

doi: 10.63360/ipmm.v2.e23

Ensayo Controlado Aleatorizado

Influencia de la microelectrólisis percutánea en el trapecio superior sobre el umbral de dolor a la presión y la electromiografía de superficie: un ensayo piloto aleatorizado y controlado con punción simulada

Carlos Eduardo Girasol¹  0000-0002-3901-582X

Nathaly Escobar Durán²  0000-0002-9965-0059

Santiago Marcelo D'Almeida²  0000-0003-1854-1756

Oscar Ariel Ronzio²  0000-0002-0004-5992

¹Universidad de São Paulo, Brasil.

²Universidad Maimónides, Argentina.

RESUMEN

Antecedentes: El síndrome de dolor miofascial es un trastorno no inflamatorio que se manifiesta con dolor referido y rigidez, y se caracteriza principalmente por la presencia de puntos gatillo miofasciales (PGM). Existen varios métodos para tratar este síndrome y una de las primeras técnicas descritas consiste en el uso invasivo de corriente continua.

Diseño del estudio: ensayo piloto aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo.

Participantes: Se reclutaron adultos (18-48 años) con puntos gatillo miofasciales (PGM) activos en el trapecio superior. Los criterios de exclusión incluyeron cirugía previa de hombro o de cuello, fibromialgia, uso de anticoagulantes, embarazo o IMC > 28 kg/m².

Intervenciones: los participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de corriente galvánica de baja intensidad o a otro de punción simulada. El grupo activo recibió microelectrólisis percutánea estática con una aguja de acupuntura de 0,3 × 25 mm y con intensidades de corriente de entre 0,12 mA y 0,6 mA (2,53 mA/cm²) durante tres ciclos de 60 segundos cada uno. En el grupo simulado, la aguja se insertó superficialmente (hasta 3 mm) en la región del trapecio superior, sin alcanzar el músculo, y no se aplicó corriente eléctrica.

Objetivos: Comparar los efectos de la corriente galvánica de baja intensidad sobre los niveles del umbral del dolor por presión y el patrón electromiográfico (basal y pico) en individuos con puntos gatillo miofasciales en el músculo trapecio superior.

Materiales y métodos: Se midieron el umbral de dolor a la presión (UDP) y la electromiografía de superficie (EMG) (máximo basal e isométrico y raíz cuadrática media "RMS") al inicio, 1 minuto y 10 minutos después de la intervención. Se calcularon pruebas t para muestras independientes y tamaños del efecto (d de Cohen).

Resultados: Se aleatorizaron dieciséis participantes, ocho de ellos asignados a cada grupo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las variables UDP o EMG. Sin embargo, se observaron tamaños del efecto medianos para la actividad EMG en reposo e isométrica al minuto de la intervención, y un tamaño del efecto grande para la actividad EMG máxima en reposo al minuto.

Conclusiones: En este ensayo piloto, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Si bien se observaron magnitudes del efecto de moderadas a altas en algunas variables EMG inmediatamente después de la intervención, estos resultados deben interpretarse con cautela. Se necesitan ensayos más amplios con un seguimiento más prolongado.

Palabras clave: corriente galvánica; dolor; electromiografía de superficie.

1. Introducción

El síndrome de dolor miofascial es una afección musculoesquelética que se caracteriza por dolor muscular regional, a menudo percibido como profundo y difuso, que surge de puntos gatillo hiperirritables en bandas tensas de músculo esquelético⁽¹⁻³⁾. Existen numerosos componentes diagnósticos, pero el criterio principal es la irritabilidad muscular que se produce cuando el músculo se somete a tensión por presión o estiramiento, lo que produce un punto doloroso localizado o dolor referido. Se puede observar una banda muscular palpable, lo que indica un espasmo en una pequeña porción del músculo^(1,4). Estos cambios pueden provocar isquemia local⁽⁵⁾, lo que desencadena la liberación de sustancias proinflamatorias, estimulación nociceptiva y aumento del tono muscular, creando un ciclo que se autoperpetúa⁽⁶⁾. Algunos estudios han indicado alteraciones autonómicas y microculatorias alrededor de un punto gatillo miofascial (PGM)⁽⁵⁾. El dolor miofascial suele ser constante y profundo, además de ser muy prevalente, y a menudo sirve como punto de acceso inicial a los servicios de salud⁽⁷⁾.

Las características clínicas incluyen hiperalgesia local; dolor referido o irradiado que se intensifica con la presión (PGM activos); bandas tensas; espasmos locales ocasionales; debilidad muscular; rango de movimiento reducido; y patrones de movimiento alterados, a menudo asociados con sensibilización central. La palpación muscular manual es un procedimiento importante en la evaluación clínica de los PGM^(4,6,8). Sin embargo, su precisión diagnóstica está limitada por la ausencia de un estándar de oro y la dificultad de cuantificar la hipersensibilidad. Estas limitaciones pueden superarse parcialmente mediante la algometría de presión, que aplica una fuerza creciente sobre una superficie constante para cuantificar la presión mínima que induce dolor o malestar, conocida como umbral de dolor por presión (UDP), generalmente reportada en kg/cm² o kilopascales (kPa)^(9,10). Las fibras superiores del trapecio son las más comúnmente afectadas y se considera el músculo más sensible a la presión según estudios de algometría que involucran varios músculos de la cintura escapular⁽¹¹⁾. Se ha demostrado que la identificación de valores reducidos de PPT sobre MTrP es un procedimiento confiable para su evaluación clínica⁽¹²⁾.

Estudios de electromiografía de superficie (EMGs) han reportado la detección de actividad eléctrica espontánea en regiones identificadas como PGM. La electromiografía mide la actividad bioeléctrica musculoesquelética mediante métodos invasivos o no invasivos^(13,14). La EMGs se prefiere por ser no invasiva y permitir el análisis durante el movimiento. Los datos obtenidos se consideran en la exploración física y ayudan a verificar la integridad neuromotora⁽¹⁵⁾.

