



FACULTAD DE CIENCIAS DE SALUD

**¿Cuáles son los posibles usos kinésicos de la ecografía
mencionados por la literatura de investigación? Una revisión
de alcance.**

Estudiante: Facundo Nicolas Yañez

Legajo: 29276

Director/es: Guillermo Schoua

Co-director/es: Lucas Mamud Meroni

Trabajo Final de Integración para acceder al título de Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatria.

2025

ÍNDICE

Autores.....	3
Resumen.....	3
Introducción.....	6
Pregunta de revisión.....	8
Estado de Arte.....	9
Marco teórico.....	15
1. Ecografía y Kinesiología.....	15
1.1. RUSI :.....	15
1.2. Historia de la práctica Ecográfica por Kinesiólogos.....	18
1.3. Enfoque Internacional.....	21
1.4. Formación.....	23
2. Ecografía en el proceso de Atención Kinésica.....	25
2.1. Evaluación.....	25
2.2. Biorretroalimentación.....	28
2.3. Diagnóstico Musculoesquelético.....	30
2.4. Procedimientos ecoguiados.....	32
2.5. Investigación.....	35
3. Fiabilidad y Validez de la Ecografía en la práctica Kinésica.....	38
3.1. Fiabilidad.....	38
3.2. Ecografía como examen complementario.....	40
- 3.2.1. Versus otros Exámenes Complementarios.....	41
- 3.2.2. Ecografía versus Palpación.....	45
4. Diferencias Interprofesionales.....	46
Metodos.....	48
Estrategia de búsqueda.....	49
Estudio/Selección de fuentes de evidencia.....	50
Extracción de datos.....	50
Criterios de Inclusión.....	52
Población (Participantes).....	52
Concepto.....	52
Contexto.....	53
Tipos de fuentes.....	53
Resultados.....	54
Resultados de la búsqueda.....	54
Inclusión de fuentes de evidencia.....	55
Características del estudio de los artículos incluidos.....	56
Resultados de la revisión.....	60
Discusión.....	68

Brecha de Evidencia.....	72
Futuras direcciones de Investigación.....	72
Fortalezas y Limitaciones de la revisión.....	72
Conclusiones.....	73
Conflictos y Reconocimientos.....	73
Expresiones de gratitud.....	73
Fondos.....	74
Declaraciones.....	74
Conflictos de intereses.....	74
Referencias.....	75
Apendice.....	134
Apéndice 1. Ejemplo de tabla extracción de datos aplicada.....	134

¿Cuáles son los posibles usos Kinésicos de la Ecografía mencionadas por la literatura de investigación? Una revisión de alcance.

Autores

Facundo Nicolas Yañez ¹

Director de Trabajo

Guillermo Schoua ²

1. Estudiante de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría. Correo:

[Facundo Nicolas Yañez](#)

2. Profesor de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría. Correo:

[Guillermo Benjamin Schoua](#)

Resumen

Objetivo

El objetivo de esta revisión de alcance es identificar aquellas aplicaciones ecográficas ejecutadas por kinesiólogos, a partir de la revisión de estudios de investigación.

Introducción

Desde hace tiempo se reconoce la importancia y los beneficios de las “imágenes de ultrasonido en rehabilitación” (traducción del inglés Rehabilitative Ultrasound Imaging, RUSI), dentro de un campo emergente en la investigación kinesica, esta revisión de alcance se realizará con el objetivo de resumir y difundir aquellas aplicaciones de la RUSI descriptas por la literatura.

Criterios de inclusión

Se incluirán aquellos artículos con profesionales de la kinesiología (kinesiólogos, fisioterapeutas, terapistas físicos, etc.) que utilicen ecografía en humanos de cualquier edad.

Uso de RUSI con ecografía 2D para fines de evaluación o intervención en salud

musculoesquelética. Se excluirán aquellos artículos con profesionales no kinesiólogos, ecografía en animales, ecografía 3D/4D, validación de dispositivos, literatura gris (tesis, guías, reportes técnicos).

Métodos

La revisión se realizó siguiendo la metodología del Instituto Joanna Briggs (JBI). Se aplicó una estrategia de búsqueda en tres fases para localizar estudios publicados y no publicados en bases de datos como PubMed, Cochrane, Dialnet y DOAJ, utilizando términos específicos y filtros predefinidos. Se incluyeron estudios en inglés y español desde el año 2000 en adelante. La selección de estudios fue realizada por el autor principal, quien también extrajo los datos utilizando una hoja de cálculo compartida. Se extrajeron datos población, diseño, tipo de aplicación ecográfica, área de la kinesiología, resultados, barreras y facilitadores siguiendo las directrices PRISMA-ScR para el posterior análisis descriptivos.

Resultados

Se identificaron un total de 1047 estudios registrados en las bases de datos de Medline, Central, Dialnet y DOAJ. De los cuales 228 cumplieron con los criterios de inclusión a la revisión. Dentro de estos estudios registrados desde el 2003 al 2025, se identificaron 16 tipos de aplicaciones ecográficas, para evaluar a 55 distintas poblaciones, se reconocieron 14 barreras, 23 facilitadores, y se extrajeron un total de 70 datos sobre la experiencia de los kinesiólogos que practican ecografía.

Conclusiones

Se identificaron prácticas ecográficas potencialmente ejecutables por kinesiólogos, destacando sus usos específicos y objetivos beneficiosos para la profesión. Existen diferentes barreras y facilitadores para la implementación de la ecografía en kinesiología, siendo la falta de investigación y la consideración de la ecografía como una herramienta no invasiva las más reconocidas. En cuanto a la experiencia de los profesionales, el promedio de años de práctica para los kinesiólogos evaluadores experimentados fue de 6.04 ± 3.57 años, mientras que los novatos reportaron un promedio de 17.26 ± 18.17 horas de experiencia.

Palabras clave: Ecografía; RUSI; Fisioterapia; Musculoesquelético; Imagen de ultrasonido

Abstract

Objective

The objective of this scoping review is to identify ultrasound applications performed by physical therapists, based on a review of research studies.

Introduction

The importance and benefits of Rehabilitative Ultrasound Imaging (RUSI) have long been recognized within an emerging field of physical therapy research. This scoping review will summarize and disseminate the RUSI applications described in the literature.

Inclusion Criteria

Articles with physical therapists (kinesiologists, physical therapists, etc.) who use ultrasound in humans of any age will be included. Use of RUSI with 2D ultrasound for musculoskeletal health assessment or intervention purposes. Articles with non-physiotherapist professionals, animal ultrasound, 3D/4D ultrasound, device validation, and gray literature (theses, guidelines, technical reports) will be excluded.

Methods

The review was conducted following the Joanna Briggs Institute (JBI) methodology. A three-phase search strategy was applied to locate published and unpublished studies in databases such as PubMed, Cochrane, Dialnet, and DOAJ, using specific search terms and predefined filters. Studies in English and Spanish from the year 2000 onward were included. Study selection was performed by the lead author, who also extracted data using a shared spreadsheet. Data on population, design, type of ultrasound application, area of physiotherapy, outcomes, barriers, and facilitators were extracted following the PRISMA-ScR guidelines for subsequent descriptive analysis.

Results

A total of 1,047 studies registered in the Medline, Central, Dialnet, and DOAJ databases were identified. Of these, 228 met the review's inclusion criteria. Within these studies, registered from 2003 to 2025, 16 types of ultrasound applications were identified, assessing 55 different populations. 14 barriers and 23 facilitators were identified, and a total of 70 data points were extracted from the experience of physical therapists who perform ultrasound.

Conclusions

Ultrasound practices potentially implementable by physical therapists were identified, highlighting their specific uses and beneficial objectives for the profession. There are various barriers and facilitators to the implementation of ultrasound in physical therapy, with the most recognized being a lack of research and the consideration of ultrasound as a noninvasive tool. Regarding the professionals' experience, the average number of years of practice for experienced physical therapist evaluators was 6.04 ± 3.57 years, while novices reported an average of 17.26 ± 18.17 hours of experience.

Keywords: Ultrasonography; RUSI; Physiotherapy; Musculoskeletal; Ultrasound imaging

Introduccion

Si bien existen registros de “imágenes ecográficas en rehabilitación”, traducción del inglés Rehabilitative Ultrasound Imaging (RUSI) desde 1980, tan solo hace más de una década se reconoce que los especialistas de diversas disciplinas pueden y deben estar capacitados en la utilización de la ecografía dentro de su ámbito de especialización (Nilam J. Soni et al., 2019, p. 1). Desde la perspectiva kinésica, la ecografía representa una herramienta objetiva, dinámica, rápida, eficaz, inocua, en tiempo real y de carácter comparativo para el

estudio de los tejidos, lo que le confiere una gran utilidad en los ámbitos docente, clínico e investigativo (Garrido et al., 2017).

Dentro del marco legal, es importante considerar que la ecografía debe utilizarse como una extensión del examen clínico por parte de los kinesiólogos, y no emplearse de forma aislada con fines diagnósticos (Hazle, 2022). A diferencia de la capacidad de derivación a estudios por imágenes, no se han documentado prohibiciones específicas respecto a las aplicaciones kinésicas de la ecografía.

Aunque su uso está permitido, existe un importante vacío en la formación en imágenes dentro del ámbito de la kinesiología (Contreras, 2022), lo que ha llevado a que el uso de la ecografía sea casi exclusivo de fisioterapeutas de atención primaria (con alcance extendido o título de doctor).

En contraste a la falta de formación, se observa un creciente interés investigativo en el campo de las imágenes ecográficas. "La ecografía diagnóstica es la modalidad de imagen que creo que veremos explotar en el futuro", afirma Hazle (2022).

Actualmente, existe una notable diversidad tanto en los campos kinésicos de aplicación como en los tipos de estudios relacionados a la práctica ecográfica. Por ello, se decidió llevar a cabo una revisión de alcance con el fin de sintetizar y difundir los resultados en un conjunto de evidencia, e identificar posibles vacíos en la literatura científica.

Previo al inicio de esta revisión, se llevó a cabo una búsqueda de diferentes revisiones en bases de datos electrónicas —incluidas la Biblioteca Cochrane (CENTRAL), MEDLINE (*PubMed*) y el *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO)— con el fin de identificar trabajos relacionados con la variable de estudio. No se encontraron revisiones sistemáticas ni de alcance actuales o en curso sobre el tema.

Cabe destacar que esta revisión se enmarca en un contexto académico, como parte de una tesis de grado para la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad de Flores. Por lo tanto, la búsqueda se limitará a bases de datos electrónicas especializadas en el área de la salud, en su mayoría de acceso abierto, utilizando operadores booleanos. Además, se complementará mediante la consulta de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados.

El objetivo de esta revisión es identificar exhaustivamente los posibles usos kinésicos de la ecografía mencionados por la literatura de investigación. Distinguiendo cada campo de la rehabilitación en el que se describan o mencionan prácticas ecográficas realizadas por kinesiólogos. Dicho objetivo surge a partir de la hipótesis de que existen múltiples usos de las RUSI experimentales que, pese a no estar suficientemente evaluados ni reconocidos, podrían aportar beneficios significativos a la práctica kinésica.

Asimismo, con los datos extraídos se buscará destacar aquellas áreas en las que el uso de la ecografía esté más desarrollado, teniendo en cuenta cantidad y tipos de estudio que lo respalden.

Se intentará recopilar la información disponible sobre las barreras y facilitadores de las RUSI que se encuentren descritas dentro de los artículos incluidos. Como último ítem pero no menos importante, se indagará sobre la experiencia en ecografía de aquellos kinesiólogos que la utilizan en su práctica.

Pregunta de revisión

¿Cuáles son los posibles usos kinésicos de la ecografía mencionadas por la literatura de investigación?

¿Cómo contribuye el uso de las RUSI a la práctica kinésica?

¿Cual es el panorama actual con el que se encontrara un Kinesiólogo que quiere hacer uso de la ecografía?

¿Cuáles son las aplicaciones emergentes en este campo de la imagenología?

Estado de Arte

Las *Imágenes de ultrasonido en rehabilitación* (RUSI) han emergido como una herramienta invaluable en la práctica, investigación y rehabilitación kinésica (Whittaker et al., 2019). Desde sus inicios hasta la actualidad, ofreciendo una visión en tiempo real de las estructuras neuromusculoesqueléticas y su función.

La evolución tecnológica y la creciente evidencia han impulsado un interés considerable en la investigación de las RUSI (Hayhurst., 2022). Para comprender el estado actual del conocimiento y las direcciones futuras sobre el tema, es fundamental examinar la literatura publicada en los últimos 5 años.

En cuanto a la prevalencia actual, Kooijman et al. (2020) realizaron una encuesta exploratoria en los Países Bajos, con el objetivo de investigar el uso de la ecografía musculoesquelética en las consultas de fisioterapia. Para ello, se envió un cuestionario a una muestra aleatoria de 1000 propietarios de consultas de fisioterapia de atención primaria.

Dicha encuesta reveló que, una de cada seis consultas de fisioterapia en los Países Bajos ofrece ecografía musculoesquelética, principalmente para pacientes con molestias en el hombro.

Otra encuesta, esta vez de tipo observacional transversal con carácter internacional, fue realizada por Ellis et al. (2020) con el fin de investigar la comprensión de los fisioterapeutas sobre los alcances de la práctica de las RUSI. Teniendo como objetivos secundarios aclarar los contextos profesionales, los usos clínicos y los niveles de capacitación e identificar las barreras que impiden el uso de la ecografía en fisioterapia.

Para dicha encuesta internacional, se ofreció un cuestionario vía internet, disponible en 20 idiomas. Este incluía preguntas que cubrían cinco dominios: (1) características demográficas y profesionales; (2) conocimiento del alcance de la práctica; (3) uso de RUSI; (4) contenido y duración de la formación en RUSI; y (5) barreras percibidas para el uso de RUSI por parte de los fisioterapeutas.

De los 1307 fisioterapeutas colegiados en 49 países que respondieron el cuestionario virtual, el 38 % de los participantes eran usuarios de las RUSI. Reportaron diversos contextos y usos clínicos, reflejados en las categorías de biorretroalimentación, diagnóstico, evaluación, guía de inyección, investigación y docencia.

Por el contrario, la misma encuesta internacional detectó que el 30 % desconocía el alcance de la práctica, el 62 % no utilizaba las RUSI y que la barrera más común fue la falta de formación con un 76 %.

A pesar de que la mayoría de los usuarios (61%) habían utilizado RUSI durante 1 a 5 años, el número de horas de uso de RUSI cada mes varió, con la mayoría (37%) usándolo entre 1 y 5 h al mes y más del 11% lo utilizó durante 30 h o más al mes. En contraste con ello, solo el 30% de los kinesiólogos había recibido sólo capacitación formal, el 8% había asistido sólo a capacitación informal y el 58% había recibido tanto capacitación formal como informal.

Como se mencionó anteriormente, la ecografía puede utilizarse como herramienta de biorretroalimentación visual. Una revisión sistemática de Valera-Calero et al. (2021), se propuso revisar la eficacia de la RUSI para mejorar los programas de ejercicios de control (ECM) motor en comparación con la ausencia de retroalimentación y otros métodos.

Dicha revisión sistemática concluyó que la biorretroalimentación visual RUSI es más eficaz que la táctil o verbal común, para mejorar el rendimiento y la retención de los ECM en

personas sanas. No se observaron diferencias clínicamente significativas entre la biorretroalimentación RUSI y la biorretroalimentación con unidad de presión.

También en el ámbito internacional, Heales et al. (2024) realizaron una encuesta a fisioterapeutas. Aunque esta tenía como objetivo explorar las prácticas para la evaluación de la tendinopatía lateral del codo, indirectamente recabaron datos sobre RUSI.

Heales et al. (2024) entregaron un cuestionario a 299 fisioterapeutas de 8 países miembros de la Federación Internacional de Fisioterapeutas Manuales y Ortopédicos. Los datos de los encuestados revelaron como resultado secundario que, el 36,45% usaba siempre o a menudo la ecografía para evaluación de la columna cervical, el 31,43% a veces y el 32,1% rara vez o nunca.

Sin recaer en aplicaciones específicas, varios estudios publicados han profundizado en el área de la ecografía musculoesquelética diagnóstica (MSK-US) por parte de kinesiólogos. Haciendo énfasis en su integración, autoeficacia y competencias.

Es el caso de Markowski et al. (2022), quienes llevaron a cabo un estudio longitudinal, observacional y de cohorte, con el objetivo de explorar la integración de la MSK-US en la práctica kinésica. Para el cual participaron 16 de los 23 fisioterapeutas contactados, certificados por el "Registered in Musculoskeletal sonography" (RMSK) de la "Alliance for Physician Certification & Advancement" (APCA) y que utilizan las RUSI en la práctica clínica en Estados Unidos.

Este estudio longitudinal, recolectó datos mediante una encuesta en línea creada con el Sistema Electrónico de Captura de Datos de Investigación. Además, los participantes documentaron el uso clínico de las RUSI y los casos significativos mediante diarios semanales y reflexivos en línea durante tres meses.

Los fisioterapeutas certificados por RMSK participantes realizaron 1110 ecografías musculoesqueléticas a lo largo de 110 semanas. Dichos profesionales realizaron un promedio de 7 ecografías musculoesqueléticas semanales (rango 1-25), lo que representa el 28 % del total de casos.

Las exploraciones reportadas en el estudio de Markowski et al. (2022), aportaron información anatómica y patológica significativa en el 100 % de los casos. Siendo la rodilla (n = 281), el hombro (n = 254) y la muñeca (n = 228) las articulaciones exploradas con mayor frecuencia.

