

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

“USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO”

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Fisioterapia

Modalidad: Artículo Científico

Autora: Dumán Carrasco Sofía Belén.

Tutora: Lcda Mg. Peñafiel Luna, Andrea Carolina

Ambato – Ecuador

Julio 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Artículo Científico sobre el tema:

"USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO" desarrollado por Dumán Carrasco Sofía Belén, estudiante de la Carrera de Fisioterapia, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Julio 2025

LA TUTORA

Firmado electrónicamente por:
ANDREA CAROLINA PENAFIEL LUNA
Validar únicamente con FirmaEC

Peñafiel Luna, Andrea Carolina

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión "**USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO**", como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, Julio 2025

LA AUTORA



Dumán Carrasco, Sofía Belén

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lcda. Mg. Peñafiel Luna Andrea Carolina con CC: 0301836177 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Julio 2025



.....

Peñafiel Luna, Andrea Carolina

CC: 0301836177

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Dumán Carrasco Sofía Belén con CC: 1804448080 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Julio 2025

Firmado electrónicamente por:
SOFIA BELEN DUMAN CARRASCO
Validar únicamente con FirmaEC

.....

Dumán Carrasco, Sofía Belén

C.C1804448080

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: "**USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO**", de Sofía Belén Dumán Carrasco, estudiante de la Carrera de Fisioterapia.

Ambato, Julio 2025

Parar su constancia firma

……

Presidente

.....…… .....……

1er Vocal 2 do Vocal

Sinergia Académica
ISSN: 2765-8252

CERTIFICATE OF NOTIFICATION

High Visibility Journal

ETECAM

The undersigned, Dr. Ernan Santiesteban Naranjo (Ph.D), director of Editorial Tecnocientifica Americana and Sinergia Académica journal, attests that the manuscript:

Uso de dispositivos portátiles de biofeedback en la Fisioterapia para el Manejo del dolor lumbar crónico

Sofia Dumán Carrasco, Andrea Peñafiel Luna

©

This title has been peer-reviewed by double-blinded academic peers, and it will be published under our publisher seal. The article will be published in volume 8, number Special 3, in May 2025.

You may consult it at: http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa

Given at Texas, on May 12th, 2025

Dr. C. Ernan Santiesteban Naranjo (Ph.D)
Director
www.etecam.com
http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa

Dr. C. Kenia María Velázquez Avila (Ph.D)
Editor in Chief
www.etecam.com
http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa

Sinergia Académica is indexed in, referenced in, or has agreement with (among others) the following databases:

DEDICATORIA

Dedico este Artículo Científico, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía, mi refugio en los momentos más difíciles y la fuente inagotable de fortaleza y esperanza en mi vida. A Él elevo este logro con humildad, sabiendo que todo ha sido posible gracias a él. Como nos recuerda Isaías 41:10: *"No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te ayudaré, siempre te sustentaré con la diestra de mi justicia."* Este versículo me acompañó en muchas jornadas y hoy forma parte de este triunfo.

Con todo el amor de mi corazón, dedico este trabajo a mi madre, Mónica Carrasco, quien ha sido mi todo: mi fuerza, mi ternura, mi mayor ejemplo de lucha y amor incondicional. Desde que mi padre partió cuando yo era solo una bebé, te convertiste en la mujer que lo ha dado todo por mí, enfrentando la vida con valentía y sin rendirse jamás. Este logro también es tuyo, mamá.

Dedico este trabajo a mis tres ángeles en el cielo: A mi papá Christian Duman, a quien no pude conocer, pero a quien llevo en mi corazón con la certeza de que, desde el cielo, siempre me acompaña. A mi abuelito Rodrigo Carrasco, cuya memoria me impulsa a seguir siendo fuerte. Y a mi abuelita Dina Malusín, que partió en tiempos difíciles, pero cuya calidez y amor aún viven en mí. Aunque físicamente ya no están, su amor eterno ha sido la luz que me ha guiado hasta aquí. Este logro también les pertenece.

A mi abuelita materna María Moreno, le dedico estas palabras con profunda gratitud. Tus oraciones constantes, tu fe inquebrantable y tu guía espiritual han sido una bendición en mi vida. Gracias por ser esa presencia firme que me ha inspirado siempre a no perder la fe.

A ti, papi Byron, este trabajo también es tuyo. Aunque no compartimos la misma sangre, me acogiste desde que era una bebé, me cuidaste, me consentiste y me diste tu amor como si fuera tu hija. Para mí, siempre fuiste y serás mi papi. Gracias por cada gesto, cada palabra, cada abrazo que me ha hecho sentir protegida y amada.

A mis tíos y demás familiares, gracias por su cariño constante, por las palabras de ánimo, por estar allí en los momentos importantes de mi vida. Sus risas, consejos y compañía han sido esenciales en este camino.

Y con todo mi amor, dedico este trabajo a mi hermanito, que, aunque aún es un niño, ha sido una gran compañía para mí. Tu ternura, tu alegría y tu presencia han sido un regalo que me ha llenado de luz.

A todos ustedes, les dedico este trabajo desde lo más profundo de mi alma. Gracias por ser mi fuerza, por acompañarme con amor, por levantarme cuando caí, y por ser parte de esta historia que hoy se escribe con orgullo, fe y gratitud.

Sofía Dumán

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por haberme dado la fortaleza, sabiduría y salud para culminar esta etapa tan significativa de mi vida. Su presencia constante ha sido mi guía, mi refugio en los momentos difíciles y la luz que ha iluminado mi camino. Este logro le pertenece también a Él.

Con todo mi amor y admiración, agradezco a mi madre, Mónica Carrasco, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, valentía y amor incondicional. Gracias, mamá, por tu entrega total, por cada sacrificio, por tus palabras de aliento y por enseñarme a luchar sin rendirme. Este logro no solo es mío, también es tuyo. Todo lo que soy y lo que he logrado tiene tu huella imborrable.

A mi abuelita del alma, Dina Malusín, quien ahora me acompaña desde el cielo, le dedico un agradecimiento eterno. Aunque ya no estás físicamente, tus oraciones, tu amor inmenso y tu guía espiritual han sido una luz constante en mi vida. Gracias por todo lo que me enseñaste y por seguir acompañándome con tu energía amorosa desde donde estés.

A mis tíos, abuelos y demás familiares, quienes con su amor, apoyo incondicional y compañía constante me han brindado la fuerza emocional para continuar. Gracias por sus consejos, por estar presentes en los momentos importantes y por ser parte esencial de mi historia. Su cariño ha sido un pilar fundamental en este camino.

A mis docentes de carrera, por su entrega, compromiso y sabiduría. Gracias por haber compartido sus conocimientos con generosidad y por haber sembrado en mí las bases sólidas de mi formación profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato, por permitirme ser parte de esta noble institución, formarme como profesional y brindarme las herramientas necesarias para enfrentar con responsabilidad y pasión el ejercicio de la fisioterapia.

A mi tutora de titulación, Lcda. *Mg. Andrea Peñafiel,* gracias por su orientación constante, sus valiosas observaciones y su apoyo a lo largo del proceso. Su guía ha sido fundamental para llevar a cabo este trabajo.

