



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

Método Rusi en pacientes con Lumbalgia

Trabajo de titulación para optar al título de Licenciada en Fisioterapia

Autora:

Ramirez Cubi, Miriam Sorayda

Tutor:

Dr. Francisco Javier Ustáriz Fajardo (PhD)

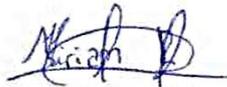
Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Miriam Sorayda Ramirez Cubi** con cédula de ciudadanía **1600832545**, autora del trabajo de titulación “Método Rusi en pacientes con lumbalgia”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor(a) de la obra referida, es de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



Miriam Sorayda Ramirez Cubi

C.I: 1600832545



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo, **Dr. Francisco Ustáriz Fajardo** docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación denominado **MÉTODO RUSI EN PACIENTES CON LUMBALGIA** elaborado por la estudiante **Miriam Sorayda Ramirez Cubi** certifico que, una vez realizadas la totalidad de las correcciones el documento se encuentra apto para su presentación y sustentación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando al interesado hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Riobamba, 18 de noviembre del 2024

Atentamente,



Dr. Francisco Ustáriz Fajardo

DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de revisión del proyecto de investigación denominado **MÉTODO RUSI EN PACIENTES CON LUMBALGIA** presentado por la estudiante **Miriam Sorayda Ramirez Cubi** y dirigido por el **Dr. Francisco Ustáriz Fajardo** en calidad de tutor, una vez revisado el informe escrito del proyecto de investigación con fines de graduación en el cual se constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, se procede a la calificación del documento.

Por la constancia de lo expuesto firman:

Mgs. Gabriela Romero Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Msc. Johannes Hernández
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

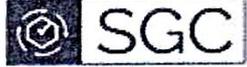
Mgs. Belén Pérez García
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Ramirez Cubi Miriam Sorayda** con CC:16008332545, estudiante de la Carrera **Fisioterapia**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Método RUSI en pacientes con lumbalgia**", cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de noviembre de 2024

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
TUTOR

DEDICATORIA

El tiempo tiene una manera maravillosa de mostrarnos lo que realmente importa. Por esto, dedico este trabajo a mi familia, amigos quienes a lo largo de este trayecto han estado conmigo, siendo mis consejeros, mi apoyo en aquellos momentos de dificultad, gracias por estar presentes en mi vida.

El trabajo de investigación está dedicado a mis padres que gracias a su sacrificio y pese a las dificultades que se nos presentaron, fueron un pilar fundamental para salir adelante con mi vida y culminar esta etapa tan importante para todos.

A mis hermanos que de una y otra manera me apoyaron en esta lucha por llegar a ser un buen profesional.

Miriam Sorayda Ramirez Cubi

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por permitirme tener una gran experiencia de vida dentro de la universidad, por haberme otorgado una familia que sobre todas las cosas confiaron en mí, dándome la fuerza para superarme.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo y a la Carrera de Fisioterapia por la acogida como una familia de apoyo, a todos sus docentes que gracias a sus conocimientos y consejos impartidos fui formándome para llegar a ser un buen profesional.

Agradezco a mi docente y tutor de tesis Dr. Francisco Javier Ustariz Fajardo, por todo su tiempo y dedicación, sobre todo, sus conocimientos impartidos en el aula de clase, también sus asesorías y guías, con las cuales se finalizó el proyecto de investigación.

Miriam Sorayda Ramirez Cubi

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| DERECHOS DE AUTORÍA | |
| DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR | |
| CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL | |
| CERTIFICADO ANTI PLAGIO | |
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTOS | |
| ÍNDICE DE TABLAS | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 13 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 Anatomía de la columna lumbar..... | 15 |
| 2.2 Lumbalgia..... | 15 |
| 2.3 Etiología de la Lumbalgia..... | 16 |
| 2.4 Clasificación de la Lumbalgia..... | 17 |
| 2.5 Síntomas de la Lumbalgia..... | 17 |
| 2.6 Diagnóstico de la Lumbalgia..... | 17 |
| 2.6.1 Pruebas Específicas..... | 18 |
| 2.7 Factores de riesgo..... | 18 |
| 2.8 Método de ecografía de rehabilitación (RUSI)..... | 18 |
| 2.9 Objetivo del método RUSI..... | 19 |
| 2.10 Utilización del método RUSI..... | 20 |
| 2.11 Ultrasonido como biorretroalimentación..... | 21 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA..... | 23 |
| 3.1 Diseño de la investigación..... | 23 |
| 3.2 Tipo de Investigación..... | 23 |
| 3.3 Nivel de investigación..... | 23 |
| 3.4 Método de la investigación..... | 23 |
| 3.5 Técnicas de recopilación de datos..... | 23 |
| 3.6 Criterios de inclusión..... | 23 |
| 3.7 Criterios de exclusión..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 3.8 Población de estudio | 24 |
| 3.9 Método de análisis y procesamiento de datos..... | 24 |
| 3.10 Análisis de artículos científicos según la escala PEDro y la metodología PRISMA | 26 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| 4.1 Resultados de artículos científicos..... | 32 |
| 4.2 DISCUSIÓN | 47 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 49 |
| 5.1 Conclusiones..... | 49 |
| 5.2 Recomendaciones | 49 |
| BIBLIOGRAFÍA | 51 |
| ANEXOS | 56 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Valoración de artículos científicos según la escala de PEDro..... | 26 |
| Tabla 2. Análisis comparativo de estudios clínicos (no ECAs) según los aspectos metodológicos PRISMA..... | 28 |
| Tabla 3. Estudios Controlados Aleatorizados seleccionados según los criterios de la escala PEDro | 32 |
| Tabla 4. Estudios Clínicos (No ECAs) seleccionados según los criterios de la metodología PRISMA | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo..... | 25 |
|----------------------------------|----|

RESUMEN

La lumbalgia es un problema que se presenta en cualquier etapa de la vida, es un dolor en la parte baja de la espalda debido a múltiples procesos de origen multifactorial, provocando el riesgo de lesiones y dolor que limita las actividades cotidianas y reduce la calidad de vida. El ecógrafo es un instrumento clínico – complementario, para valorar la morfología y funcionalidad del tejido muscular, además como tratamiento médico rehabilitador. La ecografía rehabilitadora se utiliza como biofeedback donde el paciente visualiza en tiempo real la aplicación de los ejercicios y observa su evolución. El objetivo del estudio es establecer la eficacia del método de ecografía rehabilitadora en pacientes con lumbalgia. El estudio se realizó mediante la identificación, selección, evaluación y síntesis bibliográfica de los últimos 10 años, sobre la aplicación y efectividad de la ecografía rehabilitadora en pacientes con lumbalgia. Se seleccionaron 32 estudios a partir de bases de datos científicas, que reflejan la aplicación de la ecografía en programas de rehabilitación física, mediante esquemas estructurados para valorar la morfología y funcionalidad de la estructura musculoesquelética en pacientes con lumbalgia. La calidad metodológica de los artículos se realizó mediante instrumentos como el método Physiotherapy Evidence Database y Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses y la escala Physiotherapy Evidence Database. Los resultados obtenidos revelan que la ecografía rehabilitadora es una herramienta ampliamente aceptada, no invasiva, accesible y eficaz que permite la evaluación rápida y dinámica de los componentes musculoesqueléticos, actuando como biorretroalimentador durante el proceso rehabilitación física.

Palabras clave: método RUSI, eficacia, lumbalgia, biofeedback

ABSTRACT

Low back pain is a problem that occurs at any stage of life, is a pain in the lower back due to multiple processes of multifactorial origin, causing the risk of injury and pain that limits daily activities and reduces the quality of life. Ultrasound is a complementary clinical instrument to assess the morphology and functionality of muscle tissue, as well as a rehabilitative medical treatment. The rehabilitation ultrasound is used as biofeedback where the patient visualizes in real time the application of the exercises and observes its evolution. The objective of the study is to establish the efficacy of the rehabilitative ultrasound method in patients with low back pain. The study was carried out through the identification, selection, evaluation and bibliographic synthesis of the last 10 years, on the application and effectiveness of rehabilitative ultrasound in patients with low back pain. Thirty-two studies were selected from scientific databases that reflect the application of ultrasound in physical rehabilitation programs, by means of structured schemes to evaluate the morphology and functionality of the musculoskeletal structure in patients with low back pain. The methodological quality of the articles was assessed using instruments such as the Physiotherapy Evidence Database method and Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses and the Physiotherapy Evidence Database scale. The results obtained reveal that rehabilitation ultrasound is a widely accepted, non-invasive, accessible and effective tool that allows rapid and dynamic assessment of musculoskeletal components, acting as a biofeedback during the physical rehabilitation process.

Key words: RUSI method, efficacy, low back pain, biofeedback.



Firmado electrónicamente por:
SANDRA LILIANA
ABARCA GARCIA

Reviewed by:

Lic. Sandra Abarca Mgs.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0601921505

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La lumbalgia se manifiesta como una sensación de dolor y malestar por debajo del segmento final de la columna vertebral desde el área comprendida entre las vértebras torácicas inferiores y por arriba del límite superior de la región glútea. Dicho dolor puede ser local, irradiado y referido, provocado por diferentes factores (mecánicos, psicológicos, sociales, somáticos, etc) ocasionando limitaciones funcionales que puede causar la discapacidad parcial o total por la intensidad del dolor y la reducción de la movilidad espinal (Cervantes, García & Torres, 2019). Dentro de los principales generadores de lumbalgia, están los movimientos en flexión anterior, flexión con torsión, trabajo físico duro con repetición o en un medio con vibraciones y el trabajo en posturas estáticas (Chavarría, 2014).

El dolor lumbar es una manifestación clínica muy frecuente en la sociedad, que afecta tanto a hombres como a mujeres, sin importar la edad, prueba de ello es que es la segunda causa en frecuencia de visitas médicas, la quinta en frecuencia de hospitalización y la tercera en frecuencia de intervención quirúrgica. Se estima que el 70-85% de la población la padece en algún momento de la vida, caracterizada principalmente por la presencia de dolor en la región lumbar, debido a que, esta zona sostiene la mayor parte de peso del cuerpo (Aguilera & Herrera, 2014).

La rehabilitación terapéutica para la lumbalgia se enfoca en tratamientos fisioterapéuticos pasivos, cada vez se verifica la evidencia que tiene este método consiguiendo buenos resultados en los estudios científicos, siendo el paciente activo en su tratamiento. Dentro del abordaje ayuda en la aplicación de intervenciones terapéuticas destinadas a mejorar la función neuromuscular, permitiendo mejorar el aumento de la masa y fuerza muscular (Whittaker et al., 2019).

Tanto para la valoración como para el tratamiento, existe un método llamado RUSI (Rehabilitive Ultrasound Imaging) o ecografía rehabilitadora utilizado por fisioterapeutas para evaluar la morfología, función del tejido muscular y de los tejidos blandos circundantes durante las actividades físicas. Es utilizada para asistir en la aplicación de intervenciones terapéuticas con el fin de mejorar la función neuro-muscular mediante un biofeedback con el paciente (Valera, 2021). Actualmente, la práctica basada en evidencia ha dado peso científico a la profesión del fisioterapeuta; es fundamental que todo profesional médico y fisioterapeuta conozca la utilidad de nuevas herramientas que optimicen la efectividad de sus intervenciones y permitan crecer la base de conocimiento científico. El uso de la ecografía por parte de los fisioterapeutas ha evolucionado en los últimos años, consolidándose como una técnica cada vez más estandarizada, de bajo costo respecto a otras técnicas de imagen, de rápida ejecución, herramienta factible y fiable (Romero et al., 2021).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que el dolor de espalda baja es una queja frecuente en la consulta externa, se estima que el 70% de las personas adultas presentan un episodio de síndrome doloroso lumbar a lo largo de su vida; su importancia radica en la incapacidad que puede provocar para seguir desarrollando actividades

cotidianas, principalmente en la esfera laboral y la calidad de vida (Inga, Rubina & Mejia, 2021).

Según la OPS/OMS se estima que hay 770 nuevos casos diarios de personas con enfermedades profesionales en América, dentro de las cuales está el “dolor lumbar”; este síntoma puede provocar discapacidad, por lo que, prevenir resulta necesario, (Inga, Rubina & Mejia, 2021).

En Ecuador la situación actual no es diferente a la de países que reportan dolor de espalda, los estudios realizados confirman que tiene una alta prevalencia, con consecuencias para el desarrollo de actividades, incluido un aumento del impacto, precaución y desconocimiento sobre medidas ergonómicas relacionadas con esta patología. En nuestro país existen pocos estudios que consideren los factores relacionados con la lumbalgia, y su prevalencia es fundamental para tratar causas evitables y prevenir el aumento de esta patología (Madadi-Shad et al., 2020).

El método RUSI tiene un efecto biofeedback el cual consiste en la utilización del ecógrafo e instrucciones verbales y táctiles que permiten al fisioterapeuta - paciente monitorizar en tiempo real diferentes parámetros fisiológicos que ofrecen información sobre el trabajo muscular. (Teyhen & Koppenhaver, 2014).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la utilidad y eficacia del método RUSI en pacientes que padecen lumbalgia. Mediante este estudio, se espera proporcionar evidencia científica que respalde la inclusión del método RUSI como una opción terapéutica efectiva para el manejo de lumbalgia, mejorando así su calidad de vida y proporcionando su autonomía y bienestar general.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Anatomía de la columna lumbar

La estructura anatómica lumbar está compuesta por huesos, músculos, nervios y fascia. Las funciones biomecánicas que presenta son de carga, sostén, protección, rotación y transmisión del movimiento. La columna vertebral es la estructura básica de tronco y se extiende desde la base del cráneo hasta la pelvis. Está compuesta por 33 vértebras, que se dividen en: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y entre 4-5 coccígeas. Los músculos y los ligamentos rodean y conectan las vértebras ayudando a estabilizar y mover la espalda (Olivera et al., 2007).