Para investigar la autoeficacia de los fisioterapeutas en la MSK-US, Umlauf et al. (2024) realizaron un estudio de métodos mixtos. Dicho estudio, se realizó con el objetivo de describir en qué medida y cómo una estrategia de aprendizaje combinado influye en la autoeficacia de los fisioterapeutas y la transferencia de su formación a la práctica clínica.

Para su evaluación, Kuwik et al. (2024) ofrecieron un cuestionario de 26 ítems, en tres intervalos (antes de la capacitación asincrónica, antes de la capacitación sincrónica y antes de reincorporarse a la práctica clínica.) a 21 fisioterapeutas ambulatorios sin formación previa en ecografía.

Además, este estudio de métodos mixtos entrevistó a los participantes en la semana posterior a la capacitación utilizando una guía de entrevista semiestructurada. Para finalmente realizar un análisis temático examinando las experiencias de los participantes, junto con un análisis de seguimiento para integrar los hallazgos.

Los resultados principales del estudio de Kuwik et al. (2024), sugieren que un enfoque de aprendizaje combinado afecta positivamente la autoeficacia de los fisioterapeutas en el campo de la MSK-US. Sin embargo, los diseños de capacitación futuros deberían

brindar a los estudiantes apoyo adicional, ya que estos reconocieron sus limitaciones y la necesidad de formación longitudinal en un entorno clínico.

Por último, para reconocer las competencias un estudio transversal en nigeria (Onyeso et al., 2022) analizó una muestra de respuesta voluntaria de 400 fisioterapeutas nigerianos, que completaron la versión en línea del Cuestionario de perfiles de imágenes musculoesqueléticas (IM) del fisioterapeuta.

Dicho estudio nacional, se realizó con el objetivo de explorar la autoridad de imagen musculoesquelética, los niveles de capacitación, actitud, utilización y competencia entre los fisioterapeutas clínicos. Entre sus resultados principales, encontraron que el 97,3% de los encuestados indicaron nunca o rara vez realizar una ecografía musculoesquelética y que el 77 % se reportaron incompetentes o muy incompetentes en el uso de ecografías.

Entre estos y otros resultados pertenecientes a diferentes técnicas de imagen musculoesquelética, el estudio de Onyeso et al. (2022) concluyó que la mayoría de los encuestados creía tener autoridad en materia de IM, aunque la Ley de Práctica de Fisioterapia de Nigeria no la establecía explícitamente. Los participantes mostraron una actitud positiva hacia la IM. Sin embargo, los niveles de formación, competencia y utilización de la IM fueron moderados.

Otro desafío para el desarrollo de las RUSI además de la formación y su legislación, es la constante evaluación de fiabilidad entre evaluadores para las distintas técnicas. Es por ello que González-Seguel et al. (2023) realizaron un estudio observacional transversal, con el objetivo de evaluar la fiabilidad interobservador de evaluadores experimentados y novatos.

Para el estudio de fiabilidad se reclutaron 24 kinesiólogos de cuidados críticos; 5 experimentados (> 4 años de experiencia ecográfica) y 19 novatos (sin experiencia previa, por

lo que recibieron entrenamiento de 16 horas) para medir el grosor y eco-intensidad del cuádriceps y tibial anterior.

Después de analizar 960 mediciones de grosor muscular (experimentados = 200 y novatos = 760), González-Seguel et al. (2023) concluyeron que, la fiabilidad interobservador de los experimentados fue excelente y la de los novatos moderada a buena. El nivel de experiencia podría determinar los resultados de fiabilidad.

Dada la naturaleza contemporánea de este campo de investigación relativamente reciente y en constante evolución, la literatura empírica que aborda directamente su aplicación y eficacia de manera sistemática aún es limitada.

Aunque esta tesis es una revisión de alcance y, por lo general, no requiere una sección de antecedentes exhaustiva en el sentido tradicional, se ha considerado crucial proporcionar un contexto actualizado sobre la RUSI. El objetivo no es ahondar en estudios empíricos aislados que se centren en aplicaciones clínicas muy específicas, ya que esto iría en contra del propósito de una revisión de alcance de mapear la literatura existente en un campo amplio.

En su lugar, este apartado busca establecer una comprensión fundamental de la RUSI, su desarrollo y su creciente relevancia en la práctica de la rehabilitación. Sentando así las bases para comprender la necesidad y el valor de llevar a cabo una revisión de alcance o futuras revisiones sistemáticas actualizadas de los posibles usos de la ecografía en kinesiología.

Marco teórico

1. Ecografía y Kinesiología

1.1. RUSI :

Las *imágenes ecográficas en fisioterapia*, traducción del término en inglés *Rehabilitative Ultrasound Imaging* (RUSI), fueron definidas por primera vez en una Declaración de Consenso Internacional como “un procedimiento utilizado por fisioterapeutas para evaluar la morfología y función de los músculos y tejidos blandos durante la ejecución de ejercicios y tareas físicas” (Teyhen, 2006).

Desde la primera edición del Simposio sobre RUSI, celebrado en Houston, Texas, en 2006, se ha señalado que esta técnica puede facilitar la aplicación de intervenciones terapéuticas, además de ofrecer retroalimentación tanto al paciente como al fisioterapeuta (Teyhen, 2006). Actualmente es importante considerar que, la ecografía debe utilizarse como una extensión del examen clínico por parte de los kinesiólogos, y no emplearse de forma aislada con fines diagnósticos (Hazle, 2022).

Aunque la ecografía bidimensional en modo b es la más utilizada, otras técnicas de ecografía son abarcadas dentro del término RUSI, como el modo m, la ecografía de alta frecuencia de cuadros y la elastografía, cuyas pueden brindar beneficios adicionales en la evaluación del movimiento y la deformación del tejido (Whittaker et al., 2007).

Para contextualizar la importancia de su uso, la Declaración de Visión de la American Physical Therapy Association (APTA, 2020) insta a los kinesiólogos a “aprovechar las nuevas tecnologías... para brindar atención directa”. A su vez, la “Guía para la Práctica del Fisioterapeuta” APTA (2001), sugieren que los kinesiólogos deben tener todas las herramientas necesarias para evaluar adecuadamente a los pacientes con afecciones musculoesqueléticas primarias.

Fernández-Carnero et al. (2018) afirman que “el uso de la ecografía en fisioterapia ha crecido de forma exponencial, desarrollando herramientas diagnósticas y técnicas terapéuticas que fortalecen la toma de decisiones clínicas” (p. 1).

Las aplicaciones de la ecografía en kinesiología son cada vez más numerosas, lo que ha dado lugar a herramientas de validación o técnicas de tratamiento que, en algunos casos, permiten aceptar o rechazar hipótesis y realizar un triaje correcto para seleccionar la técnica terapéutica más adecuada y garantizar la atención kinésica más eficaz (Fernández-Carnero et al., 2018).

Sin embargo, persisten inconsistencias en la terminología y en los enfoques de aplicación de la ecografía por parte de los kinesiólogos, “Aunque la evidencia sobre el papel de las RUSI para ayudar en la rehabilitación continúa creciendo, aún quedan muchas preguntas sin respuesta” afirman Koppenhaver et al. (2009).

Las discrepancias entre términos y aplicación, se vinculan en gran medida con la variedad de usos profesionales de la herramienta y con diferencias en la delimitación del alcance de la práctica profesional. Dicho alcance requiere una declaración, que describa las competencias del kinesiólogo dentro del marco regulatorio y la base de evidencia de una jurisdicción determinada (Whittaker et al., 2019).

En el Simposio de 2009 mencionado, se propuso un diagrama conceptual, que grafica la integración de RUSI en el campo de la imagenología (Figura 1), a su vez destaca la importancia de las RUSI dentro de la práctica kinésica, los límites profesionales y las áreas de intersección con otras disciplinas sanitarias. El mismo diagrama fue reformulado y actualizado en la Segunda Edición del Simposio de Imágenes Ultrasonográficas Rehabilitadoras, realizado en Madrid 2016 (Figura 2), Este nuevo modelo introduce un concepto surgido de la introducción de procedimientos invasivos que en el campo de la

kinesiología se inició en España con el EPI®, EPTE®, PHYSIO INVASIVA®, EPE® y continuó en Argentina con el MEP® (Fernández-Carnero et al. 2018).

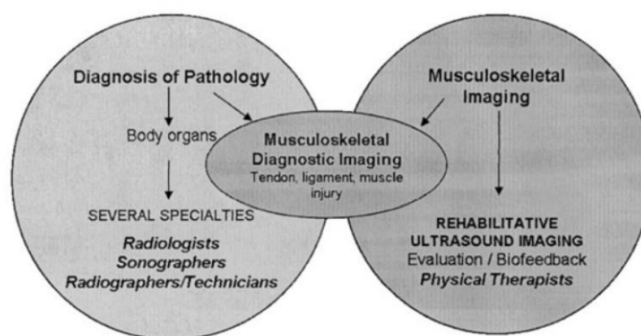


Figura 1. Reproducido de *Rehabilitative Ultrasound Imaging Symposium*, por D. Teyhen, 2006, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(8), p. 1 (<https://doi.org/10.2519/jospt.2006.0301>)

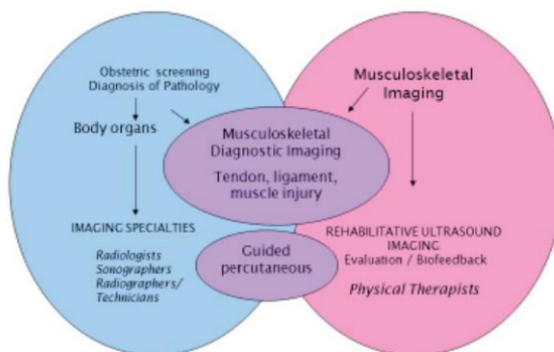


Figura 2. Reproducido del *Simpósio de imágenes ecográficas de rehabilitación en fisioterapia*, por S. Fernández-Carnero, et al. (2016), *British Journal of Sports Medicine*, 52(Suppl 2), p. a4 (<https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099763.1>)

Durante el simposio de Madrid (2016), también se definieron los requisitos mínimos de formación para los kinesiólogos que utilizan ecografía, los cuales se agrupan en las siguientes áreas:

❖ **RUSI:** Evaluación y biorretroalimentación de músculos y tejidos blandos, como herramienta para valorar morfología y función durante tareas motoras.

❖ **Diagnóstico por imagen musculoesquelético:** Formación de nivel I en ecografía musculoesquelética, conforme a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB).

❖ **Procedimientos percutáneos ecoguiados:** Requieren formación específica y uso de ecografía para evaluación previa y guía del procedimiento.

❖ **Investigación en ecografía:** Conocimientos avanzados en adquisición, análisis e interpretación de imágenes, además de formación metodológica en investigación clínica.

La práctica con RUSI se considera un campo en evolución constante, influenciado por el progreso en la evidencia científica, las reformas en las políticas sanitarias, la demanda de servicios y la necesidad de capacitación especializada (Whittaker et al., 2019). Por esta razón, Fernández-Carnero et al. (2018) enfatizan que las futuras directrices deben orientarse hacia la certificación profesional, la estandarización de evaluaciones y el desarrollo de estudios que midan el impacto clínico, costo-efectividad y sostenibilidad de la ecografía en kinesiología.

1.2. Historia de la práctica Ecográfica por Kinesiólogos.

Aunque la ecografía musculoesquelética ha sido utilizada por el ámbito médico desde la década de 1950, con los trabajos pioneros de Donald, MacVicar y Brown (1958), su incorporación a la kinesiología se dio algunos años después. Investigaciones tempranas como las de Michio Ikai y Tetsuo Fukunaga (1968), así como el trabajo del Dr. Archie Young (1986), físico de la Universidad de Oxford que colaboraba con kinesiólogos, marcaron los primeros pasos en esta integración.

De acuerdo con la definición más antigua de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1958), la kinesiología es;

“El arte y la ciencia del tratamiento por medio del ejercicio terapéutico, calor, frío, luz, agua, masaje y electricidad. Además la fisioterapia incluye la ejecución de pruebas eléctricas y manuales para determinar el valor de la afectación y fuerza muscular, pruebas para determinar las capacidades funcionales, la amplitud de movimiento articular y medidas de la capacidad vital, así como ayudas diagnósticas para el control de la evolución”.

En este contexto, W. Gibbon (1998) señaló que “parecería lógico que la ecografía debería ser realizada por un radiólogo con experiencia clínica adecuada (...) o por un clínico/fisioterapeuta con formación en ecografía apropiada y con experiencia clínica”. Además, anticipó que los equipos ecográficos emergentes estaban dirigidos no solo a la reumatología y medicina deportiva, sino también a la kinesiología.

El Colegio de Fisioterapeutas de la Columbia Británica (Canadá), en 2004 propuso una definición genérica respecto al uso de la ecografía musculoesquelética por parte de los kinesiólogos, que hace referencia a su utilidad clínica actual: «... aplicaciones dirigidas hacia un diagnóstico de la estructura o de las características del movimiento de los músculos y/o nervios en relación con las estructuras adyacentes...».

Pero el término *Rehabilitative Ultrasound Imaging* (RUSI), fue utilizado por primera vez por la fisioterapeuta Deydre S. Teyhen durante el Primer Simposio Internacional sobre Imágenes de Ultrasonido Rehabilitador, organizado por el Programa de Doctorado en Fisioterapia del Ejército de EE. UU. y la Universidad de Baylor en Fort Sam Houston, Texas, en 2006 (Teyhen, 2006).

Tres años más tarde, durante el Congreso Mundial de la Confederación Mundial de Fisioterapia (WCPT) en Las Vegas (2009), se reconoció informalmente el uso de la ecografía en kinesiología (Fernández-Carnero et al., 2018).

Ese mismo año (2009), se celebró el congreso inaugural de la Sociedad Internacional de Agentes Electrofísicos en Fisioterapia (ISEAPT), impulsado por las secciones de Electrofisiología Clínica y Geriátrica de la American Physical Therapy Association (APTA). Este evento representó un hito importante hacia la formalización del uso de agentes electrofísicos (incluida la ecografía) en la práctica kinésica.

En lo que respecta al uso de la ecografía, la ISEAPT (2009) en su congreso inaugural destacó un punto importante:

“Los procedimientos de evaluación que implican agentes electrofísicos incluyen (pero no se limitan a ellas) pruebas ecográficas y pruebas electro neurofisiológicas con el objetivo de ayudar en el diagnóstico de fisioterapia, para guiar los procedimientos terapéuticos y para evaluar los resultados del tratamiento”.

Posteriormente, durante la 17.^a Asamblea General de la WCPT en Ámsterdam (2011), la ISEAPT fue admitida oficialmente como subgrupo de esta organización, lo que significó un reconocimiento institucional al papel de los agentes electrofísicos en kinesiología.

En 2012, la International Federation of Orthopaedic Manipulative Physical Therapists (IFOMPT) y la Asociación Internacional de Profesionales Privados (IPPA) organizaron un importante evento en Quebec, Canadá. Este congreso —al que asistió más del 51 % de los fisioterapeutas del sector privado canadiense— incluyó 18 trabajos que emplearon las RUSI como herramienta evaluativa y terapéutica, consolidando su uso basado en evidencia.

La consolidación del campo continuó con la fundación de la Sociedad Española de Ecografía en Fisioterapia (SEEFi) en 2013. Esta entidad organiza, del 3 al 5 de junio de 2016, la Segunda Edición del Simposio de Imágenes Ultrasonográficas Rehabilitadoras en Madrid, donde se revisaron y actualizaron los conceptos fundamentales de las RUSI a la luz de los avances científicos recientes.

En años más recientes, “la ecografía diagnóstica se está convirtiendo en la herramienta de imagen predilecta para los fisioterapeutas en el punto de atención” señala (Rundell et al., 2021, p. 9). El interés por la integración de la ecografía en la kinesiología ha crecido de forma sostenida, tal como destaca Hayhurst (2022) en su artículo para la APTA, existen múltiples ramas de la imagenología en kinesiología en expansión, y una de las más prometedoras es, precisamente, la ecografía musculoesquelética.

En resumen, la historia de las RUSI refleja una evolución progresiva, desde sus orígenes hasta su consolidación como herramienta clínica y de investigación en kinesiología. Su incorporación ha sido impulsada tanto por la evidencia científica como por iniciativas institucionales, y su crecimiento proyecta un papel cada vez más relevante en la atención moderna basada en evidencia.

1.3. Enfoque Internacional

Como sucede con muchas tecnologías emergentes, el desarrollo de la ecografía rehabilitadora no se ha distribuido de manera equitativa ni sincrónica a nivel mundial. Existen marcadas diferencias entre regiones, tanto en el acceso a infraestructura como en la formación profesional. Una de las principales barreras identificadas es la falta de capacitación específica en ecografía por parte de los kinesiólogos (Ellis et al., 2020).

Una declaración de consenso publicada por Whittaker et al. (2019) puso en evidencia la confusión que existe entre kinesiólogos de distintos países respecto a sus Estándares de Procedimiento (SOP), los cuales regulan la práctica de las RUSI dentro de cada jurisdicción. Este problema se reflejó, por ejemplo, en una encuesta realizada en Nueva Zelanda, donde el 47 % de los fisioterapeutas encuestados no sabía si las RUSI eran contempladas dentro de sus SOP (Ellis et al., 2018).

Actualmente, no existen estándares internacionales que definan de manera unificada los SOP para el uso de RUSI en kinesiología, y solo algunos organismos nacionales han desarrollado guías específicas (Whittaker et al., 2019).

Entre dichos organismos se encuentran la Sociedad Española de Ecografía en Fisioterapia (SEEFi), el American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) en Estados Unidos, el Health and Care Professions Council (HCPC) en el Reino Unido, y en Argentina, el Instituto Nacional de Rehabilitación Psicofísica del Sur (INAREPS). Estas instituciones, si bien ofrecen marcos normativos útiles a nivel nacional, también reflejan la fragmentación global en torno a la regulación del uso de las RUSI.

