

doi: 10.63360/ipmm.v1.e3

Revisión sistemática

Caracterización ecográfica en modo B de los puntos gatillo miofasciales y su respuesta a intervenciones fisioterapéuticas: una revisión sistemática

Diego Lapuente-Hernández^{1,2}  0000-0002-6506-6081

Zaid Al Boloushi³  0000-0002-0842-1104

Chiraz Al Jobrani^{2,4}  0009-0009-8589-339X

Pablo Herrero^{1,2}  0000-0002-9201-0120

Eva María Gómez-Trullén^{2,5}  0000-0002-7876-4735

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Fisiatría y Enfermería, Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza, España.

²Grupo de Investigación iHealthy, IIS Aragón, Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza, España.

³Ministerio de Sanidad, Hospital Jaber, Estado de Kuwait.

⁴HOD de Fisioterapia, Centro Médico Al Aqsa, Qatar.

⁵Facultad de Medicina, Departamento de Fisiatría y Enfermería, Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza.

RESUMEN

Antecedentes y objetivos: El síndrome de dolor miofascial, provocado por los puntos gatillo miofasciales (PGM), es una causa frecuente de dolor musculoesquelético; sin embargo, su identificación precisa sigue siendo compleja y subjetiva. La ecografía en modo B ofrece una alternativa prometedora para caracterizar los PGMs. El objetivo de este estudio fue evaluar las pruebas que apoyan la ecografía en modo B para caracterizar los PGMs, evaluar los cambios en la arquitectura muscular y analizar el impacto de las intervenciones fisioterapéuticas.

Métodos: Se registró una revisión sistemática en PROSPERO (CRD42024596408) siguiendo las directrices PRISMA. Se realizaron búsquedas en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science en octubre de 2024. Las variables de interés incluyeron las características del PGM, la arquitectura muscular y el análisis de ecotextura.

Resultados: De 28 estudios elegibles y 929 participantes, los PGMs se identificaron como nódulos predominantemente hipoecoicos con textura heterogénea y formas elípticas, con áreas de 0,02 a 3,4 cm². Las variaciones en la arquitectura muscular y la ecotextura fueron frecuentes en los músculos afectados por los PGMs. Las intervenciones fisioterapéuticas mostraron una eficacia variable en la alteración de las características de los PGMs. La calidad metodológica osciló entre mala/baja y buena/alta, con un riesgo de sesgo moderado.

Discusión: Esta revisión destaca el potencial de la ecografía en modo B como herramienta de evaluación de los PGMs. Sin embargo, las inconsistencias en los protocolos de imagen, los limitados análisis cuantitativos y las características intrínsecas de los diseños de los estudios dificultan la extracción de conclusiones definitivas.

Conclusiones: Aunque la ecografía en modo B resulta prometedora para caracterizar los PGMs, las limitaciones metodológicas ponen de manifiesto la necesidad de realizar estudios de mayor calidad metodológica. La estandarización de los protocolos de evaluación ecográfica podría mejorar la precisión diagnóstica y la monitorización del tratamiento y beneficiar a la práctica clínica.

Palabras clave: Punto Gatillo Miofascial; Dolor Musculoesquelético; Ecografía; Fisioterapia; Revisión Sistemática.

1. Introducción

El dolor musculoesquelético representa un importante problema de salud a nivel mundial, con una notable prevalencia en España, donde aproximadamente el 20% de la población adulta refiere padecer algún tipo de dolor, y el 7% lo experimenta diariamente^[1]. Entre los diversos tipos de dolor musculoesquelético, el síndrome de dolor miofascial (SDM) destaca como una de las causas más frecuentes, afectando a más del 85% de la población general en algún momento de su vida^[2]. El SDM está provocado por los puntos gatillo miofasciales (PGM), que pueden definirse como puntos hiperirritables dentro de una banda tensa del músculo esquelético que producen dolor local o referido^[3,4]. Estos PGM pueden clasificarse como activos, que causan dolor espontáneo, o latentes, que sólo generan dolor a la palpación^[5]. Según el “*Barómetro del Dolor Crónico en España 2022*”, los PGMs son la segunda causa diagnóstica más frecuente de dolor crónico, siendo la fuente de dolor en alrededor del 50% de los casos^[6]. Los PGMs se relacionan habitualmente con diversos factores físicos, nutricionales y psicológicos, que contribuyen a su desarrollo y exacerbación^[7].

A pesar de su prevalencia, el diagnóstico de los PGMs sigue siendo difícil debido a la dependencia de la palpación manual y la evaluación clínica subjetiva, lo que da lugar a frecuentes imprecisiones diagnósticas^[3]. Aunque su uso está muy extendido, la palpación manual presenta una fiabilidad entre evaluadores variable y está influenciada por diferentes factores, entre ellos la profundidad del músculo^(4,8-11). En respuesta a estas limitaciones, se han explorado varias tecnologías y modalidades diagnósticas, como la electromiografía, la termografía infrarroja, la resonancia magnética (RM) y la elastografía, cada una de las cuales muestra una fiabilidad diagnóstica variable^[12,13]. Lamentablemente, estas herramientas aún no se han adoptado de forma generalizada en los entornos clínicos cotidianos debido a su elevado coste, su disponibilidad limitada y la lentitud de los exámenes^[13]. En este sentido, la ecografía, en particular en modo B, una herramienta cada vez más accesible en los entornos clínicos debido a su rentabilidad y facilidad de uso^[14], es prometedora, pero aún carece de un consenso claro sobre su capacidad para detectar y caracterizar los PGMs de forma fiable^[13,15,16].

El desarrollo de criterios diagnósticos más objetivos es crucial, ya que la identificación precisa de los PGMs puede orientar intervenciones terapéuticas más específicas. Las modalidades de tratamiento actuales, como la punción seca o la compresión isquémica, son eficaces para aliviar el dolor temporalmente, pero su eficacia a largo plazo sigue siendo discutible^[8]. Es necesario conocer mejor las propiedades estructurales y biomecánicas de los PGMs y su comportamiento ante las intervenciones terapéuticas para desarrollar tratamientos más eficaces y prevenir la cronificación del dolor.

Numerosas revisiones narrativas y sistemáticas han investigado el potencial de diversas modalidades de diagnóstico por imagen, incluida la ecografía, para identificar y evaluar los PGMs y el SDM^[12-15,17-20]. Sin embargo, ninguna se ha centrado específicamente en el uso de la ecografía en modo B para la caracterización de los PGMs, ni ha examinado su utilidad no sólo como herramienta de guía para los procedimientos invasivos, sino también como medio para cuantificar objetivamente los resultados de estos tratamientos. Por lo tanto, el objetivo primario de esta revisión fue resumir las pruebas actuales sobre el uso de la ecografía en modo B para caracterizar los PGMs, con objetivos secundarios que incluyen la evaluación de la arquitectura muscular

de los músculos afectados y el análisis de los cambios tras las intervenciones de fisioterapia. Esta revisión pretende resumir las pruebas existentes sobre esta modalidad de imagen accesible para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de los PGMs, mejorando en última instancia los resultados de los pacientes y reduciendo el riesgo de cronicidad en las afecciones de dolor musculoesquelético.

2. Métodos

Esta revisión sistemática se realizó siguiendo las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)^[21] y está registrada en el Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas (PROSPERO) con el número de referencia CRD42024596408.

2.1 Criterios de Elegibilidad

El marco PICOS de PRISMA, que abarca Participantes (P), Intervenciones (I), Comparadores (C), Resultados (O) y Diseño del estudio (S), guió la elegibilidad y la selección de los estudios^[21].

Población:

- Inclusión: Los estudios incluidos se centraron en participantes de 18 años o más. Estos participantes pertenecían a un grupo con SDM, dolor musculoesquelético asociado a PGMs, o un grupo sano/otra condición que implicaba PGMs (activos o latentes).
- Exclusión: Se excluyeron los estudios que incluían poblaciones en las que no se habían identificado previamente los PGMs (activos o latentes) o que realizaban análisis musculares sin examinar el PGM dentro de ese músculo.

Intervención:

- Inclusión: Se incluyeron los estudios que realizaron una evaluación ecográfica del PGM utilizando el modo B. Esto podría extenderse a la arquitectura y ecotextura del músculo que contiene el PGM. También se incluyeron estudios que incluían una intervención fisioterapéutica dirigida al PGM, en los que se analizaban estas características.
- Exclusión: Se excluyeron los estudios que utilizaban exclusivamente herramientas de evaluación alternativas o modos de ecografía distintos del modo B (por ejemplo, modo Doppler, elastografía). Además, no se tuvieron en cuenta los estudios que incluían cualquier intervención no fisioterapéutica.

Comparador:

- Inclusión: No se requería un grupo de control. Los estudios se incluyeron si caracterizaban cualquier PGM con ecografía en modo B, comparaban entre músculos con PGM y sin PGM, comparaban el PGM con su área circundante o libre de PGM, o evaluaban el mismo grupo antes y después de una intervención fisioterapéutica.
- Exclusión: No hubo criterios de exclusión específicos basados únicamente en las condiciones de comparación.

Variables:

- Inclusión: Los estudios debían proporcionar un análisis cualitativo o cuantitativo de los PGM y los músculos asociados.
- Exclusión: Se excluyeron los estudios centrados en variables no relacionadas con los objetivos de la investigación.

Diseño de estudio:

- Inclusión: Se consideraron todos los tipos de ensayos clínicos, incluidos los ensayos controlados aleatorizados (ECA), los estudios de intervención no aleatorizados, los controles emparejados, las cohortes y las series de casos. Sólo se incluyeron publicaciones en inglés o español, sin restricción de fecha de publicación.
- Exclusión: Se excluyeron las publicaciones de investigación no originales, como capítulos de libros, resúmenes/ponencias de congresos, cartas al editor, comentarios, protocolos, tesis, revisiones o metaanálisis.

2.2 Fuentes de Datos y Estrategia de Búsqueda

El 2 de octubre de 2024 se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science para identificar estudios relevantes. Los términos de búsqueda se organizaron en dos categorías: una centrada en ecografía (“ultrasonography”, “ultrasound”, “sonography”) y la otra en PGMs y SDM (“trigger point”, “myofascial”, “taut band”). Estos términos se seleccionaron a partir de una revisión bibliográfica preliminar y de la identificación de palabras clave. A continuación, se introdujeron los términos de búsqueda establecidos en los motores de búsqueda de las respectivas bases de datos, se combinaron con operadores booleanos y se aplicaron los filtros adecuados, lo que dio lugar a las siguientes estrategias de búsqueda:

- PubMed: (*"Ultrasonography"[Mesh] OR "ultrasound"[Title/Abstract] OR "ultrasonography"[Title/Abstract] OR "sonography"[Title/Abstract]*) AND (*"Myofascial Pain Syndromes"[Mesh] OR "trigger point"[Title/Abstract] OR "myofascial"[Title/Abstract] OR "taut band"[Title/Abstract]*)
- Scopus: *TITLE-ABS-KEY(("ultrasound" OR "ultrasonography" OR "sonography") AND ("trigger point" OR "myofascial" OR "taut band"))*
- Web of Science: *((TS=("ultrasound" OR "ultrasonography" OR "sonography")) AND TS=("trigger point" OR "myofascial" OR "taut band"))*

2.3 Selección de Estudios

Para determinar si los estudios cumplían los criterios de inclusión, dos revisores (ZAB y CAJ) evaluaron de forma independiente cada estudio para minimizar el sesgo, siguiendo una metodología estandarizada acordada antes de la búsqueda. Tras completar sus evaluaciones, compararon sus hallazgos.

Todos los registros recuperados de las tres bases de datos se importaron inicialmente al programa informático de gestión bibliográfica “Mendeley Reference Manager 2.98.0” para eliminar las publicaciones duplicadas. A continuación, se realizó una criba de los artículos, centrándose en el título y el resumen para identificar aquellos que potencialmente cumplían los criterios de

inclusión. A continuación se realizó una segunda fase de cribado, en la que se revisaron exhaustivamente los textos completos de los artículos que superaron el cribado inicial. Se seleccionaron los estudios que cumplían todos los criterios de inclusión. En caso de desacuerdo entre los revisores, se consultó a un tercer investigador (DLH) para llegar a un consenso.

2.4 Proceso de Extracción de Datos

Dos revisores (ZAB y CAJ) extrajeron de forma independiente los datos de los estudios y posteriormente compararon la información extraída para comprobar su coherencia. Cualquier desacuerdo entre los revisores se resolvió con la participación de una tercera persona (DLH).

Durante el proceso de extracción de datos, ambos evaluadores siguieron el mismo procedimiento, recopilando la siguiente información de cada estudio: autor y año de publicación, diseño del estudio, características de la muestra (incluidos el tamaño de la muestra, el sexo, la edad, la población de estudio y el músculo o la región anatómica específicos estudiados), intervención, variables del estudio (relacionadas tanto con el PGM como con la arquitectura muscular y la ecotextura) y los resultados principales.

2.5 Variables del Estudio

Los datos relacionados con los PGMs se centrarán en determinar si están asociados a zonas hipo o hiperecoicas dentro del músculo y en las dimensiones y morfología de los PGMs. Se examinaron características clave como el área transversal, el grosor del músculo, la longitud del fascículo y el ángulo de penación para determinar la arquitectura del músculo.