Existen varios métodos para tratar este síndrome, entre ellos agentes electrofísicos⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. Una de las primeras corrientes descritas es la corriente continua (CC) o corriente galvánica, caracterizada por su naturaleza unidireccional, en la que la energía acumulada en los tejidos biológicos estimulados promueve cambios electroquímicos⁽¹⁸⁾. Estos efectos se denominan polares. En contraste, una técnica de rehabilitación relativamente nueva y cada vez más prominente consiste en el uso invasivo de CC⁽¹⁹⁾, como la microelectrólisis percutánea (MEP)⁽²⁰⁾. La MEP es un procedimiento mínimamente invasivo en el que se administra CC de baja intensidad (hasta 0,98 mA) mediante agujas de acupuntura, generando una alta densidad de corriente (aproximadamente 3,8 mA/cm²)⁽²¹⁾. Además de la analgesia local, se espera que induzca un proceso inflamatorio local controlado que promueva la reparación tisular. Estos efectos refuerzan su mecanismo de acción en la rehabilitación de personas con puntos gatillo miofasciales, particularmente en el músculo trapecio, comúnmente asociado al dolor de cuello⁽²²⁾.

Sin embargo, la evidencia sobre las respuestas electromiográficas inmediatas tras la microelectrólisis percutánea en puntos gatillo miofasciales sigue siendo escasa e inconclusa, especialmente en diseños aleatorizados y controlados con placebo. Por lo tanto, el objetivo de este ensayo piloto aleatorizado fue analizar el efecto de la microelectrólisis percutánea sobre la actividad de los puntos gatillo miofasciales y el umbral de dolor a la presión en el músculo trapecio superior en adultos sanos. Se plantea la hipótesis de que la microelectrólisis percutánea reducirá la actividad del PGM y aumentará el umbral de dolor a la presión en comparación con el valor basal.

2. Materiales y métodos

2.1 Diseño del estudio

Este fue un ensayo piloto aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos (simulado o microelectrólisis percutánea estática) mediante una secuencia generada por computadora. La metodología del estudio siguió todas las directrices establecidas por los Estándares Consolidados para la Presentación de Ensayos Clínicos (CONSORT)⁽²³⁾ y las Recomendaciones de los Editores de Revistas de la Sociedad Internacional de Fisioterapia⁽²⁴⁾.

Las evaluaciones se realizaron al inicio, al minuto y a los 10 minutos después de la intervención. El resultado primario fue la actividad del PGM evaluada mediante sEMG (MyoPlus Pro, NeuroTrac, Reino Unido). Las variables de sEMG incluyeron la actividad máxima en reposo (EMG Peen reposo Máx), la raíz cuadrática media en reposo (EMG en reposo RMS), la actividad máxima isométrica durante la contracción voluntaria (EMG Isométrica Máx) y la raíz cuadrática media isométrica (EMG isométrica RMS). Los resultados secundarios incluyeron el umbral de presión al dolor (UDP), medido con un algómetro FDX® 25 (Wagner Instruments, Greenwich, EE. UU.). La punta del algómetro (1 cm²) se colocó perpendicular a las fibras del trapecio superior por encima del PGM y se aplicó compresión a aproximadamente 0,5 kg/cm²/s hasta que el participante reportó dolor. Cada punto se midió tres veces y se registró el valor promedio.

2.2 Ética

El estudio se realizó de conformidad con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Maimónides (código de protocolo A-01-CEBBAD-20, aprobado el 6 de octubre de 2020). Este estudio se registró como ensayo clínico en ClinicalTrials.gov (NCT05478928). Los voluntarios fueron debidamente informados sobre el proyecto de investigación, sus objetivos y características, y todos firmaron el consentimiento informado.

2.3 Participantes

Para ser incluidos en el ensayo, los participantes de ambos sexos con edades comprendidas entre 18 y 48 años debían presentar puntos gatillo miofasciales activos (PGM), ya fueran unilaterales o bilaterales. El diagnóstico de los puntos gatillo se realizó según los criterios clínicos descritos por Simons et al.⁽¹⁾ y Gerwin et al.⁽²⁵⁾. Estos incluyeron una banda tensa palpable en el músculo esquelético, un punto hipersensible dentro de la banda tensa, reproducción del dolor referido típico del paciente con compresión (hasta 3,0 kg/cm²) y una posible respuesta de contracción local. En consonancia con las recomendaciones de consenso contemporáneas⁽⁸⁾, la presencia de un conjunto de criterios básicos (banda tensa, punto hipersensible y reproducción del dolor referido) se consideró esencial para el diagnóstico de los PGM, mientras que los hallazgos adicionales, como la respuesta de espasmo local, se consideraron confirmatorios pero no obligatorios. La localización de los puntos gatillo se realizó mediante palpación manual estandarizada antes de la colocación de la aguja. Estos criterios han demostrado una fiabilidad interevaluador aceptable⁽²⁵⁾.

Participantes con antecedentes de cirugía de cuello y hombro, fobia a las agujas, disfunción temporomandibular, uso de anticoagulantes, que reciben otros tratamientos para puntos gatillo miofasciales, fibromialgia, trastornos endocrinos, embarazo u obesidad con un índice de masa corporal (IMC) mayor a 28 kg/m² fueron excluidos.

Se recopilaron los siguientes datos: datos personales (nombre, número de teléfono, sexo, edad, predominio de extremidades superiores), masa corporal, altura, IMC, enfermedades previas, consumo de medicamentos y antecedentes actuales de cirugía, fisioterapia o entrenamiento físico. Durante la exploración física, se midió el UDP.

2.4 Aleatorización y cegamiento

El equipo de investigación realizó el reclutamiento. El investigador responsable de los análisis y los participantes desconocían a qué grupo se asignaron. Otros dos investigadores realizaron las evaluaciones y los protocolos de intervención, y otro se encargó del procesamiento y del análisis de los datos.