Exceptuando a Estados Unidos, solo se han identificado cuatro encuestas nacionales de alcance limitado que han explorado el uso de RUSI por parte de fisioterapeutas: en Australia (Jedrzejczak y Chipchase, 2008; McKiernan et al., 2011), Nueva Zelanda (Ellis et al., 2018) y el Reino Unido (Potter et al., 2012). En todos los casos, la mayoría de los encuestados eran kinesiólogos musculoesqueléticos en práctica privada.

A nivel internacional, se ha reportado únicamente una encuesta de mayor escala: de los 1307 kinesiólogos colegiados de 49 países que participaron, solo el 38 % afirmó utilizar las RUSI en su práctica profesional (Ellis et al., 2020). Este panorama evidencia una notable disparidad en cuanto a la orientación profesional, el acceso a formación especializada y los marcos regulatorios entre diferentes países y jurisdicciones (Fernández-Carnero et al., 2018).

Aunque existen iniciativas aisladas y una intención clara de desarrollo en naciones con capacidad de investigación, sigue siendo necesario establecer directrices internacionales que incluyan estándares mínimos de formación y buenas prácticas. Estas permitirían respaldar un uso seguro, ético y efectivo de las RUSI en el ejercicio profesional de la kinesiología (Ellis et al., 2020).

1.4. Formación

La capacitación en RUSI es dinámica y evoluciona constantemente en función de los avances científicos, los cambios en las políticas de salud, las demandas del sistema y el desarrollo de competencias a través de capacitación especializada (Teyhen, 2006). Sin embargo, esta evolución no siempre va acompañada de suficientes oportunidades de formación en la mayoría de los países donde se practica.

En Estados Unidos, la profesión ha avanzado recientemente en el ámbito de imágenes musculoesqueléticas (MSK) (Campbell et al., 2024). Los fisioterapeutas norteamericanos, reciben principalmente formación a través de programas privados de posgrado, aunque recientemente se ha implementado un curso introductorio para terapeutas militares (Ejército de EE. UU.-Universidad de Baylor). Según una encuesta, el 46 % de la formación en diagnóstico por imágenes para fisioterapeutas estadounidenses proviene de programas académicos formales (Rundell et al., 2021, p. 9).

Esta situación no se refleja de igual manera en otras regiones del mundo. En otros países, existen programas y cursos desarrollados en colaboración con la profesión ecográfica, como en Australia (Universidad de Queensland y Universidad de Sídney), Reino Unido (Universidad de Southampton), Portugal (Master Physical Therapy) Escocia (Scottish Rheumatology Ultrasound Group), Argentina (Asociación Argentina de Ultrasonografía Crítica) y España (SEEFi).

En cuanto a la modalidad de aprendizaje, se ha identificado la necesidad de organizar la formación para favorecer su transferencia efectiva a la práctica clínica. Las actividades asincrónicas refuerzan el conocimiento y mejoran la autoeficacia, preparando a los

participantes para el aprendizaje sincrónico (Umlauf et al., 2024). Sin embargo, estas no replican completamente los desafíos de la ecografía MSK.

Además, Umlauf et al. (2024) señalaron que:

“Las actividades sincrónicas mejoran aún más la autoeficacia y ayudan a los participantes a calibrar mejor sus juicios sobre sus habilidades y su disposición para integrar la ecografía MSK en la práctica clínica. A pesar de estas mejoras individuales, los entrevistados reconocieron la necesidad de una formación longitudinal en un entorno clínico”.

El mencionado entorno clínico debería tener un rol destacado, especialmente con el crecimiento de los procedimientos ecoguiados. Por ejemplo, en Australia, la Dra. Julie Hides y el Dr. Paul Hodges contribuyen a que estudiantes de pregrado y posgrado comprendan la importancia de fortalecer la formación en ultrasonido para kinesiología (Fernández-Carnero et al., 2018).

Aunque existen múltiples estudios que evalúan la fiabilidad de kinesiólogos en diferentes aplicaciones ecográficas, se requiere unificación de criterios para evaluar a los profesionales en formación. En este sentido, Burley et al. (2020) desarrollaron el “Examen de Preparación Burley” (BRE), una herramienta validada por tres rondas de revisiones de expertos, tanto kinesiólogos como radiólogos. Dicho examen mide la competencia inicial en imágenes musculoesqueléticas, aunque reconocen que es necesario continuar con pruebas adicionales para validar su fiabilidad.

A pesar de estos avances, la comunidad internacional de kinesiología aún debe definir claramente el alcance de las RUSI, implementar programas de formación aplicables y establecer directrices de práctica generalizadas. Además, es fundamental crear vínculos formales con organizaciones que representen los intereses de la ecografía, como la

Federación Mundial de Ultrasonido en Medicina y Biología, para fortalecer su desarrollo (Teyhen, 2006).

Se ha demostrado que el nivel de capacitación y experiencia alcanzado por el operador de ultrasonido en el diagnóstico de afecciones musculoesqueléticas afecta la confiabilidad y los niveles de capacitación más bajos conducen a diagnósticos erróneos y mayores complicaciones (Grebenik et al., 2004; González-Seguel et al., 2023).

Teniendo en cuenta los baches en la formación mencionados, las direcciones futuras deben apuntar a conseguir la igualdad de conocimiento, desarrollar programas de aprendizaje que generen autoeficacia y buscar la estandarización de las diferentes técnicas ecográficas.

2. Ecografía en el proceso de Atención Kinésica

2.1. Evaluación

En el proceso de evaluación de personas con deficiencias existentes o potenciales, limitaciones en la actividad o restricciones en la participación, la ecografía musculoesquelética ofrece múltiples posibilidades al kinesiólogo (Garrido et al., 2017). Dentro de estas herramientas, las RUSI permiten medir parámetros estáticos y dinámicos del músculo esquelético.

Las medidas estáticas incluyen la evaluación de la morfología muscular: tamaño, forma y estructura. Por ejemplo, la atrofia puede identificarse por cambios en la densidad del tejido, y las propiedades biomecánicas pueden inferirse a partir de la organización de los fascículos musculares (Whittaker et al., 2007).

En contraste, las medidas dinámicas, obtenidas a través de técnicas como el modo B, modo M y la imagen de velocidad tisular, permiten observar en tiempo real el comportamiento muscular durante contracción y elongación. Según Hodges (2006), estas técnicas “pueden dilucidar los cambios en la longitud del fascículo muscular, el ángulo de

penetración y la forma muscular (grosor y longitud) para proporcionar una indicación de la actividad muscular y el comportamiento de la contracción”.

Estas exploraciones dinámicas facilitan la evaluación funcional del músculo y de otros tejidos blandos relacionados, en diferentes tareas funcionales. A través de ellas, es posible valorar la flexibilidad, la función tendinosa, la actividad muscular, el atrapamiento o deslizamiento nervioso y la estabilidad articular (Minaya Muñoz et al., 2017).

Una rama de las RUSI que ha despertado un creciente interés últimamente, es la elastografía. Aunque presenta dificultades de consenso, esta técnica permite comparar sujetos sanos y patológicos (Ballyns et al., 2011). siendo su principal uso, la identificación de puntos gatillo musculares (Vulfsons, Ratmansky, & Kalichman, 2012) y cambios en la fascia profunda tras la terapia manual (Luomala, Pihlman, Heiskanen, & Stecco, 2014).

Cabe destacar, que la principal desventaja de la elastografía es la reproducibilidad, ya que requiere la misma presión y relajación de la sonda, así como la deformación de los tejidos por parte del ecografista para poder medir su elasticidad (Fernández-Carnero et al., 2018).

Es por esto que Fernández-Carnero et al., (2018) aclaran que, “requiere de un equipamiento de alto nivel para poder realizar el análisis en base a la propia deformación del sonido y no en función de los movimientos del ecografista, siendo posteriormente el software capaz de hacer el resto”.

Se deben desarrollar más estudios porque la elastografía es una actividad de monitorización subjetiva con parámetros no estandarizados (Drakonaki, Allen, & Wilson, 2012) y no cuenta con suficiente evidencia científica para ser utilizada en la práctica diaria con el mismo nivel de evidencia que la RM (Pedersen, Fredberg, & Langberg, 2012).

Además, RUSI permite realizar palpación ecoguiada, lo que posibilita correlacionar los hallazgos clínicos con imágenes en tiempo real. Por ejemplo, se puede palpar el tendón de

Aquiles en la zona de dolor mientras se visualiza ecográficamente (Minaya Muñoz et al., 2017).

Se ha demostrado el valor del modo B en la detección de degeneración muscular relacionada con envejecimiento o disfunción crónica (Campbell et al., 2005). Esta degeneración se caracteriza por una disminución del contenido de agua y un aumento de grasa y fibrosis, lo cual incrementa la ecogenicidad y reduce la definición de las estructuras internas del músculo (Strobel et al., 2005).

No obstante, Hodges (2006) advierte que “los cambios morfológicos son complejos y, además de la actividad muscular, dependen del tipo de contracción (isométrica, concéntrica, excéntrica), la extensibilidad del tendón, la actividad de los músculos adyacentes y la organización fascicular”. También señala que en las contracciones isométricas existe una relación no lineal entre actividad muscular y cambios morfológicos, debido a que cualquier modificación depende, entre otros factores, de la rigidez tendinosa.

Aunque su uso en investigación está bien establecido, la aplicación clínica de la ecografía en modo B aún se encuentra en desarrollo. Sin embargo, los kinesiólogos pueden recurrir a la evidencia existente para complementar su proceso de evaluación (Whittaker, 2007).

En cuanto al modo M, su uso en la evaluación del comportamiento muscular es relativamente reciente, pero promete ofrecer información valiosa sobre patrones de activación y movimiento (Bunce et al., 2004; Kidd et al., 2002). Este modo ecográfico permite evaluar la profundidad de una estructura a lo largo del tiempo y calcular la sincronización relativa de los cambios de grosor muscular (Whittaker, 2007).

Son ejemplos de la ecografía en modo M los estudios de Martín Pérez et al., (2023), Vasseljen et al. (2006) y el de Bunce et al. (2004), en donde este modo en alta frecuencia de

imagen permitio detectar la activación de multifidos lumbares asociada con el movimiento de las extremidades, diafragma, y también se pudo evaluar los componentes funcionales de los músculos abdominales laterales.

A pesar de sus limitaciones, las RUSI representan una herramienta única para observar y cuantificar objetivamente el comportamiento muscular con una precisión antes solo posible mediante técnicas invasivas o costosas (Teyhen, 2006). Como toda herramienta de imagen, su propósito no es sustituir el examen físico, sino enriquecer el proceso diagnóstico del kinesiólogo mediante información válida y confiable (Minaya Muñoz et al., 2017).

2.2. Biorretroalimentación

La importancia del esfuerzo muscular coordinado, o control neuromuscular, ha recibido considerable atención en investigaciones de la rehabilitación de dolor lumbar y de hombro (Lumsden et al., 2017; Marugán-Rubio et al., 2022; McKenna et al., 2020; Perotti et al., 2025; Zheng et al., 2019), así como en el tratamiento de trastornos del suelo pélvico (Doorbar-Baptist et al., 2017; Burzynski et al., 2021; Stafford et al., 2022; Trudelle-Jackson 2014). Dicha evidencia sugiere que existe un control neuromuscular alterado en individuos con síntomas persistentes y recurrentes (Whittaker, 2007).

Además, algunos estudios indican que estos déficits no se recuperan completamente con la resolución del dolor (Menezes-Reis et al., 2022; Van Dijk et al., 2023). Asimismo, estos déficits no se abordan adecuadamente con programas de ejercicios tradicionales que se centran principalmente en aumentar la fuerza y la capacidad funcional (Stuge et al., 2006).

Estos hallazgos sugieren que la rehabilitación inicial debería enfocarse en corregir las alteraciones del control motor mediante intervenciones basadas en el aprendizaje motor (Tsao & Hodges, 2007). Si bien existen diversas técnicas de biorretroalimentación, aquella aplicada

de forma visual con RUSI es más eficaz que la táctil o verbal común, para mejorar el rendimiento y la retención de los ejercicios de control motor en personas sanas (Valera-Calero et al., 2021).

Como se explicó en la evaluación, la naturaleza en tiempo real de la ecografía musculoesquelética en modo B permite a pacientes y terapeutas visualizar directamente la contracción muscular y su impacto en las estructuras circundantes. Whittaker et al. (2007) destacan que la biorretroalimentación mediante RUSI:

“Es una herramienta única que puede ser un recurso novedoso y previamente no disponible para el proceso de aprendizaje. Permite al terapeuta explicar y demostrar las alteraciones específicas del control motor y proporciona conocimiento del rendimiento para modificar la respuesta motora.”

Aunque la literatura aún está en desarrollo y no es concluyente sobre cómo esta tecnología mejora el aprendizaje motor o su retención, existen múltiples evidencias en diversas regiones anatómicas que apoyan el potencial de las RUSI en modo B para mejorar el aprendizaje motor (Espinosa-de los Monteros et al., 2018; Smith et al., 2022; Valera-Calero et al., 2021).

Además del aprendizaje motor, en otro campo se ha demostrado una reducción del riesgo de lesiones utilizando la técnica RUSI como herramienta de biorretroalimentación en las regiones lumbopélvica y de miembros superiores (Hides & Stanton, 2014; Lumsden et al., 2017).

En consecuencia, la biorretroalimentación con RUSI representa una prometedora herramienta complementaria para la rehabilitación y prevención de alteraciones neuromusculares.

2.3. Diagnóstico Musculoesquelético

El diagnóstico en kinesiología, es el resultado de un proceso de razonamiento clínico que va dirigido a la identificación de las existentes o potenciales deficiencias y limitaciones en la actividad que presenta el individuo y al análisis de la funcionalidad (World Confederation for Physical Therapy, 2011), a diferencia del diagnóstico médico, basado en el análisis orgánico y anatomopatológico de la enfermedad, de la lesión o del traumatismo (World Confederation for Physical Therapy, 2007).

Como se mencionó previamente, la “Guía para la Práctica del Fisioterapeuta” APTA (2001), sugieren que los kinesiólogos deben emplear todas las herramientas que estén a su alcance (manuales e instrumentales) para llegar a un diagnóstico más preciso que le permita mejorar la calidad de la atención prestada y los resultados. En este sentido, la capacidad diagnóstica propia del kinesiólogo hoy en día es una realidad necesaria para el avance de la profesión que ha sido refrendada y reconocida por la WCPT, y jurídicamente validada por diferentes organismos nacionales de cada jurisdicción.

Durante el proceso del diagnóstico, tradicionalmente los kinesiólogos emplean dentro del examen físico pruebas clínicas manuales que le han permitido evaluar la función y la estructura del individuo, por ejemplo el test de Lachmann, que proporciona información sobre la estabilidad anteroposterior de la rodilla (Garrido et al., 2017).

Hoy en día esta información puede ser complementada con pruebas de carácter instrumental, como la ecografía musculoesquelética o la electromiografía. Como nos refiere Hazle, (2022) “la ecografía debe utilizarse como una extensión del examen clínico por parte de los kinesiólogos, y no emplearse de forma aislada con fines diagnósticos médicos”.

Dentro del diagnóstico kinésico, la mediciones ecográficas permiten determinar el pronóstico y establecer las estrategias terapéuticas más adecuadas para el paciente, al mismo tiempo que informarle (Muñoz et al., 2017).

Un ejemplo de esto es, la “guía de práctica clínica basada en la evidencia para el síndrome subacromial”, desarrollada por la Chartered Society of Physiotherapy (CSP). Esta pone en relieve la importancia de la ecografía en el proceso de evaluación, diagnóstico y la planificación del tratamiento kinésico (Hanchard, Cummins, & Jeffries, 2004).

También se han visto aplicaciones geográficas, involucradas en el diagnóstico diferencial de pacientes con dolor de hombro, trastornos del suelo pélvico, (Karel et al., (2016); Smith et al., (2022) y algunos derivados del área de traumatología, como desgarros del Labrum acetabular, tendinopatías, distensiones musculares y traumatismos de rodilla (Decary et al., 2017; Heales et al., 2024; Rosado-Velázquez 2020; RobRoy et al., 2006).

Para resumir, Muñoz et al., (2017) desglosan los objetivos de las RUSI en el diagnóstico kinésico:

- Valorar y determinar las estrategias terapéuticas más adecuadas para cada paciente
- Determinar el pronóstico
- Establecer los objetivos/metas del tratamiento
- Obtener información relacionada con las características del tejido (condición inflamatoria o degenerativa)
- Determinar el número de sesiones o el tipo de tratamiento que se debe realizar
- Establecer la necesidad de derivar al paciente a otro profesional sanitario

En retrospectiva a lo expuesto, Nakashima et al. (2015) nos sugieren “no hagas clic en imágenes sino en pacientes” , haciendo referencia a que, esta técnica debería aplicarse más que solo como una herramienta para confirmar el diagnóstico kinésico debido a las

aberraciones anatómicas que se pueden encontrar. Pero también es cierto que se recomienda su uso para reducir los efectos adversos (Finnoff et al., 2015).

Para ello es imprescindible correlacionar la información obtenida en la ecografía con los hallazgos clínicos basados en el análisis de la funcionalidad (dolor, alteración del patrón de movimiento, control motor, etc.), ya que en ocasiones la evaluación de la estructura evidencia cambios que no son clínicamente relevantes (Garrido et al., 2017).

2.4. Procedimientos ecoguiados

La utilización de la imagen ecográfica en las técnicas invasivas sobre el sistema musculoesquelético, tiene cada vez más aplicaciones (Fernández-Carnero et al, 2016), y permite una mejor localización de la estructura diana, con una intervención más precisa , más segura (Rodríguez-Sanz et al., 2025), que mejora los resultados (García-Bermejo et al., 2020) y disminuye el coste (Sibbitt et al., 2011).