La musculatura lumbar se divide en dos principales grupos: región anterior donde encontramos al psoas iliaco, rectos abdominales y en la región posterior de la columna lumbar encontramos los músculos espinales, transversos (semiespinosos, multífidos rotadores) (Lomelí & Larrinúa, 2019).

El sistema nervioso juega un papel importante en la fisiología de la columna lumbar. Dentro del sistema nervioso se distinguen: el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP). El procesamiento más complejo y las funciones de coordinación se llevan a cabo en el SNC que está conectado con cada uno de los rincones del cuerpo a través del SNP en una comunicación de ida y vuelta. El SNC es la parte del sistema nervioso contenida dentro de cavidades óseas, está envuelto por las meninges y flota en el líquido cefalorraquídeo, es la estructura más protegida del organismo. La médula está localizada dentro de la columna vertebral. La porción mayor del SNC es el encéfalo que está ubicado dentro del cráneo y constituido por el cerebro, el tronco cerebral y el cerebelo. El SNP es la parte del sistema nervioso que se localiza fuera de las cavidades óseas y está formado por nervios y ganglios. La parte somática del SNP está formada por los nervios craneales (12 pares) que salen por agujeros del cráneo y por los nervios raquídeos (31 pares) que salen por agujeros de la columna (Rouvière, H., & Delmas, A., 2005).

La musculatura lumbar está anatómicamente y biomecánicamente relacionada con tres sistemas faciales. Se pueden distinguir la fascia toracolumbar (dorsal ancho, transverso abdominal, glúteo mayor, multífidos, erector espinal profundo y superficial), la fascia abdominal (recto abdominal, transverso abdominal, pectoral mayor, serrato anterior, oblicuo externo e interno) y fascia lata (tensor de la fascia lata, glúteo mayor, cuádriceps, isquiosurales y aductores de cadera) (Willard et al., 2012).

2.2 Lumbalgia

Es aquel dolor presente en la zona lumbar, que suele ser intenso y profundo, la cual provoca repercusión en la movilidad normal de dicha zona. La intensidad varía de acuerdo a las posturas o la actividad física que presente la persona. Es importante destacar que la

lumbalgia no es una enfermedad, sino una sintomatología que puede presentarse por diferentes razones (Aguilera & Herrera, 2013).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que, la lumbalgia es la principal causa de discapacidad en todo el mundo y también es la afección en que la rehabilitación puede beneficiar al mayor número de personas y consiste en la presencia de dolor en la región lumbar, desde del borde inferior de las costillas hasta la zona glútea. La lumbalgia dificulta el movimiento, la cual afecta la calidad de vida, el bienestar mental, e inclusive puede limitar las actividades laborales y la interacción con familiares o amigos. Puede durar poco tiempo (aguda), algo más (subaguda) o mucho tiempo (crónica), y afectar a cualquiera (OMS, 2023).

2.3 Etiología de la Lumbalgia

La lumbalgia se produce como consecuencia de una variedad de causas y condiciones patológicas. Para un mejor diagnóstico se debe evaluar su etiología, los hallazgos físicos y resultados de las pruebas de diagnóstico (Solis & Calvopiña., 2021).

1. Dolor lumbar por causas musculoesqueléticas

Traumatismo: el dolor muscular agudo en la zona lumbar se presenta a la exposición a una fuerza externa como por ejemplo al levantar objetos pesados. El dolor muscular crónico en la zona lumbar se produce cuando se realiza un uso repetitivo de la musculatura lesionada.

Inflamación: como la espondilitis espinal es el estrechamiento del canal vertebral que comprime los nervios espinales, provocando dolor lumbar, debilidad y entumecimiento en las piernas.

Degeneración: se produce por la avanzada edad, lesiones asociadas. La degeneración conduce al desarrollo de espondilitis, degeneración del disco vertebral, etc.

2. Dolor lumbar por un mes

El dolor lumbar también puede ser derivado de enfermedades de órganos intraabdominales y órganos abdominales posteriores como los cálculos renales, pancreatitis, infecciones intestinales, entre otros

3. Banderas rojas

Tumores: la asociación de tumores que podría causar dolor lumbar es poco común y solo podría afectarse si se encuentra comprimido los nervios espinales.

Infecciones: provocan dificultad para controlar los intestinos o la vejiga, muchas de las veces el dolor se irradia desde la zona lumbar hasta el abdomen.

Síndrome de la cauda equina: se produce cuando el haz de nervios que se extiende desde la parte inferior de la médula espinal está comprimido o dañado. (Zambrano et al., 2019).

2.4 Clasificación de la Lumbalgia

Según la causa

- Lumbalgia inespecífica: Cuando no hay una causa clara de la lumbalgia aguda se considera como no específica, para este grupo, que es la mayoría, no requieren de estudios de imágenes en la primera visita.
- Lumbalgia específica: puede deberse a: tumor, fractura, alteración anatómica de la columna congénita o adquirida, hernia disco, etc., y requiere de estudios por imágenes

Según el tiempo de evolución

- Lumbalgia aguda: dolor en la zona lumbar que dura menos de 6 semanas con o sin irradiación a miembros inferiores.
- Lumbalgia subaguda: dolor lumbar mayor a 6 semanas, pero menor a 12 semanas.
- Lumbalgia crónica: dolor lumbar con o sin irradiación a miembro inferior con una duración mayor a 3- meses (Alfonso-mora et al., 2017)

Según la irradiación

- Dolor local: se produce en una zona específica de la región lumbar.
- Dolor irradiado: es el dolor que desciende desde la zona lumbar hasta la pierna. El dolor puede ser sordo o bien agudo e intenso.
- Dolor referido: se localiza en una ubicación diferente de la causa real del dolor. El dolor referido desde los órganos internos a la zona lumbar tiende a ser profundo e intenso, y su ubicación exacta es difícil de precisar.

2.5 Síntomas de la Lumbalgia

- La dificultad de movilidad es tan grave que el paciente no caminaría o estaría de pie.
- Dolor que no se irradia hacia la pierna o hacia la ingle, las nalgas o los muslos, pero rara vez debajo de la rodilla
- El dolor suele ser sordo (sin ser muy intenso, generalmente, difícil de describir o localizar).
- Los espasmos musculares serían severos.
- Área local sensible a la palpación (Zambrano et al., 2019).

2.6 Diagnóstico de la Lumbalgia

El diagnóstico de la lumbalgia se puede diferenciar basado en la historia clínica, examen físico del paciente y en algunas ocasiones, con imágenes radiológicas.

La historia clínica típica es de dolor en el centro del dorso lumbar con irradiación mínima, sin embargo, si existe radiación, se localiza en los glúteos o muslos. El dolor se describe como profundo, sordo. Los pacientes reportan que el dolor mejora a la

bipedestación y al acostarse y se reduce con la extensión. El dolor empeora al manejar un vehículo, doblarse, girar, con la maniobra de Valsalva y al toser (Paniagua et al., 2021).

2.6.1 Pruebas Específicas

- Prueba de Schober Modificada: evalúa el movimiento de flexión de la columna lumbar y se utiliza habitualmente en pacientes con espondilitis anquilosante.
- Las pruebas positivas de Lasègue, Bragard y Cruzado sobre Lasègue nos dan un valor predictivo de radiculopatía y hernia de disco.
- La prueba de Patrick y Gaenslen pueden ayudarnos a realizar un diagnóstico diferencial entre patología coxofemoral, sacroiliaca o lumbar.
- Test slump: valora la mecanosensibilidad de las estructuras neuromeníngeas dentro del canal vertebral desde la cabeza, a lo largo de la médula espinal y del trayecto del nervio ciático y sus ramificaciones en el pie (Paniagua et al., 2021).

El adecuado examen físico realiza el descarte de las banderas rojas o bien encuentra alguna de las tantas etiologías de la lumbalgia y con esta información se iniciará el manejo óptimo para cada situación (Santos et al., 2021).

2.7 Factores de riesgo

- Posturas estáticas de trabajo
- Edad
- Trabajos repetitivos
- Sobrepeso
- Sedentarismo
- Espasmo muscular (músculos muy tensos)

El tratamiento de la lumbalgia en adultos mayores, variaría dependiendo de la causa y la intensidad del dolor. En general, se recomienda el uso de analgésicos y antiinflamatorios para aliviar el dolor, junto con ejercicios de fisioterapia y estiramientos para mejorar la movilidad y la fuerza muscular. En casos más graves, se requiere la realización de cirugía (Zambrano et al., 2019).

2.8 Método de ecografía de rehabilitación (RUSI)

El método RUSI es un sistema de exploración basado en el uso del ecógrafo como método de evidencia clínica para valorar el trastorno que sufre el paciente. Este método valora la morfología (grosor, ecogenicidad, ángulo de penetración, longitud fascículo, atrofia e infiltración de grasa) y la función muscular (a través del esquema de activación y sustitución) del tejido músculo-esquelético para dar respuesta a la sintomatología que refiere el paciente sin hacer hipótesis. Este método permite tanto a los pacientes como a los fisioterapeutas ver en tiempo real los cambios en la morfología muscular, ya que es sensible a los cambios positivos y negativos y, por lo tanto, es válido para medir la activación del músculo del tronco durante las contracciones isométricas submáximas (Valera et al., 2021).

El uso de imágenes por ultrasonido (USI) ayuda a la rehabilitación de trastornos neuromusculares, denominándose imágenes por ultrasonido de rehabilitación (RUSI) y se ha definido como "un procedimiento utilizado por fisioterapeutas para evaluar la morfología y función de los músculos y tejidos blandos relacionados durante el ejercicio y las tareas físicas". El método RUSI se utiliza para ayudar en la aplicación de intervenciones terapéuticas, proporcionando retroalimentación al paciente y al fisioterapeuta (Teyhen & Koppenhaver., 2014).

Nos facilita la detección de problemas relacionados con el tejido blando (músculos, ligamentos, tendones). Se realiza de forma estática y dinámica, determinando el correcto funcionamiento, de este modo realizaremos una valoración concienzuda, exhaustiva y precisa de la zona a tratar (Valera et al., 2021).

2.9 Objetivo del método RUSI

El objetivo de utilizar el método RUSI es evaluar la actividad del tejido musculoesquelético, para proporcionar evidencia mediante el examen de áreas de sección transversal para revelar la determinación antropométrica más precisa. La evidencia conseguida mostró la importancia de estas evaluaciones al relacionar el volumen, el grosor y la forma muscular con el dolor y/o la disfunción y la relevancia que pueden tener a nivel clínico y para monitorear la evolución del paciente ((Molina-Hernández et al., 2023).

Validez: El método RUSI ayuda a evaluar la composición (morfología) y el comportamiento (morfometría) del músculo y de los tejidos blandos de adultos sanos y aquellos con dolor lumbar (lumbalgia). Las personas con dolor lumbar tienen un grosor muscular disminuido, asimetría de lado a lado y una capacidad reducida para activar los músculos durante una contracción (Teyhen & Koppenhaver., 2014).

RUSI parece ser una técnica de validación de alto nivel, ya que se han realizado diferentes comparaciones en cada una de las áreas de interés –lumbar, abdominal y suelo pélvico y en todos los casos los coeficientes de correlación intraclase fueron mayores o iguales a 0,8. Por tanto, podría ser muy interesante utilizar RUSI a nivel fisiológico (Fernández et al., 2021).

La técnica de ultrasonido de rehabilitación (RUSI) parece ser una herramienta válida y confiable para el diagnóstico y tratamiento en fisioterapia y ha sido ampliamente estudiada en la región lumbopélvica en las últimas tres décadas (Fernández et al., 2021).

Además, cuando se mide mediante USI, la asimetría del músculo multifido lumbar parece predecir futuros episodios de dolor lumbar hasta tres años después, además la USI puede distinguir entre cambios en el grosor muscular durante ejercicios comunes que provocan dolor lumbar en adultos sanos y está respaldada preliminarmente como una herramienta de biorretroalimentación para mejorar la efectividad del ejercicio aplicado en el tratamiento (Teyhen & Koppenhaver., 2014).

Confiabilidad: estudios realizados concluyeron que la mayoría de los estudios de alta calidad indicaron que RUSI tiene una buena confiabilidad intraevaluador e interevaluador. El error estándar de medición se redujo en casi un 25% cuando se utilizó una media de dos medidas y en un 50% cuando se utilizó una media de tres medidas. Los evaluadores novatos, cuando están adecuadamente entrenados, pueden evaluar los músculos del tronco de manera confiable (ICC 0,86 a 0,94) (Teyhen & Koppenhaver., 2014).

