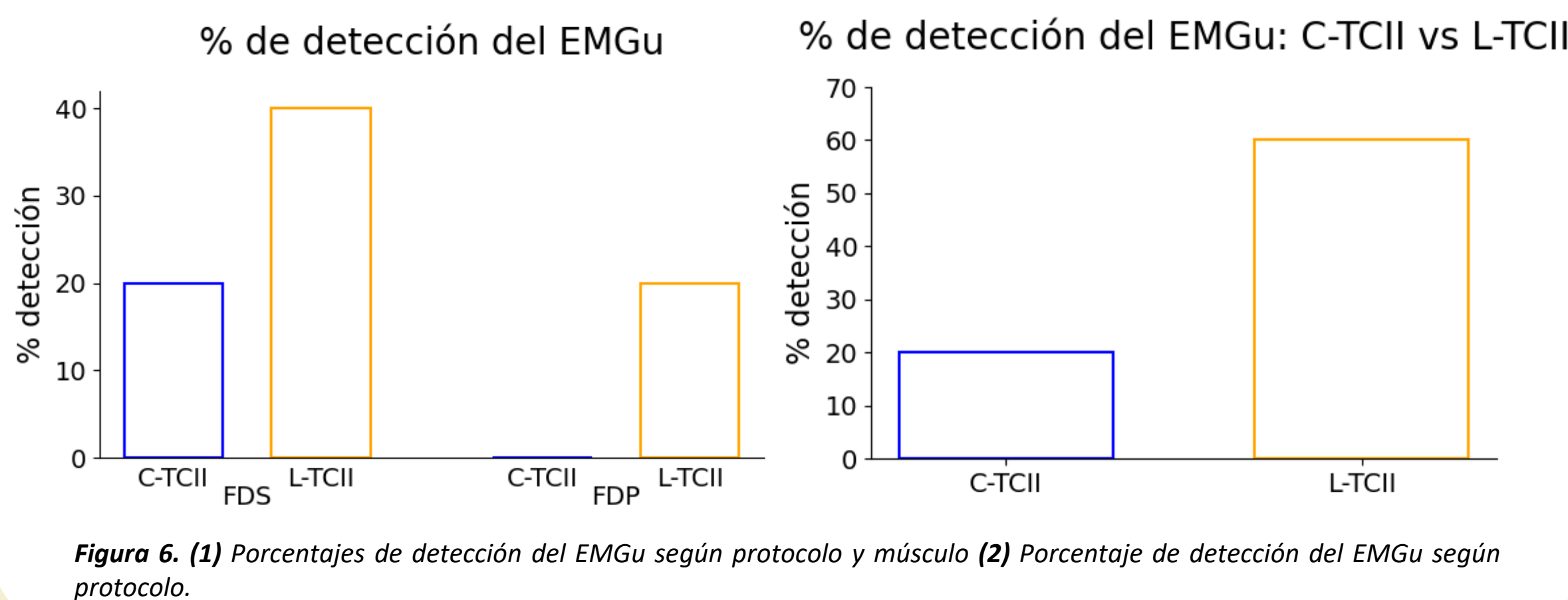


Figura 6. (1) Porcentajes de detección del EMGu según protocolo y músculo (2) Porcentaje de detección del EMGu según protocolo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- El descanso prolongado entre series del protocolo L-TCII facilitó la detección del EMGu en ambos flexores de los dedos, posiblemente al poder alcanzar niveles de fuerza contráctil superiores favoreciendo el reclutamiento de unidades motoras de alto umbral (tipo II) [1,2] y atenuando los efectos confusos de la fatiga [3].
- El FDS mostró, independientemente del protocolo utilizado, una mayor tasa de detección del EMGu, posiblemente por su carácter más agonista en el agarre utilizado [4]. Parece que la musculatura más implicada en la tarea ejecutada tiende a presentar una mayor tasa de detección del EMGu [2].
- La heterogeneidad de criterios empleados en la literatura para determinar la presencia de EMGu impide comparar tasas de detección entre estudios.
- La baja detección obtenida en el presente estudio podría atribuirse a los criterios de determinación aplicados, a posibles compensaciones musculares durante la tarea, a la naturaleza poliarticular de la tarea realizada y musculatura analizada y/o a la proporción de los distintos tipos de fibras musculares en los músculos analizados.

La posibilidad de detectar el EMGu en tareas poliarticulares de extremidades superiores empleando un protocolo TCII aumenta al utilizar descansos largos (120 s) entre series.

REFERENCIAS:

- Lucía et al., *In Br J Sports Med* (1999)
- Ertl et al., *Journal of Electromyography and Kinesiology* (2016)
- Woods et al., *European Journal of Applied Physiology* (2019)
- Ferrer-Uris et al., *PeerJ* (2023)