El análisis de ecotextura implica una evaluación estadística detallada de los píxeles dentro de la región de interés (ROI) en las imágenes ecográficas. Este análisis se clasificó en tres niveles: 1) características estadísticas de primer orden, que analizan los valores de intensidad de los píxeles individuales (como la ecointensidad, la varianza, la desviación estándar, la asimetría, la curtosis, la energía o la entropía); 2) características de textura de segundo orden, que evalúan la relación espacial entre pares de píxeles (como la matriz de coocurrencia de niveles de gris (GLCM); y 3) características de textura de orden superior, que examinan las relaciones entre tres o más píxeles (como la matriz de longitud de recorrido de nivel de gris (GLRLM), los patrones binarios locales (LBP), el análisis de manchas o la anisotropía de textura local).

2.6 Evaluación de la Calidad Metodológica/Riesgo de Sesgo

Se emplearon tres herramientas diferentes para evaluar la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los artículos incluidos en la revisión sistemática, en función del diseño del estudio. Los dos revisores (ZAB y CAJ) evaluaron los artículos de forma independiente, y sus resultados se compararon posteriormente con la intervención de un tercer revisor (DLH).

Para los estudios transversales, de casos y controles y de series de casos, se aplicaron las herramientas del National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI): “Quality Assessment Tool for Observational Cohorts and Cross-Sectional Studies”, “Quality Assessment Tool for Case-Control

Studies” y “Tool for Assessing the Quality of Case Series Studies”, respectivamente. La calidad de estos estudios se evaluó respondiendo a una serie de preguntas relacionadas con el diseño del estudio, y los artículos se clasificaron como de calidad “buena”, “regular” o “mala” en función de sus puntuaciones.^[22]

Para los ECA y los estudios con asignación aleatoria, se utilizó la escala PEDro. La escala PEDro consta de 11 ítems, y cada ítem se puntúa como uno si se cumple el criterio o como cero si no se cumple. El ítem 1 evalúa si se especificaron los criterios de elegibilidad (validez externa), los ítems 2-9 evalúan la validez interna del estudio, y los ítems 10 y 11 evalúan la interpretabilidad de los resultados. La puntuación máxima es de diez puntos, ya que el primer ítem no se incluye en la puntuación final. En cuanto a la interpretación de la puntuación, los artículos con una puntuación mínima de seis sobre diez se consideraron de alta calidad, los que obtuvieron entre cuatro y cinco se consideraron de calidad moderada y los artículos con una puntuación inferior a cuatro, de baja calidad.^[23]

Por último, para los estudios que incluían intervenciones no aleatorias, se utilizó la herramienta ROBINS-I (“Risk Of Bias In Non-randomised Studies-of Interventions”). Esta herramienta evalúa el riesgo de sesgo en siete ámbitos: (1) factores de confusión, (2) selección de participantes, (3) clasificación de intervenciones, (4) desviaciones de las intervenciones previstas, (5) datos ausentes, (6) medición de resultados y (7) selección de los resultados reportados. Cada ámbito se clasifica como de “riesgo bajo”, “riesgo moderado”, “riesgo alto”, “riesgo crítico” o “sin información” en función de preguntas específicas. A continuación, se determinó el riesgo general de sesgo de cada estudio sumando las puntuaciones de todos los dominios.^[24]

3. Resultados

3.1 Selección de Estudios

Se recuperó un total de 2.488 estudios de tres bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus y Web of Science. Después de eliminar 989 entradas duplicadas, los estudios restantes se sometieron a un cribado inicial basado en títulos y resúmenes, lo que dio como resultado 105 artículos elegibles para la revisión del texto completo. Tras una evaluación exhaustiva de los textos completos, se incluyeron finalmente 28 estudios en la revisión sistemática, que cumplían todos los criterios de elegibilidad predefinidos. El diagrama de flujo (Figura 1) ofrece una descripción detallada del proceso de selección de los estudios, incluidos los motivos específicos de exclusión en cada etapa, siguiendo las directrices PRISMA^[21].

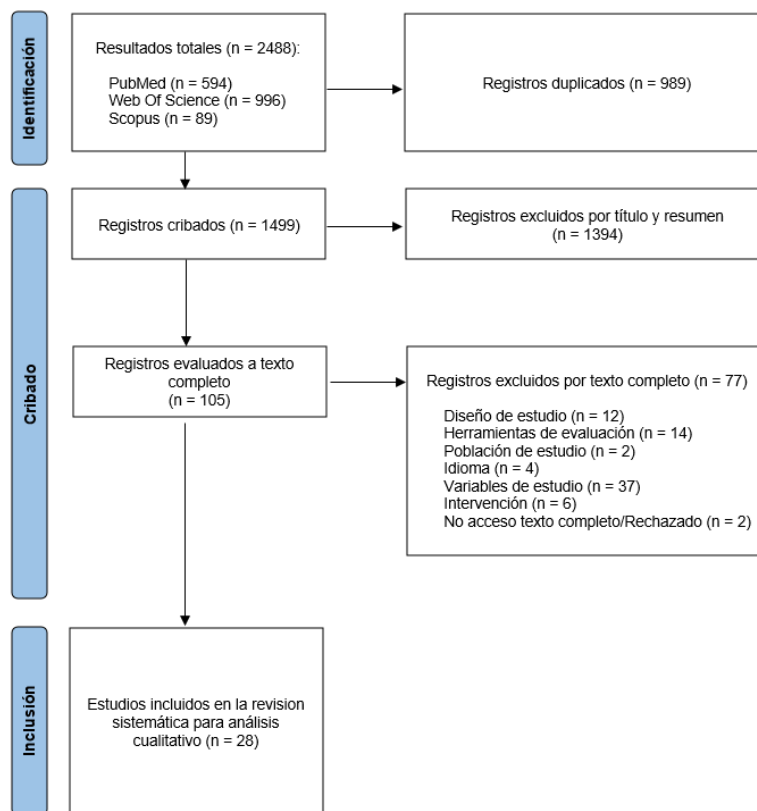


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA de cribado y selección de estudios.

3.2 Características de los Estudios

Las Tablas 1 y 2 presentan las principales características de los 28 estudios incluidos. La Tabla 1 resume los 17 estudios observacionales que caracterizan los PGMs, mientras que la Tabla 2 describe los 11 estudios que incluyen intervenciones dirigidas a investigar los cambios en los PGMs. Ambas tablas están organizadas alfabéticamente por el apellido del primer autor.

3.2.1 Características de la Muestra

Se incluyó a un total de 929 individuos, de los que 151 eran hombres (16,3%), 556 mujeres (59,8%) y un 23,9% de participantes cuyo sexo no se comunicó. En particular, se informó de que dos participantes eran perros^[25]. De la muestra total, 181 participantes se clasificaron como individuos asintomáticos/sanos (que podían presentar o no PGMs latentes), mientras que los 748 participantes restantes presentaban diversas afecciones patológicas, como dolor plantar, cefalea temporal, dolor cervical, dolor lumbar, dolor de hombro, SDM, dolor de tobillo/pie y cefalea cervicogénica. Todos los participantes, independientemente de su patología, presentaban PGMs localizados en músculos como el trapecio superior, el masetero, el temporal, el deltoides, el cuadrado lumbar, el torácico largo, el piriforme, el glúteo medio, el esternocleidomastoideo, el supraespinoso, el infraespinoso y el gastrocnemio medial.

La edad media de los participantes era de $35,5 \pm 6,9$ años, con un rango de 18 a 75 años. Se dispuso de datos sobre la edad en 21 de los 28 estudios incluidos^[26-46]. La estatura media sólo se comunicó en seis estudios, con una media de $1,7 \pm 0,1$ metros. Del mismo modo, el peso medio notificado en los mismos seis estudios fue de $77,7 \pm 16,8$ kilogramos^[28,30,32,34,37,40].

Tabla 1. Estudios observacionales centrados en la caracterización de puntos gatillo miofasciales mediante ecografía en modo B sin intervenciones.

Autor y año	Diseño estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Resultados principales
Ball et al., 2022	2 informes de casos	Caso 1: Dolor plantar en el talón PGM en GI, y deltoides n = 1 (1 H); Edad = 53,0 Caso 2: Cefalea temporal PGM en TS n = 1 (1 M); Edad = 26,0	Imagen ecográfica	En todos los músculos se identificó un gran nudo de contractura hipoeoico (109 mm × 47 mm en GI, dos de ~75 mm × ~75 mm en el deltoides y uno de 61 mm × 22 mm en TS) con “motas” hiperecoicas más pequeñas en su interior (aproximadamente 1 mm × 1 mm en TS)
Cankurtaran et al., 2023	Observacional, transversal	Dolor cervical durante al menos 3 meses n = 52 (43 M, 9 H); Edad = 38,0 (21,0-63,0)	Músculos en los que estaban presentes los PGM y número de PGMs Grosor (mm) en reposo de los músculos cervicales posteriores, TS y TM Presencia de zonas hipoeoicas	Correlación positiva entre la presencia de PGMs en la exploración física y los detectados por ecografía en el multifido, el TS y el TM (p<0,02) Se observó una correlación negativa entre la detección de los PGMs y el grosor muscular en todos los músculos (p<0,05) Valores medios de los grosores entre 0,2 y 1,9
Cojocarú et al., 2015	Observacional, transversal	Dolor lumbar n = 8	Imagen ecográfica de la región lumbar	Área hipoeoica elipsoidal en el músculo con una superficie que oscila entre 1,2 y 3,4 cm²
Da Silva et al., 2020	Observacional, transversal	Dolor unilateral de hombro durante al menos 3 meses PGMs en TS n = 40 (26 M, 14 H); Edad = 41,8±12,9; Altura = 1,7±0,1; Peso = 74,6±14,6	Área del PGM (cm²) Grosor (cm) en resposo y durante contracción del TS	Área: 0,1±0,1 Grosor en reposo: 1,0±0,2 Grosor en contracción: 1,4±0,3
Elbarbary et al., 2023	Observacional, transversal	Altreación temporomandibular PGMs en masetero y temporal n = 57 (46 M, 11 H); Edad = 38,2±15,6	PGM: sección transversal (mm), profundidad dentro del músculo (mm), y área (mm²)	Sección transversal (corte transversal): • Temporal: 1,6±1,1 • Masetero: 1,7±0,7 Profundidad: • Temporal: 5,4±3,0 • Masetero: 8,7±2,8 Area: • Temporal: 1,9±1,3 • Masetero: 2,4±1,5 PGMs se identificaron como nódulos hipoeoicos
Kumbhare et al., 2017	Observacional, transversal, casos y controles	Grupo dolor cervical n = 15 (10 M, 5 H) Grupo sin dolor n = 15 Muestra total Edad = 31,3±4,1; Altura = 1,7±0,9; Peso = 81,2±20,9	Las ROI se seleccionaron manualmente (TS) EI (media, desviación estándar, curtosis, asimetría) y análisis de manchas	Diferencia estadísticamente significativa en EI (p<0,05), siendo menor en el grupo con dolor cervical El grupo de dolor cervical mostró un aumento del área de las manchas (2,7 frente a 0,1 mm²) y una disminución del número de manchas (0,02 frente a 0,1/mm² de tejido)
Kumbhare et al., 2018	Observacional, transversal, casos y controles	Dolor cervical regional PGMs activos o latentes en TS n = 37 (18 PGM activos, 19 PGM latentes) Grupo sin dolor n = 24 Muestra total Edad = entre 20 y 65 años	Se obtuvieron 18.300 ROIs de 150x80 píxeles dentro de las fibras de TS a partir de un vídeo de 10 segundos en cada participante Para cada ROI, se extrajeron 92 descriptores de características (76 GLCM, 7 GLRLM, 5 textura de primer orden, 3 blob, 1 LBP)	Todas las características identificadas proporcionaron información diferente para cada grupo (p<0,001) 9 de las características identificadas eran diferentes entre individuos sin dolor y participantes con PGMs latentes o activos, mientras que las 14 restantes sólo eran diferentes entre dos grupos
Kumbhare et al., 2020	Observacional, transversal, casos y controles	Grupo SDM PGMs en TS n= 15 (10 M, 5 H); Edad = 31,8±7,3 Grupo sin dolor n = 15 (7 M, 8 H); Edad = 22,7±7,1	Las ROI se seleccionaron manualmente a partir de las imágenes en modo B en corte longitudinal La SVM se entrenó con un conjunto de 13 características de orden superior, incluyendo el área media de las manchas, el recuento medio de manchas, la entropía y diez características LBP	Las características con los factores de carga más elevados fueron LBP2, LBP6, LBP10, área de manchas y recuento de manchas Se encontró una asociación significativa entre las características identificadas y las designaciones clínicas (SDM o sin dolor) (p < 0,001) Todas las variables fueron estadísticamente diferentes entre los grupos (p < 0,001), excepto el área de la mancha (p = 0,11)