Finalmente, a cada persona que ha creído en mí, que ha estado en los momentos de alegría y en los de dificultad, que me ha acompañado con cariño y con fe: gracias. Este logro es fruto del amor, la constancia y el apoyo de quienes han estado a mi lado

Sofía Dumán

“USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO.”

RESUMEN

En el presente artículo se analiza el uso de dispositivos portátiles de biofeedback en la fisioterapia para el manejo del dolor lumbar crónico. Se realizó una búsqueda en PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar, utilizando términos clave relacionados con biofeedback, fisioterapia, dolor lumbar, y dispositivos electrónicos portátiles. Se aplicaron operadores booleanos y se usó un filtro temporal de 2020 a 2025. Se obtuvieron 30 resultados en PubMed, 32 en Scopus, 33 en Web of Science y 100 en Google Scholar. Se seleccionaron 13 artículo científicos. Las terapias con biofeedback en pacientes con dolor lumbar crónico han demostrado por lo general resultados beneficiosos en la disminución del dolor, la discapacidad, la mejora del control y la funcionalidad muscular. En los métodos como biofeedback eletromiográfico, visual, por palpación, por realidad virtual y complementado con ejercicios respiratorios, estabilización del tronco o estiramientos, mostraron avances importantes en la actividad muscular, la flexibilidad, la fuerza y la mejora en la calidad de vida del paciente. El uso de biofeedback en el manejo del dolor lumbar crónico muestra una buena eficacia en periodos cortos. Se recomienda el uso de protocolos estandarizados de biofeedback para el manejo terapéutico.

PALABRAS CLAVE: DOLOR LUMBAR CRÓNICO, BIOFEEDBACK, MANEJO DEL DOLOR

“USO DE DISPOSITIVOS PORTÁTILES DE BIOFEEDBACK EN LA FISIOTERAPIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO.”

ABSTRACT

This article analyzes the use of portable biofeedback devices in physical therapy for the management of chronic low back pain. A search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar using key terms related to biofeedback, physical therapy, low back pain, and portable electronic devices. Boolean operators were applied and a time filter from 2020 to 2025 was used. Thirty results were obtained from PubMed, 32 from Scopus, 33 from Web of Science, and 100 from Google Scholar. Thirteen scientific articles were selected. Biofeedback therapies in patients with chronic low back pain have generally demonstrated beneficial results in reducing pain, disability, and improving muscle control and function. Using methods such as electromyographic, visual, palpation, and virtual reality biofeedback, complemented by breathing exercises, trunk stabilization, and stretching, they showed significant improvements in muscle activity, flexibility, strength, and improved patient quality of life. The use of biofeedback in the management of chronic low back pain has shown good efficacy over short periods. The use of standardized biofeedback protocols is recommended for therapeutic management.

KEYWORDS: CHRONIC LOW BACK PAIN, BIOFEEDBACK, PAIN MANAGEMENT

INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar crónico (DLC) es una de las causas principales de discapacidad en el mundo que afecta a diferentes estructuras de la columna lumbar y sus grupos musculares, produciendo un dolor constante e ininterrumpido en la parte baja de la espalda con una duración mayor a 12 semana (Hartvigsen et al., 2018). La Organización Mundial de la Salud estima que el DLC afecta a más de 600 millones de personas de distintas edades alrededor del mundo valorando un incremento en los siguientes años (Esquivias y Delgado, 2025).

La prevalencia a nivel mundial de DLC oscila entre 3,9% a 20,3% en personas con mayoría de edad, incrementándose la frecuencia a partir de los 30 años, presentándose más en pacientes mujeres (Meucci et al., 2015). En Latinoamérica, se presenta una prevalencia del 25,8% al 26% en pacientes adultos (Meucci et al., 2015); (Londoño et al., 2018). Por otro lado, en el Ecuador, se estima aproximadamente un 18% de la población adulta, siendo en el contexto nacional una las principales razones de consulta médica en atención primaria (Fuseau et al., 2022).

La alta prevalencia afecta principalmente la calidad de vida del individuo, provocando problemas psicológicos como ansiedad y depresión. Además, afecta la productividad laboral, siendo la causa principal de ausentismo laboral. Sin embargo, estos problemas generan un gran costo en el sistema de salud, convirtiéndose en un desafío importante de la salud pública (Mahdavi et al., 2021); (Ho et al., 2022). El dolor lumbar crónico se vincula con alteraciones en el sistema nervioso y biomecánico provocando cambios en el sistema de control del dolor, desequilibrios musculares y disfunción motora (Santos-Moreno et al., 2022); (Thomas et al., 2020). En este escenario, la fisioterapia desempeña un rol crucial al proporcionar métodos no invasivos para la gestión del dolor; combinando la fisioterapia tradicional y cambios en el estilo de vida; sin embargo, estas modificaciones son insuficientes para mitigar el dolor y mejorar la funcionalidad a largo plazo (Kaboré et al., 2022).

Por ello, se están actualmente empleando dispositivos portátiles de biofeedback, una terapia que tiene como objetivo, incrementar el nivel de conciencia de la persona sobre sus procesos anatómicos involuntarios, pudiendo evaluar la relajación y tensión muscular, la postura y el ritmo respiratorio (Sadora et al., 2023). Este dispositivo está basado en principios de neuroplasticidad, aprendizaje y control motor, lo que ayuda en el proceso de rehabilitación, ya que genera el fortalecimiento de conexiones neuronales y promueve la conciencia corporal (Sarafadeen et al., 2022). El biofeedback portátil facilita su uso, ya que puede integrarse en dispositivos compactos y fáciles de usar que pueden ser empleados tanto en entornos clínicos como en el hogar (Giggins et al., 2013). Aunque existen investigaciones previas sobre el uso del biofeedback, no hay consenso claro sobre la eficacia general de estos dispositivos en el tratamiento del dolor crónico lumbar en la actualidad por la falta de estandarización en los protocolos aplicados, así como, la necesidad de estudios más sólidos para evaluar su efectividad a largo plazo (Yeldan et al., 2024); (Perotti et al., 2023).

Finalmente, la relevancia de esta investigación se basa en aportar a la fisioterapia herramientas innovadoras que optimicen el tratamiento terapéutico de los pacientes, mediante el uso de tecnologías prácticas y no invasivas. Esto permite que los profesionales de la salud cuenten con opciones terapéuticas que se ajusten a las necesidades del paciente, brindando un cuidado completo y eficaz (Qaseem et al., 2017). En consecuencia, el objetivo del presente estudio es analizar el uso de dispositivos portátiles de biofeedback en la fisioterapia para el manejo del dolor lumbar crónico.

MÉTODOS

Diseño de estudio

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática de la evidencia científica con la finalidad de evaluar el uso de dispositivos portátiles de biofeedback en la fisioterapia para el manejo del dolor lumbar crónico. Para ello, se realizó una recopilación y análisis de información obtenida de bases de datos

con revistas científicas indexadas. La selección de publicaciones científicas se realizó de acuerdo a su accesibilidad y año de publicación, abarcando publicaciones entre los años 2020 y 2025.