Se ha demostrado que la localización de la estructura diana por palpación lleva consigo error (Murdoch-Ward et al., 2023; Kumar et al., 2014) en el caso de las infiltraciones la validez de la localización se ha estudiado comparándola con la radiología de contraste o fluoroscopia (Garrido et al., 2017).

Como ejemplo de esta falta de precisión, se demostró un 60% de error en kinesiólogos que intentaban utilizar acupuntura para el músculo oblicuo inferior de la cabeza guiada por palpación (Rodríguez-Sanz et al., 2025). En cambio, la ecografía permite realizar el procedimiento en tiempo real con un control continuo de la posición de la aguja, monitorizando la aplicación del agente terapéutico por parte del profesional (Jo & Shin, 2011).

En este sentido, varios estudios han demostrado la eficacia de los procedimientos ecoguiados en el sistema musculoesquelético, con resultados superiores a los sistemas

convencionales (Balint et al., 2002; Kane et al., 2003). Es por ello que Garrido et al. (2017) comentan que “La actual tecnología permite «ver» en lugar de «imaginar» las estructuras.”

Las RUSI en este campo son relativamente reciente y ha estado ligada al desarrollo de la técnica de electrolisis percutánea musculoesquelética (Valera, Minaya, & Sánchez, 2010; Sánchez-Ibáñez et al., en prensa) y la punción seca (Bubnov, 2010). Además de estos, otros procedimientos invasivos son prácticas diarias en las consultas de kinesiología, y la tendencia profesional ha sido implementarlos sin la obligación de usar ecógrafo, lo que ha dado lugar a su uso incontrolado (Fernández-Carnero et al., 2018).

Todos esos procedimientos, pero sobre todo la electrólisis percutánea, necesitan aumentar la precisión y la eficiencia en la guía de la aguja mediante ultrasonidos, además de seguir un control objetivo y cuantitativo de la progresión de la intervención kinésica (Fernández-Carnero et al., 2018).

Para resaltar la importancia de esta emergente aplicación en kinesiología, Arias-Buria & Fernández-Carnero (2016) nos representan gráficamente en la Figura 3 la comparación entre algunos procesos ecoguiados y la electrólisis percutánea, diferenciando sus respectivas mediciones ecográficas, con el fin de resaltar las nuevas aplicaciones de la ecografía para guiar la aguja en kinesiología.

La electrólisis percutánea ha sido respaldada por estudios clínicos que no reportan efectos adversos tras diez años de seguimiento, lo que refuerza su seguridad (Abat et al., 2015), y eficacia terapéutica, debido a que sus beneficios en kinesiología aumentaron un 80% en 16 casos, reduciendo los costos derivados de esta (Minaya Muñoz et al., 2012).

Por otro lado, dentro de estos procedimientos, las RUSI permiten definir un objetivo terapéutico, como la destrucción de la neovascularización asociada a la tendinopatía crónica a través de una corriente eléctrica (Minaya Muñoz et al., 2012) o la estimulación del contenido

hemático en una rotura muscular (Valera, Minaya, & Sánchez, 2012). De la misma forma que el traumatólogo emplea una infiltración con sustancias esclerosantes (Hoksrud et al., 2006) o realiza una aspiración (Fessell et al., 2000) para los mismos objetivos. La gran ventaja es que muestran en tiempo real el resultado clínico del tratamiento.

A pesar de sus beneficios, los procedimientos ecoguiados no están exentos de dificultades. Esto se puede observar en la Tabla 2, donde se describen ventajas, desventajas y sugerencias en relación a las partes involucradas de estas aplicaciones.

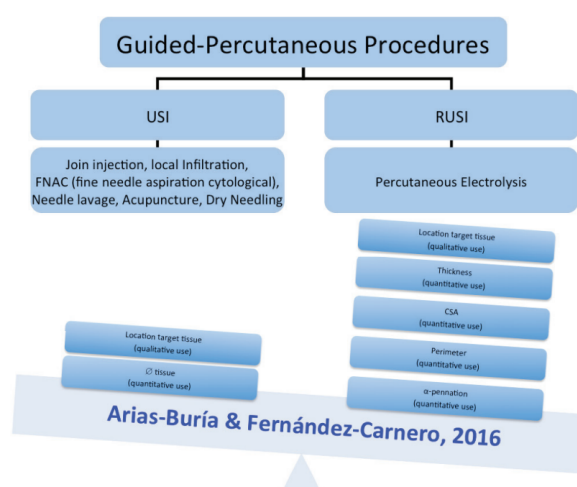


Figura 3. Reproducido del *Simpósio de imágenes ecográficas de rehabilitación en fisioterapia*, por Arias-Buría & Fernández-Carnero, 2016, *British Journal of Sports Medicine*, 52(Suppl 2), p. a4 (<https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099763.1>)

Tabla 2 *Procedimientos ecoguiados en Kinesiología*

Ventajas	Desventajas	Sugerencias
1. Relacionadas con el paciente: a. Procedimiento seguro y eficaz. b. Sin radiación ionizante.	1. Relacionadas con el observador: a. Tradicionalmente se ha indicado que la ecografía es explorador-dependiente. b. La curva de aprendizaje es lenta. c. Requiere habilidad manual para manejar de forma simultánea la sonda del ecógrafo y la aguja (o el manipulador).	1. El profesional debe tener un conocimiento exhaustivo de la anatomía normal para así reconocer fácilmente las estructuras alteradas. Esto es vital porque si el profesional falla a la hora de realizar correctamente la exploración, es posible que ponga en riesgo al paciente al realizar técnicas que no estarían indicadas.

Ventajas	Desventajas	Sugerencias
2. Relacionadas con el profesional: a. Permite visualizar en tiempo real la posición de la aguja y la aplicación de la técnica. b. Mejora los resultados.	2. Relacionadas con la técnica: a. Limitado campo de visión. b. Incompleta evaluación del hueso y articulaciones. c. Limitada la penetración. d. Dificultad para realizar la aplicación ecoguiada en determinadas áreas pequeñas con las sondas convencionales, ya que se carece de espacio útil para ello.	2. a. El profesional debe conocer los protocolos o guías de exploración ecográfica y sistematice el procedimiento. b. Son necesarios estudios de fiabilidad para determinar errores en la exploración y estrategias para mejorar la misma.
3. Relacionadas con la administración: buena relación calidad-coste.	3. Relacionadas con los equipos: equipos con calidad y coste muy variable.	3. Son necesarios estudios de rentabilidad para evaluar la eficacia y eficiencia de estas aplicaciones.

Nota: Adaptado de *Fisioterapia invasiva: Fundamentos y aplicaciones clínicas*, por V. Garrido et al. (2017), Elsevier España, p. 243.

Para resumir, Garrido et al. (2017) concluyen que “los procedimientos invasivos deben ser ecoguiados y nunca deben realizarse sin control ecográfico, para determinar con precisión dónde y cómo manipular la aguja y el estado del tejido antes y después del tratamiento”, siendo este el pensamiento que debería guiar las futuras directrices sobre el tema.

2.5. Investigación

Las RUSI se utilizan en la investigación básica, aplicada y clínica con el objetivo de fundamentar la práctica de la kinesiología (Whittaker et al., 2019). Estas investigaciones implican principalmente la evaluación de las características morfológicas del músculo (longitud, profundidad, diámetro, área de la sección transversal, volumen), los cambios en estas características y el efecto correspondiente en las estructuras asociadas como fascia u

órganos (Calvo-Lobo et al., 2018; De Coninck et al., 2018 ; Dones et al, 2024; Rudavsky & Turner 2020).

Además de esta evaluación morfológica, se analizan aspectos funcionales como la contracción, disfunción o intervenciones terapéuticas, en un intento de proporcionar información sobre los mecanismos que subyacen a las alteraciones en el sistema neuromuscular (Abuín-Porras et al., 2020; Navarro Torres et al., 2019; Vittal Nagar et al., 2016).

Por ejemplo, se ha utilizado para comprender mejor el impacto del dolor y las lesiones en el control motor (Tucker et al., 2014) y la morfología muscular (Prentice et al., 2025), así como la relación entre el control motor y la función (Streicher et al., 2014), para determinar qué pacientes pueden beneficiarse de un enfoque terapéutico específico (Zheng et al., 2019) y para mejorar el aprendizaje motor y la eficacia del tratamiento mediante retroalimentación aumentada (Valera-Calero et al., 2021).

También se reconocen aplicaciones más sofisticadas, como la utilización de cationes para dilucidar los mecanismos de punción seca (Konofagou & Langevin, 2005), medir la excursión de los nervios con el movimiento (Ellis et al., 2018), evaluar los parámetros biomecánicos (es decir, rigidez) de los tejidos blandos (Andrade et al., 2016; Coombes et al., 2017) y cómo esto cambia con el tratamiento (Pérez-López et al., 2019), la dinámica de la contracción muscular del suelo pélvico (Rudavsky & Turner 2020), y la eficacia de las intervenciones kinésicas (Sions 2019).

Estos ejemplos, no reflejan que de manera similar a las intervenciones ecoguiadas la ecografía en el campo de la kinesiología basada en evidencia se ha utilizado con muchos fines.

En el nivel más fundamental, esto implica la necesidad de estandarizar los procedimientos de obtención de imágenes y mediciones (Teyhen et al., 2005). Esto incluye definir claramente el sitio de medición y los bordes musculares. También deben controlarse factores que afectan la repetibilidad, como la posición del paciente (p. ej., el ángulo articular altera el área transversal y la longitud del músculo), la ubicación, la orientación y la presión interna del transductor (Rankin et al., 2005).

Idealmente, se logra una ubicación repetible del transductor mediante el uso de puntos de referencia óseos o fasciales que sirven como puntos de referencia estándar desde los cuales se pueden tomar mediciones en diferentes momentos (Garrido et al., 2017).

Si dichos puntos de referencia no están disponibles en la imagen ecográfica, se deben definir cuidadosamente las ubicaciones del transductor de superficie, genéricas entre los sujetos (Kilby et al., 2011) o las regiones del mayor desplazamiento visualizado de una estructura.

Además, se recomienda la convención ecográfica en términos de colocar el ecógrafo en el lado derecho de un sujeto en decúbito supino (o en el lado izquierdo de un sujeto en decúbito prono) durante las aplicaciones de investigación para ayudar a estandarizar la orientación de las imágenes resultantes (Chudleigh, 2004). Sin embargo, este protocolo puede no ser siempre factible al evaluar actividades funcionales dinámicas (Vanderstukkena et al., 2018).

Para facilitar las comparaciones entre estudios y el desarrollo de datos de referencia con fines clínicos, Rankin et al, (2005) sugieren que los informes futuros sobre el tamaño muscular y otras características, incluyan la media, la desviación estándar, el rango y los intervalos de confianza del 95 %.

Además, dado que se ha observado que estos valores varían según el sexo y el índice de masa corporal IMC (Rankin et al., 2005; Springer et al., 2006), la comparación entre individuos puede mejorarse estandarizando los valores entre los sujetos, normalizando la medición posterior al evento con la medición previa al evento y expresándola como un porcentaje (Teyhen et al., 2005).

Con respecto al análisis estadístico, se han utilizado diferentes pruebas para investigar la confiabilidad de las medidas ecográficas, más comúnmente los “coeficientes de correlación intraclase” ICC , el “error estándar de medición” SEM y el “cambio mínimo detectable” MDC.

Así mismo, las pruebas de Bland y Altman también proporcionan una medida clínicamente significativa de la magnitud del acuerdo (límites de acuerdo del 95 %) independientemente de la variabilidad real en las observaciones (Bland & Altman, 1986). Estas pruebas tienen sus fortalezas y debilidades individuales, y ninguna prueba es suficiente para reflejar la confiabilidad por completo (Portney & Watkins, 1999). Es por ello que, Rankin & Stokes (1998) nos recomiendan que, “los estudios futuros deberían utilizar todos estos métodos de análisis para permitir la comparación entre estudios de confiabilidad”.

En conjunto, estos lineamientos metodológicos y estadísticos son fundamentales para asegurar la validez y comparabilidad de mediciones realizadas en las futuras investigaciones de las RUSI.

3. Fiabilidad y Validez de la Ecografía en la práctica Kinésica

3.1. Fiabilidad

La fiabilidad como propiedad psicométrica refleja el grado en que una medición es consistente y libre de errores (Portney & Watkins, 2008). Demostrar una fiabilidad adecuada

es fundamental para cualquier medición y es un requisito previo para usar las mediciones en tomas de decisiones válidas sobre los pacientes (Mohamed et al., 2023).

Un alto grado de fiabilidad es esencial para que las mediciones de RUSI puedan ser posteriormente validadas. Tanto en evaluaciones morfológicas o funcionales se requiere de dicha fiabilidad para obtener valor diagnóstico (Hebert et al., 2009).

En este campo emergente, se han registrado estudios con el objetivo de evaluar la fiabilidad de kinesiólogos en diferentes aplicaciones de las RUSI. Por ejemplo, se ha examinado la fiabilidad intraevaluador e interevaluador al medir la morfología de diferentes musculaturas (De Coninck et al., 2018; Lariviere et al., 2017; Lee et al., 2018; Prentice et al., 2021) en reposo y durante contracción, al medir la distancia entre rectos (Lee et al., 2018; Mota et al., 2013; Prentice et al., 2025) y entre acromion-tuberosidad mayor (Kumar et al., 2014) y al examinar características tendinosas en codo de tenista (Poltawski et al., 2012).

También se ha estudiado la fiabilidad en aplicaciones más específicas, como al examinar cambios musculoesqueléticos en pacientes post accidente cerebro vascular (Cho et al., 2014; Kumar et al., 2016) o post enfermedad crítica (Risberg & Engebretsen, 2020), al utilizar el protocolo de detección temprana de artropatía hemofílica “HEAD-US” (Stephensen et al., 2018).

Como se ha mencionado, las RUSI son un método prometedor y cada vez más popular para evaluar la morfología y la función musculoesquelética. Es por ello que, Según Hebert et al. (2009), “Antes de recomendar su uso más generalizado, es necesario establecer conclusiones sobre su fiabilidad”, lo que subraya la importancia de futuros estudios que aumenten su validez diagnóstica y la comparen con otros exámenes complementarios.

3.2. Ecografía como examen complementario

La ecografía diagnóstica (USI), utilizada por operadores de distinta profesión, es una herramienta menos sofisticada en términos de resolución que la resonancia magnética nuclear (RMN) y la tomografía computarizada (TC) (Karakas et al., 2020). Pero que a su vez, la USI presenta ventajas como método seguro, libre de radiación rentable, portátil y clínicamente accesible para recopilar información (Bertolone et al., 2021; Brindisino et al., 2021; Morales et al., 2018).

Como se mencionó en el capítulo de evaluación, dicha herramienta permite medir características tanto estáticas como dinámicas del sistema musculoesquelético.

Dentro de la práctica kinésica, se han registrado diversos estudios con intención de medir su validez diagnóstica. Por ejemplo en las mediciones de espesor muscular (Marugán-Rubio et al., 2021; O'Sullivan et al., 2009; Temes et al., 2014), trastornos comunes de rodilla (Gagnon et al., 2017) y excursión diafragmática (Marugán-Rubio, 2021).

También se ha evaluado la validez diagnóstica de las USI en aplicaciones más específicas, como en el examen del flujo sanguíneo de la arteria vertebral pre y post-manipulación (Thomas et al., 2009) y cambios morfológicos de la leva de la cadera (Mandema et al., 2018).

Por lo tanto, según Whittaker et al., (2007) la ecografía ultrasónica;

“se muestra prometedora como herramienta en la exploración y el tratamiento musculoesquelético. Además, a diferencia de la TC, la USI no expone al paciente a radiación ionizante y es bien tolerada por los pacientes. Una característica exclusiva de la USI es su capacidad dinámica de escaneo en tiempo real, lo que la hace superior a la resonancia magnética y la TC para evaluar estructuras móviles como tendones,

nervios y músculos, y puede convertirse en una herramienta importante para orientar las decisiones adecuadas sobre un tratamiento”

Como se ha explicado a lo largo de este marco teórico, no solo en la práctica kinésica la aplicaciones del ecográficas presentan ventajas y desventajas (p. ej, dependencia del operador). Quizás la característica más prometedora de la USI sea su accesibilidad y la posibilidad, en este caso de kinesiólogos, de adquirir las habilidades necesarias para su incorporación (Strobel et al., 2005).

Sin embargo, se necesita evidencia de su uso en diferentes aplicaciones dentro de la rehabilitación antes de que se pueda promover su uso clínico generalizado y rutinario (Hebert et al., 2009).

- **3.2.1. Versus otros Exámenes Complementarios**

El monitoreo de diversos trastornos musculoesqueléticos se ha expandido gracias a los avances tecnológicos asociados con exámenes complementarios (Zhan et al., 2020). En concreto, nuevas e innovadoras aplicaciones están mejorando la comprensión clínica de los mecanismos subyacentes y las secuelas comunes de los trastornos musculoesqueléticos.

Tanto la RMN, la TC y como la USI brindan información sobre diversas características del sistema musculoesquelético, tanto en individuos asintomáticos como sintomáticos (Elliott et al., 2007; Kiesel et al., 2007; Lee et al., 2007; Rankin et al., 2005; Stokes et al., 2005).

Estos tres exámenes proporcionan útiles medidas cualitativas/ cuantitativas de cambios morfológicos, como los presentes en la degeneración muscular (atrofia e infiltrado graso) que hace tiempo ya han demostrado ser común en pacientes con dolor lumbar (Danneels et al., 2000; Hides et al., 2001; Kader et al., 2000; Mengiardi et al., 2006), dolor de

cuello (Elliott et al., 2006; Kristjansson, 2004) y otros trastornos musculoesqueléticos periféricos (Strobel et al., 2005).