Autor y año	Diseño estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Resultados principales
Lewis and Tehan, 1999	Observacional, transversal	PGM activos n = 11 (7 M, 4 H); Edad (M) = 53 (30-74); Edad (H) = 22 (21-36)	Imagen ecográfica	No hubo correlación entre la identificación clínica de los PGMs y la ecografía En 9 participantes (81,82%) no se observó ninguna anomalía ni asimetría En 1 participante, se observó un área hiperecogénica de 5 mm de diámetro relacionada con la fascia superficial del ES, que estaba ausente en el lado contralateral
Shankar and Reddy, 2012	Informe de caso	SDM n = 1 (1 H); Edad = 58,0; Altura = 1,8; Peso = 112,0	Imágenes ecográficas para localizar la banda tensa en el hombro derecho en vista longitudinal y transversal	Corte transversal: • Áreas localizadas de alto EI en TS y supraespinoso a una profundidad de 3 cm • Pérdida del patrón de manchas blancas sobre fondo oscuro Corte longitudinal: • Patrón fascicular discontinuo, ondulado o agrupado
Sikdar et al., 2009	Observacional, transversal	Dolor cervical agudo PGM activo en TS n = 9 (7 M, 2 H); Edad = 23-55	Área del PGM (cm²) Las puntuaciones de las imágenes se asignaron de 0 (normal, EI uniforme) a 2 (estructura anormal con múltiples focos hipoecoicos)	Los PGM aparecían como áreas focales hipoecoicas de forma elíptica con una ecotextura heterogénea y parecían coexistir con múltiples nódulos en estrecha proximidad Área: 0,2±0,1, sin diferencias significativas entre los PGMs activos (0,2±0,1) y los PGMs latentes (0,2±0,1)
Taheri et al., 2016	Observacional, transversal	Síntomas sugestivos de SDM PGMs activos en TS n = 15 (11 M, 4H); Edad = 40,6±5,7	Área del PGM (cm²) and EI (histograma) en corte longitudinal EI del músculo con PGMs en cortes longitudinal y transversal Grosor (mm) en reposo del TS Ángulo de pennación (grados) del TS	Área: 0,5±0,1 EI: • PGMs: 41,6±2,8 • Músculo (corte longitudinal): 55,4±3,5 • Muscle (corte transversal): 54,7±3,6 • Grosor muscular: 11,5±0,4 • Ángulo de penación: 14,6±0,5 PGMs como áreas hipoecoicas focales con ecotextura heterogénea
Takla et al., 2016	Observacional, transversal, casos y controles	Dolor lumbar durante al menos 3 meses PGMs activos en QL, LT, piriforme y GM n = 25; Edad = 34,3±6,2; Altura = 1,6±0,1; Peso = 66,6±9,9 Grupo sin dolor PGMs latentes en QL, LT, piriforme y GM n = 25; Edad = 35,8±5,9; Altura = 1,7±0,1; Peso = 70,2±10,6	PGM y tejido circundante Las puntuaciones de las imágenes se asignaron como "0", para un EI uniforme; "1", para una región hipoecoica focal con un nódulo rígido; y "2", para múltiples regiones hipoecoicas con nódulos rígidos	PGMs (activos o latentes) aparecían como una región hipoecoica focal, mientras que el tejido miofascial normal inmediatamente circundante mostraba una EI uniforme (p<0,001)
Tsai et al., 2024	Observacional, transversal	SDM n = 25	Localización, profundidad, altura y forma de los PGMS de los músculos de la región lumbar	Los PGMs pueden existir a todas las profundidades dentro del tejido muscular, aunque aproximadamente el 70% se encuentran cerca de la superficie muscular El tamaño medio de los PGM fue de 0,6±0,03 cm. 0,2 cm. de aumento del tamaño de los PGMs por cada cm. de aumento del tamaño del tejido muscular Los grupos que presentaban respuestas de espasmo tenían un mayor grosor del PGM (0,64±0,04 cm), pero no significativo (p=0,65), que los grupos sin (0,58±0,03 cm)
Turo et al., 2013	Observacional, transversal, casos y controles	Dolor cervical durante al menos 3 meses PGMs activos en TS n = 14 (10 M, 4 H); Edad = 36±12 Grupo sin dolor n = 15 (6 M, 9 H); Edad = 28±8	La ROI se marcó manualmente en cada imagen ecográfica Además, la ROI se dividió en dos partes: vientre muscular y borde fascial. Entropía y áreas con entropía <4 (umbral asignado para localizar los PGMs)	Los análisis de todo el TS y del borde de la fascia mostraron una entropía media significativamente inferior (p<0,05) y un tamaño significativamente mayor de las regiones con entropía inferior a 4 en las zonas "activas" en comparación con las "normales" En el análisis del vientre muscular, sólo se observó una diferencia estadística entre las zonas "normales asintomáticas" y las "normales" (p<0,05), pero ninguna entre las zonas "activas" y las "normales"
Zadeh et al., 2023	Observacional, transversal	Sin síntomas ni antecedentes relacionados con enfermedades neuromusculares Cada TS (derecha y/o izquierda) se etiquetó como PGMs activos (n = 30), PGMs latentes (n = 30) o control (n = 30) n = 63	Para cada participante, se seleccionaron manualmente 4 imágenes de las 300 generadas a partir de un vídeo de 10 segundos, capturando de lateral a medial cada músculo Análisis de las características de textura mediante características estadísticas (entropía, contraste, correlación, homogeneidad, energía, media y varianza) en diferentes enfoques: LBP, características de Gabor, método SEGL y modo B	Se observaron diferencias estadísticas (p<0,05) en casi todas las características de todos los métodos excepto en el modo B (es decir, entropía, contraste y energía) y Gabor (es decir, media y correlación) El aprendizaje automático no pudo clasificar suficientemente los tres grupos
Zale et al., 2015	Observacional, transversal, casos y controles	Grupo de dolor de tobillo/pie n = 17 Grupo sin dolor n = 8 Muestra total n = 25 (14 M, 11 H); Edad = 28 (18-63)	Se evaluaron diagnósticamente 8 músculos: QP, soleus, TA, TP, EDL, EDH, PL, and PB Se utilizó un sistema de puntuación de los PGMs, asignando 0 (negativo, sin dolor y sin palpación de PGM), 1 (el paciente sintió dolor, pero no se palpó ningún nódulo), 2 (el paciente sintió dolor y se palpó un nódulo) o 3 (PGM palpable y doloroso visto en ecografía) Área PGM (cm²)	De un total de 500 áreas de PGMs que se palparon en participantes sintomáticos y asintomáticos, 441 (88,2%) tenían una puntuación de 0, 16 de 1, 15 de 2 y 18 de 3 Área: osciló entre 0,05 y 0,21, con una media de 0,09 PGM aparecían como áreas hipoecoicas no homogéneas

EDH: extensor digitorum hallicus; EDL: extensor digitorum longus; EI: ecointensidad; ES: erector spinae; GI: gemelo interno; GLCM: matriz de coocurrencia de niveles de gris; GLRLM: matriz de longitud de recorrido de nivel de gris; GM: glúteo medio; H: hombre; LBP: patrones binarios locales; LT: longissimus thoracis; M: mujer; PB: peroneus brevis; PGM: punto gatillo miofascial; PL: peroneus longus; QL: quadratus lumborum; QP: quadratus plantae; ROI: Región de interés; SDM: Síndrome de dolor miofascial; SVM: máquina de vector de soporte; TA: tibial anterior; TM: trapecio medio; TP: tibial posterior; TS: trapecio superior. Los datos se expresan como media±desviación estándar. La edad se expresa como media±desviación estándar o mediana (mín-máx). La altura se mide en metros. El peso se mide en kilogramos. Las diferencias estadísticamente significativas corresponden a un valor p<0,05.

Tabla 2. Estudios de evaluación mediante ecografía en modo B de los cambios producidos en los puntos gatillo miofasciales tras una intervención fisioterapéutica.

Autor y año	Diseño estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Seguimiento	Intervención	Resultados principales
Adigozali et al., 2019	Series de casos (intervención)	Dolor cervical durante al menos 12 semanas PGM activo en TS (definido como nódulo hipoeoicoico) n = 13 (13 M); Edad = 28,9±7,7; Altura = 1,6±6,1; Peso = 60,1±11,7; IMC = 22,3±3,6	Área PGM (mm²) Grosor (mm) en reposo del TS	Antes y después del tratamiento (1 sesión)	Punción seca durante 1 sesión, utilizando agujas de 0,25x50 mm. La aguja se manipuló rápidamente hacia delante y hacia atrás hasta que, tras 10 repeticiones continuas, no se observaron más RELs	Área: • Antes de tratamiento: 20,8±6,1 • Después de tratamiento: 21,9±4,8 (p=0,42) Grosor: • Antes de tratamiento: 11,7±1,9 • Después de tratamiento: 13,0±2,5 (p=0,26)
Ceylan et al., 2022	ECA	Dolor cervical durante al menos 12 semanas n = 57 (45 M, 12 H); Edad = 33,6±7,9	Diámetro PGM (mm) Grosor (mm) en reposo del TS	Antes de tratamiento, después de tratamiento (4 semanas) y tras 8 semanas	Grupo de kinesiotape + ejercicio (n = 29): Se aplicó en tira "I" utilizando la técnica de corrección de espacios durante un total de 4 sesiones, 2 días a la semana. Además, este grupo realizó el mismo programa de ejercicios que el siguiente grupo Grupo de ejercicio (n = 28): El programa incluía movilidad cervical, encogimiento isométrico de la barbilla, estiramiento TS, extensión del tronco superior con encogimiento de la barbilla, retracción escapular, remo inclinado y elevaciones inversas. Cada ejercicio debía realizarse en 3 series de 10 repeticiones, 3 veces por semana durante 4 semanas. Los participantes debían rellenar un diario de ejercicios	Diámetro: • Antes de tratamiento: 0,160 (intergrupo) • Kinesiotape: 4,9±1,1 • Ejercicio: 5,1±1,5 • Después de tratamiento: p<0,001 (intergrupo) • Kinesiotape: 3,5±1,2 (p<0,001) • Ejercicio: 4,6±1,4 (p=0,006) • 8 semanas: p<0,001 (intergrupo, vs antes); p=0,075 (intergrupo, vs después) • Kinesiotape: 3,2±1,1 (p<0,001) • Ejercicio: 4,5±1,2 (p=0,004 vs antes, p=0,196 vs después) Grosor: • Antes de tratamiento: p=0,430 (intergrupo) • Kinesiotape: 11,2±1,9 • Ejercicio: 10,9±2,1 • Después de tratamiento: p=0,008 (intergrupo) • Kinesiotape: 9,4±1,1 (p<0,001) • Ejercicio: 10,2±1,9 (p<0,001) • 8 semanas: p=0,006 (intergrupo, vs antes); p=0,02 (intergrupo, vs después) • Kinesiotape: 9,1±1,1 (p<0,001 vs antes, p=0,001 vs después) • Ejercicio: 10,1±1,8 (p<0.001 vs antes, p=0,391 vs después)
Da Silva et al., 2023	ECA	Dolor unilateral de hombro durante al menos 12 semanas PGMs activos (identificados por regiones focales hipoeoicas con ecotextura heterogénea) en el hombro sintomático n = 60 (32 M, 28 H); Edad = 46,6±10,7; Altura = 1,7±0,1; Peso = 78,7±14,7; IMC = 27,5±4,5	Área PGM (cm²)	Antes de tratamiento, después de tratamiento (6 semanas) y tras 10 semanas	Grupo de movilización (n = 20): se realizaron movilizaciones con movimiento (deslizamiento posterior de la cabeza humeral + elevación activa del hombro en el plano escapular) y movilizaciones escapulares pasivas en todas las direcciones. Se realizaron tres series de 10 repeticiones para cada una de ellas, con un intervalo de 30 segundos entre cada serie Grupo de compresión (n = 20): las mismas movilizaciones articulares con la adición de compresión isquémica en los PGMs del TS. La presión se mantuvo durante 1 minuto y se repitió 3 veces con intervalos de 30 segundos entre cada repetición Grupo simulado (n = 20): además de las movilizaciones articulares recibidas, se aplicó compresión isquémica simulada, sin presión sobre los puntos identificados, pero con el mismo tiempo de intervención 2 sesiones por semana, durante 6 semanas	Área: • Antes de tratamiento: • Movilización: 0,1±0,1 • Compresión: 0,1±0,1 • Simulado: 0,1±0,0 • Después de tratamiento: • Movilización: 0,0±0,1 • Compresión: 0,0±0,0 • Simulado: 0,0±0,0 • 10 semanas: • Movilización: 0,0±0,0 • Compresión: 0,0±0,0 • Simulado: 0,0±0,0 • No diferencias intragrupo • Ningún efecto para la interacción grupo x tiempo