2.10 Utilización del método RUSI

El método RUSI utiliza la ecografía, es una técnica diagnóstica que recoge los ultrasonidos, esta se define como aquel sonido que tiene una frecuencia mayor de la que puede ser oída por los seres humanos. Nuestro oído detecta un rango de frecuencias comprendido ente los 15.000 y los 20.000 Hz⁸. Se denomina ultrasonido a cualquier sonido que tiene una frecuencia mayor de 20.000 Hz⁷ (Díaz et al.,2007).

La ecografía es una técnica diagnóstica que recoge los ultrasonidos que emite la sonda, los cuales atraviesan hasta cierta profundidad dependiendo de la frecuencia de la sonda, colocamos el transductor en la parte del cuerpo que queremos explorar y aprovecha la diferente velocidad de propagación de los tejidos del cuerpo para transformar las señales que llegan en impulsos eléctricos que se visualizan en la pantalla en diferentes tonos de grises (Díaz et al.,2007).

Esta técnica se refiere a procedimientos ecográficos utilizados por los kinesiterapeutas para evaluar la composición (morfología) y el comportamiento (morfometría) del músculo y de los tejidos blandos con un objetivo de evaluación (Demont & Lemariel., 2019).

La ecografía es una herramienta útil que permite a los fisioterapeutas evaluar cuantitativamente el movimiento y la funcionalidad del diafragma tanto en pacientes con afecciones musculoesqueléticas como en sujetos sanos, ya que puede utilizarse como predictor de múltiples alteraciones (Molina et al., 2023)

La capacidad diagnóstica de la ecografía muscular depende de protocolos estandarizados reproducibles (posición del transductor, del paciente y del médico, marcadores de medición e instrucciones que deben darse al paciente durante la medición, entre otras parámetros) para obtener información de calidad que contribuya a la precisión de las hipótesis clínicas formuladas (Demont & Lemariel., 2019).

El método RUSI es una herramienta cada vez más popular que proporciona a los pacientes y terapeutas una representación visual de los cambios en el grosor de los músculos afectados en la lumbalgia. Esto se hace colocando una sonda en la zona a evaluar del paciente: la sonda emite ondas de ultrasonido que son parcialmente reflejadas por los tejidos, generando una imagen que luego se transmite a una pantalla. Esta retroalimentación visual, junto con las instrucciones habituales para el reclutamiento del músculo, puede reducir la cantidad de ensayos necesarios para lograr una contracción efectiva del músculo en

participantes con y sin dolor lumbar, inmediatamente después del entrenamiento y durante el seguimiento a corto plazo (Fernández et al., 2021).

La confiabilidad intraevaluador e interevaluador de las mediciones del espesor del músculo tratado utilizando RUSI es alta en adultos mayores y jóvenes. La biorretroalimentación de presión (PBU) es un dispositivo simple y económico que mide los cambios de presión en una bolsa de 3 compartimentos llena de aire colocada debajo de la columna lumbar de los pacientes en posición supina. La contracción del transverso del abdomen (TrA) altera la posición de la columna lumbar, lo que modifica la presión dentro de la bolsa. Un manómetro conectado a la PBU permite al paciente y al terapeuta monitorear estos cambios de presión, proporcionando una medida indirecta de la activación de TrA (Daigle et al., 2022)

Para determinar la fiabilidad y validez de la prueba de extensión de la espalda en posición de pie para detectar alteraciones del control motor en sujetos con dolor lumbar se utilizó un transductor de alta frecuencia de 7-12 MHz, en modo B, para evaluar el grosor del músculo TrA con el método RUSI. El sujeto se puso en posición supina con las caderas flexionadas al 45%. La cabeza del transductor se colocó a mitad de camino entre la cresta ilíaca y el ángulo inferior de la caja torácica. Como se muestra en la imagen, se tomaron imágenes del músculo TrA durante la maniobra de elevación activa de la pierna recta (ASLR) y la maniobra de contracción abdominal (ADIM) (Anexo 2 figura 1).

Otras herramientas de diagnóstico por imágenes de mayor nivel, como la resonancia magnética, han demostrado no tener la capacidad de evaluación, incluso entre personas sanas, porque no pueden evaluarse durante la activación muscular. También se ha encontrado evidencia de sesgo en la evaluación con resonancia magnética, lo que ofrece un nuevo paradigma en el trabajo de fisioterapia. Estas razones, junto con el alto coste de las resonancias magnéticas y la posibilidad de trabajar en tiempo real para la evaluación muscular, dan una oportunidad a la ecografía (Fernández et al., 2021).

2.11 Ultrasonido como biorretroalimentación

El método RUSI tiene un efecto biofeedback que se puede definir como la técnica mediante la cual la información biológica, naturalmente imperceptible, se convierte en señales significativas y se proporciona a los pacientes en tiempo real. A menudo se utiliza como un procedimiento de autorregulación donde los pacientes aprenden a obtener voluntariamente el control de los procesos fisiológicos, y brinda la oportunidad de mejorar diversas funciones fisiológicas como el control motor (Teyhen & Koppenhaver., 2011).

El método RUSI nos permite realizar el tratamiento a través de un biofeedback mediante el ecógrafo donde el paciente participa en todo momento. La ecografía es una parte importante del tratamiento y permite una máxima eficacia. El paciente puede ver la evolución a lo largo del propio tratamiento (Teyhen & Koppenhaver., 2011).

La técnica de ultrasonido rehabilitativo (RUSI) puede considerarse el abordaje utilizado por los fisioterapeutas en la evaluación de la morfología y función de las diferentes estructuras corporales. Según el término "Ultrasonido en el punto de atención", la reeducación del control motor mediante el método RUSI puede considerarse un como una biorretroalimentación útil para pacientes con diferentes afecciones (Molina et al., 2023).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue documental y se realizó mediante la búsqueda, obtención y análisis de información enfocada en artículos científicos referentes al tema, a partir de bases de información como PubMed, MDPI, BMC, Shipe, Elsevier, IOS, Press Wiley Online Library.

3.2 Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo bibliográfica y se realizó mediante la recopilación de artículos científicos correspondientes a ensayos clínicos, artículos de revisión, etc., sobre el método RUSI en pacientes con lumbalgia.

3.3 Nivel de investigación

Se utilizó el nivel descriptivo para establecer la utilidad clínica del método RUSSI como tratamiento en pacientes con lumbalgia mediante el análisis de los resultados obtenidos de la bibliografía consultada.

3.4 Método de la investigación

Se aplicó el método inductivo para realizar el análisis de la información particular de las variables investigadas para establecer conclusiones generales y específicas sobre el método RUSI como tratamiento en pacientes con lumbalgia.

3.5 Técnicas de recopilación de datos

Se realizó la búsqueda de información en diversas fuentes documentales confiables para la búsqueda, obtención, recopilación y análisis de artículos científicos y ensayos clínicos necesarios para la elaboración del trabajo de investigación.

3.6 Criterios de inclusión

- Artículos científicos publicados en el periodo 2013 - 2023.
- Artículos que contengan relación con las variables en estudio.
- Artículos científicos publicados en diferentes idiomas (Español, Inglés, entre otros).
- Artículos extraídos de bases de datos científicas confiables.
- Artículos ensayos clínicos
- Artículos (ECA) que cumplan con la calificación de la escala de Physiotherapy Evidence Database (PEDro) igual o mayor a 6.
- Artículos que cumplan con los aspectos metodológicos de Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

3.7 Criterios de exclusión

- Artículos científicos incompletos.
- Artículos duplicados en varias bases de datos científicas.
- Artículos de difícil comprensión metodológica que no aportan al objetivo de la investigación.

3.8 Población de estudio

La población consiste en 32 estudios clínicos en los cuales se aplicaron técnicas fisioterapéuticas en pacientes con lumbalgia para o cual se utilizó la base Physiotherapy Evidence Database o PEDro, siendo esta una base de datos de fisioterapia basada en la evidencia y el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

3.9 Método de análisis y procesamiento de datos

El método fue inductivo analítico por los que se estudió y analizo la relación de los pacientes con lumbalgia y el método RUSI, de tal manera que se permitió llegar a una conclusión sobre la intercesión de la fisioterapia sobre estos pacientes. Para ello, se estableció una selección de artículos científicos basados inicialmente en el tema en curso y se excluyeron múltiples estudios debido a los criterios de selección como se evidencia en el diagrama de flujo (figura 1).

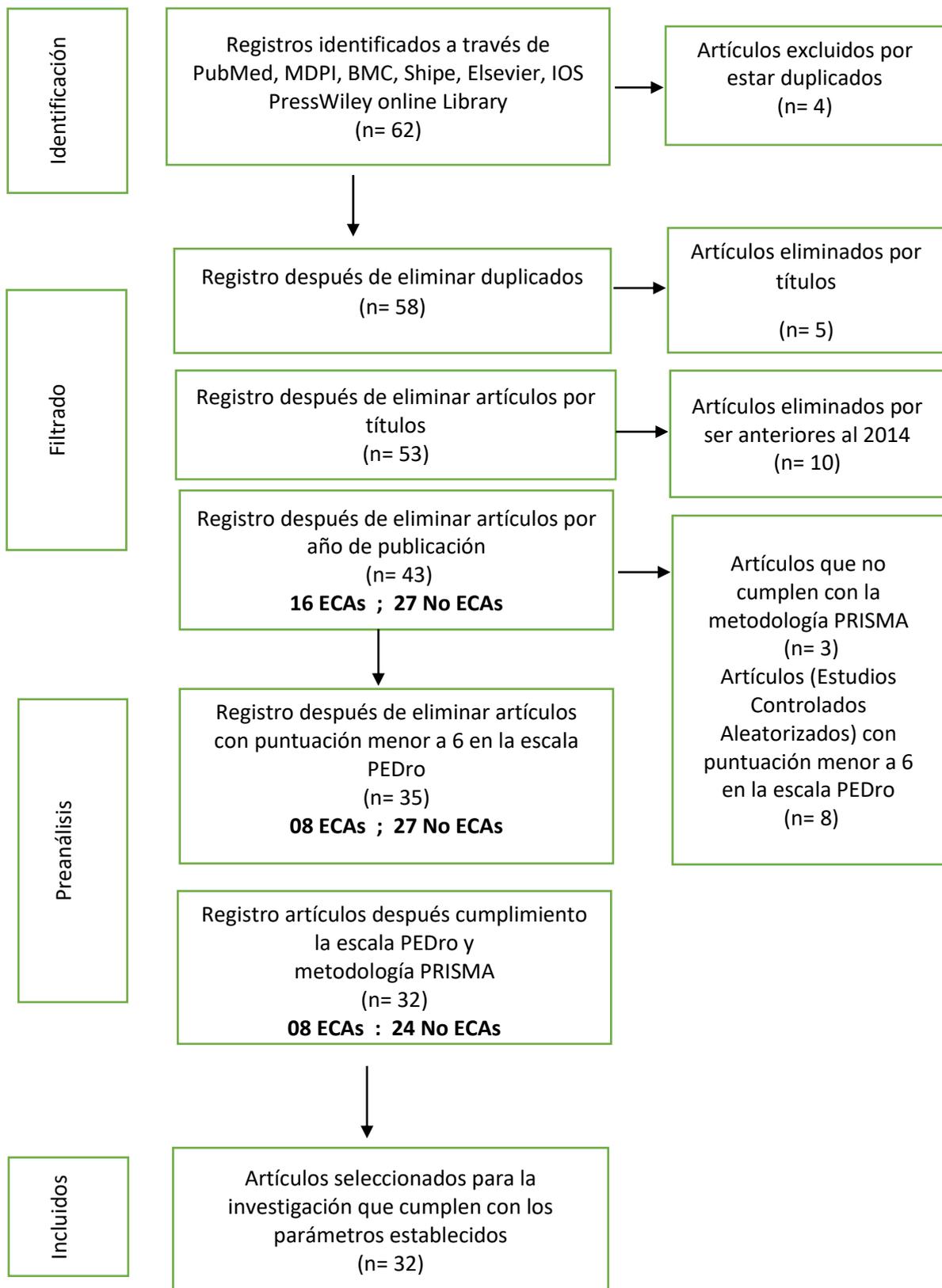


Figura 1. Diagrama de flujo

Fuente: Adaptado de Methodology in conducting a systematic review of biomedical research, (Ramírez Vélez et al., 2013)