Estrategia de búsqueda

La recopilación de información científica se realizó mediante el uso de bases de datos como PubMed, Google Académico, Scopus y Web of Science. Para la búsqueda, se emplearon términos clave como: “Biofeedback-Portable” AND “chronic back pain” AND “Waeable Electronic Devices”, AND “Physical Therapy Modalities” además del uso del operador boleano “OR”. En PubMed, se utilizaron los términos MeSH: “Biofeedback, Psychology” OR “Biofeedback” OR “Myofeedback”, combinados con “Physical Therapy Modalities” OR “Physical Therapy” OR “Physiotherapy”, y “Low Back Pain” OR “Low Backache” OR “Lower Back Pain” OR “Lumbago”, mediante operadores booleanos, aplicando el filtro de publicación entre 2020-2025, obteniendo 30 resultados. En Scopus, se emplearon términos similares TITLE-ABS-KEY, con el mismo filtro temporal, teniendo 32 resultados. En WOS, la búsqueda se realizó en el campo TS (Topic) con los términos y filtro, resultando en 33 artículos. Finalmente, en Google Scholar, se usaron “Biofeedback, Physiotherapy” y “Low Back Pain”, combinados y se obtuvo una búsqueda de 100 artículos.

Criterios de selección y técnica de estudio

Para la formulación de la pregunta de investigación, se consideró el esquema PICOT mediante los siguientes procedimientos:

1) Población: Se evaluaron ensayos clínicos que presenten poblaciones de adultos (≥18 años) con diagnóstico de dolor lumbar crónico de al menos 3 meses de duración.

2) Intervención: Se incluyeron estudios que evaluaran cualquier forma de biofeedback, ya sea mediante dispositivos portátiles (portable biofeedback, Valedo Home-Hocoma y Home-Use biofeedback), electromiografía de superficie (EMG biofeeback y EMG-BF), sensores de presión (Presure

biofeedback unit y Stabilizer-Chattanooga Group Inc.), retroalimentación visual o auditiva, o tecnologías de imagen (ultrasonography visual biofeedback y Rehabilitative ultrasound imaging) , utilizadas como parte del tratamiento fisioterapéutico para el dolor lumbar crónico inespecífico.

3) Comparación: Se incluyeron estudios que describan como grupo comparador a cuidados habituales, ejercicios terapéuticos, entrenamiento muscular, terapia manual o retroalimentación verbal del fisioterapeuta).

4) Resultados: eficacia de las terapias, se evaluaron el rango de movimiento, la fuerza del músculo transverso del abdomen, la intensidad del dolor con la Escala Visual Analógica (EVA), la calidad de vida con el cuestionario SF-12, el Índice de Discapacidad de Oswestry, la postura, la adherencia al ejercicio y el Cuestionario de Creencias de Evitación del Miedo. 5) Tiempo: Se incluyeron los estudios publicados en los últimos cinco años (2020-2025) que hayan evaluado a sus pacientes hasta un máximo de 26 semanas. Se incluyeron artículos que evaluaran pacientes con dolor crónico lumbar no específico y publicaciones redactadas en inglés. Los artículos excluidos fueron: fuentes bibliográficas con baja fiabilidad científica y estudios con menos de 10 participantes en su muestra poblacional.

A partir de estos criterios, se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿En adultos entre 18 y 70 años con diagnóstico de dolor lumbar crónico, cómo se compara el uso de dispositivos portátiles de biofeedback frente a intervenciones fisioterapéuticas convencionales, en términos de reducción del dolor, mejora postural, adherencia terapéutica y resultados clínicos funcionales, en un periodo de 4 a 8 semana?

Para realizar esta revisión sistemática se utilizó la técnica bibliográfica de tipo documental mediante el modelo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses (PRISMA 2020) (Page et al., 2021). Se identificó un total 195 estudios en las bases de datos mencionadas, realizando un filtro de revisión haciendo uso de los criterios de selección, con lo cual se incluyeron 13 artículos para esta revisión. El flujograma PRISMA (Figura 1) describe el proceso de selección de las investigaciones recolectadas.

Figura 1. Flujograma de selección de artículos (PRISMA 2020)



Calidad metodológica

Para la evaluación de la calidad metodológica se hizo uso de la escala de PEDro. Los ensayos clínicos aleatorizados fueron categorizados según su puntuación, siendo que aquellos con un puntaje < 4 fueron considerados de mala calidad, puntaje de 4 a 5 se consideraron de calidad regular, estudios

con un puntaje de 6 a 8 se calificaban como una buena calidad y artículos con puntuaciones de 9 a 10 puntos fueron considerados con una excelente calidad metodológica.

Tabla 1. Calidad metodológica según la Escala PEDro.

Autores	**Criterios**												
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**Total**	**Calificación**
Lazaridou et al. , 2023	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5	Regular
Molina- Hernández et al. , 2024	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	Excelente
Taxiarchopoulos et al. , 2023	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	Buena
Mueller et al. , 2022	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	Excelente
Ly et al. , 2023	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	Regular
Perotti et al. , 2025	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	Buena
Kent et al. , 2023	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	Buena
Yuvarani et al. , 2020	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Rahim et al. , 2024	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6	Buena
Park et al. , 2021	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	Regular
Moudjari et al. , 2020	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Yeldan et al., 2024	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7	Buena
Öztürk et al., 2024	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6	Buena

Puntuación: 0: no se cumple con el criterio de evaluación, 1: cumple con el criterio de evaluación

Criterio 1: Este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro

Abreviaturas:

(1) Criterios de elección; **(2)** Asignación aleatoria; **(3)** Enmascaramiento de la asignación; **(4)** Equivalencia inicial; **(5)** Enmascaramiento de los sujetos; **(6)** Enmascaramiento del terapeuta; **(7)** Enmascaramiento de los evaluadores; **(8)** Medidas de resultados >85%; **(9)** Análisis del total de sujetos; **(10)** Comparación estadística entre grupos; **(11)** Informa medidas puntuales y variabilidad;

Rangos: Mala Calidad (<4 Puntos); Calidad Regular (4 a 5 Puntos); Buena Calidad (6 a 8 Puntos); Excelente Calidad (9 a 10 Puntos)

Resultados

Se incluyeron 13 estudios, 1 estudio piloto cruzado aleatorizado (Mueller et al., 2022), 3 estudios piloto (ensayo controlado aleatorizado) (Perotti L. et al., 2025); (Taxiarchopoulos et al., 2023); (Ly, y otros, 2023) y el resto de estudios fueron ensayos clínicos aleatorizados (Yeldan et al., 2024); (Lazaridou et al., 2023); (Molina-Hernández, y otros, 2024); (Kent, y otros, 2023); (Yuvarani, Kousalya, Kamatchi, Tharani, & Vaishnavi, 2020); (Rahim, Khalid, Saad, & Khattak, 2024); (Park, 2021); (Moudjari, y otros, 2025); (Öztürk et al., 2024). Los estudios fueron publicados entre 2020 y 2024, con una muestra total de 1456 participantes, todos adultos entre 18 hasta 65 años con dolor lumbar crónico de al menos tres meses de duración. La evaluación de los estudios incluidos se describe en la **Tabla 1.**

Las intervenciones con biofeedback fueron diversas en cuanto a tipo de dispositivo, modalidad de aplicación (presencial o virtual), frecuencia y duración; las intervenciones fueron biofeedback electromiográfica evaluada en 2 ensayos (Lazaridou et al., 2023); (Yuvarani et al., 2020), biofeedback visual mediante ecografía en 2 ensayos (Perotti L. et al., 2025); (Molina-Hernández et al., 2024) biofeedback a través de sensores de movimiento o dispositivos portátiles en 3 ensayos (Mueller et al., 2022); (Ly et al., 2023); (Kent et al., 2023) y biofeedback por presión o mediante unidades de presión en 1 ensayo (Rahim et al., 2024).