Autor y año	Diseño estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Seguimiento	Intervención	Resultados principales
Hadizadeh et al., 2023	Series de casos (intervención)	PGMs en TS (confirmado como área hipoeicoica) n = 12 (12 M); Edad = 27,3±5,4	PGM: diámetro (mm) y área (mm²) Grosor (mm) en reposo del TS	Antes y después del tratamiento (1 semana)	Intervención de estimulación eléctrica intramuscular aplicada en 3 sesiones durante 1 semana. El cátodo se conectó a la aguja mediante un electrodo de pinza, y el ánodo se colocó en las apófisis espinosas de la vértebra C7 mediante un electrodo adhesivo. Se aplicó una corriente eléctrica de ráfaga con una frecuencia de 2 Hz y una anchura de pulso de 200 ms durante 10 min	Diámetro: • Antes de tratamiento: 8,5±0,6 • Después de tratamiento: 5,9±1,0 (p<0,001) Área: • Antes de tratamiento: 25,7±4,7 • Después tratamiento: 13,3±3,8 (p<0,001) Grosor: • Antes de tratamiento: 10,5±2,0 • Después de tratamiento: 9,5±2,2 (p=0,016)
Jafari et al., 2017	ECA	Cefalea cervicogénica originada por los PGMs del esternocleidomastoideo (definidos como focos hipoeicoicos con ecotextura heterogénea) n = 9 (9 M); Edad = 38,7±13,2 Grupo sin dolor n = 10 (10 M); Edad = 35,7±11,9	Área PGM (mm²)	2 semanas antes de la evaluación inicial y 2 semanas después del tratamiento	Compresión isquémica (n = 9): se aplicó la máxima presión tolerable durante 30-60 segundos. Este proceso se repitió 3 veces a intervalos de 30 segundos. Si se reproducía el patrón de cefalea o desaparecía el dolor, se interrumpía la intervención. La intervención se realizó mediante 4 sesiones en 8 días, con un intervalo de un día entre cada sesión Grupo de control (n = 10): sin tratamiento	Área: • Inicio: • Compresión isquémica: 5,3±1,9 • Control: 5,4±1,0 • Final: p = 0,017 (intergrupo) • Compresión isquémica: 3,4±1,3 • Control: 5,4±1,0
Korkmaz and Ceylan, 2022	ECA	Dolor cervical durante al menos 12 semanas PGMs en TS n = 62 (50 M, 12 H); Edad = 34,6±7,4	Diámetro PGM (mm) Grosor (mm) en reposo del TS	Antes de tratamiento, después de tratamiento (3 semanas) y tras 12 semanas	Grupo de punción seca más ejercicio (n = 33): una vez a la semana durante un total de 3 sesiones. Se utilizaron agujas de 0,25x25. Se insertaron dos agujas adicionales a 1-2 mm de distancia de la primera, utilizando una técnica rápida de entrada y salida hasta obtener el REL. Una vez obtenida, las agujas se mantuvieron durante 10 minutos. Además, este grupo realizó el mismo programa de ejercicios que el grupo siguiente Grupo de ejercicio (n = 29): 3 veces por semana, 20 repeticiones de cada ejercicio en una serie durante 12 semanas. Los ejercicios se enseñaban en una sesión de 30 minutos, y las sesiones restantes se hacían en casa. Los participantes debían rellenar un diario de ejercicios. El tratamiento con ejercicios incluía movilidad cervical y el estiramiento activo de los músculos paravertebrales cervicales y trapecios	Diámetro: • Antes de tratamiento: 0,260 (intergrupo) • Punción seca más ejercicio: 5,4±1,8 • Ejercicio: 5,3±1,5 • Después de tratamiento: p=0,002 (intergrupo) • Punción seca más ejercicio: 3,6±1,4 (p<0,001) • Ejercicio: 4,8±1,7 (p=0,001) • 12 semanas: p=0,021 (intergrupo, vs antes); p=0.122 (intergrupo, vs después) • Punción seca más ejercicio: 3,3±1,4 (p<0,001 vs antes, p=0,176 vs después) • Ejercicio: 4,4±1,4 (p<0,001 vs antes, p=0,046 vs después) Grosor: • Antes de tratamiento: 0,712 (intergrupo) • Punción seca más ejercicio: 11,4±1,8 • Ejercicio: 10,6±1,7 • Después de tratamiento: p=0,004 (intergrupo) • Punción seca más ejercicio: 9,9±1,4 (p<0,001) • Ejercicio: 10,1±1,6 (p=0,001) • 12 semanas: p=0,04 (intergrupo, vs antes); p=0,343 (intergrupo, vs después) • Punción seca más ejercicio: 9,8±1,5 (p<0,001 vs antes, p=0,377 vs después) • Ejercicio: 9,8±1,5 (p<0,001 vs antes, p=0,009 vs después) Los PGM se observaron como una zona hipoeicoica focal con una ecotextura heterogénea
Müller et al., 2015	ECA (piloto)	Dolor de cabeza, cervical y/o espalda alta durante al menos 24 semanas PGM activo en TS n = 24 (24 M); Edad = 27,3±5,1; IMC = 22,6±3,1	Área PGM (pixeles)	Antes y después del tratamiento (las evaluaciones se fijaron entre el segundo y el quinto día del periodo menstrual)	Grupo de acupuntura (n = 9): los puntos seleccionados fueron GB20, GB21, LI4, LV3 y dos puntos Ashi en cada TS Grupo de electroacupuntura (n = 7): Se utilizaron agujas de 0,25x30 mm, conectadas a los puntos GB20 y GB21, así como a los dos puntos Ashi de cada TS. Se aplicó con un equipo con ocho salidas aisladas que producían formas de onda asimétricas bifásicas no polarizadas. La frecuencia se ajustó para alternar entre 2 y 100 Hz, con un tiempo total de tratamiento de 30 minutos Grupo simulado (n = 8): se realizó una acupuntura simulada, colocando las agujas superficialmente a 1 cm de los puntos del grupo de acupuntura Se programaron 8 sesiones de tratamiento a la misma hora del día durante 24-26 días, con dos sesiones de 30 minutos por semana	Área: • Antes de tratamiento: • Electroacupuntura: 1911,9±499,2 (lado derecho), 1761,1±613,1 (lado izquierdo) • Acupuntura: 1693,6±617,5 (lado derecho), 1553,1±477,1 (lado izquierdo) • Simulado: 1520,1±312,6 (lado derecho), 1549,8±497,0 (lado izquierdo) • Después de tratamiento: • Electroacupuntura: 1252,0±330,5 (lado derecho, p=0,003), 1324,6±620,6 (lado izquierdo, p=0,005) • Acupuntura: 1070,2±411,3 (lado derecho, p<0,001), 1054,6±400,2 (lado izquierdo, p<0,001) • Simulado: 1397,8±253,9 (lado derecho, p=0,117), 1396,3±263,7 (lado izquierdo, p=0,093)

Autor y año	Diseño estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Seguimiento	Intervención	Resultados principales
Owen, 2022	2 informes de casos	Caso 1: PGM en supraespinoso e infraespinoso n = 1 (1 H); Gran Pirineo mixto; Edad = 10 Caso 2: PGM en infraespinoso n = 1 (1 H); Labrador castrado; Edad = 9	Patrón de fibras y zonas hipoecoicas	Antes del tratamiento, después del tratamiento y al cabo de varias semanas	Onda de choque piezoeléctrica	Caso 1: El supraespinoso y el infraespinoso presentaban un patrón de fibras irregular y contenían zonas hipoecoicas. Fueron necesarias dos sesiones para la resolución del PGM. Al cabo de 8 semanas, el patrón fibrilar y el EI eran normales Caso 2: El infraespinoso presentaba un patrón de fibras irregular. Fueron necesarias cuatro sesiones para la resolución del PGM. Al cabo de 8 y 12 semanas, el patrón fibrilar era normal
Sancar et al., 2021	Intervención no aleatorizada	Dolor cervical durante al menos 4 semanas PGMs activos en TS n = 63 (63 M); Edad = 35,6±11,2; IMC = 25,0±4,5 Sin dolor n = 20 (20 M); Edad = 35,6±11,2; IMC = 24,4±4,1	Diferencia entre el tamaño y el recuento de las manchas	Antes del tratamiento, después del tratamiento (2 semanas) y después de 12 semanas	10 sesiones consecutivas durante 2 semanas de fisioterapia conservadora consistente en la aplicación de una compresa caliente (74,5°C, 20 minutos), estimulación eléctrica transcutánea (60 mA, 70-80 Hz, 20 minutos) y ultrasonidos terapéutico (1,25-1,6 W/cm², 5 minutos por zona. La duración de cada sesión osciló entre 70 y 80 minutos	Tamaño de la mancha: • Antes de tratamiento: p<0,005 (ambos lados, intergrupo) Dolor cervical: 30,8± 5,0 (lado derecho), 31,7± 5,5 (lado izquierdo) Sin dolor: 13,8± 9,3 (lado derecho), 12,5± 8,0 (lado izquierdo) • Después de tratamiento: • Dolor cervical: 25,9±5,7 (lado derecho, p<0,001), 28,1±5,5 (lado izquierdo, p<0,001) • 12 semanas: • Dolor cervical: 33,8±10,1 (lado derecho, p=0,25), 35,4±11,2 (lado izquierdo, p=0,28) Recuento manchas: • Antes de tratamiento: p<0,005 (ambos lados, intergrupo) • Dolor cervical: 7,7± 1,3 (lado derecho), 7,9± 1,6 (lado izquierdo) • Sin dolor: 9,5± 2,7 (lado derecho), 9,7± 2,7 (lado izquierdo) • Después de tratamiento: • Dolor cervical: 8,0±1,8 (lado derecho, p<0,01), 8,1±1,8 (lado izquierdo, p=0,58) • 12 semanas: • Dolor cervical: 8,1±1,6 (lado derecho, p=0,06), 8,4±1,9 (lado izquierdo, p=0,15)
Togha et al., 2020	ECA	Misma muestra que Jafari et al., 2017 pero incluyendo 10 participantes más con cefalea cervicogénica n = 10 (10 M); Edad = 32,0±12,7	Igual que Jafari et al., 2017	Igual que Jafari et al., 2017	Las intervenciones del grupo de compresión isquémica y del grupo de control fueron las mismas que en Jafari et al., 2017 Punción seca (n = 10): Se introdujeron agujas de 0,25x40 mm en dirección anteroposterior mientras las RELs se extinguieron	Área: • Inicio: • Compresión isquémica: 5,3±1,9 • Punción seca: 4,7±1,3 • Control: 5,4±1,0 • Final: • Compresión isquémica: 3,4±1,3 (p=0,042 vs control) • Punción seca: 2,1±0,7 (p=0,002 vs control, p=0,815 vs compresión isquémica) • Control: 5,4±1,0
Ustun et al., 2024	ECA	Dolor cervical y/o espalda durante al menos 12 semanas PGMs activos en TS n = 60 (51 M, 9 H); Edad = 39,7±11,6; IMC = 25,5±4,7	El PGM se evaluó con ecografía para detectar el patrón típico caracterizado por un área hipoecoica focal con textura interna heterogénea El (histograma)	Antes y después de tratamiento (3 semanas)	Grupo de punción seca (n = 30): se realizó con agujas de 0,25x25 mm y la aguja debía permanecer en el PGM de 1 a 3 minutos y se retiró tras la regresión de la REL Grupo de estiramiento con spray frío (n = 30): se roció spray frío sobre la superficie simultáneamente con la aplicación del estiramiento pasivo Ambos grupos recibieron una sesión semanal durante 3 semanas	EI: • Antes de tratamiento: p=0,392 (intergrupo) • Punción seca: 51,7±17,0 • Estiramiento + spray frío: 48,4±12,0 • Después de tratamiento: p=0,329 (intergrupo) • Punción seca: 57,2±13,1 (p<0,017) • Estiramiento + spray frío: 53,9±12,8 (p<0,001)

ECA: ensayo clínico aleatorizado; EI: eointensidad; H: hombre; IMC: índice de masa corporal; M: mujer; PGM: punto gatillo miofascial; REL: respuesta de espasmo local; TS: trapecio superior. Los datos se expresan como media±desviación estándar. La edad se expresa como media±desviación estándar o mediana (mín-máx). La altura se mide en metros. El peso se mide en kilogramos. Las diferencias estadísticamente significativas corresponden a un valor p<0,05.

3.2.2 Evaluación e Intervención

Los 28 estudios utilizaron ecografía en modo B para caracterizar los PGMs, tanto en los estudios sin intervenciones como en los que evaluaban los efectos de diversas intervenciones. Todas las sondas utilizadas eran lineales, con rangos de frecuencia entre 4 y 18 MHz. En 6 de los estudios incluidos, se mantuvieron constantes los ajustes de la imagen ecográfica, en particular parámetros como la compensación de la ganancia de tiempo, la profundidad (entre 2 y 5 cm), el tamaño del sector y el rango dinámico^[30,31,35,45,47,48]. Sin embargo, en los estudios restantes no se especificó si estos parámetros se mantuvieron constantes o se ajustaron para cada participante. La mayoría de los estudios^[25,27,29,33,34,36,37,40-44,46,49] basaron su evaluación ecográfica en los hallazgos de Sikdar et al.^[16], quienes demostraron por primera vez que los PGMs eran regiones hipoecoicas con textura heterogénea. En cambio, otros estudios^[26,32,50,51] emplearon imágenes ecográficas a lo largo del músculo, la banda tensa y los PGMs para observar visualmente cualquier cambio. Por último, otros estudios^[30,31,35,45,47,48] seleccionaron diferentes ROI dentro y alrededor del PGMs para evaluar las características definidas e identificar cualquier diferencia.

11 estudios emplearon diversas intervenciones terapéuticas para tratar los PGMs y los trastornos musculoesqueléticos asociados. Las intervenciones utilizadas fueron: punción seca^[37,39,43,46]; ejercicio terapéutico centrado en la movilidad cervical, estiramientos y ejercicios isométricos^[38,39]; kinesiotaping^[38]; terapia manual, centrada en la movilización escapular y del hombro^[40]; compresión isquémica^[40,42,43]; estimulación eléctrica intramuscular^[41]; acupuntura^[44]; electroacupuntura^[44]; ondas de choque^[25]; y estiramientos con spray frío^[46]. Algunos estudios combinaron intervenciones, como el kinesiotaping con ejercicio^[38]; la punción seca con ejercicio^[39]; y un enfoque multimodal que incluía la aplicación de calor, estimulación nerviosa eléctrica transcutánea y terapia con ultrasonidos^[45]. En varios estudios también se incluyeron grupos de control o simulados^[40,42-44].

3.2.3 Variables y Seguimiento

Los estudios incluidos recogieron una serie de variables relacionadas con las características de los PGMs, la arquitectura muscular y el análisis de la ecotextura. Dependiendo del estudio, estas variables se midieron utilizando diversas técnicas y unidades, y proporcionan información fundamental sobre las propiedades anatómicas y fisiológicas de los PGM y el tejido muscular circundante.