Fuera de lo musculoesquelético, Neindre et al. (2015) nos mencionan que la ecografía pulmonar proporciona información relevante sobre el pulmón y estados del diafragma con mayor precisión que la revisión clínica, la radiografía de tórax y la auscultación. Esta información recolectada gracias a la ecografía puede indicar fisioterapia torácica o requerir que el paciente sea revisado por el equipo médico (Neindre et al., 2015).

Aunque la RMN es considerada el estándar de oro para la imagenología musculoesquelética (Karakas et al., 2022), las aplicaciones emergentes de la USI y TC son capaces de proporcionar conocimiento de las características in vivo del sistema musculoesquelético (Chang et al., 2025a; Chang et al., 2022b).

En contraste, se han reportado estudios capaces de identificar cambios morfológicos, que presentan hallazgos similares en RMN y en ecografía con modo b en varios músculos (Kashishian et al., 2021; Ruiz et al., 2014; Worsley et al., 2014), al evaluar cualitativamente lesiones ligamentarias (Karakas et al., 2022) o en el seguimiento de patologías reumáticas (Lynch et al., 2020; Kaltenbach et al., 2022).

Por otro lado la TC, al igual que la RMN, pero a diferencia de la USI, permite obtener imágenes multicorte y ofrece una mejor resolución de escaneo y tiempos de obtención de imágenes más cortos que la RMN (Chang et al., 2023c). Sin embargo, conlleva los riesgos inherentes a la exposición del paciente a la radiación ionizante (Lombardi et al., 2023; Hayward et al., 2017).

La TC es precisa para diagnosticar lesiones musculoesqueléticas traumáticas, como fracturas (Willems et al., 2021), y se ha utilizado para evaluar y cuantificar el área transversal

de la musculatura paraespinal, con más eficacia que la ecografía en pacientes con lumbalgia (Hides et al., 2015).

Si bien la TC produce imágenes de alta calidad, depende de la densidad tisular para generar contraste. Cuando la densidad tisular entre la anatomía patológica y la adyacente es similar, puede requerirse un medio de contraste para la diferenciación, lo que hace que la TC sea inadecuada si el paciente tiene antecedentes de reacción al contraste (Chang et al., 2023c).

En el contexto de los cuidados críticos, la ecografía pulmonar (EPL) presenta mayor sensibilidad y especificidad que la TC para diferenciar entre consolidación alveolar, derrame pleural y síndrome alveolointersticial que la auscultación y la radiografía de tórax (Ullmann et al., 2020; Leech et al., 2015). Si bien la TC permite esta diferenciación, requiere el traslado del paciente y lo expone a un mayor riesgo y a altos niveles de radiación (Leech et al., 2014).

Como tal, en comparación con la RMN y la TC, es importante considerar cómo la USI y la información que puede proporcionar se comparan con estas otras tecnologías de imágenes.

Cada método de imagenología mencionado tiene fortalezas así como debilidades, lo cual se ve reflejado en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparaciones entre diferentes modalidades de imagen utilizadas en la evaluación de trastornos musculoesqueléticos

	RMN	USI	TC
Costo	Caro	Barato	Intermedio
Facilidad de acceso	Difícil	Fácil	Difícil
Radiación ionizante	Ninguna	Ninguna	Si
Apoya la intervención	Si	Si	Si
Dependencia del operador	No	Si	No

	RMN	USI	TC
Capacidad de la imagen		Eje variable a la superficie articular	
- Planos	Múltiples		Múltiples
- Anatomía			
Músculo	Excelente	Bueno	Regular
Grasa	Excelente	Regular	Sin función
Tendones y vainas	Bueno	Excelente	Sin función
Ligamentos	Bueno	Excelente	Sin función
Membrana sinovial	Bueno	Excelente	Sin función
Hueso	Excelente	Bueno	Bueno
Cartílago	Bueno	Excelente	Regular
- Inflamación	Excelente	Bueno	Sin función
Nº de articulaciones/sesión	Pocas	Muchas	Pocas
Exploración en tiempo real	Solo cardiaco	Si	No
Tolerancia del paciente	Variable	Bueno	Variable

Nota: Adaptado de *Rehabilitative ultrasound imaging: Understanding the technology and its applications*, por Whittaker et al., 2007, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 37(8), p. 444. (<https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2350>)

Los futuros esfuerzos de investigación, según Whittaker et al., (2007) “deben abordar la validez diagnóstica y pronóstica de las RUSI en una amplia variedad de trastornos musculoesqueléticos, incluyendo pacientes con dolor agudo que acuden a la práctica kinésica”, al mismo tiempo se deben comparar los resultados ecográficos, con la RMN y quizás la TC.

- 3.2.2. *Ecografía versus Palpación*

En la exploración y el tratamiento kinésico, es fundamental el uso de la palpación manual (PM) para la localización anatómica-clínica de trastornos y la base para aplicación de técnicas terapéuticas específicas (Montero et al., 2013).

Dentro del examen físico, los kinesiólogos suelen usar la PM para evaluar el tono, la fuerza y la función muscular (Murdoch-Ward et al., 2024), así como también para evaluar la simetría y la calidad del movimiento (Rahnama et al., 2025).

A pesar de ser una herramienta habitual en la práctica kinésica, Rodríguez-Sanz et al. (2025) demostraron en su estudio que la precisión de la localización por palpación puede y debe mejorarse.

Varios estudios han explorado la fiabilidad de la PM (Konieczka et al., 2017; Naranjo-Cinto et al., 2020; Kumar et al., 2014; Prentice et al., 2025; Valentín-Mazarracín et al., 2021), pero la exploración de su validez ha sido menos frecuente o ha arrojado resultados variables.

El nivel de concordancia reportado en algunos estudios, varía de moderado a bueno entre la PM y los puntos de referencia óseos visualizados con ecógrafo (Kilby et al., 2011). Sin embargo, el grado de error de medición encontrado podría ser inaceptable.

Por el contrario, según Furness et al. (2002) la ecografía tiene una prometedora validez para la localización de puntos de referencia óseos, aunque en su estudio los palpadores fueron anestesistas y los sujetos fueron trasladados entre las mediciones.

Dentro del campo de las RUSI, se ha comparado en estudios a la PM con mediciones ecográficas. Por ejemplo, al evaluar la contracción paradójica del músculo elevador del ano (Murdoch-Ward et al., 2024), al localizar puntos de referencia óseos lumbopelvicos (Kilby et al., 2012) y al identificar apófisis espinosas de pacientes con lumbalgia (Montero et al., 2013).

Si bien los estudios de Murdoch-Ward et al. (2024), Kilby et al. (2012) y Montero et al. (2013) refieren que la PM puede o no tener una validez aceptable, esta debe ser complementada con evaluación ecográfica cuando sea posible.

Al mismo tiempo, Montero et al. 2013 refieren la necesidad de estudios adicionales para evaluar combinaciones de técnicas estandarizadas, teniendo como objetivo lograr una asignación precisa y reproducible de estructuras anatómicas mediante la palpación.

4. Diferencias Interprofesionales

En la práctica clínica, los médicos de cabecera y los kinesiólogos combinan la historia clínica y la exploración física con la ecografía diagnóstica con el objetivo de obtener certeza diagnóstica para guiar las decisiones de tratamiento (Rutten et al., 2010).

Sin embargo, se sabe poco sobre la fiabilidad y la validez de la ecografía diagnóstica en entornos de atención primaria. Como se expuso en el capítulo anterior, faltan estudios sobre la fiabilidad de la ecografía diagnóstica realizada por los kinesiólogos (Hebert et al., 2009).

En EE.UU se estima que un gran número (entre el 50 y el 85 %) de los pacientes derivados a atención secundaria (cirujanos ortopédicos y radiólogos) ya han recibido una ecografía diagnóstica en atención primaria (Scholten-Peeters et al., 2014), es decir, por médicos o fisioterapeutas de alcance extendido.

Para asumir adecuadamente estos roles autónomos, los fisioterapeutas deben poder proporcionar una experiencia clínica válida (Bornhoft et al., 2015). Lo cual requiere de la capacidad de evaluar al paciente, hacer un diagnóstico y ofrecer atención conservadora o derivar a otros proveedores (Lau et al., 2012).

Dicha necesidad diagnóstica, ha llevado a que varios estudios indaguen sobre la fiabilidad de los kinesiólogos y la comparen con las de otros profesionales.

Por ejemplo, los cirujanos ortopédicos y radiólogos encuestados en el estudio de Scholten-Peeters et al., 2014, consideran que existen más desventajas que ventajas en el uso de la ecografía diagnóstica realizada por kinesiólogos.

Solo el 2,9 % de los cirujanos ortopédicos considera que los kinesiólogos son las personas adecuadas para realizar una ecografía diagnóstica y solo el 13,3 % de los cirujanos ortopédicos confiaba en los resultados de un kinesiólogo específico y, en la mayoría de los casos, la ecografía diagnóstica se repitió en atención secundaria (Scholten-Peeters et al., 2014).

Según el estudio de Sánchez (2014), por consenso general, “la ecografía diagnóstica realizada por fisioterapeutas en atención primaria aún no debería integrarse en su práctica clínica diagnóstica”, principalmente debido a una fiabilidad relativamente baja en comparación con la alta fiabilidad demostrada entre radiólogos, al evaluar pacientes con dolor de hombro.

Por el contrario, el alto nivel de concordancia entre el radiólogos y kinesiologos para descartar patologías de hombro, demostrado en el estudio de Sánchez (2014), le otorga al kinesiologo la capacidad de “realizar una ecografía diagnóstica para examinar si no existen contraindicaciones para la carga del tendón y si no existen limitaciones en el nivel de ejercicio de este tendón según su fisiología”.

En comparación con profesionales médicos, un estudio observó una alta concordancia diagnóstica y un buen triaje de candidatos a cirugía entre los kinesiólogos y médicos experimentados para diversos problemas de rodilla (Décary et al., 2017).

Además de comparar su evaluación diagnóstica, la encuesta nacional de Bornhoft et al. (2020) repartida a 25.027 posibles kinesiólogos y médicos, reveló que solo el 2,99% de los

kinesiólogos hacen uso de la ecografía para examinar patologías de cadera no artríticas, en comparación al 30,23% de los profesionales médicos.

En este sentido también, un resultado secundario del estudio de (Sutton et al., 2015), fue que los pacientes atendidos por el servicio de kinesiología tuvieron una estancia hospitalaria más corta y menos solicitudes de radiografías, tomografías computarizadas y ecografías que los atendidos por el personal médico.

Como ya se vio reflejado en este capítulo, la ecografía diagnóstica es una técnica de las RUSI relativamente reciente para kinesiólogos, y los avances en la formación, el equipo y las curvas de aprendizaje de los kinesiólogos podrían eventualmente conducir a un mayor nivel de ecografía diagnóstica en ellos (Sánchez., 2014).

En base a las sugerencias de los estudios de Bornhoft et al. (2020), Décary et al. (2017) y Sánchez. (2014), las investigaciones futuras deberían apuntar a evaluar la confiabilidad de la ecografía diagnóstica realizada por kinesiólogos, con muestras más amplias, en diferentes trastornos musculoesqueléticos y en comparación a distintos profesionales

Por todo lo mencionado en este amplio y emergente marco teórico, es importante reconocer el posible valor añadido de las RUSI en el futuro de la profesión kinesica. Sin embargo, por el momento las conclusiones basadas únicamente en el material recolectado deberán interpretarse con mucha cautela debido a que se habla de un área en pleno desarrollo.

Metodos

La revisión de alcance se llevó a cabo bajo las directrices metodológicas del Instituto Joanna Briggs para revisiones de alcance, descrita en el "Manual de JBI para síntesis de evidencia" (Peters et al., 2020) y fue adaptada para cumplir con el “Reglamento de Trabajo de Integración Final” de la Universidad de Flores (Resolución N° 06 / 2024). Dicha

modificación mencionada tuvo implicancias en la inclusión de los apartados de “Estado de Arte” y “Marco teórico”.

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda tuvo como objetivo localizar estudios publicados y no publicados. Se utilizó una estrategia de búsqueda de tres pasos. En primer lugar, se realizó un pilotaje con diversas combinaciones de palabras clave y términos indexados para obtener un número manejable de resultados, lo cual permitió un cribado adecuado y condujo a la exclusión de algunas bases de datos irrelevantes. Posteriormente, se ejecutó la búsqueda principal en las bases de datos MEDLINE (vía PubMed) y CENTRAL (Cochrane), utilizando la siguiente estrategia de búsqueda: (((ultrasound scan) OR (ultrasound image)) OR (Ultrasound imaging in physiotherapy)) AND (physiotherapists), revisada conforme a las recomendaciones PRESS 2015 para la revisión de estrategias de búsqueda (Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2016).

Como tercer paso y último, se tradujo la estrategia al español y se aplicó en la base de datos Dialnet. Además, se llevó a cabo una búsqueda adicional del término "Rehabilitative Ultrasound Imaging" en la base DOAJ y en las bases principales previamente mencionadas.

Se aplicaron filtros proporcionados por cada base de datos para limitar los resultados según año de publicación, idioma, especie y tipo de estudio, de acuerdo con los criterios de inclusión. Todos los filtros aplicados fueron registrados en el diagrama de flujo PRISMA.

Para evitar errores de traducción, se incluyeron estudios publicados en inglés y español. Asimismo, se limitaron a aquellos publicados desde el año 2000 en adelante, con el fin de recopilar evidencia relevante y actual.

Como resumen, las fuentes de información utilizadas fueron bases de datos electrónicas especializadas en ciencias de la salud, y no se incluyó literatura gris ni se realizó

búsqueda manual en revistas específicas. Esta decisión se tomó debido a limitaciones logísticas y al enfoque en literatura revisada por pares.

Estudio/Selección de fuentes de evidencia

Tras la búsqueda, se utilizó una hoja de cálculo compartida en Google Sheets (Google Drive) para la gestión y análisis preliminar de los datos. En esta herramienta se cotejaron las citas y se registraron datos de autor, fecha de publicación y tipo de estudio, lo cual permitió eliminar duplicados.

Luego de una prueba piloto, el autor principal evaluó los títulos y resúmenes para determinar su elegibilidad según los criterios de inclusión. Las fuentes potencialmente relevantes que no eran de acceso libre, intentaron ser recuperadas en texto completo a través del contacto directo con las fuentes de evidencia. Posteriormente, los textos completos fueron evaluados en detalle. Las razones de exclusión de los estudios no elegibles fueron documentadas y reportadas. Cualquier duda en cuanto a la exclusión fue resuelta mediante discusión y consenso con el tutor a cargo del trabajo.

Los resultados del proceso de selección se reportaron de forma completa en la revisión y se presentaron en un diagrama de flujo PRISMA-ScR, actualizado según la última versión disponible (Page et al., 2021).

Extracción de datos

El autor principal de la revisión extrajo los datos de los estudios incluidos utilizando una hoja de cálculo en Google Sheets. Los datos extraídos incluyeron información sobre la población, diseño de estudio, plataforma o proveedor de servicios, tipo de aplicación ecográfica, área específica de la kinesiología, objetivos de los usos ecográficos o resultados principales, experiencia del operador (unidad de tiempo), barreras y facilitadores de las RUSI.

Al igual que en la exclusión cualquier discrepancia fue resuelta mediante discusión con el tutor a cargo.

El formulario de extracción fue diseñado con base en los criterios metodológicos sugeridos por la guía PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018) y se presenta a modo de ejemplo en el Apéndice 1.

Análisis y presentación de resultados

Para sintetizar las fuentes de evidencia recopiladas, se utilizó un gráfico en forma de barras que representa la distribución cronológica de los artículos publicados cada 5 años, en las distintas áreas de la kinesiología que se mencionó alguna aplicación ecográfica (de Julio de 2000 a Junio de 2005 inclusive y así sucesivamente hasta el año 2025).

Con aquellos diseños metodológicos identificados de los estudios incluidos, se llevó a cabo un diagrama de flujo que muestra la distribución de ellos en relación a la cantidad de estudios. En cuanto a la mención de las poblaciones implicadas en la evidencia, se confeccionó una tabla con una columna dedicada al área de kinesiología correspondiente y otra para las poblaciones identificadas en las que se utilizó la ecografía.

Cabe aclarar que debido a la cantidad de artículos incluidos no se extrajeron datos sobre la distribución geográfica, y si bien sí se extrajeron sobre autor/es y fecha de publicación no se expondrán en su totalidad.

Los resultados principales de la revisión que intentan alcanzar el objetivo general, fueron resumidos en una tabla que divide los datos obtenidos en tres columnas; tipo de aplicación, uso específico y objetivos de los usos ecográficos. De igual manera los resultados secundarios, fueron resumidos con el mismo formato de presentación que los principales pero en este caso con sus respectivas columnas sobre barreras y facilitadores.

Por último con los datos obtenidos de la experiencia de los evaluadores en unidad de tiempo se realizó un análisis estadístico de tendencia central y dispersión, con el fin de comprender la variabilidad y el panorama actual de aquellos kinesiólogos expertos o novatos que utilizan la ecografía en su práctica.

Criterios de Inclusión

Población (Participantes)

Se incluirán artículos en los que las mediciones ecográficas hayan sido realizadas por profesionales con alguno de los siguientes títulos: kinesiólogo, kinesiólogo fisiatra, licenciado en kinesiología y fisioterapia, fisioterapeuta o terapeuta físico.