También se incluyó el biofeedback digital o basada en videojuegos terapéuticos en 1 ensayo (Mueller et al., 2022), el biofeedback por autopalpación manual en 1 ensayo (Perotti L. et al., 2023), la combinación de patrones de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) con biofeedback en 1 ensayo (Park, 2021),

y el uso de dispositivos específicos como el Blueback Physio para retroalimentación visual en 1 ensayo (Moudjari et al., 2025). Un ensayo utilizó un sensor de biofeedback sin especificar su naturaleza (Yeldan et al., 2024) y otro incluyó ejercicios guiados con ecografía sin retroalimentación visual activa (Taxiarchopoulos et al., 2023).

En cuanto a los comparadores, se utilizaron terapia estándar en 3 ensayos (Mueller et al., 2022); (Lazaridou et al., 2023); (Kent et al., 2023), ejercicios terapéuticos sin biofeedback en 4 ensayos (Yuvarani et al., 2020); (Moudjari et al., 2025), retroalimentación verbal o supervisión directa del fisioterapeuta en 1 ensayo (Yeldan et al., 2024) y el uso de ecografía sin retroalimentación visual como control en 1 ensayo (Moudjari et al., 2025). Además, un estudio comparó la intervención con una terapia conservadora más ejercicios (Öztürk et al., 2024) y otro usó como comparador un grupo con entrenamiento muscular inspiratorio (IMT) sin biofeedback (Molina-Hernández et al., 2024).

Tabla 2. Información de estudios incluidos sobre biofeedback en el manejo de dolor lumbar crónico.

Autores/Año	Muestra	Intervención	Resultados	Conclusión
Lazaridou et al. , 2023	Se incluyeron aleatoriamente 66 participantes entre 18-65 años con diagnóstico de dolor lumbar crónico durante al menos 6 meses y con una puntuación mínima de >3 en la EVA del dolor	El grupo de intervención recibió un biofeedback EMG y el grupo de control recibió una atención habitual. Los participantes de ambos grupos recibieron 8 sesiones semanales a cargo un instructor durante 40-45 minutos y de forma virtual.	En comparación con el basal, el grupo de biofeedback EMG mostró reducciones estadísticamente significativas en la interferencia del dolor y la discapacidad ($p < 0.001$). Además, se observaron cambios significativos en la tensión muscular del trapecio, dorsal ancho y la zona lumbar en el grupo intervención ($p < 0.001$).	El biofeedback EMG virtual muestra de manera significativa la reducción del dolor y la discapacidad en personas con dolor lumbar crónico inespecífico, considerándola como una posibilidad terapéutica efectiva.
Molina-Hernández et al. , 2024	Se incluyeron aleatoriamente 96 participantes entre 18-65 años con pacientes con	Los pacientes se aleatorizaron por estratificación por sexo en el grupo de intervención de entrenamiento de los	El grupo BFB + IMT mostró diferencias significativas con un aumento del espesor de la hemidiafragma izquierda en	El biofeedback visual bilateral simultáneo del diafragma mediante ecografía en conjunto con IMT fue eficaz tanto para aumentar el espesor del

	dolor lumbar inespecífico con una duración superior a 6 semanas y una localización del dolor predominantemente entre la línea biilíaca y la línea subcostal	músculos inspiratorios (IMT) (n = 48) y el grupo de control de entrenamiento de los músculos inspiratorios + biofeedback diafragmática visual bilateral simultánea (BFB + IMT) (n = 48) durante 8 semanas.	inspiración y espiración máxima frente al grupo IMT. El sexo se relacionó estadísticamente con un mayor espesor de la hemidiafragma izquierda en inspiración máxima en el grupo BFB + IMT (R2 = 0.099, p = 0.004).	diafragma izquierdo durante la inspiración.
Taxiarchopoulos et al. , 2023	Se reclutaron aleatoriamente 23 pacientes de 18-60 años con dolor lumbar crónico inespecífico de más de 12 semanas de duración y discapacidad moderada o grave	Se asignaron a un grupo de intervención guiado por ultrasonografía (n = 12) y un grupo control (n=11) que recibió terapia tradicional. Todos los pacientes recibieron fisioterapia dos veces por semana durante siete semanas.	Todos los desenlaces presentaron mejoras significativas posteriores a la intervención ($p<0.05$), lo que indica mejoras significativas. Sin embargo, no se observaron interacciones significativas entre el grupo y el tiempo en ninguno de los	La adición de ecografía como dispositivo de retroalimentación visual para el ejercicio del músculo transverso abdominal durante un programa de ejercicios de control motor no demostró ser superior a la fisioterapia tradicional.

			resultados (p > 0,05), lo que indica que el grupo guiado con ecografía no mostró superioridad sobre el grupo control.	
Mueller et al. , 2022	Se reclutaron aleatoriamente 13 pacientes de 18-70 años con dolor lumbar crónico inespecífico de por lo menos 3 meses de duración	La intervención fue un entrenamiento de biofeedback en un juego con un dispositivo médico para la terapia digital (domiciliaria) del dolor de espalda. El grupo comparador recibió terapia estándar. Ambos grupos intercambiaron intervenciones durante el estudio.	El segmento superior del tronco mostró una disminución significativa del ángulo máximo para la extensión/flexión del tronco entre la intervención previa y la posterior (4.4° ± 4.4°/3.5° ± 1,29°; p = 0.02)	Una sola intervención de retroalimentación en tiempo real basada en juegos produjo cambios en los planos de movimiento secundarios.
Ly et al. , 2023	Se reclutó a 7, 6 y 9 participantes en cada uno de los estudios con edades mayores	En tres estudios piloto separados de 4 semanas, los participantes participaron en	Se encontró una relación positiva entre la ansiedad y la reducción del dolor. Los participantes de	Los dispositivos portátiles de biofeedback pueden mejorar los programas de manejo del dolor, ayudando a aliviar la ansiedad y el