3.10 Análisis de artículos científicos según la escala PEDro y la metodología PRISMA

Tabla 1. Valoración de artículos científicos según la escala de PEDro

| Nº | Autor | Título Original | Título Traducido | Base Científica | Clasificación según PEDro |
|----|------------------------------|--|--|-----------------|---------------------------|
| 1 | (Daigle et al., 2022) | Comparison of the Pressure Biofeedback Unit and Real-Time Ultrasound Imaging as Feedback Tools to Contract the Transversus Abdominis Muscle: A Randomized Controlled Trial in Healthy Older Adults | Comparación de la unidad de biorretroalimentación de presión y las imágenes de ultrasonido en tiempo real como herramientas de retroalimentación para contraer el músculo transverso del abdomen: un ensayo controlado aleatorio en adultos mayores sanos | PubMed | 6 |
| 2 | (Dulger et al., 2022) | Comparison of two different feedback techniques for activating the transversus abdominis: An observational study | Comparación de dos técnicas de retroalimentación diferentes para activar el transverso del abdomen: un estudio observacional | PubMed | 7 |
| 3 | (Marugán-Rubio et al., 2022) | Effectiveness of Ultrasonography Visual Biofeedback of the Diaphragm in Conjunction with Inspiratory Muscle Training on Muscle Thickness, Respiratory Pressures, Pain, Disability, Quality of Life and Pulmonary Function in Athletes with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial | Efectividad de la biorretroalimentación visual por ecografía del diafragma junto con el entrenamiento de los músculos inspiratorios sobre el grosor de los músculos, las presiones respiratorias, el dolor, la discapacidad, la calidad de vida y la función pulmonar en atletas con dolor lumbar inespecífico: un ensayo clínico aleatorizado | MDPI | 8 |

| | | | | | |
|---|-------------------------------|---|---|----------------------|---|
| 4 | (Vicente-Campos et al., 2021) | The Main Role of Diaphragm Muscle as a Mechanism of Hypopressive Abdominal Gymnastics to Improve Non-Specific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial | El papel principal del músculo diafragma como mecanismo de la gimnasia abdominal hipopresiva para mejorar el dolor lumbar crónico inespecífico: un ensayo controlado aleatorio | MDPI | 6 |
| 5 | (Fosberg et al., 2020) | The Effects of Thrust Joint Manipulation on the Resting and Contraction Thickness of Transversus Abdominis in Patients with Low Back Pain: A Randomized Control Trial | Los efectos de la manipulación de la articulación de empuje sobre el espesor de contracción y reposo del transverso del abdomen en pacientes con dolor lumbar: un ensayo de control aleatorizado | Elsevier | 6 |
| 6 | (Fuente et al., 2020) | Intrasession Real-time Ultrasonography Feedback Improves the Quality of Transverse Abdominis Contraction | La retroalimentación mejora la calidad de la transversal Ultrasonografía en tiempo real intrasesión Contracción del abdomen | Elsevier | 7 |
| 7 | (Larivière et al., 2019) | Ultrasound Measures of the Abdominal Wall in Patients with Low Back Pain Before and After an 8-week Lumbar Stabilization Exercise Program, and Their Association With Clinical Outcomes | Medidas de ultrasonido del muro abdominal en pacientes con dolor de espalda baja antes y después de un programa de ejercicio de estabilización lumbar de 8 semanas, y su asociación con resultados clínicos | Wiley Online Library | 7 |
| 8 | (Shamsi et al., 2016) | The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging | El efecto de la estabilidad central y el ejercicio general sobre el grosor de los músculos abdominales en el dolor lumbar crónico inespecífico mediante imágenes por ultrasonido | PubMed | 9 |

Artículos (estudios controlados aleatorizados) con puntuación: el 36% de los artículos tiene una puntuación de 6, el 37% tiene una puntuación de 7, el 12% tiene una puntuación de 8 y el 15% tiene un valor de 9.

Tabla 2. Análisis comparativo de estudios clínicos (no ECAs) según los aspectos metodológicos PRISMA

| Nº | Autor | Título Original | Título Traducido | Base Científica | Clasificación según PRISMA |
|----|--|---|---|-----------------|----------------------------|
| 1 | (Molina-Hernández et al., 2023) | Ultrasonographic reliability and repeatability of simultaneous bilateral assessment of diaphragm muscle thickness during normal breathing | Fiabilidad ultrasonográfica y repetibilidad de la evaluación bilateral simultánea del espesor del músculo del diafragma durante la respiración normal. | PubMed | 9 |
| 2 | (Perez et al., 2023) | Diaphragmatic Activation Correlated with Lumbar Multifidus Muscles and Thoracolumbar Fascia by B-Mode and M-Mode Ultrasonography in Subjects with and without Non-Specific Low Back Pain: A Pilot Study | Activación diafragmática correlacionada con los músculos multífidos lumbares y la fascia toracolumbar mediante ecografía en modo B y modo M en sujetos con y sin dolor lumbar inespecífico: un estudio piloto | MDPI | 9 |
| 3 | (Varol et al., 2023) | Correlation between Body Composition and Inter-Examiner Errors for Assessing Lumbar Multifidus Muscle Size, Shape and Quality Metrics with Ultrasound Imaging. | Correlación entre la composición corporal y los errores entre examinadores para evaluar el tamaño, la forma y las métricas de calidad del músculo multífido lumbar con imágenes por ultrasonido | PubMed | 10 |
| 4 | (Sicilia-Gomez, et al., 2022) | Abdominal and Pelvic Floor Activity Related to Respiratory Diaphragmatic Activity in Subjects with and without Non-Specific Low Back Pain | Actividad del suelo abdominal y pélvico relacionada con la actividad respiratoria diafragmática en sujetos con y sin dolor lumbar inespecífico | MDPI | 9 |
| 5 | (Lin, Zhu, Zheng, Huang, et al., 2021) | Effect of real-time ultrasound imaging for biofeedback on trunk muscle contraction in healthy subjects: a preliminary study | Efecto de la ecografía en tiempo real para biorretroalimentación sobre la contracción del músculo del tronco en sujetos sanos: un estudio preliminar | BMC | 10 |
| 6 | (Marugán-Rubio et al., 2021) | Concurrent Validity and Reliability of Manual Versus Specific Device Transcostal Measurements for Breathing Diaphragm Thickness by | Validez y confiabilidad concurrentes de las mediciones transcostales manuales versus con dispositivos específicos para el espesor del diafragma respiratorio | MDPI | 9 |

| | | | | | |
|----|---------------------------|---|--|----------------------|----|
| | | Ultrasonography in Lumbopelvic Pain Athletes | mediante ecografía en atletas con dolor lumbopélvico | | |
| 7 | (Kanamoto et al., 2020) | Effect of Ultrasound-Guided Hydrorelease of the Multifidus Muscle on Acute Low Back Pain | Efecto de la hidroliberación guiada por ultrasonido del músculo multifido sobre el dolor lumbar agudo | Wiley Online Library | 11 |
| 8 | (Panakorn et al., 2020) | Individuals With Impaired Lumbopelvic Control Demonstrate Lumbar Multifidus Muscle Activation Deficit Using Ultrasound Imaging in Conjunction With Electrical Stimulation: A Cross-sectional Study | Las personas con deterioro del control lumbopélvico demuestran un déficit de activación del músculo multifido lumbar mediante imágenes por ultrasonido junto con estimulación eléctrica: un estudio transversal | Elsevier | 11 |
| 9 | (Calvo-Lobo et al., 2019) | Ultrasonography comparison of diaphragm thickness and excursion between athletes with and without lumbopelvic pain | Comparación ecográfica del espesor y excursión del diafragma entre atletas con y sin dolor lumbopélvico | Elsevier | 9 |
| 10 | (Zheng et al., 2019) | Effect of Core Stability Training Monitored by Rehabilitative Ultrasound Image and Surface Electromyogram in Local Core Muscles of Healthy People | Efecto del entrenamiento de estabilidad central monitoreado mediante imágenes de ultrasonido de rehabilitación y electromiograma de superficie en los músculos centrales locales de personas sanas | PubMed | 10 |
| 11 | (Larivière et al., 2018) | The Effects of an 8-Week Stabilization Exercise Program on Lumbar Multifidus Muscle Thickness and Activation as Measured With Ultrasound Imaging in Patients With Low Back Pain: An Exploratory Study | Los efectos de un programa de ejercicios de estabilización de 8 semanas en los multifidos lumbar Espesor muscular y activación como medida con imágenes de ultrasonido en pacientes con dolor de espalda baja: un estudio exploratorio | Elsevier | 10 |
| 12 | (Sutherlin et al., 2018) | Changes in Muscle Thickness Across Positions on Ultrasound Imaging in | Cambios en el grosor de los músculos en todas las posiciones en las imágenes por | PubMed | 11 |

| | | | | | |
|----|----------------------------|---|---|-----------|----|
| | | Participants With or Without a History of Low Back Pain | ultrasonido en participantes con o sin antecedentes de dolor lumbar | | |
| 13 | (Linek et al., 2017) | Ultrasound assessment of the abdominal muscles at rest and during the ASLR test among adolescents with scoliosis. | Evaluación ecográfica de los músculos abdominales en reposo y durante la prueba ASLR en adolescentes con escoliosis. | PubMed | 10 |
| 14 | (Wachi et al., 2017) | Applicability of ultrasonography for evaluating trunk muscle size: a pilot study. | Aplicabilidad de la ecografía para evaluar el tamaño de los músculos del tronco: un piloto estudiar. | PubMed | 10 |
| 15 | (Gong, 2016) | The effects of running in place in a limited area with abdominal drawing-in maneuvers on abdominal muscle thickness in chronic low back pain patients | Los efectos de correr in situ en un área limitada con maniobras de tracción abdominal sobre el grosor de los músculos abdominales en pacientes con dolor lumbar crónico | IOS Press | 9 |
| 16 | (Gondhalekar et al., 2016) | Reliability and Validity of Standing Back Extension Test for Detecting Motor Control Impairment in Subjects with Low Back Pain | Fiabilidad y validez de la prueba de extensión de la espalda de pie para detectar la alteración del control motor en sujetos con dolor lumbar | PubMed | 10 |
| 17 | (Tahan et al., 2016) | Measurement of superficial and deep abdominal muscle thickness: an ultrasonography study | Medición del espesor de los músculos abdominales superficiales y profundos: un estudio ultrasonográfico | PMC | 11 |
| 18 | (Wang-Price et al., 2016) | Effects of different verbal instructions on change of lumbar multifidus muscle thickness in asymptomatic adults and in patients with low back pain | Efectos de diferentes instrucciones verbales sobre el cambio del grosor del músculo multífido lumbar en adultos asintomáticos y en pacientes con dolor lumbar | PubMed | 10 |
| 19 | (Rostami et al., 2015) | Ultrasound assessment of trunk muscles and back flexibility, strength and endurance in off-road cyclists with and without low back pain. | Evaluación ecográfica de los músculos del tronco y la flexibilidad, fuerza y resistencia de la espalda en ciclistas todoterreno con y sin dolor lumbar | PubMed | 11 |

| | | | | | |
|----|----------------------------|--|---|----------|----|
| 20 | (Huang et al., 2014) | The Reliability of Rehabilitative Ultrasound Imaging of the Cross-sectional Area of the Lumbar Multifidus Muscles in the PNF Pattern | La confiabilidad de las imágenes por ultrasonido de rehabilitación de corte transversal Área de los músculos multifidos lumbares en el patrón PNF | PMC | 11 |
| 21 | (Sweeney et al., 2014) | Multifidus muscle size and percentage thickness changes among patients with unilateral chronic low back pain (CLBP) and healthy controls in prone and standing | Tamaño muscular multifidus y cambios porcentuales de grosor entre pacientes con dolor crónico de espalda (CLBP) crónico unilateral y controles saludables en propenso y de pie | Elsevier | 10 |
| 22 | (McPherson & Watson, 2014) | Training of transversus abdominis activation in the supine position with ultrasound biofeedback translated to increased transversus abdominis activation during upright loaded functional tasks. | El entrenamiento de la activación del transverso del abdomen en posición supina con biorretroalimentación por ultrasonido se tradujo en una mayor activación del transverso del abdomen durante tareas funcionales con carga vertical | PubMed | 11 |
| 23 | (Nabavi et al., 2014) | Reliability of Rehabilitative Ultrasonography to Measure Transverse Abdominis and Multifidus Muscle Dimensions | Fiabilidad de la ecografía de rehabilitación para medir las dimensiones de los músculos transverso del abdomen y multifido | PubMed | 10 |
| 24 | (Yang & Park, 2014) | Reliability of ultrasound in combination with surface electromyogram for evaluating the activity of abdominal muscles in individuals with and without low back pain | Fiabilidad de la ecografía en combinación con electromiograma de superficie para evaluar la actividad de los músculos abdominales en personas con y sin dolor lumbar | PubMed | 10 |

Artículos que no cumplen con la metodología PRISMA, el 25% de los artículos tienen una puntuación de 9, el 46% tiene una puntuación de 10 y el 29% tiene una puntuación de 11.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de artículos científicos.