Varios estudios investigaron diferentes dimensiones y propiedades de los PGMs. El área de los PGMs, expresada en mm², cm² o píxeles, fue una variable medida con frecuencia, y apareció en 14 estudios^[16,26,29,32,33,36,37,40-44,50]. El diámetro del PGM fue otra métrica (medida en mm o cm), registrada en cuatro estudios^[29,38,39,41]. Además, la profundidad del PGM dentro del músculo, que describe la profundidad a la que se encuentra bajo la superficie muscular, se documentó en dos estudios^[29,49]. La altura del PGM se evaluó explícitamente en el estudio de Tsai et al.^[49], ofreciendo otra dimensión para describir la estructura tridimensional del PGM. La forma del PGM se evaluó cualitativamente en seis estudios^[16,26,32,49,51]. Por último, la localización del PGM se examinó en dos estudios^[27,49], especificando la localización anatómica precisa dentro del tejido muscular.

Además de las variables específicas del PGM, los estudios también examinaron las características de la arquitectura muscular. El grosor del músculo en reposo (medido en mm o cm)

fue el parámetro de arquitectura muscular más comúnmente evaluado, apareciendo en siete estudios^[27,28,33,37-39,41]. El grosor muscular durante la contracción se midió en el estudio de Da Silva et al. (2020)^[28] y proporciona una medida dinámica de la arquitectura muscular. El ángulo de penetración, que representa el ángulo entre las fibras musculares y la línea de generación de fuerza, se registró en el estudio de Taheri et al.^[33]

La ecotextura del tejido muscular que rodea a los PGMs fue otra área de interés, que proporcionó datos cuantitativos sobre la composición y estructura del tejido mediante imágenes ecográficas. En siete estudios^[30,31,33,35,46-48] se comunicaron características estadísticas de primer orden. Estas características se derivan del histograma de intensidades de píxeles en las imágenes ecográficas y proporcionan información sobre la distribución del brillo y la textura dentro del músculo. Además, varios estudios han descrito regiones de tejido hipo o hiperecoico sin utilizar histogramas^[16,25,26,32-34,36,39,50,51]. También se evaluó el análisis de textura de segundo orden, que explora relaciones más complejas entre las intensidades de los píxeles. El GLCM fue reportado exclusivamente en el estudio de Kumbhare et al. (2018)^[48]. Por último, se emplearon características de textura de orden mayor para investigar patrones de textura aún más intrincados dentro del tejido muscular. En concreto, el GLRLM se documentó en Kumbhare et al. (2018)^[48]; el LBP se utilizó en tres estudios^[31,47,48]; y el análisis de manchas (área/tamaño de las manchas, recuento de manchas) se aplicó en cuatro estudios^[30,31,45,48] para cuantificar el tamaño y la distribución de áreas distintas de diferente eointensidad dentro del tejido muscular.

Todos los estudios observacionales incluidos fueron transversales, lo que excluyó la posibilidad de realizar un seguimiento a lo largo del tiempo. Las evaluaciones de seguimiento variaron significativamente entre los estudios, con puntos temporales que iban desde evaluaciones inmediatas tras la intervención hasta periodos prolongados de varias semanas o meses. En la mayoría de los estudios, las evaluaciones iniciales posteriores a la intervención se realizaron entre una y ocho semanas. Varios estudios realizaron evaluaciones de seguimiento adicionales a las 2, 6, 8, 10 y 12 semanas^[25,38-40,42,43,45].

3.3 Evaluación de la Calidad Metodológica/Riesgo de Sesgo

La calidad metodológica de los estudios incluidos varió según los diseños. En primer lugar, para los estudios observacionales de cohortes y transversales (Tabla 3), la calidad osciló entre mala y buena, con un 55,5% calificado de regular. Entre las deficiencias comunes se incluían la falta de justificación del tamaño de la muestra, falta de evaluación de la exposición antes de la medición del resultado, las definiciones poco claras de las medidas de resultado y el control inadecuado de las variables de confusión. En segundo lugar, todos los estudios de casos y controles (Tabla 4) se clasificaron como regulares, con problemas metodológicos clave que incluían la justificación insuficiente del tamaño de la muestra, la falta de evaluación de la exposición antes de los resultados, el reclutamiento de diferentes grupos de población, la falta de controles concurrentes y la falta de medidas de exposición/riesgo fiables y válidas. Además, los estudios de series de casos (Tabla 5) se calificaron como deficientes o regulares debido a limitaciones inherentes a su diseño. Las principales preocupaciones estaban relacionadas con la ausencia de información sobre la inclusión consecutiva de los casos, la comparabilidad de los sujetos y la adecuación de la duración del seguimiento.

Tabla 3. Evaluación de la calidad metodológica mediante la “NHLBI Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies”.

Autor y año	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Calidad
Cankurtaran et al., 2023	SÍ	SÍ	CD	SÍ	NO	NO	CD	NO	SÍ	NA	SÍ	NR	NA	SÍ	Regular
Cojucaru et al., 2015	SÍ	SÍ	NO	NR	NO	NO	CD	NO	SÍ	SÍ	NO	NR	NO	NO	Mala
Da Silva et al., 2020	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	CD	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NA	NO	Buena
Elbarbary et al., 2023	SÍ	SÍ	CD	SÍ	SÍ	NO	CD	NO	SÍ	NA	NO	SÍ	NA	NO	Regular
Lewis and Tehan, 1999	SÍ	SÍ	NO	NR	NO	NO	CD	NO	NO	NA	NO	SÍ	NA	NO	Mala
Sikdar et al., 2009	SÍ	SÍ	NO	NR	NO	NO	CD	SÍ	SÍ	NA	NO	SÍ	NA	NO	Regular
Taheri et al., 2016	SÍ	SÍ	CD	SÍ	NO	NO	CD	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NA	NO	Regular
Tsai et al., 2024	SÍ	SÍ	CD	SÍ	SÍ	NO	CD	SÍ	SÍ	NA	NO	NR	NA	NO	Regular
Zadeh et al., 2023	SÍ	SÍ	CD	NR	NO	NO	CD	SÍ	SÍ	NA	NO	NR	NA	NO	Mala

CD: No se puede determinar; NA: No aplicable; NR: No reportado. P1: Pregunta de investigación; P2-P3: Población de estudio; P4: Grupos reclutados de la misma población y criterios de elegibilidad uniformes; P5: Justificación del tamaño de la muestra; P6: Exposición evaluada antes de la medición del resultado; P7: Período de tiempo suficiente para ver un efecto; P8: Diferentes niveles de la exposición de interés; P9: Medidas y evaluación de la exposición; P10: Evaluación repetida de la exposición; P11: Medidas de resultados; P12: Cegamiento de los evaluadores de resultados; P13: Tasa de seguimiento; P14: Análisis estadísticos.

Tabla 4. Evaluación de la calidad metodológica mediante la “NHLBI Quality Assessment Tool for Case-Control Studies”.

Autor y año	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	Calidad
Kumbhare et al., 2017	SÍ	SÍ	NR	NO	NR	SÍ	SÍ	NR	NR	NO	CD	NR	SÍ	Regular
Kumbhare et al., 2018	SÍ	SÍ	NR	NO	NR	SÍ	SÍ	NR	NR	NO	CD	SÍ	NO	Regular
Kumbhare et al., 2020	SÍ	SÍ	NR	NO	NR	SÍ	SÍ	NR	NR	NO	CD	NR	NO	Regular
Takla et al., 2016	SÍ	SÍ	NR	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NR	NR	NO	CD	SÍ	SÍ	Regular
Turo et al., 2013	SÍ	SÍ	NR	NO	NR	SÍ	SÍ	NR	NR	NO	CD	SÍ	NO	Regular
Zale et al., 2015	SÍ	SÍ	NR	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NR	NR	NO	CD	SÍ	NO	Regular

CD: No se puede determinar; NA: No aplicable; NR: No reportado. P1: Pregunta de investigación; P2: Población de estudio; P3: Población diana y representación de casos; P4: Justificación del tamaño de la muestra; P5: Grupos reclutados de la misma población; P6: Criterios de inclusión y exclusión preespecificados y aplicados uniformemente; P7: Definiciones de caso y control; P8: Selección aleatoria de los participantes en el estudio; P9: Controles concurrentes; P10: Exposición evaluada antes de la medición del resultado; P11: Medidas y evaluación de la exposición; P12: Cegamiento de los evaluadores del resultado; P13: Análisis estadísticos.

Tabla 5. Evaluación de la calidad metodológica mediante la “NHLBI Quality Assessment Tool for Case Series Studies”.

Autor y año	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Calidad
Adigozali et al., 2019	SÍ	SÍ	NR	CD	SÍ	SÍ	CD	SÍ	SÍ	Regular
Ball et al., 2022	SÍ	SÍ	NR	NO	SÍ	SÍ	CD	NO	SÍ	Mala
Hadizadeh et al., 2023	SÍ	SÍ	NR	CD	SÍ	SÍ	CD	SÍ	SÍ	Regular
Owen, 2022	SÍ	SÍ	NR	CD	SÍ	SÍ	CD	NR	SÍ	Mala
Shankar and Reddy, 2012	SÍ	SÍ	NA	NA	SÍ	SÍ	CD	NO	SÍ	Mala

CD: No se puede determinar; NA: No aplicable; NR: No reportado. P1: Pregunta de investigación; P2: Definición de caso; P3: Casos consecutivos; P4: Sujetos comparables; P5: Intervención; P6: Medidas de resultado; P7: Seguimiento; P8: Análisis estadísticos; P9: Resultados.

En relación con los estudios de intervención, los ECA evaluados con la escala PEDro (Tabla 6) demostraron una calidad metodológica de moderada a alta. Sin embargo, se identificaron limitaciones significativas, en particular la imposibilidad de cegar a los terapeutas y, en algunos casos, la ausencia de comparaciones entre grupos antes del tratamiento. En cuanto a los estudios de intervención no aleatorizados, sólo el estudio de Sancar et al.^[45] se evaluó mediante la herramienta ROBINS-I (Tabla 7), revelando un riesgo de sesgo moderado.

Tabla 6. Evaluación de la calidad metodológica mediante la escala PEDro.

Autor y año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Calidad
Ceylan et al., 2022	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7	Alta
Da Silva et al., 2023	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	8	Alta
Jafari et al., 2017	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7	Alta
Korkmaz and Ceylan, 2022	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	6	Alta
Müller et al., 2015	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	5	Moderada
Togha et al., 2020	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7	Alta
Ustun et al., 2024	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	7	Alta

1: Se especificaron los criterios de elegibilidad (este punto no se tiene en cuenta para la puntuación final); 2: Los sujetos se asignaron aleatoriamente a los grupos; 3: Se ocultó la asignación; 4: Los grupos eran similares al inicio del estudio en cuanto a los indicadores pronósticos más importantes; 5: Hubo cegamiento de todos los sujetos; 6: Hubo cegamiento de todos los terapeutas que administraron la terapia; 7: Hubo cegamiento de todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave; 8: Se obtuvieron medidas de al menos un resultado clave de más del 85% de los sujetos asignados inicialmente a los grupos; 9: Todos los sujetos para los que se dispuso de medidas de resultado recibieron el tratamiento o la condición de control según lo asignado o, cuando no fue así, los datos de al menos un resultado clave se analizaron por "intención de tratar"; 10: Se informan los resultados de las comparaciones estadísticas entre grupos para al menos un resultado clave; 11: El estudio proporciona tanto medidas puntuales como medidas de variabilidad para al menos un resultado clave.

Tabla 7. Evaluación del riesgo de sesgo en estudios con intervención no aleatorizada mediante la herramienta ROBINS-I.

Autor y año	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Riesgo de sesgo global
Sancar et al., 2021	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado

D1: Sesgo debido a confusión; D2: Sesgo en la selección de los participantes en el estudio; D3: Sesgo en la clasificación de las intervenciones; D4: Sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas; D5: Sesgo debido a datos que faltan; D6: Sesgo en la medición de los resultados; D7: Sesgo en la selección del resultado comunicado. Riesgo global de sesgo: bajo (riesgo bajo de sesgo en todos los dominios); moderado (riesgo bajo o moderado de sesgo en todos los dominios); grave (riesgo grave de sesgo en al menos un dominio, pero sin riesgo crítico de sesgo en ningún dominio); crítico: riesgo crítico de sesgo en al menos un dominio; sin información (no hay indicios claros de que el estudio presente un riesgo grave o crítico de sesgo y falta información en uno o más dominios clave de sesgo).

3.4 Síntesis de Resultados

3.4.1 Características de los PGMs

Los estudios transversales informaron de una variabilidad sustancial en el área del PGM en diferentes músculos y poblaciones. Las áreas más grandes se observaron en individuos con lumbalgia, y oscilaron entre 1,2 y 3,4 cm²^[50], notablemente mayores que las de otros grupos. En el dolor cervical crónico y el dolor unilateral crónico de hombro, el área del PGM en el trapecio superior osciló entre 0,1 y 0,2 cm²^[16,28,37,40], mientras que en el SDM, entre 0,2 y 0,5 cm²^[33,41]. Se observaron valores similares en individuos con dolor de tobillo/pie^[36]. En cambio, en los trastornos temporomandibulares y la cefalea cervicogénica se encontraron áreas más pequeñas, de entre 0,02 y 0,05 cm² en músculos como el temporal, el masetero y el esternocleidomastoideo^[29,42,43]. Se observaron resultados comparables en una población sana, en la que el área media en el esternocleidomastoideo fue de 0,05 cm²^[42]. Además, no se observaron diferencias significativas entre los PGMs activos y latentes^[16].