	a 18 años con dolor lumbar crónico inespecífico de por lo menos 6 meses de duración	sesiones de biofeedback de 10 minutos dos veces al día, con reducciones autoevaluadas en los niveles de ansiedad y dolor	todos los estudios mostraron reducciones en el dolor y la ansiedad, desde el inicio hasta el final, y mostraron un aumento en la satisfacción y la recuperación.	dolor en personas con enfermedades crónicas.
Perotti et al. , 2025	Se reclutaron aleatoriamente 24 participantes de 65 años o más con dolor lumbar crónico inespecífico de por lo menos 3 meses.	El grupo de intervención recibió biofeedback por autopalpación, mientras que el grupo control utilizó ecografía en tiempo real para visualizar la activación de los músculos abdominales	Ambos grupos alcanzaron valores positivos de razón de activación preferencial durante todas las repeticiones de la maniobra de contracción abdominal y la contención abdominal	Tanto el biofeedback por palpación como la ecografía parecen ser eficaces para guiar a los adultos mayores con dolor lumbar crónico durante los ejercicios de estabilización segmentaria.
Kent et al. , 2023	Se reclutaron aleatoriamente a 1011 pacientes de 18 años o más con dolor lumbar de más	Se dividieron en 3 grupos: Un grupo con biofeedback con sensor de movimiento, otros sin biofeedback y otro	La intervención con y sin biofeedback fueron más efectivas que la atención habitual para la limitación de la actividad a las 13 y 52	La terapia cognitivo conductual puede producir mejoras importantes y sostenidas para las personas con dolor lumbar crónico incapacitante a un

	de 3 meses de duración y al menos una limitación moderada de la actividad física relacionada con el dolor	grupo que solo recibió atención habitual	semanas. Además, fueron menos costosas en términos de costos sociales que el grupo con terapia habitual	costo social considerablemente menor que el de la atención habitual.
Yuvarani et al. , 2020	Se reclutaron aleatoriamente 30 participantes de 40-50 años con dolor lumbar crónico inespecífico de por lo menos 3 meses.	Duración de la intervención de 6 sesiones durante 4 semanas, el grupo intervención recibió láser + ejercicios de estabilidad del tronco + biofeedback EMG y el grupo control recibió láser + ejercicios de estabilidad del tronco	El Grupo de intervención mostró una mayor mejora en los puntajes de EVA y discapacidad tras 4 semanas de tratamiento, en comparación con el Grupo control.	El uso de biofeedback EMG junto con láser y ejercicios de estabilidad del tronco fue más eficaz que solo láser y ejercicios de estabilidad del tronco en la reducción del dolor y la discapacidad en pacientes con lumbalgia inespecífica.
Rahim et al. , 2024	Se reclutaron aleatoriamente 38 sujetos masculinos y femeninos entre	El grupo A (n=18) recibió estiramiento activo de isquiotibiales con una unidad de	Los resultados de este estudio no se mostraron diferencias significativas entre el grupo A y el grupo B	Se concluye que el estiramiento de los isquiotibiales con biofeedback de presión mejora significativamente la

	25 y 40 años, con >3 meses de historia de dolor lumbar	biofeedback de presión. El grupo B (n=19) recibió solo estiramiento activo de isquiotibiales.	en los ítems de discapacidad (p< 0.05). Se observa diferencias significativas en la puntuación de dolor (p< 0.05).	flexibilidad de estos músculos, en comparación con el estiramiento sin biofeedback.
Park et al. , 2021	Se aleatorizaron 20 pacientes con dolor lumbar crónico de al menos 3 meses.	El grupo de intervención fue realizar el patrón inferior de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) con unidad de biofeedback y el grupo control fue recibir el patrón inferior sin unidad de biofeedback	El grado de ángulo de rotación lumbopélvica en el grupo intervención fue menor que en el grupo control (p <0.05)	Los resultados de este estudio sugieren que el patrón inferior de PNF con unidad de biofeedback es eficaz para aumentar la actividad muscular abdominal y disminuir la rotación lumbopélvica no deseada en pacientes con dolor lumbar crónico.
Moudjari et al. , 2020	Se aleatorizaron 41 pacientes con dolor lumbar crónico de al menos 3 meses.	El grupo de intervención recibió un biofeedback visual completa transverso del abdomen (Blueback Physio) y el grupo control, en el	El grupo de intervención tienen mayor probabilidad de aprender rápidamente a contraer el músculo voluntariamente y tener un mejor control	Los pacientes que utilizan biofeedback visual tienen un mejor control de su músculo transverso del abdomen.

		que se utilizó el dispositivo sin biofeedback visual.	de este músculo en comparación con el grupo control.	
Yeldan et al., 2024	Se reclutaron aleatoriamente 38 participantes con dolor lumbar crónico inespecífico de por lo menos 3 meses.	El grupo de intervención recibió un sensor de biofeedback (n = 19) y el grupo control recibió retroalimentación del fisioterapeuta (n = 19). Los pacientes continuaron 12 sesiones de estabilización del core combinada y entrenamiento de actividad.	Ambos grupos reportaron una mejora estadísticamente significativa por igual en el dolor, la discapacidad, la actividad muscular, los síntomas depresivos, las creencias del paciente y la calidad de vida	Ambas terapias fueron efectivas, pero se necesitan estudios con mayor cantidad de muestra para corroborar los resultados.
Öztürk et al., 2024	Se reclutaron aleatoriamente a 34 pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico, con	Los participantes se dividieron en dos grupos con 17 participantes cada uno. El grupo 1 recibió terapia	Ambos grupos de ejercicio mostraron mejoras significativas en la flexión lumbar (p = 0.011 para el grupo 1, p = 0.007 para el	Aunque se observe una mejoría en el nivel de dolor, la funcionalidad, las creencias de evitación del miedo y la calidad de vida en ambos grupos, las

	edades entre 18 y 55 años.	conservadora y ejercicios de fortalecimiento, mientras que el grupo 2 recibió terapia conservadora y ejercicios de estabilización. Ambos grupos recibieron 20 sesiones durante 4 semanas, 5 días a la semana.	grupo 2), la fuerza muscular ($p < 0.001$ para ambos), las puntuaciones de EVA ($p < 0.001$ para todos), la funcionalidad ($p < 0.001$ para todos), las creencias de evitación del miedo ($p < 0.011$ para el grupo 1 y $p = 0.012$ para el grupo 2) y los valores de calidad de vida ($p < 0.001$ para todos).	intervenciones no mostraron superioridad entre sí.
Abreviaturas: **BFB:** Biofeedback, **EVA:** Escala Visual Analógica, **IMT:** entrenamiento muscular inspiratorio				

La Tabla 2 muestra que, en la mayoría de los estudios, el uso de biofeedback se asoció con mejoras significativas en el dolor, la discapacidad funcional y el control muscular. Por ejemplo, Lazaridou et al. (2023)encontraron que el biofeedback EMG virtual redujo significativamente la interferencia del dolor y la discapacidad ($p < 0.001$). De igual forma, Yuvarani et al. (2020) reportaron una mayor disminución del dolor y la discapacidad en el grupo que recibió EMG biofeedback combinado con láser y ejercicios de estabilidad del tronco, frente al grupo control. Asimismo, otros estudios emplearon retroalimentación visual o de presión con resultados favorables. Rahim et al. (2024)observaron mejoras en la puntuación del dolor tras ejercicios con biofeedback de presión, mientras que Park et al. (2021)mostraron que el biofeedback durante patrones de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) redujo la rotación lumbopélvica no deseada ($p < 0.05$).