Los participantes elegibles fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos: corriente galvánica de baja intensidad o tratamiento simulado. La aleatorización fue realizada por un investigador ajeno a la recopilación de datos ni a la evaluación de resultados, mediante un programa informático (Excel, Microsoft Corporation de Impressa Systems, Santa Rosa, California, Estados Unidos). La asignación se mantuvo en secreto mediante sobres opacos sellados que solo fueron abiertos por los investigadores responsables de la intervención, tanto antes como

después de la evaluación. El investigador responsable de las evaluaciones y los pacientes desconocían su asignación a cada grupo durante todo el estudio.

2.5 Intervención

Para el grupo activo (Microelectrólisis Percutánea Estática) se utilizó un dispositivo Sveltia DC (Sveltia, Argentina), acoplado a un electrodo dispersor (área: 28,26 cm²) y una aguja de acupuntura (0,3 × 2,5 cm). El circuito se cerró colocando el electrodo dispersor en el brazo contralateral al músculo trapecio a tratar. La intensidad de corriente se administró progresivamente a la aguja entre 0,12 mA y 0,6 mA (densidad de corriente: 2,53 mA/cm²). Si el participante reportó molestias, el procedimiento fue interrumpido y reanudado solo después de que las molestias cesaron, en un total de tres ciclos de 60 segundos de terapia activa (dosis total de 108 mC). Se proporcionó un intervalo de 30 segundos entre ciclos activos, lo que resultó en un tiempo total de terapia de 240 segundos. No ocurrió movimiento de la aguja. El protocolo de electrólisis fue seleccionado con base en aplicaciones clínicas previamente descritas de microelectrólisis percutánea⁽²⁶⁾. Finalmente, para el grupo de control, se insertó una aguja de acupuntura de 0,3 × 25 mm perpendicularmente a una profundidad superficial de hasta 3 mm en la piel que recubre la región trapecio superior, sin alcanzar el tejido muscular o el punto gatillo miofascial, y permaneció en su lugar durante el mismo tiempo que en el grupo activo. No se aplicó corriente eléctrica. Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo investigador para asegurar una mayor confiabilidad. Todos los parámetros propuestos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros propuestos para la intervención.

Parámetros	Sham	Microelectrólisis percutánea
Aguja	0.3×2.5 cm	0.3×2.5 cm
Área de dispersion del electrodo	28.26 cm ²	28.26 cm ²
Frecuencia de los movimientos	Estático	Estático
Intensidad actual	0	0.6 mA
Ciclo	3	3
Tiempo activo	0	60
Tiempo total	240 seg	240 seg
Dosis total	-	108 mC
Lugar de intervención	Perpendicular al punto gatillo del músculo trapecio superior	

2.6 Resultados

El resultado principal fue el cambio en la actividad eléctrica del PGM, evaluado mediante electromiografía de superficie, incluyendo la actividad máxima en reposo, la raíz cuadrática media (RMS) en reposo, la actividad máxima isométrica y la RMS isométrica. El resultado secundario es el cambio en el umbral de presión del dolor, medido con un algómetro (FDX® 25) al inicio, 1 minuto y 10 minutos después de la intervención.

2.7 Análisis estadístico

Para analizar la relación de las variables, inicialmente, se observó la distribución de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizaron estadísticas descriptivas para presentar las medias, desviaciones típicas e intervalos de confianza del 95% (IC) de las características de

los participantes. Se utilizaron pruebas t de muestras independientes para evaluar si existían diferencias significativas entre los grupos, presentando los resultados como diferencias de medias e IC del 95% para la relación grupo-tiempo. El valor p se estableció en 0,05. También se utilizó un análisis adicional, donde se realizó la técnica de bootstrap simulando un tamaño de muestra de $n = 1000$, con IC del 95% y corrección de sesgo y aceleración (BCa)⁽²⁷⁾. El tamaño del efecto se determinó mediante la d de Cohen y la interpretación de los valores se basó en la clasificación establecida por Cohen⁽²⁸⁾: inferior a 0,2 como un efecto pequeño, alrededor de 0,5 como un efecto moderado y superior a 0,8 como un efecto grande. Dada la naturaleza exploratoria de este ensayo piloto, se hizo hincapié en la magnitud del efecto junto con los valores p. El procesamiento estadístico se realizó con el programa SPSS®, versión 20.0 (Chicago, Illinois, EE. UU.). Los análisis se realizaron según el principio de intención de tratar, ya que todos los participantes aleatorizados completaron las evaluaciones de intervención y seguimiento y fueron analizados según su grupo original de asignación.

3. Resultados

3.1 Flujo de participantes y características basales

Se evaluó la elegibilidad de un total de 16 participantes, quienes cumplieron con los criterios de inclusión. Todos los participantes elegibles fueron aleatorizados y asignados a uno de dos grupos: el grupo de corriente galvánica de baja intensidad ($n = 8$) o el grupo de tratamiento simulado ($n = 8$). Ningún participante fue excluido tras la aleatorización y no se observaron pérdidas de seguimiento ni datos faltantes en los resultados.

No se reportaron eventos adversos durante ni después de la intervención en ninguno de los grupos. El flujo de participantes a través de cada etapa del ensayo aleatorizado se presenta en la Figura 1, de acuerdo con las directrices CONSORT. Las características demográficas y clínicas iniciales de los participantes se resumen en la Tabla 2, donde se observan valores comparables entre los grupos al inicio del estudio.

Tabla 2. Características descriptivas y clínicas de los participantes.