Tras el tratamiento, se observaron cambios significativos en el área del PGM en función de la intervención, con diferencias que oscilaban entre 0,01 y 0,1 cm². La punción seca no mostró una reducción significativa del área del PGM en individuos con dolor cervical crónico (p=0,42)^[37], pero fue significativamente más eficaz para reducir el área del PGM que ninguna intervención en la cefalea cervicogénica (p=0,002)^[43]. En el dolor unilateral crónico de hombro, ninguna de las intervenciones produjo cambios significativos intra o intergrupos^[40]. Cuando se comparó la compresión isquémica con ninguna intervención en la cefalea cervicogénica, se observaron mejoras significativas a favor de la compresión isquémica (p=0,017)^[42], aunque no se encontraron diferencias significativas cuando se comparó con la punción seca (p=0,815)^[43]. Por últi-

mo, la estimulación eléctrica intramuscular, la acupuntura y la electroacupuntura demostraron reducciones significativas de la zona de PGM en el trapecio superior dentro de los grupos de tratamiento^[41,44].

El diámetro de los PGMs también varió entre grupos musculares y poblaciones de estudio. En el dolor cervical crónico, el diámetro medio de los PGMs del trapecio superior era de aproximadamente 0,5 cm^[38,39], mientras que en las personas con trastornos temporomandibulares se registraron diámetros más pequeños, como 0,2 cm en el temporal y el masetero^[29]. Entre las intervenciones para el dolor cervical crónico, la kinesiotaping y la punción seca combinadas con ejercicio produjeron las reducciones más sustanciales, con disminuciones medias de 0,2 cm, mientras que el ejercicio por sí solo pareció ser menos eficaz, sobre todo a corto plazo^[38,39]. Por su parte, la estimulación eléctrica intramuscular produjo una reducción estadísticamente significativa de 0,3 cm en el trapecio superior ($p<0,001$)^[41].

Los PGMs se caracterizaron predominantemente como áreas focales hipoecoicas o nódulos con ecotextura interna heterogénea en varios estudios^[25,29,33,34,36,37,39-43,46]. La forma de estos nódulos se describió generalmente como elipsoidal o elíptica^[16,50], y en algunos casos se observaron múltiples nódulos coexistiendo en las proximidades^[16]. Otras características adicionales incluían la pérdida del patrón de manchas blancas sobre un fondo oscuro en la vista transversal^[32], así como patrones fasciculares discontinuos, ondulados o agrupados en la vista longitudinal^[25,32]. Estos PGMs se encontraron a varias profundidades dentro del tejido muscular, con predominio cerca de la superficie muscular^[49], aunque las profundidades comunicadas oscilaban entre 0,5 cm^[29] y 3 cm.^[32] Sin embargo, en algunos estudios, los PGMs se identificaron como regiones hiperecoicas^[32,51] o como “motas” hiperecoicas más pequeñas dentro de un nudo de contractura hipoecoico más grande^[26]. Sólo un estudio evaluó los cambios posteriores a la intervención, concretamente tras el tratamiento con ondas de choque, y demostró que entre 8 y 12 semanas después del tratamiento, el patrón fibrilar y las regiones hipoecoicas habían vuelto a la normalidad^[25].

3.4.2 Arquitectura muscular

Se observaron variaciones en el grosor muscular en reposo en función de los músculos que albergaban los PGMs. Todos los sujetos incluidos en los estudios que analizaron este parámetro padecían dolor cervical crónico, dolor unilateral crónico de hombro o SDM, con valores que oscilaban entre 0,1 y 1,9 cm en los músculos cervicales posteriores, trapecio superior y trapecio medio^[27,28,33,37-39,41]. En particular, los músculos que contienen PGMs mostraron un grosor muscular significativamente menor ($p<0,05$) en comparación con los que no tenían PGMs^[27]. Intervenciones como el kinesiotaping y el ejercicio redujeron significativamente el grosor del trapecio superior en personas con dolor cervical crónico, con reducciones que oscilaron entre 0,08 y 0,2 cm^[38,39]. El kinesiotaping produjo reducciones más significativas del grosor muscular en comparación con el ejercicio solo^[38]. En cambio, la punción seca como tratamiento independiente no produjo cambios significativos ($p=0,26$)^[37]; sin embargo, cuando se combinó con ejercicio, produjo reducciones más significativas en comparación con el ejercicio solo a corto plazo^[39]. La estimulación eléctrica intramuscular también redujo significativamente el grosor muscular, disminuyendo 0,1 cm ($p=0,016$)^[41].

Otros aspectos de la arquitectura muscular que se examinaron fueron el grosor del músculo en el momento de la contracción, que fue de 1,4 cm en el trapecio superior en comparación con 1,0 cm en reposo en personas con dolor unilateral crónico de hombro^[28], y el ángulo de penetración en el trapecio superior, que fue de 14,6 grados en la población con SDM^[33]. Sin embargo, no se realizaron comparaciones directas entre los distintos grupos ni se obtuvieron resultados posteriores a la intervención para estos parámetros.

3.4.3 Ecotextura

Entre las características estadísticas de primer orden, la ecointensidad media fue la característica más frecuente en todos los casos en el trapecio superior. En poblaciones con dolor crónico cervical/de espalda y SDM, la ecointensidad del trapecio superior, donde se localizaban los PGMs, osciló entre 48,4 y 55,5 valores en el histograma^[33,46], mientras que la ecointensidad de los propios PGMs fue de 41,6^[33]. En los individuos con dolor cervical, la ecointensidad fue significativamente menor ($p < 0,05$) en comparación con los controles sanos^[30]. Además, este grupo presentaba una entropía media reducida y regiones más grandes con valores de entropía inferiores a 4 ($p < 0,05$)^[35]. Al comparar los PGMs activos y latentes, y los controles sanos, se observaron diferencias significativas en correlación, homogeneidad, media y varianza; sin embargo, no se encontraron diferencias en entropía, contraste o energía^[47]. Tanto las intervenciones de punción seca como las de estiramiento con spray frío en poblaciones con dolor crónico cervical/de espalda produjeron un aumento significativo de la ecointensidad ($p < 0,017$ y $p < 0,001$, respectivamente), aunque no se hallaron diferencias significativas entre ambas intervenciones ($p = 0,329$)^[46].

Por lo que respecta a las características de textura de segundo orden y de orden superior, los estudios se realizaron exclusivamente en el trapecio superior y arrojaron resultados similares en las distintas características. Varias métricas del GLCM distinguieron significativamente entre individuos sanos y aquellos con PGMs activos y latentes en una población con dolor cervical^[48]. Del mismo modo, tanto el área como el recuento de las manchas mostraron diferencias significativas entre los controles sanos y aquellos con dolor cervical, observándose áreas de manchas más grandes y recuentos de manchas reducidos en el último grupo^[30,31,45,48]. El enfoque LBP también reveló diferencias significativas entre individuos sanos y aquellos con PGMs activos o latentes^[31,47]. Después del tratamiento, una combinación de compresas calientes, estimulación eléctrica transcutánea y ultrasonidos terapéutico produjo reducciones significativas del tamaño de las manchas ($p < 0,001$) y del número de manchas ($p < 0,01$), aunque estos efectos sólo se observaron a corto plazo^[45].

4. Discusión

El objetivo principal de esta revisión sistemática era sintetizar las pruebas actuales sobre el uso del ecografía en modo B para caracterizar los PGMs, con objetivos secundarios centrados en la evaluación de la arquitectura muscular y la evaluación de los cambios tras las intervenciones de fisioterapia. A partir de la inclusión de 28 estudios, de los cuales 17 eran observacionales, dedicados principalmente a la caracterización de los PGMs, y 11 estudios que incluían una intervención de fisioterapia para evaluar los cambios posteriores al tratamiento, se han cumplido

en gran medida los objetivos de la revisión. Los hallazgos variaron sustancialmente en función de los músculos específicos afectados por los PGMs, la población estudiada y el tipo de intervención aplicada.

Una observación común a la mayoría de los estudios fue la caracterización de los PGMs como áreas predominantemente hipoecoicas o nódulos con ecotextura interna heterogénea, que a menudo presentan una forma elipsoidal o elíptica. Sin embargo, aún existe controversia ya que algunos estudios describieron los PGMs como áreas hiperecoicas^[19,51,52], que fueron consideradas por reconocidos expertos como Jan Dommerholt y Robert D. Gerwin como posible tejido fibroso, fascia o colágeno en lugar de PGM^[53]. La limitación más destacable de la revisión es que pocos estudios realizaron un análisis cuantitativo de las imágenes o incluyeron un grupo de control. De hecho, de los 929 individuos analizados en la revisión, sólo 181 eran controles sanos, lo que pone de relieve un área para futuras investigaciones. Otra limitación significativa fue la limitada calidad metodológica y el alto riesgo de sesgo presentes en la mayoría de los estudios analizados en la revisión.

Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los estudios han descrito los PGMs como regiones hipoecoicas. Sin embargo, una cuestión destacable es que muchos de estos estudios se basan en los hallazgos de Sikdar et al.^[16], quienes demostraron por primera vez esta característica de los PGMs. La validez de este estudio está sujeta al hecho de que se trata de un estudio observacional preliminar que carece de un análisis cuantitativo de la ecotextura. Esta limitación puede sesgar el conjunto de la evidencia sobre este tema, ya que la mayoría de los estudios asumen que los PGMs se presentan de esta forma sin un examen más detallado de las imágenes ecográficas. En consonancia con esto, y a pesar de la falta de análisis cuantitativo de las imágenes en estos estudios, algunos estudios incluidos en nuestra revisión^[30,33,46] examinaron la ecotextura de los PGMs y sugirieron que éstos presentan una eointensidad inferior en comparación con el tejido circundante y los músculos de control sanos. Además, se observó que intervenciones como la punción seca y el estiramiento con spray frío aumentaban la eointensidad, lo que se consideró una normalización en relación con el tejido circundante^[46].

Desde una perspectiva etiológica, los PGMs se describen como grupos de focos eléctricamente activos, cada uno de ellos asociado a un nudo de contractura y a una placa motora disfuncional dentro del músculo esquelético^[54]. Esta disfunción provoca una liberación excesiva de acetilcolina (ACh) y una reducción concomitante de la actividad de la acetilcolinesterasa, iniciando potenciales de acción y una contracción muscular sostenida^[55]. La región dolorosa dentro del PGM representa una arquitectura histoanatómica compleja y no debe considerarse un simple nudo de contractura muscular^[3]. Esta distinción es crucial, ya que las alteraciones histopatológicas específicas dentro de los PGMs, como la elevada concentración de proteoglicanos, que atraen el agua, pueden explicar la reducción observada de la eointensidad en estas zonas^[56]. En relación con esto, los cambios estructurales en las fibras musculares y el endomisio se consideran características histopatológicas primarias responsables de la ecotextura muscular anormal, que conduce al desarrollo de áreas/nódulos hipoecoicos^[14]. Estos cambios pueden estar asociados a la acumulación local de líquido o al edema tisular resultante de exudados inflamatorios agudos combinados con sangre o subproductos residuales^[57]. Los análisis bioquímicos apoyan aún más esta perspectiva, ya que han identificado niveles elevados de mediadores inflamatorios, neuropéptidos, catecolaminas y citocinas cerca de los PGMs^[58].

Otras técnicas de análisis de imágenes más avanzadas, como las características de segundo orden o de orden superior (por ejemplo, el análisis de manchas, el análisis LBP o el GLCM), han demostrado su potencial para distinguir entre individuos asintomáticos y aquellos con PGMs, así como entre PGMs activos y latentes^[30,31,47,48]. A pesar de lo prometedor de estos métodos, se necesitan más investigaciones con una mayor calidad metodológica, ya que algunos de los resultados siguen siendo contradictorios e incoherentes. Además, se ha explorado el aprendizaje automático para la caracterización de los PGM, aunque la alta variabilidad de las imágenes ecográficas presenta retos significativos^[47].

Una de las principales razones de las discrepancias encontradas en la literatura, en comparación con otras estructuras musculoesqueléticas con protocolos de evaluación ecográfica bien definidos, es la falta de directrices fiables y estandarizadas para la caracterización del PGM en diversas modalidades ecográficas (p. ej., modo B, Doppler, elastografía). Como resultado, parámetros diagnósticos como la precisión, la sensibilidad y la especificidad varían significativamente entre el 33% y el 100%^[12]. Esto ha provocado una confusión considerable entre clínicos e investigadores, lo que pone en duda la identificación precisa de los PGMs y aumenta el riesgo de interpretación errónea de las imágenes^[17,52]. Sin embargo, los hallazgos de la ecografía Doppler y la elastografía parecen más concluyentes en los PGMs sintomáticos, ya que muestran alteraciones significativas del flujo sanguíneo, incluido el flujo sanguíneo retrógrado, un índice de pulsatilidad elevado y cambios en las velocidades sistólica máxima y diastólica mínima^[59]. Además, la elastografía ha presentado reducción de la amplitud de vibración local, asimetría en la orientación de las fibras musculares y aumento de la velocidad de la onda de cizallamiento^[60-62]. Otras técnicas diagnósticas, como la electromiografía, la termografía infrarroja y la RM, han arrojado resultados mixtos y complejos. Entre ellas, la RM parece ser la más fiable para detectar alteraciones focales de la señal en las regiones del PGM^[63-65]; sin embargo, al igual que la elastografía, se enfrenta a limitaciones en su aplicación clínica.