Los resultados de la búsqueda sistemática de estudios clínicos en las diferentes bases de datos electrónicas relacionados con la aplicación del Método RUSI (Rehabilitive Ultrasound Imaging) en pacientes con lumbalgia se resumen en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Estudios Controlados Aleatorizados seleccionados según los criterios de la escala PEDro

| No. | Autor | Población | Intervención | Resultados |
|-----|-----------------------|--|--|---|
| 1 | (Daigle et al., 2022) | 40 participantes adultos mayores asintomáticos | La intervención incluyó una sesión de entrenamiento con 15 contracciones del transverso del abdomen (TrA) mantenidas durante 10 segundos con la unidad de biorretroalimentación de presión (PBU). La variable dependiente, el grosor de TrA, se midió mediante imágenes de ultrasonido antes y después de la intervención en posición supina y de pie. | Los resultados no mostraron diferencias entre grupos en el índice de activación (AR) de TrA en posición supina o de pie. Sin embargo, el cambio en el grosor de TrA en comparación con los otros músculos de la pared abdominal en posición de pie fue significativamente menor después de la intervención solo para el grupo RUSI (RUSI $P = 0,006$ frente a PBU $p = 0,72$). Ambos grupos se mantuvieron similares después de la intervención en este resultado ($P = 0,20$). Por tanto, Ni el RUSI ni el PBU parecen tener el efecto deseado sobre la activación de TrA en adultos mayores asintomáticos. |
| 2 | (Dulger et al., 2022) | 180 G1: 88 G2: 92 Voluntarios Sanos | El grupo 1 se le mostro la orientación de los músculos en tiempo real, el paciente se colocó en posición supina con las rodillas flexionadas a 45°. Mediante la maniobra de retracción abdominal (ADIM) aumento el espesor del transverso del abdomen En el grupo 2 utilizo la misma posición y técnica con la diferencia que el examinador instruyo al paciente colocando su mano a 3 cm medial a la | En ambos grupos se observó un aumento en el grosor del transverso anterior y oblicuo interno; mientras que el grosor oblicuo externo se mantuvo constante durante la (ADIN). La biorretroalimentación visual muestra un mayor efecto en el entrenamiento ADIN en comparación con la retroalimentación tradicional. Ambos enfoques son aplicables y los profesionales pueden decidir cuál utilizar en función de su entorno clínico y experiencia. |

| | | | | |
|---|-------------------------------|---|--|---|
| | | | espina ilíaca anterosuperior para comprobar la contracción e instruir verbalmente y táctil. | |
| 3 | (Marugán-Rubio et al., 2022) | 64 atletas con LPP no específica mujeres=25 hombres=39 | En el estudio un grupo recibió auto entrenamiento aislado de los músculos inspiratorios (IMT) de alta intensidad durante 8 semanas y el otro grupo recibió el mismo IMT durante 8 semanas más biorretroalimentación visual por ultrasonido con el dispositivo ortopédico torácico propuesto para la reeducación diafragmática. | La biorretroalimentación visual del diafragma realizada por RUSI y con el dispositivo ortopédico torácico propuesto junto con el IMT de alta intensidad mejoró la función pulmonar al aumentar el volumen espiratorio forzado en 1 seg en atletas con dolor lumbopelvico (LPP) no específica. |
| 4 | (Vicente-Campos et al., 2021) | 40 pacientes con LBP crónico 20 en grupo experimental 20 grupo control | En el grupo experimental realizaron 2 sesiones de gimnasia abdominal hipopresiva (HAG) por semana, durante 8 semanas. Las sesiones tuvieron una duración de entre 30 y 40 min. Cada sesión constó de 6 ejercicios abdominales hipopresivos separados por 2 min de recuperación entre ellos, y cada ejercicio se repitió 3 veces. Se evaluó el espesor del diafragma para determinar la actividad respiratoria relajada (en la inspiración final, en la espiración final y su diferencia) mediante ecografía transcostal. | Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para un mayor espesor de las hemidiafragmas izquierdo y derecho, así como una mayor presión inspiratoria máxima (PI máx) en el grupo de intervención. Los resultados respaldan la efectividad y predicción de (HAG) para mejorar la fuerza de los músculos inspiratorios, además de un aumento en el grosor del diafragma durante la respiración, y para reducir la intensidad del dolor, la sensibilización central y la discapacidad en pacientes que sufren de enfermedades no respiratorias y lumbalgia crónica específica. |
| 5 | (Fosberg et al., 2020) | 67 participantes con dolor lumbar | Se realizo las mediciones de imágenes por ultrasonido de rehabilitación previas y posterior al tratamiento con el fin de | No hubo diferencias significativas en cuanto el espesor de TrA en reposo y contracción entre los participantes con dolor lumbar que recibieron la TJM y los |

| | | | | |
|---|--------------------------|--|---|---|
| | | | comparar los resultados de manipulación de la articulación de empuje (TJM) y manipulación simulada en el grosor del músculo transverso del abdomen (TrA), se completó un análisis de varianza 2 por 2 tratamiento y por tiempo tanto para el grosor de dicho musculo en reposo como para el espesor del músculo durante la contracción. | participantes con dolor lumbar que recibieron manipulación simulada. |
| 6 | (Fuente et al., 2020) | 20 participantes sin dolor 7 hombres y 13 mujeres | En este estudio los participantes realizaron los ejercicios de vaciado con o sin retroalimentación ecográfica. El grosor del transverso del abdomen se cuantificó durante el ejercicio mediante ecografía musculoesquelética. | La retroalimentación mediante ecografía la resultó en mayores cambios de espesor del transverso del abdomen ($P < 0,05$) y los cambios mínimos detectables más bajos se lograron mediante retroalimentación ultrasonográfica. La contracción del transverso del abdomen mejora utilizando la ecografía en tiempo real junto con la retroalimentación verbal. |
| 7 | (Larivière et al., 2019) | 61 31 pacientes con dolor lumbar no agudo y 30 pacientes controles sanos. | En este estudio las mediciones se realizaron antes y después de unos ejercicios de estabilización lumbar (LSEP) de 8 semanas en pacientes con dolor lumbar, y con el mismo intervalo de tiempo para que los participantes de control se compararan con los pacientes al inicio del estudio. | Los pacientes no presentaron cambios sistemáticos en las medidas RUSI en relación con los controles, incluso si los pacientes tuvieron una mejoría significativa en el dolor y la discapacidad. Aunque se observaron mejoras clínicas positivas después de LSEP, hubo cambios sistemáticos mínimos en las medidas RUSI. |
| | | 48 participantes con dolor | En este estudio los participantes se clasificaron según números impares y pares en los cuales se aplicó los | Se observó un aumento significativo en el grosor muscular del recto abdominal derecho e izquierdo en el grupo GE, pero la diferencia significativa con respecto al |

| | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---|--|
| 8 | (Shamsi et al., 2016) | lumbar crónico inespecífico | ejercicios de estabilidad central (CSE) con un tiempo de 20 mn y ejercicios generales (GE) con un tiempo de 14mn respectivamente. La intervención fue tres veces por semana para un total de 16 sesiones para ambos grupos. Las mediciones ultrasónicas se obtuvieron antes y después del entrenamiento utilizando una unidad de ultrasonido. | grupo CSE fue solo en el lado derecho. La discapacidad y el dolor se redujeron dentro de los grupos sin una diferencia significativa en el cambio entre ellos. |
|---|-----------------------|-----------------------------|---|--|

En esta tabla se menciona ejercicios y distintas técnicas que a través del método RUSI permitieron mejorar el proceso de recuperación del paciente. Es importante destacar que gracias a la biorretroalimentación visual, auditiva y táctil se obtuvieron mejores resultados.

Tabla 4. Estudios Clínicos (No ECAs) seleccionados según los criterios de la metodología PRISMA

| N° | Autor | Tipo de Estudio | Población | Intervención | Resultados |
|----|---------------------------------|--|---|---|---|
| 1 | (Molina-Hernández et al., 2023) | Estudio de confiabilidad y repetibilidad | 46 sujetos sanos | El estudio evaluó el espesor del diafragma en inspiración y espiración máxima a través de la ortesis torácica que presentó 2 cavidades que permitieron la introducción del gel de ultrasonido. Se analizó la confiabilidad y repetibilidad intraexaminador (mismo examinador), interexaminador (2 examinadores), intrasesión (1 hora) e intersesión (1 semana). | La confiabilidad y repetibilidad de las evaluaciones intrasesión utilizando la ortesis torácica fueron excelentes para evaluar el espesor simultáneo de ambas hemidiafragmas mediante la fijación de sondas bilaterales. Sin embargo, las evaluaciones entre sesiones variaron de buenas a excelentes utilizando la fijación de sondas bilaterales. |
| 2 | (Pérez et al., 2023) | Estudio piloto | 54 (23 sujetos con NS-LBP) grupo de casos y | Los sujetos fueron colocados en posición supina con un cojín con rodillo debajo de la fosa poplítea. Primero se pidió a los participantes | No se registraron diferencias significativas entre la activación del diafragma y la activación de los músculos multífidos lumbares y fascia toracolumbar para cada |

| | | | | | |
|---|-------------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| | | | (31 sujetos sin NS-LBP) grupo de control | <p>que inhalaran tanto aire como pudieran y lo liberaran lo más rápida y profundamente y se capturaron tres imágenes al final de la inspiración y tres más al final de la espiración. Segundo se pidió a los sujetos que realizaran tres respiraciones forzadas para obtener otras tres curvas sinusoidales en la respiración forzada.</p> <p>Los participantes se tumbaron en decúbito prono y se activó el musculo multífido, finalmente se tomaron tres mediciones tanto en reposo como en contracción en imágenes de ultrasonido congeladas.</p> | variable, dentro de ambos grupos en el espesor del diafragma y la capacidad de engrosamiento del diafragma en el volumen corriente y el volumen de fuerza. |
| 3 | (Varol et al., 2023) | Estudio observacional transversal | 49 voluntarios sanos | Los pacientes fueron evaluados a través de un dispositivo bioimpedancia la cual analizo la composición corporal, después se obtuvo las imágenes por ultrasonido. | Se encontraron diferencias significativas, los varones presentaron mayor composición corporal en relación con las mujeres por ende el tamaño muscular del musculo multífido lumbar fue más grande. |
| 4 | (Sicilia-Gomez, et al., 2022) | Estudio observacional transversal. | 54 23 sujetos pertenecían al grupo que presentó dolor lumbar inespecífico y | En el estudio se recolecto datos como: la talla, el peso, el índice de masa corporal, la edad, el sexo, el deporte practicado y la frecuencia de práctica semanal de cada paciente. En cada sujeto, se midió mediante ultrasonido el grosor muscular de los músculos | Los resultados de confiabilidad fueron de buenos a excelentes para las mediciones del espesor del diafragma tanto en el volumen corriente (TV) (inspiración: 0,763, espiración: 0,788) como en la espiración en el volumen forzado (FV) (0,763), y buena confiabilidad para la inspiración en FV (0,631).). Se encontró correlación entre el |

| | | | | | |
|---|--|--------------------|--|--|--|
| | | | 31 sujetos pertenecían al grupo sin dolor | transverso anterior del abdomen y oblicuo interno y externo y diafragma. Para el presente estudio se considerará la fracción de engrosamiento diafragmático (DTF), que corresponde a la diferencia entre el espesor al final de la inspiración y al final de la espiración. | músculo EO y la musculatura del suelo pélvico (PF) con respecto al espesor diafragmático (inspiración y espiración) en TV, e inspiración en FV, además de encontrar diferencias significativas en todas estas variables en sujetos con dolor lumbar. |
| 5 | (Lin, Zhu, Zheng, Huang, et al., 2021) | Estudio preliminar | 40 mujeres=16 y hombres=4 grupo experimental 15 mujeres y 5 hombres grupo control | Se incluyeron cuarenta individuos sanos y se asignaron aleatoriamente al grupo experimental y al grupo de control. Todos los sujetos realizaron una activación preferencial de LM y/o TrA (mantuvieron la constricción de LM y TrA durante 30 s y luego se relajaron durante 2 min), mientras que los del grupo experimental también recibieron retroalimentación visual proporcionada por RUSI. Se extrajo y registró el espesor de LM y TrA en reposo y durante la contracción (t c-max, t 15s y t 30s). El experimento se repitió tres veces. | No se encontraron diferencias significativas en el grosor de multifido lumbar (LM) en entre los dos grupos. Sin embargo, la capacidad de reclutar la contracción del músculo LM difirió entre los grupos en T 30 ($p = 0,006$), y los sujetos del grupo experimental que recibieron biorretroalimentación visual por ultrasonido mantuvieron una contracción máxima relativa. Además, no se encontraron diferencias significativas en el grosor del músculo transverso abdominal (TrA) en reposo ($p > 0,999$) y t c-max ($p > 0,999$) entre los dos grupos. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en el grosor de la contracción en t 15 s ($p = 0,031$) y t 30 s ($p = 0,010$) entre los dos grupos durante la maniobra de tracción abdominal (ADIM), con mayor grosor de contracción del músculo TrA en el grupo experimental. |

| | | | | | |
|---|------------------------------|--|--|--|--|
| 6 | (Marugán-Rubio et al., 2021) | Estudio de confiabilidad y validez concurrente | 37 atletas con dolor lumbopélvico inespecífico | En este estudio se colocó el dispositivo ortopédico torácico para medir el espesor del diafragma. Las mediciones del espesor del hemidiafragma izquierdo y derecho se realizaron utilizando la técnica RUSI Transcostal en inspiración máxima (T_{ins}), espiración máxima (T_{exp}) y la diferencia entre estos dos parámetros ($T_{ins-exp}$) durante la respiración relajada y se obtuvieron un total de tres imágenes para cada parámetro | El novedoso dispositivo ortopédico torácico propuesto puede permitir la fijación de la sonda de ultrasonido para proporcionar mediciones RUSI transcostales válidas y confiables del espesor diafragmático durante la respiración relajada, reduciendo así algunos errores de medición y evitando errores de medición sistemáticos. Puede ser aconsejable medir el espesor del diafragma y facilitar la biorretroalimentación visual con respecto a la reeducación del diafragma durante la respiración normal en atletas con dolor lumbopélvico inespecífico. |
| 7 | (Kanamoto et al., 2020) | Estudio de cohorte | G1:75 participantes con dolor lumbar agudo | En este estudio participaron pacientes con dolor lumbar agudo. La técnica consistió en palpar la línea de Jacoby para identificar el musculo multifido a nivel de L4/5 y con la ayuda de la ecografía identificaron la apófisis espinosa en la vista axial, sin inclinarla nunca hacia adelante y hacia atrás, después realizaron la hidroliberación guiada por ultrasonido, utilizando 7,0 ml de solución salina inyectada a un ritmo moderado con la aguja (23G, 60 mm). | Las puntuaciones de la escala visual analógica EVA para LBP (cm) antes y 5 minutos después de la hidroliberación fueron $7,19 \pm 1,01$ (media \pm DE) y $2,85 \pm 1,25$, respectivamente ($p < 0,05$). No se observaron correlaciones significativas entre la tasa de mejoría de LBP y la edad. No hubo variaciones de género en la tasa de mejoría. |
| 8 | (Sungnak et al., 2020) | Estudio transversal | 50 | Se utilizó ecografía musculoesquelética para medir el | El grupo iLPC presentó un LM significativamente menor _{ACT} (17%) grupo |