Variables	Sham					Microelectrólisis percutánea				
	Media	DE	Mediana	1 ^{er} Qt.	3 ^{er} Qt.	Media	DE	Mediana	1 ^{er} Qt.	3 ^{er} Qt.
UDP - Pre	1.84	0.85	1.56	1.25	2.53	2.06	0.43	2.18	1.61	2.39
UDP - Post 1 min	2.33	0.82	2.22	1.60	3.15	2.46	0.73	2.66	1.73	2.95
UDP - Post 10 min	2.64	1.17	2.26	1.64	3.65	2.74	1.14	3.05	1.63	3.78
EMG en reposo Máx - Pre	14.80	19.80	6.00	5.45	17.80	5.92	2.84	5.35	4.18	6.88
EMG en reposo Máx - Post 1 min	5.96	2.24	5.85	3.78	8.33	10.10	5.37	9.25	5.98	14.30
EMG en reposo Máx - Post 10 min	7.31	3.11	6.85	4.73	10.30	7.01	3.62	5.85	3.95	10.50
EMG isométrica Máx - Pre	49.20	18.30	41.90	33.60	66.10	89.30	73.80	59.70	38.90	112.00
EMG isométrica Máx - Post 1 min	67.10	27.30	57.00	43.50	96.20	83.00	56.50	67.50	39.40	144.00

Variables	Sham					Microelectrólisis percutánea				
	Media	DE	Mediana	1 ^{er} Qt.	3 ^{er} Qt.	Media	DE	Mediana	1 ^{er} Qt.	3 ^{er} Qt.
EMG isométrica Máx - Post 10 min	62.50	22.00	57.40	42.40	78.20	81.20	76.80	57.10	43.70	93.60
EMG en reposo RMS - Pre	3.31	1.37	3.30	1.95	4.30	3.61	1.57	3.35	2.29	4.55
EMG en reposo RMS - Post 1 min	2.49	1.11	2.10	1.73	2.95	3.46	1.51	3.20	2.14	4.45
EMG en reposo RMS - Post 10 min	3.45	1.44	3.35	2.15	4.88	4.14	2.49	3.45	2.15	5.75
EMG isométrica RMS - Pre	31.90	15.80	28.40	19.20	44.50	36.40	26.40	30.60	17.50	44.00
EMG isométrica RMS - Post 1 min	31.20	8.11	32.10	25.70	39.10	40.30	21.20	30.50	26.40	55.80
EMG isométrica RMS - Post 10 min	31.40	8.57	31.90	25.10	36.90	37.50	24.10	28.20	24.50	45.00

DE: Desviación estándar; 1^{er} Qt: 1^{er} Cuartil; 3^{er} Qt: 3^{er} Cuartil; UDP: Umbral de dolor a la presión; RMS: raíz cuadrática media (del término en inglés Root Mean Square).

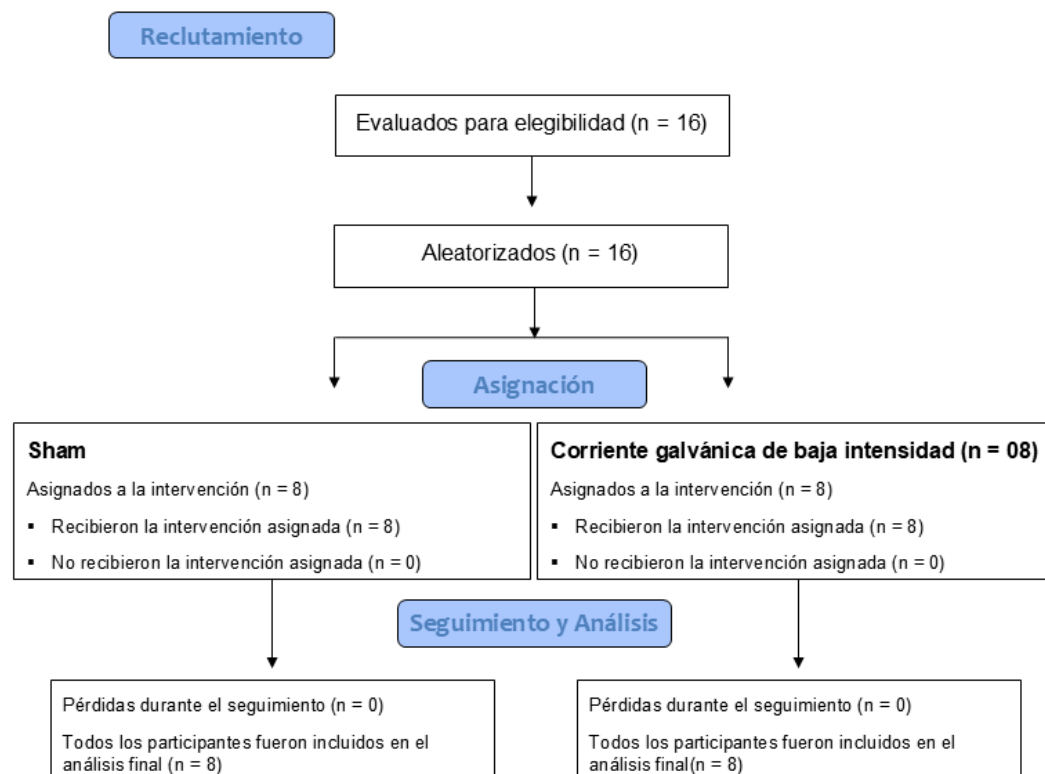


Figura 1. Diagrama de flujo de participantes.

3.2 Resultado para cada variable

Como resultado, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las variables estudiadas, el análisis de la puntuación de cambio ($\Delta 1$ min–valor basal; $\Delta 10$ min–valor basal), presentado en la Tabla 3, permitió examinar las variaciones intragrupales a lo largo del tiempo. Algunos resultados indicaron efectos de moderados a fuertes, según la interpretación de los criterios d de Cohen⁽²⁸⁾.

Tabla 3. Valores basales y puntuaciones de cambio ($\Delta 1$ min-basal; $\Delta 10$ min-basal) para el umbral de dolor por presión y las variables electromiográficas en ambos grupos.