En relación con el área de los PGMs, nuestra revisión identificó rangos de 0,02 a 3,4 cm², con los músculos más grandes mostrando áreas medias mayores. Las revisiones recientes de Elbarbary et al.^[12] y Mazza et al.^[13] informaron de valores entre 0,03 y 0,5 cm², lo que demuestra la variabilidad entre los distintos grupos musculares. En concreto, se observaron valores de tan sólo 0,02 cm² en músculos como el masetero y el temporal^[29], mientras que en los músculos lumbares se registraron áreas mayores, de hasta 3,4 cm²^[50]. Del mismo modo, el diámetro de los PGMs siguió esta tendencia, oscilando entre 0,2 y 0,5 cm, y Tsai et al.^[49] destacaron una correlación positiva entre el tamaño de los PGMs y el tamaño del músculo, mostrando un aumento de 0,2 cm en el diámetro de los PGM por cada aumento de 1 cm en el tejido muscular. Los músculos que contienen PGMs tienden a mostrar un grosor reducido^[27], y las intervenciones a menudo conducían a una reducción aún mayor del grosor muscular, lo que se interpretó como un resultado positivo. Sin embargo, esta reducción requiere más investigación, ya que la inhibición muscular debida al dolor también podría disminuir el grosor muscular. La reducción tanto del área del PGM como del grosor muscular tras las intervenciones fue significativa, aunque la relevancia clínica de estos cambios, especialmente en relación con el restablecimiento del grosor muscular como posible resultado positivo, aún no se conoce por completo. En este contexto, la ecografía puede considerarse una herramienta de doble uso: en primer lugar, como herramienta diagnóstica para la caracterización de los PGMs y, en segundo lugar, como guía

terapéutica, en particular para técnicas mínimamente invasivas como la punción seca guiada por ecografía, que se utilizan ampliamente en la práctica clínica^[66].

La presente revisión sistemática es la primera que no sólo revisa toda la bibliografía existente sobre la caracterización de los PGMs mediante ecografía en modo B, sino que también incorpora un análisis detallado de la arquitectura muscular en la que se localizan estos PGMs y proporciona un examen de los cambios que se producen en estas características tras una intervención fisioterapéutica. Sin embargo, la revisión tiene sus limitaciones, que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los hallazgos.

En primer lugar, los estudios incluidos en esta revisión varían significativamente su nivel de evidencia y calidad metodológica, con una considerable heterogeneidad entre ellos. Predominan los estudios observacionales, pero la revisión también incluye series de casos y estudios de intervención no aleatorizados y no controlados, muchos de los cuales tienen tamaños de muestra pequeños. Varios factores limitan aún más la extrapolación de los hallazgos: (1) La mayoría de los estudios sólo informan de los p-valor sin los correspondientes tamaños del efecto, lo que restringe la posibilidad de conclusiones sólidas y limita la replicabilidad de la investigación; (2) Sólo seis estudios mencionaron el mantenimiento de configuraciones consistentes de imágenes ecográficas, y muchos no informaron de si estandarizaron la presión o el ángulo de la sonda, lo que podría afectar significativamente a los resultados; (3) Varios estudios no informaron del tiempo transcurrido entre el examen físico y la posterior imagen ecográfica, un retraso que idealmente debería reducirse al mínimo para garantizar la exactitud de la evaluación; (4) Una limitación notable es la falta de claridad en algunos estudios con respecto a los criterios diagnósticos utilizados para identificar los PGMs, lo que puede introducir incoherencias y limitar la reproducibilidad de los resultados; (5) Además, los métodos actuales utilizados en la obtención de imágenes ecográficas, principalmente cuando se aplican como herramienta de seguimiento, pueden no proporcionar conclusiones definitivas; (6) Por último, la mayoría de los estudios incluidos se centraron exclusivamente en los músculos superficiales, en gran parte debido a la dependencia de la palpación manual como estándar de referencia para facilitar una evaluación ecográfica precisa. Sin embargo, este enfoque es intrínsecamente limitado, ya que la palpación manual no puede evaluar con fiabilidad los músculos más profundos y, por lo tanto, las conclusiones de esta revisión no pueden generalizarse a todos los grupos musculares, en particular a los situados en regiones anatómicas más profundas.

Para futuras investigaciones, varios aspectos merecen ser explorados: (1) El análisis de ecotextura hasta ahora sólo se ha realizado en el músculo trapecio superior, lo que limita la extrapolación de los resultados a diferentes grupos musculares. La investigación futura debería dar prioridad a los estudios comparativos que incluyan una gama más amplia de músculos, especialmente aquellos que sean clínicamente relevantes e impactantes, incorporando no sólo grupos de control sanos sino también individuos con otras condiciones patológicas. Dichos estudios ayudarían a establecer si estas características de las imágenes ecográficas sirven sistemáticamente como indicador fiable para la caracterización del tejido muscular, permitiendo que este análisis se extienda a estructuras musculares más profundas en las que la palpación manual es menos factible y la ecografía presenta una mayor precisión; (2) Es crucial investigar hasta qué punto la falta de estandarización de los ajustes de las imágenes ecográficas dentro de la misma población de estudio afecta al análisis de ecotextura, así como determinar la viabi-

lidad de comparar estudios que analizan las mismas variables pero utilizan diferentes ajustes, sondas/dispositivos, selección de ROI y otros parámetros técnicos; (3) La concordancia entre las imágenes ecográficas y la palpación manual para la detección de los PGMs es una cuestión crítica que requiere más estudio para aumentar la precisión diagnóstica y mejorar el tratamiento de los PGMs y otras afecciones; (4) También se necesita investigación para desarrollar una metodología fiable que establezca la ecografía como un indicador capaz de monitorizar objetivamente la eficacia del tratamiento y los resultados de los pacientes, dando prioridad a los estudios longitudinales para captar los cambios dinámicos en los PGMs durante y después del tratamiento; (5) Por último, el progreso en este campo requiere más estudios de alta calidad, junto con una mayor estandarización de los protocolos de obtención de imágenes y los criterios diagnósticos, así como homogeneidad metodológica en cuanto a los diseños de los estudios y las poblaciones. Estos pasos son esenciales para permitir futuros metaanálisis, que podrían generar pruebas concluyentes sobre la utilidad de la ecografía en modo B para caracterizar los PGMs. Dichos estudios son esenciales para trasladar estos hallazgos a la práctica clínica, dada su facilidad de uso y accesibilidad.

5. Conclusiones

Aunque la mayoría de los estudios identifican los PGMs como estructuras hipoeoicas con ecotextura interna heterogénea, sigue habiendo controversia en cuanto a su caracterización. Lo mismo ocurre con los cambios de esta estructura tras las intervenciones fisioterapéuticas, ya que la definición actual de los PGMs en las imágenes ecográficas no permite detectar cambios fiables. Esta incertidumbre pone de manifiesto la necesidad de realizar más estudios con métodos cuantitativos para medir con precisión los PGMs y extraer conclusiones válidas. La falta de protocolos de medición estandarizados introduce un sesgo importante, lo que dificulta la comparación de resultados entre diferentes estudios. Por lo tanto, se necesitan medidas objetivas para monitorizar eficazmente los cambios en los PGMs, que luego podrían aplicarse en la práctica clínica para comprender mejor los efectos de las intervenciones en estas áreas.

Referencias

1. Langley PC, Molina JT, Ferri CM, Pérez Hernández C, Varillas AT, Angel Ruiz-Iban M. The association of pain with labor force participation, absenteeism, and presenteeism in Spain. *J Med Econ*. 2011;14. <https://doi.org/10.3111/13696998.2011.632045>
2. Fleckenstein J, Zaps D, Rüger LJ, Lehmeyer L, Freiberg F, Lang PM, Irnich D. Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in myofascial pain syndrome: Results of a cross-sectional, nationwide survey. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-32>
3. Gerwin RD. Diagnosis of myofascial pain syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2014;25. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2014.01.011>
4. 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. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.01.024>

5. Simons DG. Diagnostic criteria of myofascial pain caused by trigger points. J Musculoskelet Pain. 1999;7. http://dx.doi.org/10.1300/J094v07n01_11
6. Fundación Grünenthal, Observatorio del dolor de la Universidad de Cádiz, BioInnova Consulting. Barómetro del dolor crónico en España 2022. Available from: <https://www.fundaciongrunenthal.es/fundacion/con-la-ciencia/barometro-dolor-cronico-espana-2022>
7. Gregory NS, Sluka KA. Anatomical and physiological factors contributing to chronic muscle pain. Curr Top Behav Neurosci. 2014;20. https://doi.org/10.1007/7854_2014_294
8. Barbero M, Schneebeli A, Koetsier E, Maino P. Myofascial pain syndrome and trigger points: Evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain. Curr Opin Support Palliat Care. 2019;13. <https://doi.org/10.1097/spc.0000000000000445>
9. Lucas N, Macaskill P, Irwig L, Moran R, Bogduk N. Reliability of Physical Examination for Diagnosis of Myofascial Trigger Points: A Systematic Review of the Literature. Clin J Pain. 2008;25. <https://doi.org/10.1097/ajp.0b013e31817e13b6>
10. Myburgh C, Larsen AH, Hartvigsen J. A Systematic, Critical Review of Manual Palpation for Identifying Myofascial Trigger Points: Evidence and Clinical Significance. Arch Phys Med Rehabil. 2008;89. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.12.033>
11. Simons DG. New Views of Myofascial Trigger Points: Etiology and Diagnosis. Arch Phys Med Rehabil. 2008;89. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.016>
12. Elbarbary M, Sgro A, Goldberg M, Tenenbaum H, Azarpazhooh A. Diagnostic Applications of Ultrasonography in Myofascial Trigger Points: A Scoping Review and Critical Appraisal of Literature. J Diagn Med Sonogr. 2022;38. <https://doi.org/10.1177/87564793221102593>
13. Mazza DF, Boutin RD, Chaudhari AJ. Assessment of Myofascial Trigger Points via Imaging: A Systematic Review. Am J Phys Med Rehabil. 2021;100. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001789>
14. Ricci V, Mezian K, Chang KV, Tarantino D, Güvener O, Gervasoni F, Naňka O, Özçakar L. Ultrasound Imaging and Guidance for Cervical Myofascial Pain: A Narrative Review. Int J Environ Res Public Health. 2023;20. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053838>
15. Basford JR, An KN. New techniques for the quantification of fibromyalgia and myofascial pain. Curr Pain Headache Rep. 2009;13. <https://doi.org/10.1007/s11916-009-0061-6>
16. Sikdar S, Shah JP, Gebreab T, Yen RH, Gilliams E, Danoff J, Gerber LH. Novel Applications of Ultrasound Technology to Visualize and Characterize Myofascial Trigger Points and Surrounding Soft Tissue. Arch Phys Med Rehabil. 2010;90. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.04.015>
17. Ricci V, Ricci C, Gervasoni F, Cocco G, Andreoli A, Özçakar L. From Histoanatomy to Sonography in Myofascial Pain Syndrome: A EURO-MUSCULUS/USPRM Approach. Am J Phys Med Rehabil. 2023;102. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001975>
18. Srbely JZ, Kumbhare D, Grosman-Rimon L. A narrative review of new trends in the diagnosis of myofascial trigger points: Diagnostic ultrasound imaging and biomarkers. J Can Chiropr Assoc. 2016;60. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5039775/>
19. Thomas K, Shankar H. Targeting myofascial taut bands by ultrasound topical collection on myofascial pain. Curr Pain Headache Rep. 2013;17. <https://doi.org/10.1007/s11916-013-0349-4>
20. Kumbhare DA, Elzibak AH, Noseworthy MD. Assessment of Myofascial Trigger Points Using Ultrasound. Am J Phys Med Rehabil. 2016;95. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000000376>