| | | | | | |
|----|---------------------------|------------------------------|---|---|--|
| | | | 25 participantes con deterioro del control lumbopélvico (iLPC). 25 participantes sin dolor lumbar (NoLBP). | espesor del músculo multífido lumbar (LM) en reposo, la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) y la estimulación eléctrica combinada con MVIC, y se utilizó un dinamómetro portátil para registrar la fuerza durante la MVIC y la estimulación eléctrica combinada con MVIC. | NoLBP ($P < 0.05$). No se observó ninguna diferencia significativa en la Fuerza _{GEN} entre los grupos NoLBP y iLPC ($p > .05$). No se observó correlación significativa entre LM _{ACT} y Porcentaje de generación de fuerza (fuerza _{GEN}) ($p > 0.05$). |
| 9 | (Calvo-Lobo et al., 2019) | Estudio de casos y controles | 40 20 participantes de casos con dolor lumbopélvico (LPP) y 20 participantes de control sano | Se comparó el grosor y la excursión del diafragma entre atletas con y sin dolor lumbopelvica mediante RUSI transcotal y transhepático. | Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con un efecto que va de moderado a grande para las reducciones de espesor del diafragma bilateral en t^{ins} y la diferencia de espesor en $t^{ins} - t^{exp}$ de la hemidiafragma derecha para atletas con LPP en comparación con atletas sanos. Los deportistas que padecían LPP presentaron un espesor de diafragma reducido en comparación con los deportistas sanos emparejados. Por lo tanto, estos nuevos hallazgos pueden sugerir que la reeducación del diafragma podría ser un foco principal de intervención relacionada con el rendimiento deportivo, la prevención y la rehabilitación. |
| 10 | (Zheng, et al., 2019) | | | Los participantes realizaron el programa de ejercicios de estabilidad del core durante 45 min, tres veces por semana durante 2 meses. En las primeras 4 semanas, | No hay diferencias en el rendimiento de los músculos centrales locales entre ambos grupos antes del entrenamiento ($p > 0.05$). |

| | | | | | |
|----|--------------------------|---------------------------------|--|---|---|
| | | Estudio clínico “No declara” | 60 participantes sanos | se pidió a los participantes que terminaran la formación primaria. El programa se dividió en tres categorías: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. Durante el entrenamiento, se utilizaron imágenes de ultrasonido de rehabilitación y electromiograma de superficie para proporcionar biorretroalimentación en tiempo real para controlar el mecanismo neuromuscular en el grupo de monitoreo, mientras que el grupo de control no lo hizo. | En comparación con el grupo de control, el valor de la relación de contracción del espesor y el valor del electromiograma integrado de los músculos centrales en el grupo de seguimiento fueron mayores después de 8 semanas de entrenamiento ($p < 0,05$). |
| 11 | (Larivière et al., 2018) | Estudio exploratorio | 62 34 pacientes con dolor lumbar no agudo y 28 sujetos control sanos | En este estudio se probó el efecto de un programa de ejercicios de estabilización lumbar (LSEP) durante 8 semanas en varias medidas RUSI de los músculos LM en pacientes con dolor lumbar. | Los pacientes no mostraron cambios sistemáticos en las medidas RUSI en relación con los controles, a pesar de que se observaron deficiencias en RUSI al inicio (medición dinámica en L5-S1) y a pesar de que los pacientes tuvieron mejoras significativas en el dolor y la discapacidad. Los análisis correlacionales con estos resultados clínicos sugirieron que los pacientes tenían un grosor muscular reducido al inicio que se asoció con una mayor reducción de la discapacidad después de LSEP |
| 12 | (Sutherlin et al., 2018) | Estudio transversal | 50 G1: 34 sin HxLBP y G2: 25 con HxLBP | En este estudio para obtener imágenes del músculo multífido los participantes se colocaron boca abajo o en decúbito supino con un | Las modulaciones del espesor del transversal anterior del abdomen en los participantes con historial de dolor lumbar (HxLBP) disminuyeron en comparación |

| | | | | | |
|----|----------------------|-----------------------|---|--|---|
| | | | | cojín de espuma colocado debajo de las rodillas para las imágenes del transverso del abdomen. Se utilizó La maniobra de retroceso abdominal para todas las medidas contraídas. | con aquellos que no tenían HxLBP, y la posición de prueba influyó en las modulaciones de grosor de TrA ($P < 0,01$). No se observaron diferencias para las modulaciones de grosor de LM entre grupos o posiciones ($P > 0,05$). Las modulaciones del espesor del musculo multífido no presentaron diferencias entre grupos o posiciones. |
| 13 | (Linek et al., 2017) | Estudio observacional | 132 61 adolescentes sanos y 71 pacientes con escoliosis idiopática del adolescente (AIS) | Se evaluó el espesor del músculo transverso abdominal, oblicuo interno y oblicuo externo en posición supina en reposo y durante la prueba de elevación activa de la pierna estirada (ASLR). El instrumento de imágenes utilizado fue un equipo de diagnóstico por ultrasonido digital. | El grupo de adolescentes con escoliosis idiopática (AIS) demostró un menor espesor en reposo de todos los músculos evaluados de ambos lados ($p < 0,01$). Todos los músculos del lado derecho del cuerpo mostraron mayor actividad en el grupo ALS durante el test ASLR ($p < 0,01$). Los pacientes con AIS tenían EO, IO y TrA más delgados en reposo en posición supina. Durante la prueba ASLR, los pacientes con AIS mostraron una mayor actividad de los músculos EO, IO y TrA del lado derecho. |
| 14 | (Wachi et al., 2017) | Estudio piloto | 24 varones jóvenes sanos | En este estudio se evaluó mediante ecografía y resonancia magnética en un total de 10 sitios, incluidos los lados bilaterales del recto abdominal (partes superior, central e inferior), la pared abdominal y el multífido lumbar. | El espesor muscular (MT) medido por ecografía se correlacionó significativamente con el MT medido por resonancia magnética) y la sección transversal muscular. La aplicación de la ecografía para evaluar el tamaño de los músculos del tronco puede ser una herramienta útil en el ámbito clínico. |
| | (Gong, 2016) | | 30 pacientes con dolor lumbar crónico | El grupo de entrenamiento realizó tres series de carrera en un área | Al comparar el grosor de los músculos abdominales del grupo de entrenamiento |

| | | | | | |
|----|----------------------------|----------------------------------|---|---|--|
| 15 | | Estudio clínico “No declara” | G1: 15 grupo de entrenamiento G2: 15 grupo control | limitada con maniobras de tracción abdominal, tres veces por semana durante seis semanas. El grosor de los músculos abdominales de los sujetos se midió mediante ecografía. | antes y después de este estudio, hubo una diferencia estadística significativa en los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transverso del abdomen. En particular, el grosor del oblicuo abdominal externo y del oblicuo interno aumentó notablemente. Correr in situ en un área limitada acompañado de maniobras de retracción abdominal aumentó el grosor de los músculos abdominales profundos que son la base de la estabilización del tronco. |
| 16 | (Gondhalekar et al., 2016) | Estudio clínico de confiabilidad | 50 G1: 25 con dolor lumbar no específico G2: 25 controles sanos | El grosor del músculo transverso del abdomen (TrA) se evaluó mediante imágenes de ultrasonido de rehabilitación (RUSI). En este estudio se emparejaron por edad y sexo para evitar posibles sesgos de selección. Los participantes ejecutaron la prueba de extensión de espalda de pie, se incluyó dos visitas con un intervalo de 24 a 48 horas, a la misma hora del día. Las imágenes del músculo transverso del abdomen se adquirieron durante la maniobra | La prueba de extensión de espalda de pie mostró muy buena confiabilidad intraevaluador y buena entre evaluadores. La prueba de extensión de la espalda en posición de pie mostró una confiabilidad intraevaluador muy buena (96%) y una buena confiabilidad interevaluador (94%) y un AUC alto para el músculo TrA. Se determinó que la prueba de extensión de la espalda en posición de pie era una medida confiable y válida para detectar el subgrupo de extensión pasiva para deterioro del control motor (DCL) en sujetos con dolor lumbar. |
| | (Tahan et al., 2016) | Estudio Clínico “No declara” | 156 sujetos sanos Hombres: 75 y mujeres:81 | En este estudio a través de la ecografía un fisioterapeuta midió el grosor de los músculos oblicuo interno, oblicuo externo, transverso del abdomen y recto del abdomen, para ello los participantes se | Se encontró un patrón normal de orden creciente. Los hombres tenían músculos abdominales significativamente más gruesos que las mujeres. La edad se correlacionó significativamente con el grosor de los músculos oblicuo interno, |

| | | | | | |
|----|---------------------------|------------------------------|--|---|---|
| 17 | | | | <p>colocaron en decúbito supino mientras se colocaban almohadas debajo de la cabeza y las rodillas, se midió la parte derecho e izquierdo.</p> | <p>oblicuo externo y recto abdominal. El índice de masa corporal también se correlacionó positivamente con el grosor del músculo recto abdominal y oblicuo externo.</p> <p>La edad se correlacionó significativamente con el grosor de los músculos oblicuo interno, oblicuo externo y recto abdominal. El índice de masa corporal también se correlacionó positivamente con el grosor de los músculos recto abdominal y oblicuo externo.</p> |
| 18 | (Wang-Price et al., 2016) | Estudio Clínico “No declara” | <p>42 G1:21 adultos asintomáticos G2:21 pacientes con dolor lumbar</p> | <p>Se dio instrucciones que se seleccionaron al azar para minimizar los efectos del aprendizaje y la fatiga. Se utilizó instrucciones verbales para provocar las contracciones del músculo multífido lumbar: (1) respirar normalmente y sin mover la columna, hinchar el músculo debajo del transductor (2) respirar normalmente y sin mover la columna, acercar el ombligo hacia la columna vertebral y (3). respirando normalmente y sin mover la columna, piensa en inclinar la pelvis, pero sin hacerlo realmente. Para garantizar la coherencia de las mediciones, las imágenes de ultrasonido del</p> | <p>Las mediciones tuvieron una confiabilidad de buena a excelente, con valores de índice de masa corporal (ICC) que oscilan entre 0,76 y 0,91. Los resultados del estudio sugieren que ambos grupos respondieron de manera similar a las tres instrucciones verbales. Las instrucciones verbales pueden aumentar el grosor del músculo multífido lumbar en diferentes cantidades en L4-5, pero en la misma cantidad en L5-S1.</p> |

| | | | | | |
|----|------------------------|------------------------------|--|--|--|
| | | | | músculo en reposo y durante la contracción se colocaron arriba y abajo en la misma pantalla durante las evaluaciones del grosor del músculo multífido. | |
| 19 | (Rostami et al., 2015) | Estudio Clínico “No declara” | 38 G1: 14 ciclistas profesionales todoterreno competitivos con dolor lumbar G1: 24 controles | En el grupo de casos se realizó mediciones ultrasónicas de los músculos del tronco, además se evaluó la flexibilidad, fuerza y resistencia. En las mediciones ecográficas los sujetos no podían ver la pantalla para evitar efectos de retroalimentación, además se utilizó un gel de ultrasonido adecuado entre el transductor y la piel para aumentar el área de contacto y minimizar la necesidad de una presión interna inadecuada de la sonda | Los datos mostraron un grosor significativamente menor del transverso abdominal (TrA) y área de sección transversal (CSA) de los músculos LM en ciclistas con dolor lumbar en comparación con los controles en todas las posiciones. No se encontró resultado significativo en cuanto a la flexibilidad de los sujetos en el grupo de casos en comparación con los controles. Además, se encontró que no hay diferencias significativas en la fuerza isométrica de la espalda de los sujetos entre los grupos. Sin embargo, encontramos que los sujetos con dolor lumbar tienen una menor resistencia en dinamometría de espalda con el 50% de su fuerza isométrica máxima de espalda. |
| 20 | (Huang et al., 2014) | Estudio Clínico “No declara” | 15 hombres:4 y mujeres:11 dolor lumbar crónico | Para este estudio el participante se colocó en decúbito lateral dejando la zona dolorosa hacia arriba, se aplicó el patrón pélvico inferior frontal y el patrón pélvico inferior hacia atrás realizo una contracción máxima la se realizó una contracción máxima que se mantuvo durante 5 segundos, en ese | El coeficiente de correlación intraclase del área transversal del músculo multífido medido por ecografía fue excelente. Los resultados muestran que la medición con imágenes de ultrasonido se puede utilizar en el tratamiento del LBP como una evaluación objetiva. |