En adultos mayores, Perotti et al. (2023) demostraron que tanto la palpación como la ecografía en tiempo real fueron útiles como métodos de retroalimentación durante ejercicios de estabilización segmentaria. Por otro lado, Yeldan et al. (2024) y Öztürk et al. (2024) reportaron mejoras significativas en el dolor, la funcionalidad y la calidad de vida en ambos grupos comparativos, sin evidencia de superioridad entre los métodos con o sin biofeedback. No obstante, algunos estudios no hallaron diferencias significativas entre grupos. Taxiarchopoulos et al. (2023) y Molina- Hernández et al. (2024) encontraron mejoras en los desenlaces postintervención, pero sin superioridad clara del biofeedback respecto a otras modalidades.

Finalmente, dispositivos portátiles y tecnologías digitales también mostraron resultados prometedores. Mueller et al. (2022) y Ly et al. (2023) demostraron que la retroalimentación en tiempo real, incluyendo formatos tipo videojuego o sesiones domiciliarias breves, produjo mejoras tanto en los parámetros biomecánicos como en niveles de ansiedad y dolor.

La escala PEDro fue aplicada a los 13 artículos, de los cuales 2 estudios reportaron una excelente calidad metodológica, 3 una regular calidad metodológica y 8 una buena calidad metodológica, como se muestra en la Tabla 1. La alta frecuencia de la puntuación entre 6 y 8 indica que los estudios brindan una adecuada calidad que puede brindar una base aceptable para respaldar la confiabilidad de los resultados.

DISCUSIÓN

Los hallazgos principales de esta revisión evidenciaron que las intervenciones basadas en dispositivos portátiles de biofeedback presentan una eficacia significativa en la fisioterapia del manejo del dolor lumbar crónico. Se obtuvieron diversas conclusiones sobre la efectividad de las terapias de biofeedback.

En primer lugar, el biofeedback junto a terapias imagenológicas como electromiografía y ecografía fueron los más abarcado dentro de los estudios, pero no todos evaluaron las mismas intervenciones, poblaciones y en el mismo período de seguimiento. Por ejemplo, los estudios que emplearon biofeedback electromiográfico (Lazaridou et al., 2020; Yuvarani et al., 2023) o visual (Park et al., 2021; Rahim et al., 2022) coincidieron en evidenciar resultados positivos frente a las intervenciones convencionales y, de forma similar, los estudios que utilizaron dispositivos portátiles o videojuegos (Mueller et al., 2020; Ly et al., 2021) mostraron beneficios tanto a nivel biomecánico como en aspectos psiquiátricos como la ansiedad.

Sin embargo, otros estudios como los de Yeldan et al. (2021), Öztürk et al. (2023), Taxiarchopoulos et al. (2023) y Molina-Hernández et al. (2021) no observaron diferencias estadísticamente significativas entre la intervención y los comparadores, sugiriendo que la efectividad del biofeedback podría depender de factores como la modalidad utilizada, la intensidad de la intervención o las características de la muestra evaluada.

Una de las intervenciones más destacadas en el tratamiento del DLC es el entrenamiento de estabilización del tronco asistido por biofeedback EMG. Esta técnica se centra en mejorar la activación de músculos profundos estabilizadores, como el transverso abdominal y el multífido, cuya disfunción está asociada con la persistencia del dolor lumbar (Szyszka-Sommerfeld et al., 2024); (Porwal et al., 2023). Desde una perspectiva fisiopatológica, el biofeedback EMG proporciona retroalimentación en tiempo real sobre la actividad muscular, permitiendo a los pacientes corregir patrones de activación inadecuados y mejorar el control motor, aspectos fundamentales en la rehabilitación del DLC (Sadora et al., 2023). Estos hallazgos sugieren que la integración del biofeedback EMG en programas de ejercicios puede potenciar los beneficios terapéuticos al proporcionar una guía precisa y personalizada durante el entrenamiento.

Otra intervención común es el uso de dispositivos portátiles que proporcionan biofeedback sensorial, como sensores inerciales o de presión, para corregir patrones de movimiento y postura. Estos dispositivos emiten señales visuales, auditivas o hápticas en tiempo real, ayudando a los pacientes a mantener una alineación adecuada y prevenir movimientos que podrían exacerbar el dolor (Battis et al., 2024). La eficacia de esta intervención radica en su capacidad para promover la conciencia corporal y el control motor, elementos esenciales en la gestión del DLC (Calderone et al., 2025). Además, al integrarse en la vida diaria del paciente, estos dispositivos fomentan la adherencia al tratamiento y la autoeficacia.

Otra intervención usada en los estudios, es la terapia cognitivo-funcional (TCF) la cual se ha potenciado mediante la incorporación de sensores de movimiento que proporcionan biofeedback en tiempo real. Esta combinación permite abordar tanto los aspectos físicos como psicológicos del DLC, al identificar y modificar patrones de movimiento disfuncionales y creencias erróneas sobre el dolor (O'Sullivan et al., 2018). La integración de biofeedback en la TCF facilita una intervención más personalizada y efectiva, al proporcionar información objetiva

sobre el desempeño del paciente y permitir ajustes inmediatos en la terapia y ha reportado una eficacia para el manejo del dolor crónico a corto plazo (media diferencial [MD] = 13.8; 95% CI = 5.5 a 22.2) (Thiveos et al., 2024). Además, esta terapia también reporta ser útil para reducir la discapacidad motora en un período de hasta 6 meses (MD=-9.9; 95% CI -13.2 a -6.5) (De Lira et al., 2025). Todo esto destacaría la necesidad de implementar terapias basadas en TCF en el control de pacientes con DLC.

Por otro lado, la telerehabilitación ha emergido como una modalidad efectiva para el tratamiento del DLC, especialmente cuando se combina con biofeedback. Janela et al (2023) desarrolló una revisión sistemática donde reporta que esta intervención no solo reporta una buena eficacia, sino que también permite realizar ejercicios terapéuticos en casa mientras reciben retroalimentación en tiempo real, lo que mejora la adherencia; sin embargo, la certeza de la evidencia de estos resultados fue baja. Es por esto que si bien en los resultados de esta revisión también reportan una buena eficacia es necesario futuros análisis cuantitativos para corregir esa baja certeza.