- 21.** Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grinshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- 22.** Albanese E, Bütikofer L, Armijo-Olivo S, Ha C, Egger M. Construct validity of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) quality scale for randomized trials: Item response theory and factor analyses. *Res Synth Methods*. 2020;11. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1385>
- 23.** Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan MM, Henry D, Altman DG, Ansari MT, Boutron I, Carpenter JR, Chan AW, Churchill R, Deeks JJ, Hróbjartsson A, Kirkham J, Jüni P, Loke YK, Pigott TD, Ramsay CR, ... Higgins JP. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016;355. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>
- 24.** Study Quality Assessment Tools | NHLBI, NIH. Available from: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools>
- 25.** Owen H. Case study: Treating infraspinatus and supraspinatus trigger points and supraspinatus tendinopathy utilizing piezoelectric shockwave. *Front Vet Sci*. 2022;9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.943276>
- 26.** Ball A, Perreault T, Fernández-De-las-peñas C, Agnone M, Spennato J. Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020321>
- 27.** Cankurtaran D, Aykın Yiğman Z, Güzel Ş, Umay E. The importance of myofascial trigger points in chronic neck pain: An ultrasonography preliminary study. *PM R*. 2023;15. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12974>
- 28.** Da Silva AC, Aily JB, Oliveira AB, Mattiello SM. Interrater and Intrarater Reliability and Minimum Detectable Change of Ultrasound for Active Myofascial Trigger Points in Upper Trapezius Muscle in Individuals With Shoulder Pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2020;43. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2020.01.003>
- 29.** Elbarbary M, Goldberg M, Tenenbaum HC, Lam DK, Freeman B V., Pustaka DJ, Mock D, Beyene J, Azarpazhooh A. Assessment of Concordance between Chairsides Ultrasonography and Digital Palpation in Detecting Myofascial Trigger Points in Masticatory Myofascial Pain Syndrome. *J Endod*. 2023;49. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.11.013>
- 30.** Kumbhare D, Shaw S, Grosman-Rimon L, Noseworthy MD. Quantitative Ultrasound Assessment of Myofascial Pain Syndrome Affecting the Trapezius: A Reliability Study. *J Ultrasound Med*. 2017;36. <https://doi.org/10.1002/jum.14308>
- 31.** Kumbhare D, Shaw S, Ahmed S, Noseworthy MD. Quantitative ultrasound of trapezius muscle involvement in myofascial pain: comparison of clinical and healthy population using texture analysis. *J Ultrasound*. 2020;23. <https://doi.org/10.1007/s40477-018-0330-5>
- 32.** Shankar H, Reddy S. Two- and three-dimensional ultrasound imaging to facilitate detection and targeting of taut bands in myofascial pain syndrome. *Pain Med*. 2012;13. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2012.01411.x>
- 33.** Taheri N, Okhovatian F, Rezasoltani A, Karami M, Hosseini SM, Mohammadi HK. Ultrasonography in diagnosis of myofascial pain syndrome and reliability of novel ultrasonic indexes of upper trapezius muscle. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2016;18. <https://doi.org/10.5604/15093492.1205022>

- 34.** Takla MKN, Razek NMA, Kattabei O, El-Lythy MAF. A comparison between different modes of real-time sonoelastography in visualizing myofascial trigger points in low back muscles. *J Man Manip Ther.* 2016;24. <https://doi.org/10.1179/2042618614y.00000000084>
- 35.** Turo D, Otto P, Shah JP, Heimur J, Gebreab T, Zaazhoa M, Armstrong K, Gerber LH, Sikdar S. Ultrasonic characterization of the upper trapezius muscle in patients with chronic neck pain. *Ultrason Imaging.* 2013;35. <https://doi.org/10.1177/0161734612472408>
- 36.** Zale KE, Klatt M, Volz KR, Kanner C, Evans KD. A Mixed-Method Approach to Evaluating the Association between Myofascial Trigger Points and Ankle/Foot Pain Using Handheld Sonography Equipment. *J Diagn Med Sonogr.* 2015;31. <https://doi.org/10.1177/8756479315586396>
- 37.** Adigozali H, Shadmehr A, Ebrahimi E, Rezasoltani A, Naderi F. B mode, doppler and ultrasound elastography imaging on active trigger point in women with myofascial pain syndrome treated by dry needling. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2019;9. <http://dx.doi.org/10.32098/mltj.03.2019.16>
- 38.** Ceylan CM, Korkmaz MD, Corum M, Kesiktas FN. Demonstration of kinesio taping effect by ultrasonography in neck pain. *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2022;68. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20220668>
- 39.** Korkmaz MD, Medin Ceylan C. Effect of dry-needling and exercise treatment on myofascial trigger point: A single-blind randomized controlled trial. *Complement Ther Clin Pract.* 2022;47. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2022.101571>
- 40.** Conte da Silva A, Aily JB, Mattiello SM. Ischemic compression associated with joint mobilization does not promote additional clinical effects in individuals with rotator cuff related shoulder pain: A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2023;36. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.08.002>
- 41.** Hadizadeh M, Rahimi A, Javaherian M, Velayati M, Naderi F, Dommerholt J. The Effects of Intramuscular Electrical Stimulation on Clinical and Sonographic Parameters in the People with Trigger Points: A Case Series Study. *J Rehabil.* 2023;24. <http://dx.doi.org/10.32598/RJ.24.3.3653.1>
- 42.** Jafari M, Bahrpeyma F, Togha M. Effect of ischemic compression for cervicogenic headache and elastic behavior of active trigger point in the sternocleidomastoid muscle using ultrasound imaging. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.01.001>
- 43.** Togha M, Bahrpeyma F, Jafari M, Nasiri A. A sonographic comparison of the effect of dry needling and ischemic compression on the active trigger point of the sternocleidomastoid muscle associated with cervicogenic headache: A randomized trial. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2020;33. <https://doi.org/10.3233/bmr-171077>
- 44.** Müller CEE, Aranha MFM, Gavião MBD. Two-dimensional ultrasound and ultrasound elastography imaging of trigger points in women with myofascial pain syndrome treated by acupuncture and electroacupuncture: A double-blinded randomized controlled pilot study. *Ultrason Imaging.* 2015;37. <https://doi.org/10.1177/0161734614546571>
- 45.** Sancar M, Keniş-Coşkun Ö, Gündüz OH, Kumbhare D. Quantitative Ultrasound Texture Feature Changes with Conservative Treatment of the Trapezius Muscle in Female Patients with Myofascial Pain Syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2021;100. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001697>
- 46.** Ustun B, Yorulmaz E, Geler-Kulcu D. Comparison of Dry Needling and Cold-Spray-Stretching Treatments by Ultrasonography and Electrophysiology: Prospective, Randomized Controlled Trial. *J Ultrasound Med.* 2024;43. <https://doi.org/10.1002/jum.16445>

- 47.** Shomal Zadeh F, Koh RGL, Dilek B, Masani K, Kumbhare D. Identification of Myofascial Trigger Point Using the Combination of Texture Analysis in B-Mode Ultrasound with Machine Learning Classifiers. *Sensors (Basel)*. 2023;23. <https://doi.org/10.3390/s23249873>
- 48.** Kumbhare DA, Ahmed S, Behr MG, Noseworthy MD. Quantitative ultrasound using texture analysis of myofascial pain syndrome in the trapezius. *Crit Rev Biomed Eng*. 2018;46. <https://doi.org/10.1615/critrevbiomedeng.2017024947>
- 49.** Tsai P, Edison J, Wang C, Sefton J, Manning KQ, Gramlich MW. Myofascial trigger point (MTrP) size and elasticity properties can be used to differentiate characteristics of MTrPs in lower back skeletal muscle. *Sci Rep*. 2024;14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57733-4>
- 50.** Cojocar MC, Cojocar IM, Voiculescu VM, Cojan-Carlea NA, Dumitru VL, Berteanu M. Trigger points--ultrasound and thermal findings. *J Med Life*. 2015;8.
- 51.** Lewis J, Tehan P. A blinded pilot study investigating the use of diagnostic ultrasound for detecting active myofascial trigger points. *Pain*. 1999;79. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(98\)00155-9](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(98)00155-9)
- 52.** Ball A, Perreault T, Fernández-de-las-Peñas C, Agnone M, Spennato J. Trigger Points and Contracture/Contraction Knots: What's in a Name? Reply to Dommerholt, J.; Gerwin, R.D. Contracture Knots vs. Trigger Points. Comment on "Ball et al. Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics* 2022, 12, 321." *Diagnostics (Basel)*. 2022;12. <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics12102366>
- 53.** Dommerholt J, Gerwin RD. Contracture Knots vs. Trigger Points. Comment on Ball et al. Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics* 2022, 12, 321. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102365>
- 54.** Dommerholt J. Dry needling - peripheral and central considerations. *J Man Manip Ther*. 2011;19. <https://doi.org/10.1179/106698111x13129729552065>
- 55.** Liu QG, Huang QM, Liu L, Nguyen TT. Structural and functional abnormalities of motor endplates in rat skeletal model of myofascial trigger spots. *Neurosci Lett*. 2019;711. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2019.134417>
- 56.** Margalef R, Sisquella M, Bosque M, Romeu C, Mayoral O, Monterde S, Priego M, Guerra-Perez R, Ortiz N, Tomàs J, Santafe MM. Experimental myofascial trigger point creation in rodents. *J Appl Physiol*. 2019;126. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00248.2018>
- 57.** Turo D, Otto P, Shah JP, Heimur J, Gebreab T, Armstrong K, Gerber LH, Sikdar S. Ultrasonic tissue characterization of the upper trapezius muscle in patients with myofascial pain syndrome. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2012;2012. <https://doi.org/10.1109/embs.2012.6346938>
- 58.** Shah JP, Danoff J V., Desai MJ, Parikh S, Nakamura LY, Phillips TM, Gerber LH. Biochemicals Associated with Pain and Inflammation are Elevated in Sites Near to and Remote From Active Myofascial Trigger Points. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.10.018>
- 59.** Sikdar S, Ortiz R, Gebreab T, Gerber LH, Shah JP. Understanding the vascular environment of myofascial trigger points using ultrasonic imaging and computational modeling. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2010;2010. <https://doi.org/10.1109/iembs.2010.5626326>

- 60.** Bird M, Le D, Shah J, Gerber L, Tandon H, DeStefano S, Srbely J, Kumbhare D, Sikdar S. Characterization of local muscle fiber anisotropy using shear wave elastography in patients with chronic myofascial pain. *Ann Phys Rehabil Med.* 2018;61. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.05.029>
- 61.** Hao CJ, Kang XY, Kang CS, Li TT, Huo JZ, Xu Q, Xiao WL, Zhao ZX, Ji XH, Zhang QB. Upper trapezius muscle elasticity in cervical myofascial pain syndrome measured using real-time ultrasound shear-wave elastography. *Quant Imaging Med Surg.* 2023;13. <https://doi.org/10.21037/qims-22-797>
- 62.** Turo D, Otto P, Gebreab T, Armstrong K, Gerber LH, Sikdar S. Shear wave elastography for characterizing muscle tissue in myofascial pain syndrome. *Proc Mtgs Acoust.* 2013;19. <https://doi.org/10.1121/1.4800369>
- 63.** Di Ieva A, Grizzi F, Rognone E, Tse ZTH, Parittotokkaporn T, Rodriguez Y Baena F, Tschabitscher M, Matula C, Trattnig S, Rodriguez Y Baena R. Magnetic resonance elastography: A general overview of its current and future applications in brain imaging. *Neurosurg Rev.* 2010;33. <https://doi.org/10.1007/s10143-010-0249-6>
- 64.** Landgraf MN, Ertl-Wagner B, Koerte IK, Thienel J, Langhagen T, Straube A, von Kries R, Reilich P, Pomschar A, Heinen F. Alterations in the trapezius muscle in young patients with migraine - A pilot case series with MRI. *Eur J Paediatr Neurol.* 2015;19. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2014.12.021>
- 65.** Sollmann N, Mathonia N, Weidlich D, Bonfert M, Schroeder SA, Badura KA, Renner T, Trepte-Freileder F, Ganter C, Kieg SM, Zimmer C, Rummeny RJ, Karampinos DC, Baum T, Landgraf MN, Heinen F. Quantitative magnetic resonance imaging of the upper trapezius muscles - assessment of myofascial trigger points in patients with migraine. *J Headache Pain.* 2019;20. <https://doi.org/10.1186/s10194-019-0960-9>
- 66.** Bubnov RV. Evidence-based pain management: is the concept of integrative medicine applicable? *EPMA J.* 2012;3. <https://doi.org/10.1186/1878-5085-3-13>

Información editorial

Correspondencia

pherrero@unizar.es; Tel.: +34 646 16 82 48

Fechas

Recibido: 19.11.2024

Aceptado: 09.02.2025

Publicado: 18.02.2025

Actualizado: 13.10.2026. Se añade la declaración sobre la gestión editorial en Conflicto de intereses y se corrige una errata en la referencia 1. Sin otros cambios.

Contribuciones de los Autores

Conceptualización, D.L.H., P.H., y E.M.G.T.; metodología, D.L.H., P.H., Z.A.B., y C.A.J.; redacción-proyecto original, D.L.H., y P.H.; redacción-revisión y edición, D.L.H., P.H., Z.A.B., C.A.J. y E.M.G.T.; supervisión, P.H. y E.M.G.T.; obtención de fondos, D.L.H., P.H. y E.M.G.T. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiación

Esta revisión está financiada por el Departamento de Educación, Ciencia y Universidad del Gobierno de Aragón a través de la ORDEN CUS/621/2023, de 10 de mayo, por la que se convocan ayudas para la contratación de personal investigador predoctoral en formación para el periodo 2023-2027 (BOA 93 de 18 de mayo de 2023).

Declaración del Comité de Ética

No aplicable.

Registration

Registrado en el Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas (PROSPERO, por sus siglas en inglés) con el número de referencia CRD42024596408.

Declaración de Consentimiento Informado

No aplicable.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Los conjuntos de datos generados y/o analizados durante el presente estudio están a disposición del autor de correspondencia previa solicitud.

Agradecimientos

Ninguno.

Conflicto de intereses

Pablo Herrero es Editor Jefe de IPMM. Este manuscrito fue gestionado por otro editor y no participó en la revisión por pares ni en la decisión editorial. El resto de los autores declara no tener conflictos de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recogida, análisis o interpretación de los datos; en la redacción del manuscrito; o en la decisión de publicar los resultados.

Cita sugerida

Lapiente-Hernández D, Al Boloushi Z, Al Jobrani C, Herrero P, Gómez-Trullén EM. B-mode ultrasound characterization of myofascial trigger points and their response to physiotherapy interventions: a systematic review. Invasive Physiother Musculoskelet Med. 2025;1:e3. doi: 10.60103/ipmm.v1.e3

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

© 2024 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/>).