| | | | | | |
|----|----------------------------|---|---|--|--|
| | | | | momento se midieron las áreas transversales del músculo multífido bilateral. Cada medición se realizó dos veces. | |
| 21 | (Sweeney et al., 2014) | Estudio observacional | 20 G1: 10 participantes con CLBP G2: 10 participantes controles | Se utilizaron imágenes de ultrasonido de rehabilitación para medir el espesor del multífido lumbar (LM) y el cambio porcentual del espesor en L4/L5 y L5/S1 en cuatro posiciones; boca abajo en reposo, boca abajo durante la activación con un levantamiento de brazo contralateral (CAL), de pie en reposo y de pie durante la activación con un CAL. Se utilizaron pruebas independientes y pareadas para calcular las diferencias en el grosor del LM y el cambio porcentual del grosor entre los grupos, y también entre los lados en el grupo con dolor lumbar crónico (CLBP). | Hubo una diferencia significativa en el cambio porcentual del grosor de LM al estar de pie durante la activación con un CAL; el CLBP demostró un mayor porcentaje de aumento de espesor en L5/S1 en comparación con los controles. No hubo diferencias entre grupos en el nivel L4/L5. Tampoco hubo diferencias entre los grupos en cuanto al grosor del LM o el cambio porcentual del grosor en decúbito prono o de pie en reposo, o durante la activación con un CAL en decúbito prono. Dentro del grupo CLBP, no se encontraron diferencias significativas entre los lados. |
| 22 | (McPherson & Watson, 2014) | Estudio prospectivo longitudinal intrasujeto de medidas repetidas | 19 participantes asintomáticos | Se realizó 3 pruebas de 5 tareas funcionales antes de recibir cualquier entrenamiento. Luego se les informó sobre la maniobra de retracción abdominal a través de materiales educativos. A continuación, cada adulto recibió un entrenamiento individualizado mientras estaba en posición supina | Los adultos asintomáticos que completaron con éxito una sesión corta de entrenamiento de activación de TrA en posición supina con retroalimentación ecográfica de la activación de TrA pudieron aumentar su activación de TrA durante tareas de levantamiento y alcance de cargas durante al menos 5 meses; se observaron patrones |

| | | | | | |
|----|-----------------------|--------------------------|---|---|--|
| | | | | con retroalimentación del médico guiaba la activación del transverso del abdomen (TrA) | similares de mejora en las sesiones de prueba y las tareas. |
| 23 | (Nabavi et al., 2014) | Estudio de confiabilidad | 15 hombres:13 y mujeres:2 sujetos adultos sanos | Se midió el grosor del músculo del transverso del abdomen y el área de la sección transversal del multifido lumbar Para determinar la confiabilidad, se repitieron las mediciones segunda y tercera con intervalos de media hora y una semana, respectivamente. | El estudio confirmó que la ultrasonografía mostró una confiabilidad buena a alta para el área de la sección transversal de los multifidos lumbares (0,74 y 0,88, respectivamente), así como para las dimensiones anteroposteriores de los multifidos lumbares (0,89 y 0,91, respectivamente) y el grosor transverso del abdomen (0,73 y 0,85, respectivamente). |
| 24 | (Yang & Park, 2014) | Estudio de confiabilidad | 10 participantes con y sin dolor lumbar | En este estudio los participantes realizaron la maniobra de aproximación abdominal (ADIM), se midieron mediante ultrasonido y electromiograma (EMG) de superficie las actividades del transverso abdominal (TrA) y del oblicuo interno (IO), mientras que se midieron las actividades del oblicuo externo (OE) y del recto abdominal (RA) | La actividad del TrA y el EO de todos los participantes en reposo y durante la contracción se incluyeron en los límites de acuerdo del 95%. Esto demuestra una excelente fiabilidad. Además, en el caso de la actividad del IO y del RA, solo un participante estuvo fuera de los límites del 95% de concordancia en reposo y durante la contracción. Cuando estos resultados se consideran en conjunto, las imágenes por ultrasonido en combinación con la EMG de superficie muestran una excelente confiabilidad intraevaluador. |

En esta tabla determinamos que el método RUSI tiene una gran versatilidad ya que pueden ser aplicable para músculos como el recto abdominal, oblicuo interno, oblicuo externo, diafragma y músculos del suelo pélvico. Gracias a ello determinamos que su uso es variable.

4.2 DISCUSIÓN

Las imágenes por ultrasonido de rehabilitación (RUSI) ha demostrado ser útiles para identificar la disfunción de la actividad de los músculos estabilizadores regionales lumbares, específicamente el comportamiento contráctil como afirman los autores (Sweeney et al., 2014). La importancia de este método recae en la versatilidad de su uso para diversos estudios clínicos, ya que muchos han planteado diversas hipótesis en las que se mencionan diferentes músculos como los abdominales, oblicuo interno, oblicuo externo, diafragma, suelo pélvico y el déficit del desarrollo o contractura de estos como causantes del dolor lumbar. Por lo cual, (Dulger et al., 2022; Fuente et al., 2020; Shamsi et al., 2016), han planteado diversas técnicas que incluyen ejercicios, aplicación de resonancia magnética, terapia electromagnética entre otras como métodos para reducir el dolor y mejorar la calidad de vida del paciente.

El método RUSI utiliza tecnología de ultrasonido para crear imágenes de estructuras internas mediante la transmisión de ondas sonoras de alta frecuencia al cuerpo, que rebotan en el transductor, creando imágenes detalladas de tejidos blandos, músculos, tendones y ligamentos (Sicilia-Gomez, et al., 2022). A diferencia de las imágenes estáticas, RUSI permite a los profesionales visualizar estructuras en movimiento, proporcionando información sobre la activación muscular, la mecánica de las articulaciones y otros aspectos dinámicos del movimiento. Esta evaluación dinámica es particularmente valiosa en rehabilitación, donde es esencial comprender cómo se comportan las estructuras durante las tareas funcionales.

Las imágenes por ultrasonido ofrecen una alternativa intuitiva y operativa a los métodos de evaluación subjetiva, permitiendo mediciones en tiempo real en entornos clínicos (Huang et al., 2014). El método RUSI es fundamental para evaluar la mecánica articular durante el movimiento ya que proporciona información sobre la alineación de las articulaciones, el rango de movimiento, la interacción entre músculos y articulaciones. Esta información es valiosa para comprender los problemas biomecánicos que contribuyen al dolor o la disfunción y adaptar las estrategias de rehabilitación en consecuencia. Una de las principales ventajas del método RUSI es su no invasividad; a diferencia de algunas modalidades de imágenes que pueden implicar radiación o inyecciones, el método RUSI utiliza ondas sonoras inofensivas, lo que lo convierte en un método seguro y bien tolerado.

Según, (Perez et al., 2023), esta naturaleza no invasiva es particularmente ventajosa en entornos de rehabilitación donde pueden ser necesarias evaluaciones repetidas. Los practicantes pueden observar cómo los músculos y las estructuras responden inmediatamente a diferentes ejercicios e intervenciones. Esta retroalimentación inmediata mejora la precisión de los programas de rehabilitación, permitiendo ajustes sobre el terreno basados en resultados visualizados.

En comparación con ciertas modalidades de imágenes, el método RUSI suele ser más rentable. Según, (Varol et al., 2023), la ecografía es un equipo que generalmente es

portátil, menos costoso que otras tecnologías de imágenes y proporciona información en tiempo real, lo que lo hace accesible a una gama más amplia de profesionales y entornos de rehabilitación; por tanto, esta rentabilidad contribuye a su adopción generalizada en la práctica de rehabilitación.

Sin embargo, la interpretación de imágenes ecográficas requiere experiencia y algunos matices pueden resultar difíciles de discernir. Diferenciar entre estructuras normales y anormales, identificar cambios sutiles y correlacionar los hallazgos con los síntomas clínicos puede ser complejo, siendo necesaria la colaboración entre profesionales de la rehabilitación y radiólogos ya que puede resultar beneficiosa en casos difíciles.

Si bien el método RUSI es una herramienta valiosa, es esencial reconocer sus limitaciones. Destaca en la visualización de estructuras superficiales, pero para una evaluación integral, puede ser necesaria la colaboración con radiólogos que utilizan otras modalidades de imágenes. Cada método tiene sus puntos fuertes y, a menudo, un enfoque integrador proporciona los conocimientos más completos.

Según, (Marugán-Rubio et al., 2022), indica que el uso del método RUSI evalúa los desequilibrios musculares en los atletas. Es una herramienta dinámica que nos permite visualizar cómo los músculos responden a movimientos y ejercicios específicos. Esta información es fundamental para diseñar programas de entrenamiento específicos para optimizar el rendimiento y prevenir lesiones.

Los artículos de, (Varol et al., 2023; Lin, Zhu, Zheng, Huang, et al., 2021; Zheng et al., 2019), señala que las imágenes por ultrasonido de rehabilitación (RUSI) se han convertido en una herramienta valiosa en el campo de la rehabilitación, que ofrece visualización en tiempo real de las estructuras musculoesqueléticas durante el movimiento. Según, (Molina-Hernández et al., 2023), menciona que, a pesar de todas sus ventajas, la principal limitación de la ecografía es que esta herramienta es una técnica de imagen operador-dependiente que requiere un cierto grado de formación especializada y una adecuada experiencia del examinador que realiza la valoración.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los resultados obtenidos demuestran de manera consistente la eficacia de esta técnica en la evaluación precisa de la musculatura lumbar, permitiendo una identificación más específica de las causas subyacentes del dolor. Además, se evidencia su utilidad en la planificación de intervenciones personalizadas, promoviendo así enfoques terapéuticos más eficientes y dirigidos. La aplicación del método RUSI emerge como un valioso recurso para mejorar la toma de decisiones clínicas, ofreciendo información detallada sobre la estructura y función muscular, lo que contribuye a una atención más efectiva y orientada a resultados positivos en el manejo de la lumbalgia inespecífica.
- La evaluación cualitativa del método RUSI como parte del tratamiento para pacientes con lumbalgia inespecífica revela una perspectiva prometedora en el ámbito clínico. Los análisis detallados sugieren que este enfoque no solo ofrece una comprensión más profunda de la anatomía y función musculoesquelética, sino que también presenta beneficios notables en la personalización de las estrategias terapéuticas. La capacidad del método RUSI para identificar patrones específicos de compromiso muscular proporciona una base sólida para la elaboración de planes de tratamiento individualizados, permitiendo a los profesionales de la salud abordar las necesidades específicas de cada paciente.
- La mejora en la precisión diagnóstica y la monitorización del progreso durante la intervención contribuyen a una atención más efectiva y centrada en resultados positivos. Aunque se requieren más investigaciones para validar completamente su eficacia, los resultados cualitativos hasta la fecha sugieren que la inclusión del método RUSI en el tratamiento de la lumbalgia inespecífica puede representar un avance significativo en la mejora de la calidad de vida de los pacientes y en la optimización de los protocolos terapéuticos en el ámbito de la salud lumbar.
- Las imágenes por ultrasonido de rehabilitación (RUSI) han emergido como una herramienta invaluable en el tratamiento de pacientes con lumbalgia inespecífica. La capacidad de RUSI para identificar la disfunción de los músculos estabilizadores lumbares, especialmente en términos de comportamiento contráctil, proporciona una visión detallada de la actividad muscular durante la activación. Esta técnica demuestra ser versátil en estudios de caso y experimentales, ofreciendo una perspectiva única sobre músculos como los abdominales, diafragma y suelo pélvico, contribuyendo a la comprensión de posibles causas del dolor lumbar.

5.2 Recomendaciones

- Los fisioterapeutas cuentan con esta alternativa a aplicar como medio de tratamiento para aquellos pacientes que presenten dolor lumbar por ende se recomienda que su empleo debe llevarse a cabo teniendo presente sus efectos en cuanto a lo que necesite cada paciente.