Serán elegibles estudios que involucren personas de cualquier edad, con o sin patologías de base, y se excluirán artículos si: (1) las mediciones ecográficas fueron realizadas por profesionales de disciplinas distintas a la kinesiología, (2) no se especifica en la metodología quién realizó las mediciones, salvo que todos los participantes del estudio sean kinesiólogos y el informe provenga de un departamento de kinesiología y si (3) las mediciones se hayan realizado en animales u otras especies no humanas.

Concepto

La presente revisión se centrará en el uso de Rehabilitative Ultrasound Imaging (RUSI), definida como la aplicación de la ecografía por parte de fisioterapeutas o kinesiólogos para evaluar y tratar trastornos neuromusculoesqueléticos. Esta técnica permite visualizar tejidos en tiempo real, tanto en reposo como durante movimientos o ejercicios funcionales.

Se considerarán exclusivamente estudios que utilicen ecógrafos bidimensionales, ya sean portátiles, estacionarios, ultraportátiles o inalámbricos.

Se excluirán artículos en los que: (1) se utilicen ecógrafos 3D o 4D, (2) el objetivo del estudio sea la validación de dispositivos de imagenología, sin relación directa con su

aplicación clínica o terapéutica y (3) las mediciones ecográficas se realicen con fines exclusivamente estéticos, veterinarios, industriales o cualquier otro que no se relacione con la rehabilitación, el diagnóstico clínico o la investigación en salud humana.

Contexto

No se aplicarán restricciones en cuanto a ubicación geográfica, legislación local ni modelo de atención (primario o por derivación). Se incluirán estudios independientemente del régimen legal del uso de RUSI en cada país, ya que esta revisión busca explorar el alcance global de su implementación.

Tipos de fuentes

Se incluirán estudios con los siguientes diseños: (1) cuantitativos; estudios experimentales, pre-experimentales y cuasi-experimentales (ensayos controlados aleatorizados y no aleatorizados, estudios antes-después, series temporales interrumpidas), (2) observacionales longitudinales; cohortes (prospectivas o retrospectivas) y en panel, (3) observacionales transversales; descriptivos, correlacionales o explicativos (series de casos, informes de casos individuales y estudios de fiabilidad o validez) (4) estudios de revisiones; bibliográfica, narrativa, exploratoria, sistemáticas y metanálisis, y por último (5) artículos de revisión y comentarios de expertos, si aportan evidencia o discusión relevante al fenómeno de estudio.

Solo se considerarán publicaciones en idioma español o inglés, publicadas a partir del año 2000.

Se excluirán algunos documentos pertenecientes a la literatura gris, tales como tesis, disertaciones y guías clínicas.

Tabla 4. *Resumen de criterios de Inclusión - Revisión de alcance (Formato JBI)*

Elemento	Criterio
P (Población)	Profesionales de la kinesiología (kinesiólogos, fisioterapeutas, terapistas físicos, etc.) que utilicen ecografía en humanos de cualquier edad.
C (Concepto)	Uso de Rehabilitative Ultrasound Imaging (RUSI) con ecografía 2D para fines de evaluación o intervención en salud musculoesquelética.
C (Contexto)	Sin restricción geográfica ni legal; en cualquier entorno clínico, educativo o investigativo en el que se aplique la RUSI.
Tipos de estudios	Estudios experimentales, cuasi-experimentales, observacionales (analíticos y descriptivos), revisiones sistemáticas, opiniones expertas. Solo artículos en inglés o español desde 2000.
Exclusiones	Profesionales no kinesiólogos, ecografía en animales, ecografía 3D/4D, validación de dispositivos, literatura gris (tesis, guías y disertaciones).

Resultados

Resultados de la búsqueda

Como se muestra en la Figura 4, se identificaron un total de 1047 estudios registrados en las bases de datos de MEDLINE (vía PubMed), CENTRAL (Biblioteca Cochrane), Dialnet y DOAJ (Directory of Open Access Journals). Siendo las primeras dos mencionadas las de mayor aporte, con 842 (PubMed) y 161 (Biblioteca Cochrane) respectivamente.

Luego de aplicar los filtros correspondiente a los criterios de inclusión (año de publicación, idioma, tipo de estudio y especie) y eliminar los registros duplicados se cuantificaron 785 aptos para el cribado.

Dentro del cribado se excluyeron 446 artículos luego de la lectura de título y resumen. De los restantes 42 no pudieron ser recuperados de forma completa y 69 fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión.

Así es que la identificación y el cribado a través de las bases de datos mencionadas, permitió la inclusión de 228 estudios a la revisión en los que se mencionan algún tipo de aplicación ecográfica ejercida por kinesiólogos.

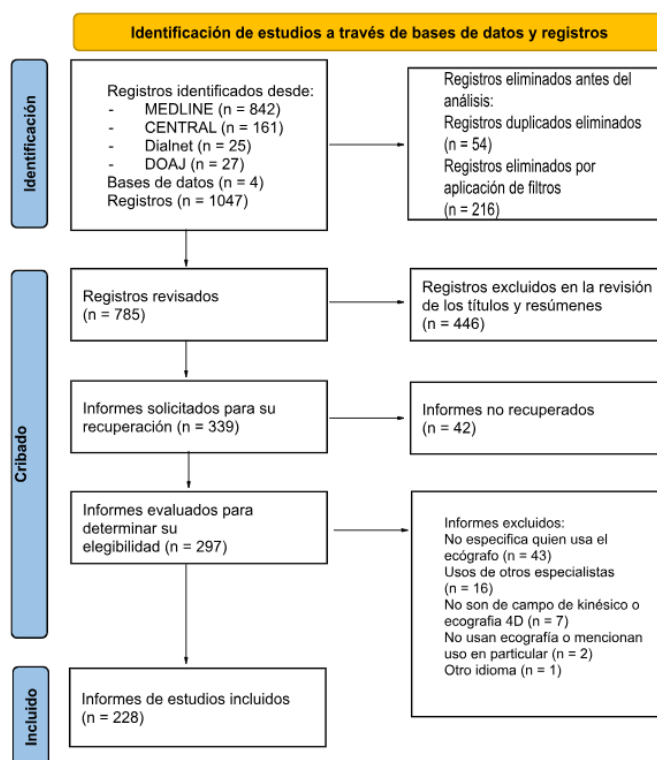


Figura 4. Diagrama de flujo PRISMA de la revisión de alcance. Reproducido de *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*, por J. Page et al., 2021, British Medical Journal BMJ; 372 (<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>) Esta obra está licenciada bajo CC BY 4.0.

Inclusión de fuentes de evidencia

Al extraer los datos en una hoja de cálculo Google Sheets, se registró un rango de publicación entre 2003 y 2025. Si bien se notó un crecimiento cronológico exponencial en el número de registros, hubo un marcado aumento en las publicaciones a partir de Julio de 2015.

Para su mejor entendimiento se clasificaron los artículos incluidos por área de la kinesiólogía, como se puede observar en el Gráfico 1 el cual representa la cantidad de estudios cada 5 años.

Se identificaron 10 potenciales áreas de la kinesiología, más un apartado para 3 artículos que no incluyeron dentro de estas denominado “Otros”. Dentro de las áreas de la kinesiología identificadas se encuentran “Estudio y tratamiento del dolor”, “Unidad de terapia intensiva (UTI)”, “Suelo pélvico”, “Traumatología”, “Técnicas Kinésicas / Fisioterapia”, “Neurológica”, “Deportiva”, “Análisis musculoesquelético de personas sanas”, “Reumatológica” y “Cardiovascular”.

La máxima cantidad de artículos publicados en un periodo de 5 años fue aportada por el área de “Estudio y tratamiento del dolor” (n=18), registrados desde el 2015 al 2020. Mientras que las áreas con menos artículos publicados fueron las de “Reumatológica” y “Cardiovascular” con 3 registros respectivamente cada una.

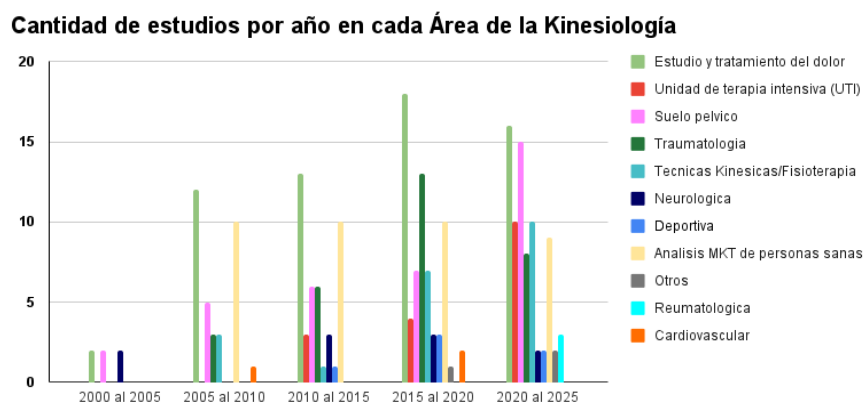


Gráfico 1. Cantidad de estudios cada 5 años, en las distintas áreas de la kinesiología que se mencionó alguna aplicación ecográfica.

Características del estudio de los artículos incluidos

Como se puede observar en la Figura 4, que muestra la distribución de los diseños de estudios incluidos, la mayoría de estos (n=125) fueron no experimentales. Predominaron los estudios transversales descriptivos (n=86), aunque también se incluyó una cantidad considerable de estudios correlacionales (n=33).

Si bien los estudios observacionales predominaban, también se registró una gran cantidad de diferentes tipos de estudios experimentales (n=74) incluyendo 13 ensayos controlados aleatorizados (ECA).

Dentro de los estudios de revisión (n=14), se puede destacar la inclusión de 8 revisiones sistemáticas y un metanálisis. Por último, los diseños de estudio con menos registros fueron artículos de revisión (n=1) y Simposios de conferencia internacional (n=2).

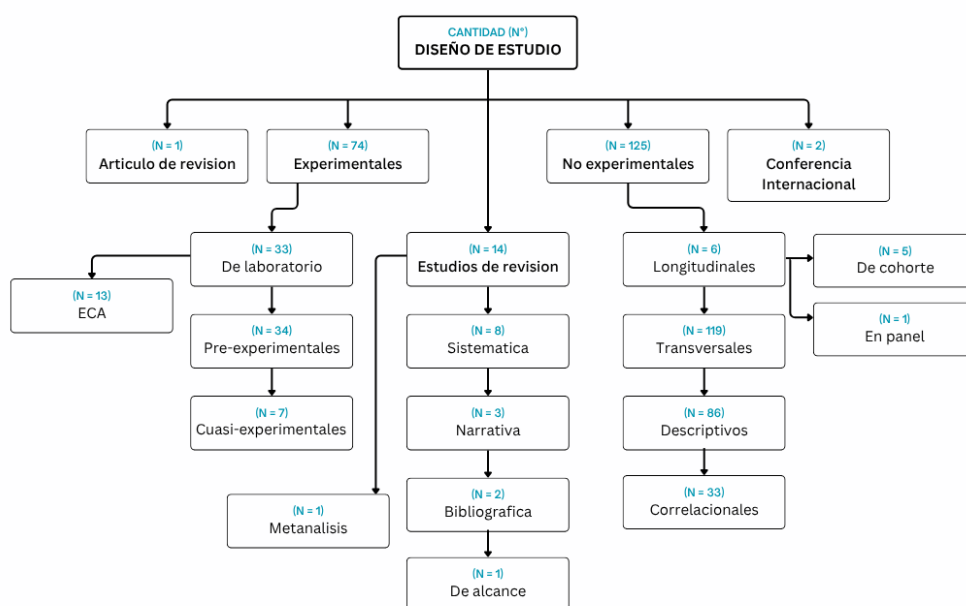


Figura 4. Diagrama de flujo de los diseños de estudios incluidos.

En cuanto a las muestras de estudio mencionadas en cada artículo, se identificaron 55 posibles poblaciones competentes para el uso de RUSI. Para su mejor entendimiento, dichas poblaciones fueron agrupadas en relación al área de la kinesiología correspondiente como se puede observar en la Tabla 5.

Las poblaciones con mayor cantidad de estudios incluidos fueron las de “Personas con dolor lumbar inespecífico, recurrente o crónico” (n=50) y “Personas sanas” (44). A su vez el área de la kinesiología que mayor diversidad de poblaciones estudio fue la de “Traumatología”, en la cual se identificaron 14 distintas.

Si bien el resto de no se repitieron en una cantidad significativa de estudios, se destaca que cada área de la kinesiología hizo uso de la ecografía en al menos 2 poblaciones distintas.

Tabla 5. *Identificación de poblaciones en las que se utilizó la ecografía.*

Área de la kinesiología	Población en la que se usaron RUSI
Estudio y tratamiento del dolor	Personas con dolor lumbar inespecífico, recurrente o crónico (40) Personas con dolor de hombro inespecífico o crónico (11) Personas sanas (4) Personas con dolor cervical (3) Personas con dolor plantar del talón (1)
Análisis MKT de personas sanas	Personas sanas (35) Fisioterapeutas profesores o estudiantes (6)
Suelo pélvico	Personas con trastornos musculoesquelético del suelo pélvico (11) Personas con incontinencia urinaria (4) Mujeres post-parto (6) Mujeres con prolapso de órganos pélvicos (2) Fisioterapeutas profesores o estudiantes (2) Hombres con cáncer de próstata (4) Mujeres embarazadas (1) Personas con vejiga hiperactiva (1) Mujeres con endometriosis (1) Personas sanas (1)
Traumatología	Pacientes con trastornos musculoesqueléticos inespecíficos (7) Personas con trastornos musculoesquelético del hombro (5) Personas con tendinopatías (4) Personas con Síndrome de desfiladero (3) Personas con Fasciopatía plantar crónica (2) Pacientes con amputación de MMII (1)

Área de la kinesiología	Población en la que se usaron RUSI
	Mujeres con rectificación cervical (1) Personas con desgarros del Labrum acetabular (1) Personas con síndrome de dolor trocanterico mayor (1) Personas con síndrome de estrés tibial medial (1) Personas post-reemplazo total de cadera y artroplastia de rodilla (1) Personas operados de ligamento cruzado anterior (1) Personas con síndrome de dolor patelofemoral (1) Personas con distensión muscular (1)
Unidad de terapia intensiva (UTI)	Pacientes con patologías respiratorias sin especificar (8) Pacientes con enfermedad obstructiva crónica (1) Paciente post-COVID 19 (1) Pacientes con disfagia (1) Pacientes niños con enfermedad neuromuscular (1) Pacientes en ventilación mecánica y atelectasia lobar agudo (1) Paciente con sepsis abdominal y obstrucción del intestino delgado (1) Pacientes ingresados en la Unidad de Rehabilitación Cardíaca (1) Paciente con insuficiencia respiratoria aguda (1)
Técnicas Kinesicas/ Fisioterapia	Personas con dolor lumbar inespecífico, recurrente o crónico (10) Personas sanas (3) Personas con dolor de rodilla inespecífico (2) Personas con reducción de la flexibilidad de los isquiotibiales (2) Futbolistas con lesión de aductores (1) Muestras cadavéricas (1) Personas con síndrome del túnel carpiano (1) Fisioterapeutas profesores o estudiantes (1)
Neurología	Pacientes post ACV (5)

Área de la kinesiología	Población en la que se usaron RUSI
Deportiva	Niños con parálisis cerebral espástica (3)
	Paciente con síndrome de Parsonage-Turner (1)
	Jugadores de baloncesto de élite y amateur (1)
	Deportistas con lesiones musculoesqueléticas inespecíficas (1)
	Personas atletas con dolor lumbopélvico (1)
	Jugadores de Hockey elite y no deportistas (1)
	Nadadores profesionales (1)
Reumatología	Lanzadores unilaterales de Béisbol (1)
	Pacientes con artropatía hemofílica (2)
Cardiovascular	Niños con artrogriposis (1)
	Pacientes con Insuficiencia cardíaca crónica de clase III-IV (1)
	Pacientes con Enfermedad coronaria estable (1)
Otros	Pacientes con inestabilidad esternal crónica después de una cirugía cardíaca (1)
	Personas con dolor de hombro (1)
	Mujeres con linfedema (1)
	Personas sanas (1)

Nota: Entre paréntesis se representa el número de artículos en los que se mencionó.

Resultados de la revisión

A través de la revisión se identificaron 16 posibles tipos de aplicación ecográficas ejecutadas por kinesiólogos. Dichas aplicaciones se reconocieron bajo los nombres de “Evaluación funcional y morfológica muscular”, “Evaluación morfológica muscular”, “Diagnóstico diferencial”, “Evaluación morfológica de Tendones”, “Biorretroalimentación”, “Evaluación morfológica de Fascia”, “Procedimientos ecoguiados”, “Evaluación articular”, “Evaluación de la deglución y función laríngea”, “Evaluación pulmonar”, “Evaluación de órganos pélvicos”, “Identificación de puntos de referencias óseos” Evaluación morfológica de

nervios periféricos”, “Evaluación de flujo sanguíneo”, “Evaluación morfológica de tejido blando” y “Evaluación de edema”.

A su vez, podemos observar en la Tabla 6 que para cada tipo de aplicación se identificaron los usos específicos mencionados. Dichos usos refieren a los diferentes tejidos o segmentos corporales evaluados con ecografía, exceptuando aquellas aplicaciones destinadas al diagnóstico diferencial y a procesos ecoguiados. Las últimas dos mencionadas, refieren usos específicos en relación a patologías y técnicas o agentes fisioterapéuticos respectivamente.

Dentro de la amplia variedad de usos específicos identificados, se destaca la cantidad de artículos en los que se utilizaron las RUSI para los músculos Transverso abdominal (n=60), Oblicuo interno y externo (n=34) y Multífido lumbar (41).