Variable	Basal	$\Delta 1$ min-basal	$\Delta 10$ min-basal
UDP (Sham)	1.84	0.49	0.79
UDP (Microelectrólisis percutánea)	2.06	0.39	0.68
EMG en reposo Máx (Sham)	14.80	-8.80	-7.45
EMG en reposo Máx (Microelectrólisis percutánea)	5.92	4.22	1.09
EMG isométrica Máx (Sham)	49.20	17.93	13.30
EMG isométrica Máx (Microelectrólisis percutánea)	89.30	-6.30	-8.06
EMG en reposo RMS (Sham)	3.31	-0.83	0.14
EMG en reposo RMS (Microelectrólisis percutánea)	3.61	-0.15	0.53
EMG isométrica RMS (Sham)	31.90	-0.78	-0.50
EMG isométrica RMS (Microelectrólisis percutánea)	36.40	3.96	1.13

UDP: Umbral de dolor a la presión

3.2.1 Electromiografía de superficie

Para la actividad eléctrica basal y la actividad eléctrica isométrica, el análisis reveló tamaños de efecto promedio para las variables asociadas con la raíz cuadrática media (RMS), ambas evaluadas un minuto después de la intervención. Para la actividad EMG máxima en reposo, medida un minuto después de la intervención, se observó un tamaño de efecto alto, lo que sugiere que esta variable específica podría haber sido más sensible a la intervención en términos de cambios en la actividad eléctrica.

3.2.2 Umbral de dolor a la presión

No se detectaron diferencias significativas en los valores de UDP a lo largo del tiempo entre los grupos. Si bien la media y la desviación estándar fluctuaron, estas variaciones no se tradujeron en diferencias estadísticamente significativas ni en efectos significativos. Todos los datos de las características descriptivas se muestran en la Tabla 2 y los resultados de las pruebas t para muestras independientes, con sus respectivos tamaños del efecto, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de las interacciones entre las variables de tiempo y grupo para el umbral de dolor a la presión y la electromiografía de superficie, en la actividad eléctrica pico basal y en la actividad eléctrica isométrica.

	p	Dif. Media.	95% IC (Bootstrap)		d Cohen
			Inferior	Superior	
UDP - Pre	0.52	-0.22	-0.85	0.40	0.32
UDP - Post 1 min	0.74	-0.12	-0.85	0.57	0.17
UDP - Post 10 min	0.85	-0.10	-1.01	0.91	0.08
EMG en reposo Máx - Pre	0.24	8.84	-0.32	21.01	-0.62
EMG en reposo Máx - Post 1 min	0.06	-4.17	-8.71	0.40	1.00
EMG en reposo Máx - Post 10 min	0.86	0.30	-3.25	4.08	-0.08
EMG isométrica Máx - Pre	0.17	-40.07	-98.92	2.71	0.74

	<i>p</i>	Dif. Media.	95% IC (Bootstrap)		<i>d</i> Cohen
			Inferior	Superior	
EMG isométrica Máx - Post 1 min	0.48	-15.85	-59.17	20.20	0.35
EMG isométrica Máx - Post 10 min	0.52	-18.71	-86.26	25.62	0.33
EMG en reposo RMS - Pre	0.69	-0.29	-1.80	1.11	0.20
EMG en reposo RMS - Post 1 min	0.16	-0.96	-2.26	0.36	0.73
EMG en reposo RMS - Post 10 min	0.51	-0.68	-2.70	1.04	0.33
EMG isométrica RMS - Pre	0.69	-4.42	-26.22	15.03	0.20
EMG isométrica RMS - Post 1 min	0.27	-9.16	-25.96	4.62	0.56
EMG isométrica RMS - Post 10 min	0.52	-6.05	-24.01	7.33	0.33

UDP: Umbral de Dolor a la Presión; RMS: *RMS*: raíz cuadrática media (del término en inglés Root Mean Square).

4. Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la microelectrólisis percutánea sobre la actividad del PGM y el umbral de dolor a la presión en el músculo trapecio superior. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Se identificaron tamaños de efecto de moderados a grandes para algunas variables de EMG. Sin embargo, estos hallazgos deben interpretarse con cautela debido al diseño piloto y al tamaño limitado de la muestra. El análisis de la puntuación de cambio reveló variaciones temporales en la actividad EMG máxima entre los grupos, en particular al minuto de la intervención. El estudio podría no haber tenido la potencia suficiente para detectar diferencias entre los grupos. Dada la naturaleza multifactorial del dolor, se justifica una mayor investigación que utilice diversas herramientas de evaluación y diseños con la potencia adecuada. Aunque la literatura actual sobre MEP sigue siendo limitada, la evidencia emergente ha explorado sus posibles aplicaciones^(26,29).

Se ha demostrado que las intervenciones de rehabilitación, incluyendo modalidades de fisioterapia como el ejercicio terapéutico, las técnicas manuales y los agentes físicos, reducen significativamente el dolor musculoesquelético^(26,30). Sin embargo, el dolor musculoesquelético en sí mismo es una afección multifacética que puede afectar diversas estructuras y tejidos, presentándose como localizado o generalizado, agudo o crónico⁽³¹⁾. Este dolor suele provocar deterioro funcional, lo que repercute directamente en la salud general del paciente^(31,32).

La microelectrólisis percutánea se ha propuesto como un enfoque prometedor para el manejo del dolor y la resolución de la disfunción tisular gracias a sus mecanismos únicos. A diferencia de las intervenciones térmicas, la MEP induce una respuesta inflamatoria local controlada, lo que promueve la regeneración de los tejidos blandos⁽²⁶⁾. Además, activa numerosos mediadores inflamatorios, lo que facilita la fagocitosis adecuada⁽²⁹⁾. Otro posible mecanismo es la modulación neurofisiológica. Ronzio et al.⁽³³⁾ sugieren que la PME puede influir directamente en la regulación del dolor, un hallazgo respaldado por diferentes grupos^(29,34), quienes observaron la activación del sistema nervioso parasimpático durante la aplicación de MEP.

En cuanto al manejo clínico, estudios recientes indican que la microelectrólisis percutánea puede ser ligeramente más efectiva que la punción seca para reducir el dolor a corto, mediano y largo plazo⁽³⁵⁾. De igual manera, una revisión sistemática y un metaanálisis⁽³⁶⁾ revelaron que la microelectrólisis percutánea, particularmente al combinarse con otras intervenciones, puede mejorar el dolor y la discapacidad a corto y mediano plazo. Dadas las considerables cargas económicas, sociales y psicológicas asociadas con el dolor musculoesquelético⁽³⁷⁻³⁹⁾, la MEP representa una opción atractiva para la intervención clínica. Por lo tanto, la microelectrólisis percutánea puede considerarse una intervención complementaria dentro de los enfoques de tratamiento multimodal para los puntos gatillo miofasciales.