Otro aspecto a considerar es que, si bien todos los estudios presentaron una muy buena calidad metodológica, la mayoría tenía limitaciones en los criterios 2 y 6 que abarcaban la aleatorización y el cegamiento de parte del terapeuta. Este panorama sería bastante similar al reportado al contexto global de ensayos clínicos sobre alguna fisioterapia, donde solo el 20% presentaban un adecuado cegamiento (Armijo-Olivo et al., 2017); sin embargo, esta carencia no generaba cambios significativos en los resultados. Es por esto que futuros estudios necesitan asumir estos desafíos al evaluar a sus pacientes y plantear diversas soluciones como es el uso de un control simulado en el grupo comparador (Batavia, 2023). Además, también es necesario que futuros estudios evalúen tamaño de muestras más extensos para poder mejorar la generalización de los resultados, así como realizar seguimientos por encima de las 8 semanas para analizar la utilidad de las terapias de biofeedback a largo plazo. También sería

eficaz explorar el costo-beneficio de las diversas intervenciones utilizadas, para asegurar una buena aplicabilidad en entornos de bajos recursos.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demostraron que el uso de las diversas terapias de biofeedback reportaron buena eficacia para reducir el dolor lumbar crónico, pero solo en períodos cortos de hasta 8 semanas. Sin embargo, no en todos los estudios la diferencia entre el grupo de intervención en comparación con el control fue muy significativa encontrándose que ambos llegaban a presentar resultados similares. Es por esto que se recomienda utilizar protocolos de biofeedback para el manejo de pacientes con dolor lumbar crónico y también que los futuros estudios evalúen muestras de pacientes más extensas para corroborar la eficacia de las intervenciones con biofeedback.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armijo-Olivo, S., Fuentes, J., da Costa, B., Saltaji, H., Ha, C., & Cummings, G. (2017). Blinding in physical therapy trials and its association with treatment effects: a meta-epidemiological study. *American journal of physical medicine & rehabilitation, 96*(1), 34-44. https://doi.org/https://journals.lww.com/ajpmr/fulltext/2017/01000/Blinding_in_Physical_Therapy_Trials_and_Its.5.aspx

Batavia, M. (2023). Methodological Issues Relevant to Blinding in Physical Medicine and Rehabilitation Research. https://doi.org/https://nyuscholars.nyu.edu/en/publications/methodological-issues-relevant-to-blinding-in-physical-medicine-a

Battis, A., Norrie, J., McMaster, H., & Beaudette, S. (2024). Wearable technology mediated biofeedback to modulate spine motor control: a scoping review. *BMC Musculoskeletal Disorders, 25*(1), 770. https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1186/s12891-024-07867-3

Calderone, A., Masi, V., De Luca, R., Gangemi, A., Bonanno, M., Floridia, D., & Calabrò, R. (2025). The Impact of Biofeedback in Enhancing Chronic Pain Rehabilitation: A Systematic Review of Mechanisms and Outcomes. *Heliyon*. https://doi.org/https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(25)00297-X

De Lira, M., Meziat-Filho, N., Silva, G., Castro, J., Fernandez, J., de Jesus Guirro, R., & Chaves, T. (2025). Efficacy of cognitive functional therapy for pain intensity and disability in patients with non-specific chronic low back pain: a randomised sham-controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*. https://doi.org/https://bjsm.bmj.com/content/early/2025/03/05/bjsports-2024-109012.abstract

Esquivias, S., & Delgado, M. (2025). *Revisión bibliográfica sobre el abordaje fisioterapéutico del dolor lumbar crónico inespecífico mediante el entrenamiento de fuerza.* Universidad de la Laguna. https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/41514/Revision%20bibliografica%20sobre%20el%20abordaje%20fisioterapeutico%20del%20dolor%20lumbar%20cronico%20inespecifico%20mediante%20el%20entrenamiento%20de%20fuerza.%20.pdf?sequence=1

Fuseau, M., Garrido, D., & Toapanta, E. (2022). Características de los pacientes con lumbalgia atendidos en un centro de atención primaria en Ecuador. *Revista Bionatura, 7*(1), 1-6. https://doi.org/https://revistabionatura.com/files/N2022.07.01.22.pdf

Giggins, O., Persson, U., & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation, 10*, 1-11. https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1186/1743-0003-10-60

Hartvigsen, J., Hancock, M., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M., Genevay, S., & Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet, 391*(10137), 2356-2367. https://doi.org/https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)30480-X/abstract

Ho, E., Chen, L., Simic, M., Ashton-James, C., Comachio, J., Wang, D., & Ferreira, P. (2022). Psychological interventions for chronic, non-specific low back pain: systematic review with network meta-analysis. . *Bmj*, 376. https://doi.org/https://www.bmj.com/content/376/bmj-2021-067718.abstract

Janela, D., Costa, F., Weiss, B., Areias, A., Molinos, M., Scheer, J., & Yanamadala, V. (2023). Effectiveness of biofeedback-assisted asynchronous telerehabilitation in musculoskeletal care: A systematic review. *Digital health, 9*, 20552076231176. https://doi.org/https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/20552076231176696

Kaboré, P., Zanga, O., & Schepens, B. (2022). Nonspecific chronic low back pain conditions and therapeutic practices in Burkina Faso. *South African Journal of Physiotherapy, 78*(1), 1787. https://doi.org/https://journals.co.za/doi/abs/10.4102/sajp.v78i1.1787

Kent, P., Haines, T., O'Sullivan, P., Smith, A., Campbell, A., Schutze, R., & Hancock, M. (2023). Cognitive functional therapy with or without movement sensor biofeedback versus usual care for chronic, disabling low back pain (RESTORE): a randomised, controlled, three-arm, parallel group, phase 3, clinical trial. . *The Lancet, 401*(10391), 1866-1877. https://doi.org/https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)00441-5/abstract

Lazaridou, A., Paschali, M., Vilsmark, E., Sadora, J., Burton, D., Bashara, A., & Edwards, R. (2023). Biofeedback EMG alternative therapy for chronic low back pain (the BEAT-pain study). *Digital Health, 9*, 20552076231154386. https://doi.org/https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/20552076231154386

Londoño, J., Ballestas, I., Cuervo, F., Angarita, I., Giraldo, R., Rueda, J., & Santos, A. (2018). Prevalencia de la enfermedad reumática en Colombia, según estrategia COPCORD-Asociación Colombiana de Reumatología. Estudio de prevalencia de enfermedad reumática en población colombiana mayor de 18 años. *Revista colombiana de reumatología, 25*(4), 245-256. https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0121812318300951

Ly, F., Santander, T., Pavlov, S., Zhao, J., Zhang, M., Arroyo, D., & Hansma, P. (2023). Home-Use and Portable Biofeedback Lowers Anxiety and Pain in Chronic Pain Subjects. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 15598276231221112. https://doi.org/https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/15598276231221112

Mahdavi, S., Riahi, R., Vahdatpour, B., & Kelishadi, R. (2021). Association between sedentary behavior and low back pain; A systematic review and meta-analysis. *Health promotion perspectives, 11*(4), 393. https://doi.org/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8767074/

Meucci, R., Fassa, A., & Faria, N. (2015). Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Revista de saude publica, 49*, 73. https://doi.org/https://www.scielosp.org/article/rsp/2015.v49/73/

Molina-Hernández, N., Rodríguez-Sanz, D., Chicharro, J., Becerro, R., Losa-Iglesias, M., Vicente-Campos, D., & Calvo-Lobo, C. (2024). Effectiveness of simultaneous bilateral visual diaphragm biofeedback under low back pain: influence of age and sex. *Frontiers in Physiology, 15*, 1407594. https://doi.org/https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2024.1407594/full