Dentro de cada tipo de aplicación y uso específico, se identificaron los objetivos de estudio por los cuales se llevó a cabo cada uso ecográfico. Si bien algunos objetivos se repetían, podemos verlos enlistados por cada tipo de aplicación en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de la identificación de prácticas ecográficas ejecutadas por kinesiólogos.

Tipo de Aplicación	Uso específico	Objetivos de los usos ecográficos
Evaluación funcional y morfológica muscular	Transverso abdominal (44), Multífido Lumbar (28), Oblicuo interno y externo (22), Complejo muscular del Suelo Pélvico (19), Recto anterior (10), Trapecio (8), Diafragma (7), Supraespinoso (6), Serrato anterior (6), Infraespinoso (5), Cuadriceps (4), Deltoides (3), Redondo menor y mayor (3), Grupo de los Paraespinales (3), Multífido Cervical (3), Bíceps Braquial (2), Tibial	- Conseguir progresión del ejercicio necesaria para lograr la máxima función sin dolor. - Identificar cambios en los distintos estadios de una patología. - Analizar la fiabilidad de las mediciones kinesicas. - Comparar su validez con respecto a otras formas de evaluación. - Correlacionar función y morfología a una condición

Tipo de Aplicación	Uso específico	Objetivos de los usos ecográficos
	anterior (2), Hiato del elevador (2), Romboides mayor (2), Gastrocnemios (2), Glúteo mayor y medio (1), Soleo (1), Semitendinoso (1), Semimembranoso (1), Bíceps Femoral (1), Sartorio (1), Pectoral mayor (1), Psoas-Iliaco (1), Masetero (1), Dorsal ancho (1) y Esternocleidomastoideo (1).	- patológica/ de dolor. - Complementar exámenes físicos. - Identificar características de una muestra específica. - Validar escalas. - Evaluar efectos de una intervención. - Elegir la intervención mas eficaz. - Desarrollar y validar protocolos RUSI. - Estudiar cambios durante maniobras, ejercicios o actividades.
Evaluación morfológica muscular	Multífido Lumbar (6), Cuadriceps (6), Tibial anterior (3), Trapecio (3), Transverso abdominal (2), Oblicuo interno y externo (2), Recto anterior (2), Diafragma (2), Gastrocnemios (2), Esternocleidomastoideo (2), Supraespinoso (1), Multífido Cervical (1), Semitendinoso (1), Bíceps Femoral, Masetero (1), Temporal (1), Aductor mayor (1), Largo del cuello (1), Recto posterior de la cabeza (1), Oblicuo superior de la cabeza (1), Esplenio de la cabeza(1), Flexores profundos del cuello (1) y Flexor largo del dedo gordo (1).	- Analizar la fiabilidad de las mediciones kinesicas. - Correlacionar cambios morfológicos a una condición patológica/ de dolor. - Evaluar efectos de una intervención. - Establecer parámetros predictivos de lesión. - Facilitar localización o segmentación de estructuras. - Evaluar efectos de una intervención. - Identificar características de una muestra específica. - Desarrollo de software con IA para análisis automatizado. - Desarrollo de dispositivo de fijación para transductor.
Diagnóstico diferencial	Trastornos musculoesqueléticos de hombro (3), Patologías pulmonares agudas (3), Síndrome de dolor miofascial (2), Síndrome de dolor pélvico	- Descartar banderas rojas. - Planteo de tratamiento. - Derivación a especialistas. - Administrar fisioterapia respiratoria localizada. - Corroborar ausencia de

Tipo de Aplicación	Uso específico	Objetivos de los usos ecográficos
	(2), Vejiga hiperactiva (1), Infecciones urinarias a repetición (1), Incontinencia urinaria (1), Prolapso de órganos pélvicos(1), Diástasis abdominal (1), Tendinopatía lateral del codo (1), Tendinopatía de aquiles (1), Derrame intraarticular (1), Capsulitis adhesiva (1), Pinzamiento femoroacetabular (1), Trastornos comunes de rodilla (1) y Síndrome de Parsonage-Turner (1).	- anomalías. - Comparar concordancia con otros especialistas. - Evaluar eficacia de atención primaria.
Biorretroalimentación	Transverso abdominal (14), Complejo muscular del Suelo Pélvico (11), Oblicuo interno y externo (10), Multífido Lumbar (7), Recto abdominal (4) Diafragma (2), Serrato anterior (2), Multífido Cervical (1), Gastrocnemios (1) y Erectores de la columna (1).	- Mejorar rendimiento y aprendizaje motor. - Mejorar el reclutamiento muscular. - Comparar con otras técnicas de retroalimentación. - Tratar dolor. - Mejorar la función pulmonar.
Evaluación morfológica de Tendones	De Aquiles (5), Supraespinoso (2), Extensor radial del carpo (2), Manguito rotador (2) y Porción larga del Bíceps (1).	- Calcular índice de ocupación. - Clasificar patología. - Facilitar localización o segmentación de estructuras. - Identificar características de una muestra específica. - Evaluar efectos de una intervención. - Comparar su validez con respecto a otras formas de evaluación.
Evaluación funcional y morfológica de Fascia	Plantar (4), Toracolumbar (2) y Trapecio superior (1).	- Correlacionar función y morfología a una condición patológica/ de dolor. - Desarrollar criterios de clasificación. - Evaluar efectos de una intervención.

Tipo de Aplicación	Uso específico	Objetivos de los usos ecográficos
Procedimientos ecoguiados	Neuromodulación percutánea (4), Microelectrolisis percutánea (2), Electrólisis percutánea intratisular (2) e Infiltraciones subacromiales (2).	- Comparar precisión con la palpacion. - Focalizar intervención.
Evaluación articular	Complejo articular del hombro (12), Femorotibial (4), Femoropatelar (3), Femoroacetabular (3), Sacroiliaca (1), Tibio-peroneo-astragalina (1), Húmero-cubital y radial (1) y Columna lumbar (1).	- Evaluar rango de movimiento. - Detectar vibraciones de baja frecuencia. - Medir distancia entre segmentos (acromio-humeral, acromio-clavicular, cóndilo-rotuliana) - Reconocer la posición de los segmentos. - Evaluar posible derrame. - Comparar precisión con la palpacion. - Analizar la fiabilidad de las mediciones kinesicas. - Analizar comportamiento durante ejercicio. - Posicionar las estructuras de las extremidades. - Desarrollo de protocolos de detección temprana.
Evaluación morfológica de tejido blando	Tejido Subcutáneo; Torácico (1), Lumbar (1) y Extremidades con Linfedema (1). Tejido conectivo perimuscular; Multífido Lumbar (1), Oblicuo externo, interno y Transverso Abdominal (1). Tejido Cutáneo; Lumbar (1). Cápsula femoroacetabular y ligamentos Femoroacetabulares (1).	- Evaluar efectos de una intervención. - Identificar características de una muestra específica.
Evaluación pulmonar	Ocupación del espacio Alveolar (6) Atelectasias (1) y Trastornos de pleura y parénquima (1).	- Indicar fisioterapia respiratoria. - Detectar complicaciones. - Elegir la posición más eficaz para la intervención - Desarrollar y validar protocolos

Tipo de Aplicación	Uso específico	Objetivos de los usos ecográficos
Evaluación de órganos pélvicos.	Vejiga (9), Uretra (5), Recto (4), Útero (4), Vagina (1) y Prostata (1).	- RUSI. - Complementar exámenes físicos. - Identificar posición. - Analizar comportamiento durante maniobras o ejercicios. - Desarrollar y validar protocolos RUSI. - Correlacionar función con cantidad de partos. - Evaluar efectos de una intervención. - Clasificar el prolapso.
Identificación de puntos de referencias óseos	Cuarta apófisis espinosa lumbar (1), espinas ilíacas posterosuperiores izquierda y derecha (1) y Esternón (1)	- Evaluar simetría. - Comparar precisión con la palpación. - Medir separación. - Evaluar inestabilidad.
Evaluación funcional y morfológica de nervios periféricos	Cubital (1), Mediano (1), Músculo Cutáneo (1), Femoral (1) y Peroneo profundo (1).	- Correlacionar función y morfología a una condición patológica/ de dolor. - Evaluar efectos de una intervención. - Desarrollo de software con IA para análisis automatizado.
Evaluación de flujo sanguíneo	Braquial (4), Supraescapular (1) y Vertebral (1).	- Detectar hiperemia. - Analizar función endotelial. - Estudiar comportamiento post-manipulación.
Evaluación de la deglución y función laríngea.	Laringe (2)	- Sentar bases para futuras investigaciones. - Reconocer patrones de movimiento en distintas fases.
Evaluación de edema	Extremidades de MMII y MMSS (2)	- Medir las diferencias de volumen en las extremidades. - Evaluar efectos de una intervención.

Nota: Entre paréntesis se representa el número de artículos en los que se mencionó.

Si bien ninguno de los artículos incluidos contaba con una sección específica para el estudio de barreras y facilitadores del uso de la ecografía por parte de los kinesiólogos, se reconocieron aquellos que mencionados explícita o implícitamente dentro de estos.

Como se observa en la Tabla 7, a pesar de que la mayoría de los artículos no especificaron barreras (n=111) y una cantidad considerable de ellos tampoco facilitadores (n=46), se reconocieron un total de 14 barreras y 23 facilitadores distintos.

Dentro de los facilitadores mencionados en la mayor cantidad de estudios, se destaca que la ecografía es una “Herramienta no invasiva” (n=56), que permite una “Evaluación objetiva” (n=52), un “Monitoreo en tiempo real de la terapia” (51) y que puede utilizarse como “Herramienta de biofeedback” (n=37).

Por el contrario, en cuanto a las barreras del uso de la ecografía por parte de los kinesiólogos, se destacan la “Falta de investigación” (n=42), “Falta estandarización” (n=36) y la “Falta de formación” (n=27).

Tabla 7. Resultados del reconocimiento de facilitadores y barreras del uso de la ecografía por parte de los kinesiólogos.

Barreras	Facilitadores
No especifica (111)	Herramienta no invasiva (56)
Falta de investigación (42)	Evaluación objetiva (52)
Falta estandarización (36)	Monitoreo en tiempo real de la terapia (51)
Falta de formación (27)	No especifica (46)
Requiere experiencia (17)	Herramienta de biofeedback (37)
Operador dependiente (10)	Menor costo en relación a otros exámenes (22)
Transductor sensible a cambios de posición o movimiento (9)	Evaluación dinámica o funcional (22)
Costosa (6)	Planteo de programas, tratamientos o intervenciones (20)
Falta de fiabilidad (6)	Segura e inocua (16)

Barreras	Facilitadores
Falta de accesibilidad (4)	Herramienta de investigación (15)
Calidad de imagen (4)	Accesible (12)
Requiere más tiempo para análisis (3)	No ionizante (12)
Falta de autoridad legal explícita (2)	Herramienta portátil (12)
Difícil interpretación (2)	Rapidez (12)
Posibilidad de contaminación (1)	Prevención y detección temprana (11)
	Complementa una evaluación integral (7)
	Precisa (5)
	Repetibilidad (3)
	Focalización del tratamiento (4)
	Detección de bandera roja (2)
	Permite validar herramientas o escalas (2).
	Requiere poca experiencia (1)
	Alta resolución en tiempo real (1)
	Herramienta interdisciplinaria (1)

Nota: Entre paréntesis se representa el número de artículos en los que se mencionó.

La gran mayoría de los artículos (n=158) a pesar de mencionar capacitaciones o poseer experiencia, no expresaban esta en unidades de tiempo. A pesar de esto, se recopilieron datos correspondientes a la experiencia de los kinesiólogos que practican ecografía de los estudios restantes (n=70) expresada en años, meses, días y horas.

Se realizó un análisis estadístico de tendencia central y dispersión que se pueden observar en la Tabla 8 segmentado por unidades de tiempo para su mejor comprensión. Los datos obtenidos en meses y días fueron descartados debido a su cantidad poco significativa (3 artículos cada uno).

Aquellos practicantes de las RUSI que recibieron capacitación o eran novatos en el campo, obtuvieron una media de 17,26 horas de experiencia. Debido al gran rango reportado por los estudios (68 horas), la desviación estándar superó a la media con un valor de ± 18.17 . Para este grupo de kinesiólogos, el tiempo de experiencia más veces mencionado fue

de 5 horas.

En cuanto a los kinesiólogos que reportaban años de experiencia en el campo de las RUSI, estos obtuvieron una media de 6,04 años de experiencia. El kinesiólogo con más tiempo en el campo reportó 17 años de experiencia, por ende se obtuvo un rango de 16 años y una desviaciones estándar tampoco significativa de ± 3.57 años. Para este grupo de kinesiólogos más capacitados, el tiempo de experiencia más veces mencionado fue de 10 años.

Tabla 8. *Resultados de tendencia central y dispersión sobre la experiencia de los kinesiólogos que practican ecografía.*

Unidad	Moda	Media	Desviación estándar	Rango
Años	5	6.04	± 3.576112905	16
Horas	10	17.26	± 18.17395087	68

Discusión

Para el análisis descriptivo de los resultados de esta revisión de alcance, se destaca que estos fueron presentados de la siguiente manera: (1) distribución cronológica de la cantidad de artículos publicados por área de la kinesiología; (2) clasificación de los diferentes tipos de estudio incluidos; (3) identificación de prácticas ecográficas ejecutadas por kinesiólogos; (4) reconocimiento de facilitadores y barreras para el uso de la ecografía por parte de los kinesiólogos y (5) análisis estadístico de tendencia central y dispersión sobre la experiencia de los kinesiólogos que practican ecografía.

A partir de los resultados de distribución cronológica, se reconoce que existe un notable crecimiento exponencial en este campo de la literatura de investigación como se puede observar en el Gráfico 1. Esto se correlaciona con la evolución tecnológica y la creciente evidencia que menciona Hayhurst., (2022), ya que el interés considerable en la

investigación de las RUSI se traduce en la cantidad de estudios publicados y la tendencia cronológica de estos hacia la actualidad.

La mayoría de los estudios incluidos (n=125) fueron no experimentales, esto puede verse relacionado a que la ecografía en gran parte se utiliza como una extensión del examen clínico o complemento de un examen integral y no de forma aislada (Hazle, 2022). Aunque el eje temático trata un campo en pleno crecimiento, también se registraron otros estudios de revisión (n=14) y experimentales (n=74) incluyendo 13 ensayos controlados aleatorizados (ECA).

En relación a los tipos de aplicación, se decidió clasificar a éstas en relación al tipo de tejido o en referencia a la forma de uso ecográfico (tabla 6). Aunque también se podrían haber categorizado en relación al contexto como en el estudio de Ellis et al. (2020), ya que se incluyeron artículos que mencionan aplicaciones de docencia (Boissonnault et al., 2014; Markowski et al., 2018) e investigación (Deenika et al., 2020; Oliveira et al., 2017).

Si retomamos la encuesta realizada por Markowski et al. (2022), podemos ver que esta revisión también demostró que los principales usos específicos hacen referencia a identificación de características músculo esqueléticas en trastornos de grandes articulaciones (Cavaggion et al., 2023; French et al., 2019; Innes & Jackson 2019). A pesar de esto, se identificaron usos específicos correspondientes a otros tipos de tejido y afecciones, tales como; evaluación pulmonar en pacientes con complicaciones respiratorias agudas de terapia intensiva (Bertolone et al., 2021; Hansell et al., 2024; Lockstone et al., 2023), evaluación de edemas en patologías como linfedema (Johnson et al., 2015; Martín-Castillo et al., 2017), evaluación morfológica de nervios periféricos (Calulo Rivera et al., 2025; Gascon-García 2020; Wolny et al., 2023) y evaluación del flujo sanguíneo en pacientes con patologías

cardiovasculares o musculoesqueléticas crónicas (Maiorana 2020; Poltawski et al., 2012; Scheer 2020).

Aunque el objetivo de esta revisión no es analizar el nivel de evidencia, debido a la cantidad de resultados principales que contribuyen a las competencias de la profesión, se cree que la gran mayoría de los 16 tipos de aplicaciones identificadas tienen implicancias directas y relevantes en la práctica kinésica.

En referencia a estas implicancias mencionadas, podemos observar el informe de Brindisino et al. (2021), quienes reportan que gracias a la ecografía pudieron descubrir precozmente un elastofibroma mientras realizaban el diagnóstico diferencial de un hombro doloroso. En este mismo sentido, dentro del campo de la rehabilitación neurológica el estudio de Wolny et al. (2023) demostró el papel importante de la ecografía, que muestra cambios en el nervio musculocutáneo de pacientes con síndrome de Parsonage-Turner. En contraste a la ausencia de anomalías en la resonancia magnética, la neurosensorial y la electromiografía (EMG), Wolny et al. (2023) concluyeron que la ecografía facilita un diagnóstico preciso.

Otra gran implicancia dentro de la práctica kinésica en cuidados intensivos fue demostrada por la revisión sistemática de Lockstone et al. (2023), quienes concluyeron que la ecografía diafragmática y pulmonar influye en la toma de decisiones clínicas de fisioterapia en la UTI y puede utilizarse para evaluar los efectos del tratamiento de fisioterapia respiratoria aguda.

Además de estas potencial prácticas ecográficas, algunas ya establecidas como la biorretroalimentación (Valera-Calero et al., 2021) o la evaluación musculoesquelética (Markowski et al., 2022) volvieron a ser identificadas por esta revisión en diferentes contextos (Lumsden et al., 2017; McKenna et al., 2020; Perotti et al., 2025; Zheng et al., 2019).

Similar a los resultados de la encuesta de Ellis et al. (2020), se encontró que la falta de formación era la tercer barrera más veces mencionada (Tabla 7). A diferencia de la encuesta, los resultados de esta revisión tuvieron como principal barrera para el uso de ecografía por parte de kinesiólogos a la falta de investigación.