En un enfoque terapéutico multimodal, la MEP puede mejorarse aún más mediante la integración con técnicas de diagnóstico por imagen, como la guía ecográfica. Hallazgos recientes sugieren que la electrolisis percutánea guiada por ecografía puede reducir eficazmente el dolor en la tendinopatía, aunque la dosimetría óptima, las poblaciones diana y los posibles efectos adversos requieren mayor investigación⁽⁴⁰⁾. Por otro lado, algunos estudios argumentan que la microelectrólisis percutánea, incluso combinada con ejercicio terapéutico, no ofrece beneficios adicionales en cuanto a la intensidad del dolor ni la discapacidad en afecciones como la tendinopatía crónica del manguito rotador⁽⁴¹⁾. Por lo tanto, la consideración clave es establecer un marco algorítmico para la toma de decisiones clínicas, como lo proponen Girasol et al.⁽⁴²⁾, que priorice las estrategias de intervención basadas en los signos clínicos y la progresión sintomática.

Considerando factores direccionales como algoritmos clínicos y escenarios de especificidad y robustez científica, destaca el enfoque de ventana terapéutica. En este contexto, son necesarios avances como la revisión de Ortiz et al.⁽²⁶⁾, ya que destacan rangos de amplitud óptimos y niveles de energía suficientes para promover respuestas terapéuticas. En apoyo a esta línea de investigación, el grupo de Sánchez-González et al.⁽⁴³⁾ también enfatiza la investigación sobre diferentes intensidades de corriente.

En el presente estudio, el protocolo de electrolisis se seleccionó con base en las aplicaciones clínicas previamente descritas de la microelectrólisis percutánea, en las que se utilizan comúnmente períodos cortos de estimulación debido a la aplicación localizada de corriente galvánica a través de una aguja de acupuntura directamente en el punto gatillo. A diferencia de las modalidades de electroterapia convencionales, que suelen requerir tiempos de aplicación más prolongados para modular las vías de dolor periféricas o centrales mediante estimulación transcutánea, la electrolisis percutánea se dirige al tejido afectado de forma más directa. Al combinar la inserción de la aguja con la corriente eléctrica, este enfoque puede inducir reacciones electroquímicas localizadas y estimulación mecánica, lo que resulta en un microtrauma controlado que puede contribuir a la reparación tisular y a la modulación de los síntomas. No obstante, se requieren estudios adicionales para determinar los parámetros óptimos de estimulación y comprender mejor los mecanismos neurofisiológicos que subyacen a los posibles efectos analgésicos de esta intervención, así como su papel en la mejora de los resultados funcionales⁽⁴⁴⁾.

Aunque no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, el análisis de la puntuación de cambio reveló variaciones temporales en algunas variables máximas de EMG. Dado que este ensayo piloto no contó con la potencia estadística necesaria para de-

tecar interacciones grupo $\times$ tiempo, no se puede descartar la posibilidad de un error de tipo II. Estos hallazgos deben interpretarse con cautela debido al pequeño tamaño de la muestra y al corto período de seguimiento. Se observó un desequilibrio basal en los valores EMG máximos en reposo, lo que podría haber influido en las estimaciones de cambio debido a la regresión a la media; no se aplicaron modelos ajustados a la línea base debido al limitado tamaño de la muestra. Se justifican ensayos más amplios con la potencia estadística adecuada que utilicen enfoques analíticos ajustados para confirmar estos hallazgos y definir mejor los efectos clínicamente significativos.

5. Conclusiones

En este ensayo piloto, añadir corriente galvánica de baja intensidad a la punción no produjo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el umbral del dolor a la presión ni en la actividad electromiográfica, en comparación con la condición simulada. Si bien se observaron tamaños del efecto de moderados a grandes en algunas variables EMG inmediatamente después de la intervención, estos hallazgos deben interpretarse con cautela, dado el pequeño tamaño de la muestra y el corto período de seguimiento. Se justifican estudios adicionales con la potencia estadística adecuada.

Referencias

1. David G. Simons, Janet G. Travell, Lois S. Simons. Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual. Baltimore MD, editor. Lippincott Williams & Wilkins; 1998.
2. Zhai T, Jiang F, Chen Y, Wang J, Feng W. Advancing musculoskeletal diagnosis and therapy: a comprehensive review of trigger point theory and muscle pain patterns. *Front Med (Lausanne)*. 2024;11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1433070>
3. Cao Q-W, Peng B-G, Wang L, Huang Y-Q, Jia D-L, Jiang H, et al. Expert consensus on the diagnosis and treatment of myofascial pain syndrome. *World J Clin Cases*. 2021;9:2077–89. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i9.2077>
4. Li L, Stoop R, Clijsen R, Hohenauer E, Fernández-de-las-Peñas C, Huang Q, et al. Criteria Used for the Diagnosis of Myofascial Trigger Points in Clinical Trials on Physical Therapy. *Clin J Pain*. 2020;36:955–67. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000875>
5. Cojocaru MC, Cojocaru IM, Voiculescu VM, Cojan-Carlea NA, Dumitru VL, Berteanu M. Trigger points--ultrasound and thermal findings. *J Med Life*. 2015;8:315–8. PMID: 26351532.
6. Quintner JL, Bove GM, Cohen ML. A critical evaluation of the trigger point phenomenon. *Rheumatology*. 2015;54:392–9. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keu471>
7. Shah JP, Thaker N, Heimur J, Aredo J V., Sikdar S, Gerber L. Myofascial Trigger Points Then and Now: A Historical and Scientific Perspective. *PM&R*. 2015;7:746–61. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.01.024>
8. Fernández-de-las-Peñas C, Dommerholt J. International Consensus on Diagnostic Criteria and Clinical Considerations of Myofascial Trigger Points: A Delphi Study. *Pain Medicine*. 2018;19:142–50. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx207>