Moudjari, I., Pautard, C., Jouanneau, C., Servel, A., Le Cavorzin, P., Margo, B., & Jeannès, R. (2025). Evaluation of the Performance of Blueback Physio®Medical Device in the Management of Patients Suffering from Chronic Low Back Pain: Randomized Clinical Trial. *Irbm, 46*(1), 100875. https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1959031824000563

Mueller, J., Niederer, D., Tenberg, S., Oberheim, L., Moesner, A., & Mueller, S. (2022). Acute effects of game-based biofeedback training on trunk motion in chronic low back pain: a randomized cross-over pilot trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 14*(1), 192. https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1186/s13102-022-00586-z

O'Sullivan, P., Caneiro, J., O'Keeffe, M., Smith, A., Dankaerts, W., Fersum, K., & O'Sullivan, K. (2018). Cognitive functional therapy: an integrated behavioral approach for the targeted management of disabling low back pain. *Physical therapy, 98*(5), 408-423. https://doi.org/https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/98/5/408/4925487

Öztürk, Ü., Çörekçi, A., Alaca, N., & Subaşı, F. (2024). Comparison of Pressure Feedback Biofeedback Training with Conventional Lumbar Dynamic Strength Exercises for Chronic Low Back Pain: A Prospective Randomized Trial. *Alternative Therapies in Health & Medicine, 30*(12). https://doi.org/https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profil

e=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=10786791&AN=182332471&h=yPdKipoy9%2FIEggnqosFePhqaNhuw8%2BOvjAWLL3dG4HSTLa9pezoTZDYuV5bpups5jjo%2BSVl85O%2BZ%2BBgPmAltnw%3D%3D&crl=c

Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. https://doi.org/https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71.short

Park, J. (2021). Effects of the biofeedback units during pnf pattern on the abdominal muscle activity and pelvic rotation angle in patients with chronic back pain. *Int J Hum Mov Sport Sci, 9*(5), 847-51. https://doi.org/https://pdfs.semanticscholar.org/6fd0/b86b8b3d1e5a54991144d5b1ba48e6be6939.pdf

Perotti, L., Stamm, O., Mesletzky, L., Vorwerg, S., Fournelle, M., & Müller-Werdan, U. (2023). Needs and attitudes of older chronic back pain patients towards a wearable for ultrasound biofeedback during stabilization exercises: a qualitative analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(6), 4927. https://doi.org/https://www.mdpi.com/1660-4601/20/6/4927

Perotti, L., Stamm, O., Strohm, H., Jenne, J., Fournelle, M., Lahmann, N., & Müller-Werdan, U. (2025). Learning Transversus Abdominis Activation in Older Adults with Chronic Low Back Pain Using an Ultrasound-Based Wearable: A Randomized Controlled Pilot Study . *Journal of Functional Morphology and Kinesiology, 10*(1), 14. https://doi.org/https://www.mdpi.com/2411-5142/10/1/14

Porwal, S., Rizvi, M., Sharma, A., Ahmad, F., Alshahrani, M., Raizah, A., & Ahmad, I. (2023). Enhancing functional ability in chronic nonspecific lower back pain: the impact of EMG-guided trunk stabilization exercises. *In Healthcare , 11*(15), 2153. https://doi.org/https://www.mdpi.com/2227-9032/11/15/2153

Qaseem, A., Wilt, T., McLean, R., Forciea, M., & Physicians, C. G. (2017). Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine, 166*(7), 514-530. https://doi.org/https://www.acpjournals.org/doi/abs/10.7326/M16-2367

Rahim, M., Khalid, S., Saad, Z., & Khattak, K. (2024). Effects of hamstring stretching using pressure bio feedback unit in patients with low back pain. *The Rehabilitation Journal,* *8*(01), 26-32. https://doi.org/http://ojs.trjournal.org/index.php/trehabj/article/view/58

Sadora, J., Vilsmark, E., Bashara, A., Burton, D., Paschali, M., Pester, B., & Lazaridou, A. (2023). Electromyography-biofeedback for chronic low back pain: A qualitative cohort study. . *Complementary Therapies in Medicine, 73*, 102922. https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965229923000092

Santos-Moreno, P., Sucerquia-Quintero, J., & García-Salinas, R. (2022). Dolor lumbar crónico: enfoque diagnóstico para el primer nivel de atención. *Revista Colombiana de Reumatología,* *29*(4), 303-309. https://doi.org/http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-81232022000400303&script=sci_arttext

Sarafadeen, R., Ganiyu, S., Ibrahim, A., Ismail, A., Akindele, M., Kaka, B., & Awotidebe, A. (2022). Effectiveness of lumbar stabilization exercise with real-time ultrasound imaging biofeedback on lumbar multifidus muscle cross-sectional area in individuals with non-specific chronic low back pain: A study protocol for a randomized controlled trial. *Trials, 23*(1), 20. https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1186/s13063-021-05952-9

Szyszka-Sommerfeld, L., Sycińska-Dziarnowska, M., Cernera, M., Esposito, L., Woźniak, K., & Spagnuolo, G. (2024). Electromyographic Assessment of Muscle Activity in Children Undergoing Orthodontic Treatment—A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine,* *13*(7), 2051. https://doi.org/https://www.mdpi.com/2077-0383/13/7/2051

Taxiarchopoulos, N., Drakonaki, E., Gianniotis, M., Matzaroglou, C., Tsepis, E., & Billis, E. (2023). Investigation of real-time diagnostic ultrasound as a means of biofeedback training intransversus abdominus re-education of patients with non-specific low back pain: A prospective randomized controlled pilot study. *In Healthcare,* *11*(10), 1396. https://doi.org/https://www.mdpi.com/2227-9032/11/10/1396

Thiveos, L., Kent, P., Pocovi, N., O'Sullivan, P., & Hancock, M. (2024). Cognitive functional therapy for chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 128.

https://doi.org/https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/104/12/pzae128/7749962

Thomas, J., Clark, B., Russ, D., France, C., Ploutz-Snyder, R., Corcos, D., & Investigators, R. S. (2020). Effect of spinal manipulative and mobilization therapies in young adults with mild to moderate chronic low back pain: a randomized clinical trial. *JAMA network open, 3*(8), e2012589-e2012589. https://doi.org/https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/article-abstract/2769031

Yeldan, I., Canan, G., & Akinci, B. (2024). Biofeedback sensor vs. physiotherapist feedback during core stabilization training in patients with chronic nonspecific low back pain. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 49*(1), 103-113. https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1007/s10484-023-09606-1

Yuvarani, G., Kousalya, C., Kamatchi, K., Tharani, G., & Vaishnavi, G. (2020). To compare the effectiveness of Laser, EMG biofeedback assisted core stability exercise versus Laser and Core stability exercise alone on pain and disability in patients with non-specific low back pain. *Research Journal of Pharmacy and Technology, 13*(6), 2563-2566. https://doi.org/https://search.proquest.com/openview/b2fdb7752db68d22136bc83f9d7144b8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1096441