- Se necesitarán más estudios acerca del método RUSI aplicado a otras patologías con diferentes poblaciones y edades que determine en mayor proporción la funcionalidad.
- Capacitar periódicamente a los fisioterapeutas sobre la aplicación del método RUSI con el fin de determinar la evaluación morfológica y funcional de la musculatura a tratar y aplicar instrucciones verbales y táctiles para una mejor evolución.
- Para la evaluación de un paciente con dolor lumbopélvico se deberá basar en una previa anamnesis y un razonamiento clínico el cual se complementara con la ecografía donde se evalúa el control motor de la pared abdominal y los multífidos, se valora la posible disfunción del suelo pélvico ya que estudios relacionan este dolor con disfunciones musculares de estas zona que pueden estar acompañados de incontinencia urinaria, prolapso de órganos pélvicos y disfunciones sexuales y por supuesto la función respiratoria que se encuentra muy ligada a estas estructuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A., & Herrera, A. (2014). Epidemiología en Acción Lumbalgia: una dolencia muy popular y a la vez desconocida, *Comunidad y Salud*, 11(2), 80-89. <http://ve.scielo.org/pdf/cs/v11n2/art10.pdf>
- Calvo-Lobo, C., Almazán-Polo, J., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Palomo-López, P., Rodríguez-Sanz, D., & López-López, D. (2019). Ultrasonography comparison of diaphragm thickness and excursion between athletes with and without lumbopelvic pain. *Physical Therapy in Sport*, 37, 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.015>
- Cervantes, J., García, R., & Torres, Y. (2019). Diagnóstico de lumbalgia en estudiantes universitarios del área de salud, *Revista Medicina Legal de Costa Rica*, 36(1), 5-12. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100043
- Chavarría, J., (2014). Lumbalgia: causas, diagnóstico y manejo, *Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica*, 71(611), 447 – 454. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=51255>
- Daigle, F., Léonard, G., Émond, M., Benoit-Piau, J., & Gaudreault, N. (2022). Comparison of the Pressure Biofeedback Unit and Real-Time Ultrasound Imaging as Feedback Tools to Contract the Transversus Abdominis Muscle: A Randomized Controlled Trial in Healthy Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 45(1), 25. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000295>
- Dülger E, Bilgin S, Karakaya J, Soyulu AR. Comparison of two different feedback techniques for activating the transversus abdominis: An observational study. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2022;35(2):357-361. doi: 10.1519/JPT.0000000000000295
- Fosberg, K. K., Puentedura, E., Schmitz, B., Jain, T. K., & Cleland, J. A. (2020). The Effects of Thrust Joint Manipulation on the Resting and Contraction Thickness of Transversus Abdominis in Patients With Low Back Pain: A Randomized Control Trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 43(4), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.04.006>
- Fuente, C., Silvestre, R., Baechler, P., Gemigniani, A., Grunewaldt, K., Vassiliu, M., Wodehouse, V., Delgado, M., & Carpes, F. P. (2020). Intrasession Real-time Ultrasonography Feedback Improves the Quality of Transverse Abdominis Contraction. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 43(8), 816–823. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.10.017>
- Gondhalekar GA, Kumar SP, Eapen C, Mahale A. Reliability and Validity of Standing Back Extension Test for Detecting Motor Control Impairment in Subjects with Low Back Pain. *J Clin Diagn Res.* 2016 Jan;10(1):KC07-11. doi: 10.7860/JCDR/2016/14987.7142.
- Gong, W. (2016). The effects of running in place in a limited area with abdominal drawing-in maneuvers on abdominal muscle thickness in chronic low back pain patients. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(4), 757–762. <https://doi.org/10.3233/BMR-160686>

- Huang, Q., Li, D., Zhang, Y., & Huo, M. (2014). The Reliability of Rehabilitative Ultrasound Imaging of the Cross-sectional Area of the Lumbar Multifidus Muscles in the PNF Pattern. *J Phys Ther Sci.* 26(10):1539-41. doi: 10.1589/jpts.26.1539.
- Inga, S., Rubina, K., & Mejia, C. (2021). Factores asociados al desarrollo de dolor lumbar en nueve ocupaciones de riesgo en la serranía peruana, *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 30,(1), 1-9. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552021000100048
- Jopowics, R., Jopowics, L, Czarnocki., L, et al. (2017). Usos actuales de las imágenes por ultrasonido en la rehabilitación musculoesquelética, *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*,6(19), 1-10. file:///C:/Users/COMPUTERS/Downloads/1-Jopowicz_Layout-1.pdf
- Kanamoto, H., Orita, S., Inage, K., Shiga, Y., Abe, K., Eguchi, Y., & Ohtori, S. (2021). Effect of Ultrasound-Guided Hydrorelease of the Multifidus Muscle on Acute Low Back Pain. *J Ultrasound Med.* 40(5):981-987. doi: 10.1002/jum.15473
- Larivière, C., Gagnon, D. H., Henry, S. M., Preuss, R., & Dumas, J. P. (2018). The Effects of an 8-Week Stabilization Exercise Program on Lumbar Multifidus Muscle Thickness and Activation as Measured With Ultrasound Imaging in Patients With Low Back Pain: An Exploratory Study. *PM and R*, 10(5), 483–493. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.10.005>
- Larivière, C., Henry, S. M., Gagnon, D. H., Preuss, R., & Dumas, J.-P. (2019). Ultrasound Measures of the Abdominal Wall in Patients with Low Back Pain Before and After an 8-week Lumbar Stabilization Exercise Program, and Their Association With Clinical Outcomes. *PM&R*, 11(7), 710-721. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12000>
- Lin, S., Zhu, B., Zheng, Y., Huang, G., Zeng, Q., & Wang, C. (2021). Effect of real-time ultrasound imaging for biofeedback on trunk muscle contraction in healthy subjects: a preliminary study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04006-0>
- Linek, P., Saulicz, E., Kuszewski, M., & Wolny, T. (2017). Ultrasound Assessment of the Abdominal Muscles at Rest and during the ASLR Test among Adolescents with Scoliosis. *Clinical Spine Surgery*, 30(4), 181–186. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000055>
- Lomelí, A & Larrinúa, J. (2019). Biomecánica de la columna lumbar: un enfoque clínico, *Acta Ortopédica Mexicana*, 33(3),185-191. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022019000300185
- Madadi-Shad, M., Jafarnehadgero, A. A., Sheikhalizade, H., & Dionisio, V. C. (2020a). Effect of a corrective exercise program on gait kinetics and muscle activities in older adults with both low back pain and pronated feet: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait and Posture*, 76, 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.12.026>
- Marugán-Rubio, D., Chicharro, J. L., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Rodríguez-Sanz, D., Vicente-Campos, D., Dávila-Sánchez, G. J., & Calvo-

- Lobo, C. (2021). Concurrent Validity and Reliability of Manual Versus Specific Device Transcostal Measurements for Breathing Diaphragm Thickness by Ultrasonography in Lumbopelvic Pain Athletes. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(13), 4329. <https://doi.org/10.3390/s21134329>
- McPherson, S. L., & Watson, T. (2014). Training of Transversus Abdominis Activation in the Supine Position With Ultrasound Biofeedback Translated to Increased Transversus Abdominis Activation During Upright Loaded Functional Tasks. *PM and R*, 6(7), 612–623. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.11.014>
- Ministerio de Salud Popular (MSP). Dolor Lumbar. Guía Práctica Clínica (GPC). (2016). https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/02/GU%C3%8DA-DOLOR-LUMBAR_16012017.pdf
- Molina-Hernández, N., López Chicharro, J., Becerro-De-Bengoa-Vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Rodríguez-Sanz, D., Vicente-Campos, D., Marugán-Rubio, D., Gutiérrez-Torre, S. E., & Calvo-Lobo, C. (2023). Ultrasonographic reliability and repeatability of simultaneous bilateral assessment of diaphragm muscle thickness during normal breathing. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 13(10), 6656–6667. <https://doi.org/10.21037/qims-23-329>
- Nabavi, N., Mosallanezhad, Z., Haghghatkhah, H. R., & Ali Mohseni Bandpeid, M. (2014). Reliability of rehabilitative Ultrasonography to measure transverse abdominis and multifidus muscle dimensions. *Iranian Journal of Radiology*, 11(3). <https://doi.org/10.5812/iranjradiol.21008>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>
- Perez, A. M., Fernández-Carnero, S., Sicilia-Gomez-de-Parada, C., Cuenca-Zaldívar, N., Naranjo-Cinto, F., Pecos-Martín, D., Gallego-Izquierdo, T., & Nuñez-Nagy, S. (2023). Diaphragmatic Activation Correlated with Lumbar Multifidus Muscles and Thoracolumbar Fascia by B-Mode and M-Mode Ultrasonography in Subjects with and without Non-Specific Low Back Pain: A Pilot Study. *Medicina (Lithuania)*, 59(2). <https://doi.org/10.3390/medicina59020315>
- Romero, C., Bravo, M., Ruiz, B., Almazán, J., López, D., Blanco, M., Téllez, P., & Calvo, C. (2021). Current advances and research in ultrasound imaging to the assessment and management of musculoskeletal disorders. *Disease-a-Month*, 67(3). <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2020.101050>
- Rostami, M., Ansari, M., Noormohammadpour, P., Mansournia, M. A., & Kordi, R. (2015). Ultrasound assessment of trunk muscles and back flexibility, strength and endurance in off-road cyclists with and without low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(4), 635–644. <https://doi.org/10.3233/BMR-140559>
- Rouvière, H., & Delmas, A., 2005. ANATOMÍA HUMANA descriptiva, topográfica y funcional. Editorial Masson. Ed. 11ª.
- Santos, C., Donoso, R., Ganda, M., et al., (2020). Dolor lumbar: revisión y evidencia de tratamiento, *Revista Médica Clínica Las Condes*, 31,(5-6), 387-395. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864020300717>

- Seguí, M & Gervas, J. (2020). Definición de dolor lumbar Medicina de Familia. SEMERGEN,(28),(1),21-41. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-el-dolor-lumbar-13025464>
- Shamsi, M. B., Sarrafzadeh, J., Jamshidi, A., Zarabi, V., & Pourahmadi, M. R. (2016). The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(4), 277–283. <https://doi.org/10.3109/09593985.2016.1138559>
- Sicilia-Gomez, C., Fernández-Carnero, S., Martín-Perez, A., Cuenca-Zaldívar, N., Naranjo-Cinto, F., Pecos-Martín, D., Cervera-Cano, M., & Nunez-Nagy, S. (2022). Abdominal and Pelvic Floor Activity Related to Respiratory Diaphragmatic Activity in Subjects with and without Non-Specific Low Back Pain. *Diagnostics*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102530>
- Sungnak, P., Songjaroen, S., Krityakiarana, W., Wang, K., Richards, J., & Wattananon, P. (2022). Individuals With Impaired Lumbopelvic Control Demonstrate Lumbar Multifidus Muscle Activation Deficit Using Ultrasound Imaging in Conjunction With Electrical Stimulation: A Cross-sectional Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 103(10):1951-1957. doi: 10.1016/j.apmr.2022.02.010
- Sutherland, M. A., Gage, M., Colby Mangum, L., Hertel, J., Russell, S., Saliba, S. A., & Hart, J. M. (2018). Changes in muscle thickness across positions on ultrasound imaging in participants with or without a history of low back pain. *Journal of Athletic Training*, 53(6), 553–559. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-491-16>
- Sweeney, N., O’Sullivan, C., & Kelly, G. (2014). Multifidus muscle size and percentage thickness changes among patients with unilateral chronic low back pain (CLBP) and healthy controls in prone and standing. *Manual Therapy*, 19(5), 433–439. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.04.009>
- Tahan, N., Khademi-Kalantari, K., Mohseni-Bandpei, M. A., Mikaili, S., Baghban, A. A., & Jaberzadeh, S. (2016). Measurement of superficial and deep abdominal muscle thickness: An ultrasonography study. *Journal of Physiological Anthropology*, 35(1). <https://doi.org/10.1186/s40101-016-0106-6>
- Teyhen, D., & Koppenhaver, S. (2014). Ecografía de rehabilitación, *Revista de fisioterapia*, 57, (3), 196. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955311700443?via%3Dihub>
- Varol, U., Sánchez-Jiménez, E., Leloup, E. A. A., Navarro-Santana, M. J., Fernández-de-las-Peñas, C., Sánchez-Jorge, S., & Valera-Calero, J. A. (2023). Correlation between Body Composition and Inter-Examiner Errors for Assessing Lumbar Multifidus Muscle Size, Shape and Quality Metrics with Ultrasound Imaging. *Bioengineering*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/bioengineering10020133>
- Vicente-Campos, D., Sanchez-Jorge, S., Terrón-Manrique, P., Guisard, M., Collin, M., Castaño, B., Rodríguez-Sanz, D., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Chicharro, J. L., & Calvo-Lobo, C. (2021). The Main Role of Diaphragm Muscle as a Mechanism of Hypopressive Abdominal Gymnastics to Improve Non-Specific

- Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 10(21), 4983. <https://doi.org/10.3390/jcm10214983>
- Wachi, M., Suga, T., Higuchi, T., Misaki, J., Tsuchikane, R., Tanaka, D., Miyake, Y., & Isaka, T. (2017.). Applicability of ultrasonography for evaluating trunk muscle size: a pilot study. *J Phys Ther Sci*, 29(2):245-249. doi: 10.1589/jpts.29.245
- Wang-Price, S., Zafereo, J., Brizzolara, K., Sokolowski, L., & Turner, D. (2017). Effects of different verbal instructions on change of lumbar multifidus muscle thickness in asymptomatic adults and in patients with low back pain. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 25(1), 22–29. <https://doi.org/10.1179/2042618615Y.0000000021>
- Whittaker, J., Ellis, R., Hodges, P., O'Sullivan, C., Fernandez, S., Arias, J., Teyhen, D., & Stokes, M. (2019). Imaging with ultrasound in physical therapy: What is the PT's scope of practice? A competency-based educational model and training recommendations. *British Journal Deportes Med*, 53(23), 1-7. https://www.researchgate.net/publication/332661900_Imaging_with_ultrasound_in_physical_therapy_What_is_the_PT's_scope_of_practice_A_competency-based_educational_model_and_training_recommendations
- Yang, K.-H., & Park, D.-J. (2014). Reliability of ultrasound in combination with surface electromyogram for evaluating the activity of abdominal muscles in individuals with and without low back pain. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10(4), 230–235. <https://doi.org/10.12965/jer.140138>
- Zheng, Y., Ke, S., Lin, C., Li, X., Liu, C., Wu, Y., Xin, W., Ma, C., Wu, S., & Wieczorek, A. (2019). Effect of core stability training monitored by rehabilitative ultrasound image and surface electromyogram in local core muscles of healthy people. *Pain Research and Management*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9130959>

ANEXOS

Anexo 1. Escala de PEDro

Escala PEDro-Español

| | |
|---|--|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos) | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 3. La asignación fue oculta | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |

Anexo 2.

Figura 1: Imágenes ecográficas de los músculos TrA, oblicuo interno (IO) y oblicuo externo (EO)