9. Geri T, Botticchio A, Rossetini G, Pournajaf S, Pellicciari L, Di Antonio S, et al. Pressure Pain Threshold of the Upper Trapezius Trigger Point: A Systematic Review with Meta-Analysis of Baseline Values and Their Modification after Physical Therapy. *J Clin Med*. 2022;11:7243. <https://doi.org/10.3390/jcm11237243>
10. Castaldo M, Catena A, Fernández-de-las-Peñas C, Arendt-Nielsen L. Widespread Pressure Pain Hypersensitivity, Health History, and Trigger Points in Patients with Chronic Neck Pain: A Preliminary Study. *Pain Medicine*. 2019;20:2516–27. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz035>
11. Fernández-de-las-Peñas C, Dommerholt J. International Consensus on Diagnostic Criteria and Clinical Considerations of Myofascial Trigger Points: A Delphi Study. *Pain Medicine*. 2018;19:142–50. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx207>
12. Park G, Kim CW, Park SB, Kim MJ, Jang SH. Reliability and Usefulness of the Pressure Pain Threshold Measurement in Patients with Myofascial Pain. *Ann Rehabil Med*. 2011;35:412. <https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.3.412>
13. Perreault T, Ball A, Dommerholt J, Theiss R, Fernández-de-las-Peñas C, Butts R. Intramuscular Electrical Stimulation to Trigger Points: Insights into Mechanisms and Clinical Applications—A Scoping Review. *J Clin Med*. 2022;11:6039. <https://doi.org/10.3390/jcm11206039>
14. Lara-Palomo IC, Antequera-Soler E, Fernández-Sánchez M, Castro-Sánchez AM, García-López H. Electrical dry needling versus a non-invasive multicomponent intervention in the treatment of myofascial trigger points in patients with chronic low back pain: A randomised clinical trial. *Clin Rehabil*. 2024;38:347–60. <https://doi.org/10.1177/02692155231201589>
15. Dommerholt J, Mayoral O, Thorp JN. A critical overview of the current myofascial pain literature – January 2021. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;25:261–71. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.12.044>
16. Alayat MSM, Battecha KH, Elsodany AM, Alzahrani OA, Alqurashi AKA, Jawa AT, et al. Effectiveness of Photobiomodulation Therapy in the Treatment of Myofascial Pain Syndrome of the Upper Trapezius Muscle: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2022;40:661–74. <https://doi.org/10.1089/photob.2022.0056>
17. Johnson MI, Paley CA, Jones G, Mulvey MR, Wittkopf PG. Efficacy and safety of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis of 381 studies (the meta-TENS study). *BMJ Open*. 2022;12:e051073. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-051073>
18. Ortiz H, Cancino J, Peña FS, León FS, Donoso EM, Gaete VT. Effectiveness of percutaneous microelectrolysis and ultrasound in the decrease of pain in myofascial trigger points: evaluation through algometry and visual analog scale. *Physiotherapy Quarterly*. 2020;28:1–8. <https://doi.org/10.5114/pq.2020.95768>
19. De-la-Cruz-Torres B, Romero-Rodríguez B, Romero-Morales C. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis Combined With Therapeutic Exercise May Add Benefit in the Management of Soleus Injury in Female Soccer Players: A Pilot Study. *J Sport Rehabil*. 2022;1–7. <https://doi.org/10.1123/jsr.2022-0021>
20. Ronzio OA, da Silva Coldibeli E, Soares Fernandes MDR, Froes Meyer P, da Silva RM V. Effects of percutaneous microelectrolysis (MEP®) on pain, rom and morning stiffness in patients with achilles tendinopathy. *Eur J Physiother*. 2017;19:62–3. <https://doi.org/10.1080/21679169.2017.1381321>
21. d'Almeida SM, Silva RMV da, Ronzio OA. Nivel de satisfacción sobre la seguridad y complicaciones a cuatro años de la introducción de la técnica Microelectrólisis Percutánea (MEP®) Sport como

práctica fisioterapéutica. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2019;26:190–5. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/18038726022019>

22. Lluch E, Nijs J, De Kooning M, Van Dyck D, Vanderstraeten R, Struyf F, et al. Prevalence, Incidence, Localization, and Pathophysiology of Myofascial Trigger Points in Patients With Spinal Pain: A Systematic Literature Review. *J Manipulative Physiol Ther*. 2015;38:587–600. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2015.08.004>

23. Hopewell S, Chan A-W, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 explanation and elaboration: updated guideline for reporting randomised trials. *BMJ*. 2025;e081124. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-081124>

24. Costa LOP, Christine Lin C-W, Grossi DB, Mancini MC, Swisher AK, Cook C, et al. Clinical trial registration in physiotherapy journals: Recommendations from the International Society of Physiotherapy Journal Editors. *Man Ther*. 2013;18:1–3. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.10.009>

25. Gerwin RD, Shannon S, Hong C-Z, Hubbard D, Gevirtz R. Interrater reliability in myofascial trigger point examination. *Pain*. 1997;69:65–73. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(96\)03248-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(96)03248-4)

26. de la Barra Ortiz HA, Chamorro C, Ronzio Ó. Percutaneous electrolysis and microelectrolysis for musculoskeletal pain management: milliamps or microamps? An evidence-based comparison through systematic review and meta-analysis. *Advances in Rehabilitation*. 2024;38:36–60. <https://doi.org/10.5114/areh.2024.141103>

27. Lenhard, W. & Lenhard, A. (2022). Computation of effect sizes. Retrieved from: https://www.psychometrica.de/effect_size.html. *Psychometrica*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>

28. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull*. 1992;112:155–9. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>

29. Rodríguez-Sanz J, Rodríguez-Rodríguez S, López-de-Celis C, Malo-Urriés M, Pérez-Amodio S, Pérez-Antoñanzas R, et al. Biological and Cellular Effects of Percutaneous Electrolysis: A Systematic Review. *Biomedicines*. 2024;12:2818. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12122818>

30. Sluka KA, Frey-Law L, Hoeger Bement M. Exercise-induced pain and analgesia? Underlying mechanisms and clinical translation. *Pain*. 2018;159:S91–7. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001235>

31. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020;161:1976–82. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>

32. Turner JA, Arendt-Nielsen L. Four decades later: what's new, what's not in our understanding of pain. *Pain*. 2020;161:1943–4. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001991>

33. Ronzio OA, Villa CA, Gómez D, Valentim da Silva RM, Gill JP, d'Almeida S, et al. Effects in pressure-pain threshold of percutaneous galvanic microcurrent in the trapezius trigger points. *Physiotherapy*. 2015;101:e1297–8. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1214>

34. García Bermejo P, de la Cruz Torres B, Naranjo Orellana J, Albornoz Cabello M. Autonomic activity in women during percutaneous needle electrolysis. *Eur J Integr Med*. 2017;11:53–8. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2017.02.002>

35. Fakontis C, Iakovidis P, Lytras D, Kasimis K, Koutras G, Ntinou SR, et al. Efficacy of percutaneous needle electrolysis versus dry needling in musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2023;36:1033–46. <https://doi.org/10.3233/BMR-220408>

- 36.** Silva ACT da, Kamonseki DH, Azevedo LMV de, Araújo JN de, Magalhães GC, Oliveira VMA de. Effect of percutaneous electrolysis on pain and disability in individuals with tendinopathy: Systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther.* 2024;40:640–9. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.05.030>
- 37.** Faria BSF, Gonçalves JS, Sato T de O. Association between psychosocial factors in workers and multisite pain: cross-sectional study. *Brazilian Journal Of Pain.* 2022;5. <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20220002>
- 38.** Roomes D, Abraham L, Russell R, Beck C, Halsby K, Wood R, et al. Quantifying the Employer Burden of Persistent Musculoskeletal Pain at a Large Employer in the United Kingdom. *J Occup Environ Med.* 2022;64:e145–54. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002468>
- 39.** Blyth FM, Briggs AM, Schneider CH, Hoy DG, March LM. The Global Burden of Musculoskeletal Pain—Where to From Here? *Am J Public Health.* 2019;109:35–40. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304747>
- 40.** Ferreira MHL, Araujo GAS, De-La-Cruz-Torres B. Effectiveness of Percutaneous Needle Electrolysis to Reduce Pain in Tendinopathies: A Systematic Review With Meta-Analysis. *J Sport Rehabil.* 2024;33:307–16. <https://doi.org/10.1123/jsr.2024-0009>
- 41.** Magalhães GC, Kamonseki DH, da Silva ACT, Nunes JA, de Sousa AIAF, Ribeiro DC, et al. Effectiveness of Microelectrolysis Associated With Exercises Versus Exercises Alone on Pain Intensity and Disability in Individuals With Chronic Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2024; <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.10.016>
- 42.** Girasol CE, Durán NE, D’Almeida SM, Ronzio OA. Toward an algorithm of percutaneous microelectrolysis: a randomized clinical trial on invasive techniques. *Sao Paulo Medical Journal.* 2025;143. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2024.0164.r1.07032025>
- 43.** Sánchez-González JL, Navarro-López V, Cañada-Sánchez P, Juárez-Vela R, Viñaspre-Hernández RR de, Varela-Rodríguez S. Efficacy of different intensities of percutaneous electrolysis for musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne).* 2023;10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1101447>
- 44.** Yildizgoren MT, Bagcier F. A modern interpretation of traditional galvanic current: percutaneous needle electrolysis therapy. *Acupuncture in Medicine.* 2024;42:56–7. <https://doi.org/10.1177/09645284231210569>

Información editorial

✉ Correspondencia

carlos.egirasol@gmail.com

Fechas

Recibido: 02.02.2026

Aceptado: 11.03.2026

Publicado: 23.03.2026

Contribuciones de autoría

Conceptualización, C.E.G. y O.A.R.; metodología, C.E.G. y O.A.R.; análisis formal, C.E.G. y S.M.D.; investigación, S.D.M. y N.E.D.; recursos, O.A.R.; curación de datos, C.E.G., N.E.D. y S.M.D.; redacción—preparación del borrador original, C.E.G., N.E.D. y S.M.D.; redacción—revisión y edición, C.E.G. y O.A.R.; visualización, C.E.G. y N.E.D.; supervisión, O.A.R.; administración del proyecto, C.E.G. y O.A.R.; adquisición de financiación, O.A.R. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Registro del ensayo clínico

Número de registro del ensayo: NCT05478928.

Declaración del Comité de Ética

El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Maimónides (código de protocolo A-01-CEBBAD-20, aprobado el 6 de octubre de 2020).

Declaración de Consentimiento Informado

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos participantes en el estudio. Se ha obtenido el consentimiento informado por escrito del paciente o los pacientes para la publicación de este artículo.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su sincero agradecimiento a todos los participantes que contribuyeron generosamente con su tiempo y esfuerzo a este estudio. Su implicación fue esencial para la culminación exitosa de esta investigación.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Los conjuntos de datos generados y/o analizados durante el presente estudio están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud razonable.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Cita sugerida

Girasol CE, Escobar Durán N, D'Almeida SM, Ronzio OA. Influencia de la microelectrólisis percutánea en el trapecio superior sobre el umbral de dolor a la presión y la electromiografía de superficie: un ensayo piloto aleatorizado y controlado con punción simulada. Invasive Physiother Musculoskelet Med. 2026;2:e23. doi: 10.63360/ipmm.v2.e23

Descargo de responsabilidad/Nota del Editor

Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente del o los autores individuales y contribuyentes, y no de IPMM y/o del o los editores. IPMM y/o el o los editores rechazan toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades que resulte de ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

Copyright

© 2026 Las/os Autoras/es.

Publicado bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>).