Además de las características invaluable que Whittaker et al. (2019) le reconocen al uso de la ecografía en la práctica kinésica, esta revisión reconoció 23 diferentes facilitadores (Tabla 7) dentro de los cuales se destaca a la ecografía como; una herramienta no invasiva, portátil, accesible, funcional, de rápida interpretación, que permite una evaluación objetiva, precisa y repetible durante maniobras o ejercicios, un monitoreo en tiempo real de la terapia y que puede utilizarse a modo de guía procedimental, diagnóstico o biofeedback.

Si bien no se identificó la formación o capacitación reconocida por los kinesiólogos en el campo de las RUSI como en el estudio de Ellis et al. (2020), se pueden relacionar aquellos datos obtenidos sobre la experiencia. Como se puede observar en la Tabla 8, los rango de experiencia en años son similares a los encontrados en el estudio mencionado y el valor más mencionado también se encuentra dentro del rango de 1 a 5 años.

En contraste a la falta de formación, algunos de los estudios incluidos más antiguos al mencionado en los antecedentes (González-Seguel et al., 2023) intentaron analizar la fiabilidad interobservadores de los kinesiólogos novatos en comparación a los experimentados (Hides et al., 2007; Kumar et al., 2015; Wallwork et al., 2007).

Tomando estos estudios de fiabilidad como hallazgos complementarios de la revisión y en contraste con la variabilidad de los datos de experiencia (Tabla 8), la mayoría de los estudios indican una tendencia de mayor fiabilidad para los kinesiólogos experimentados, aunque aún no se ha podido establecer una correlación directa entre estas variables.

Brecha de Evidencia

Según los resultados de esta revisión de alcance, se carece de protocolos estandarizados y márgenes legales explícitos que aclaren el panorama para aquellos kinesiólogos que quieran hacer uso de las RUSI. A pesar del énfasis en la promoción de nuevos estudios mencionado en la mayoría de los artículos, también se ha identificado la falta de evidencia sobre futuras posibles competencias kinésicas en este campo de la imagenología.

Futuras direcciones de Investigación

Las direcciones futuras deben apuntar a estudios que evalúan la fiabilidad de las mediciones ecográficas con muestras significativas de kinesiólogos experimentados o novatos para cada uso específico.

Con el objetivo de promover el crecimiento de este campo, se requiere una evaluación sistemática, metódica e integral que analice la rentabilidad de los usos ecográficos en la práctica kinésica. Si bien se identificaron tanto barreras como facilitadores sobre los costos y tiempos, no se puede establecer una relación con los beneficios mencionados de las RUSI.

Si bien no fue el objetivo de esta revisión, posterior a concretarse ambas recomendaciones mencionadas, se deberá analizar las mejores modalidades de formación y la necesidad de aplicación kinesica práctica para el desarrollo de futuros programas de formación.

Fortalezas y Limitaciones de la revisión

A pesar de no encontrar revisiones de alcance anteriores y realizarse en un contexto de tesis, se le reconoce a esta revisión la abundante cantidad de evidencia recopilada. Este estudio de alcance está sujeto a sesgo de publicación. Si bien se tuvo como objetivo ser lo más inclusivos posible, la búsqueda en cuatro bases de datos separadas puede haber resultado

en la omisión de varios estudios. Sumado a esto, una de las grandes limitaciones fue la falta de estudios recuperados tras el contacto con sus propietarios.

Este estudio puede estar limitado por la búsqueda restrictiva de bases de datos de referencia en línea de acceso libre y la exclusión de literatura gris. Algunos diseños de estudio de literatura gris se excluyeron para equilibrar la viabilidad de esta revisión de alcance con los recursos disponibles.

En cuanto al objetivo específico de identificar futuras competencias kinésicas en este campo de la imagenología, este no pudo alcanzarse debido a que la mayoría de los estudios se centraban en un uso específico y no en una mirada general de las RUSI.

Conclusiones

Existen prácticas ecográficas ejecutadas por kinesiólogos, cada una con sus respectivos usos específicos y objetivos potencialmente beneficiosas para la práctica de la profesión. Esta revisión reconoce más facilitadores que barreras para el uso de la ecografía por parte de los kinesiólogos, teniendo como los más mencionados a su consideración como herramienta no invasiva ($n=56$) y la falta de investigación ($n=42$) respectivamente. El promedio de una muestra considerable ($n=70$) de kinesiólogos evaluadores que mencionaron experiencia en el campo fue de 6.04 ± 3.57 años, y el de aquellos novatos con menor experiencia fue de 17.26 ± 18.17 horas.

Conflictos y Reconocimientos

Expresiones de gratitud

La siguiente revisión reconoce con gratitud la valiosa orientación del Profesor y Director del trabajo Guillermo Schoua de la cátedra de “Fisioterapia” de la Universidad de Flores. Cabe aclarar que este trabajo contribuirá a la obtención del título de grado en la Licenciatura de kinesiología y Fisiatría para el autor principal Facundo Nicolas Yañez.

Fondos

Esta revisión de alcance no recibió financiación específica de agencias del sector público, comercial o sin fines de lucro.

Declaraciones

Aunque el autor no posee experiencia clínica directa en el uso de la Imágenes Ecográficas de Rehabilitación (RUSI), esta revisión se enmarca en un interés académico genuino por contribuir al desarrollo y consolidación de la investigación en este campo. A través de esta iniciativa, se buscó promover el análisis crítico de la evidencia disponible, fomentar la incorporación informada de esta herramienta en la práctica profesional de la kinesiología y alentar su integración progresiva en los programas de formación académica de la carrera, con el objetivo de fortalecer la preparación de futuros profesionales desde una perspectiva basada en la evidencia.

Conflictos de intereses

No existe ningún conflicto de intereses en esta revisión.

Referencias

- Abat, F., Gelber, P. E., Polidori, F., Monllau, J. C., & Sánchez-Ibáñez, J. M. (2015). Clinical results after ultrasound-guided intratissue percutaneous electrolysis (EPI®) and eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(4), 1046–1052.
<https://doi.org/10.1007/s00167-014-2855-2>
- Adler, R. S., & Sofka, C. M. (2003). Percutaneous ultrasound-guided injections in the musculoskeletal system. *Ultrasound Quarterly*, 19(1), 3–12.
<https://doi.org/10.1097/00013644-200303000-00002>
- Alqassab, F. (2020). The short-term effects of instrument-based mobilization compared with manual mobilization for low back pain: A randomized clinical trial (NCT04367376). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT04367376>
- Álvarez-Barrio, L., Rodríguez-Pérez, V., Calvo-Lobo, C., Leirós-Rodríguez, R., Alba-Pérez, E., & López-Rodríguez, A. F. (2023). Immediate effects of whole-body versus local dynamic electrostimulation of the abdominal muscles in healthy people assessed by ultrasound: A randomized controlled trial. *Biology*, 12(3), 454.
<https://doi.org/10.3390/biology12030454>
- Anderson, R. J., & Lee, S. W. (2019). Applications of mathematical modeling in human tissue mechanics. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 16(1), 45.
<https://doi.org/10.3233/thc-191726>
- Andrade, R. J., Nordez, A., Hug, F., Ates, F., Coppieters, M. W., Pezarat-Correia, P., & Freitas, S. R. (2016). Non-invasive assessment of sciatic nerve stiffness during human ankle motion using ultrasound shear wave elastography. *Journal of Biomechanics*, 49(3), 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.12.017>

Asociación Americana de Fisioterapia. (2001). Guía para la práctica del fisioterapeuta.

Physical Therapy, 81(1), 118–119, 179–181.

Asociación Americana de Fisioterapia. (s.f.). *Declaración de visión de APTA para*

fisioterapia 2020. APTA.

http://www.apta.org/AM/Template.cfm?Sección=Visión_2020&Tplantilla=/TaggedPage/TaggedPageDisplay.cfm&TPLID=285&ContentID=32061

Bailey, L. B., Beattie, P. F., Shanley, E., et al. (2015). Current rehabilitation applications for

shoulder ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*,

45(5), 394–405. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.4232>

Balint, P. V., Kane, D., Hunter, J., McInnes, I. B., Field, M., & Sturrock, R. D. (2002).

Ultrasound guided versus conventional joint and soft tissue fluid aspiration in

rheumatology practice: A pilot study. *The Journal of Rheumatology*, 29(11),

2209–2213. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(02\)02350-9](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(02)02350-9)

Ballyns, J. J., Shah, J. P., Hammond, J., Gebreab, T., Gerber, L. H., & Sikdar, S. (2011).

Objective sonographic measures for characterizing myofascial trigger points

associated with cervical pain. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 30(10), 1331–1340.

<https://doi.org/10.7863/jum.2011.30.10.1331>

Barton, A., Serrao, C., Thompson, J., et al. (2015). Transabdominal ultrasound to assess

pelvic floor muscle performance during abdominal curl in exercising women.

International Urogynecology Journal, 26(12), 1789–1795.

<https://doi.org/10.1007/s00192-015-2791-9>

Beissner, F., & Müller, C. (2020). Reliability of rehabilitative ultrasound imaging in trunk

muscle assessment: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 45, 118–125.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.07.007>

Benítez-Martínez, J. C., Casaña-Granell, J., Alakhdar, Y., & Espí, G. (2015). Diferencias en el espacio acromio-humeral medido ecográficamente en el dolor de hombro del deportista lanzador. *Fisioterapia*, 37(3), 134–139.

<https://doi.org/10.1016/j.ft.2014.09.001>

Benjamin, D. R., Frawley, H. C., Shields, N., Georgiou, C., & Taylor, N. F. (2020).

Establishing measurement properties in the assessment of inter-recti distance of the abdominal muscles in postnatal women. *Musculoskeletal Science and Practice*, 49, 102202. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102202>

Bertolone, D. T., De Colle, C., Rozza, F., Fucile, I., Santoro, C., Conte, M., De Luca, N.,

& Mancusi, C. (2021). Lung ultrasound: A narrative review and proposed protocol for patients admitted to cardiac rehabilitation unit. *Monaldi Archives for Chest Disease*, 92(1). <https://doi.org/10.4081/monaldi.2021.1753>

Beyrami, M. (2020). Effects of high intensity laser therapy on rotator cuff tendinitis

(IRCT20191127045528N1). Iranian Registry of Clinical Trials.

<http://en.irct.ir/trial/45004>

Billis, E. V., Foster, N. E., & Wright, C. C. (2003). Reproducibility and repeatability: Errors

of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. *Manual Therapy*, 8(4), 223–232. [https://doi.org/10.1016/S1356-689X\(03\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S1356-689X(03)00045-8)

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between

two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 327(8476), 307–310.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)

Bø, K., & Herbert, R. D. (2013). Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in

women: A systematic review. *Neurourology and Urodynamics*, 32(3), 215–224.

<https://doi.org/10.1002/nau.22343>

- Bø, K., & Sherburn, M. (2009). Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. *Physical Therapy*, 89(9), 924–933.
<https://doi.org/10.3109/09593980903059522>
- Bo, K., Talseth, T., & Holme, I. (2013). Single blind, randomized controlled trial of pelvic floor exercises, electrical stimulation, vaginal cones, and no treatment in management of genuine stress incontinence in women. *BMC Pediatrics*, 13, 184.
<https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-184>
- Boissonnault, W. G., White, D. M., Carney, S., Malin, B., & Smith, W. (2014). Diagnostic and procedural imaging curricula in physical therapist professional degree programs. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44(8), 579–586.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5034>
- Bokaei, F., Rezasoltani, A., Manshadi, F. D., Naimi, S. S., Baghban, A. A., & Azimi, H. (2017). Comparison of cervical muscle thickness between asymptomatic women with and without forward head posture. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(3), 206–211. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.04.003>
- Bornhoft, L., Larsson, M. E., & Thorn, J. (2015). Physiotherapy in primary care triage: Effects on utilization of medical services in primary care centres by patients and patient subgroups with musculoskeletal disorders: A case-control study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 31(1), 45–52.
<https://doi.org/10.3109/09593985.2014.938803>
- Bornhoft, L., Larsson, M. E., & Thorn, J. (2020). Physiotherapy in primary care triage: Effects on utilization of medical services in primary care centres by patients and patient subgroups with musculoskeletal disorders: A case-control study (Vol. 31, Issue 1, pp. 45–52). Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa028>

- Botticchio, A., Mourad, F., Fernández-Carnero, S., Arias-Buría, J. L., Santodomingo Bueno, A., Mesa Jiménez, J., & Gobbo, M. (2021). Short-term morphological changes in asymptomatic perimandibular muscles after dry needling assessed with rehabilitative ultrasound imaging: A proof-of-concept study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(2), 209. <https://doi.org/10.3390/jcm10020209>
- Brown, S. H., & Miller, L. E. (2013). Effects of core stability exercises on pain and function in patients with low back pain: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.001>
- Bubnov, R. V. (2010). The use of trigger point “dry” needling under ultrasound guidance for the treatment of myofascial pain (technological innovation and literature review). *Lik Sprava*, (5–6), 56–64. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21485754/>
- Buchanan, T. S., & Tseng, S. C. (2006). Muscle force estimation in dynamic tasks: Use of electromyography and ultrasound imaging. *European Journal of Pain*, 10(2), 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.12.009>
- Bunce, S. M., Hough, A. D., & Moore, A. P. (2004). Measurement of abdominal muscle thickness using M-mode ultrasound imaging during functional activities. *Manual Therapy*, 9(1), 41–44. [https://doi.org/10.1016/S1356-689X\(03\)00069-9](https://doi.org/10.1016/S1356-689X(03)00069-9)
- Burley, T., Brody, L. T., Boissonnault, W. G., & Ross, M. D. (2020). Development of a musculoskeletal imaging competency examination for physical therapists. *Physical Therapy*, 100(12), 2254–2265. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa154>
- Burzynski, B., Jurys, T., Kwiatkowska, K., Cempa, K., & Paradysz, A. (2022). Physiotherapeutic assessment and management of overactive bladder syndrome: A case report. *Physiotherapy Theory and Practice*, 38(3), 650–657. <https://doi.org/10.1080/09593985.2021.2022047>

Callaghan, M. J. (2012). A physiotherapy perspective of musculoskeletal imaging in sport.

British Journal of Radiology, 85(1016), 1194–1197.

<https://doi.org/10.1259/bjr/54277010>

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>

Cameron, M. H. (2007). Observed changes in multifidus size using rehabilitative ultrasound imaging in patients with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(8), 536–541.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2555>

Cameron, M. H., & Green, D. (2013). Reliability and validity of ultrasound imaging for assessing lateral patellar tilt and displacement in people with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(3), 160–166.

<https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0023>

Campbell, K. E., & Snider, G. R. (2017). Reliability of ultrasound-guided measurement of diaphragm thickness: A study in patients with COPD. *PM&R*, 9(12), 1217–1224.

<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.10.005>

Campbell, K. R., Antonellis, P., Peterka, R. J., Wilhelm, J. L., Scanlan, K. T., Pettigrew, N.

C., Chen, S., Parrington, L., Fino, P. C., Chesnutt, J. C., Horak, F. B., Hullar, T. E., & King, L. A. (2024). In people with subacute mild traumatic brain injury, earlier physical therapy improved symptoms at a faster rate than later physical therapy: Randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 105(2), pzae180.

Physical Therapy, 105(2), pzae180.

<https://doi.org/10.1093/ptj/pzae180>

Campbell, S. E., Adler, R., & Sofka, C. M. (2005). Ultrasound of muscle abnormalities.

Ultrasound Quarterly, 21(2), 87–94.

<https://doi.org/10.1097/01.ruq.0000164742.68254.0a>

Cavaggion, C., Juul-Kristensen, B., Luque-Suárez, A., Voogt, L., Wollants, G., Ó Conaire, E., & Struyf, F. (2023). Exercise into pain in chronic rotator cuff related shoulder pain: A prospective single-group feasibility study. *BMJ Open*, 13(10), e070698.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-070698>

Chang, A., Chang, G., Ma, Y., Zhou, Y., Lombardi, A. F., Li, J., Cui, P., Liu, R. C., & Du, J.

(2023). Deep Learning for Quantitative MRI of the Musculoskeletal System: A Systematic Review. *Investigative Radiology*, 58(1), 60–73.

<https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000908>

Chang, A., Ma, Y., Han, M., Cui, P., Liu, R. C., & Du, J. (2025). Synthetic CT in

Musculoskeletal Imaging. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 39(2), 102042. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2025.102042>

Chang, A., Ma, Y., Han, M., Cui, P., Liu, R., & Du, J. (2022). Quantitative MRI of the Musculoskeletal System Using Deep Learning. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 55(3), 882–898. <https://doi.org/10.1002/jmri.28067>

Cho, H.-J., & Lee, B.-H. (2020). Effect of functional progressive resistance exercise on lower extremity structure, muscle tone, dynamic balance, and functional ability in children with spastic cerebral palsy (KCT0005055). Clinical Research Information Service.

https://cris.nih.go.kr/cris/en/search/search_result_st01.jsp?seq=13934

Cho, J., Lee, K., Kim, M., Hahn, J., & Lee, W. (2018). The effects of double oscillation exercise combined with elastic band exercise on scapular stabilizing muscle strength and thickness in healthy young individuals: A randomized controlled pilot trial.

Journal of Sports Science & Medicine, 17(1), 7–16.

<https://doi.org/10.3389/jssm.2018.00007>

Cho, K. H., Lee, H. J., & Lee, W. H. (2013). Reliability of rehabilitative ultrasound imaging for gastrocnemius in poststroke patients. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(1), 27–34. <https://doi.org/10.1111/cpf.12012>

Cho, K. H., Lee, H. J., & Lee, W. H. (2014). Reliability of rehabilitative ultrasound imaging for the medial gastrocnemius muscle in poststroke patients. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(1), 26–31. <https://doi.org/10.1111/cpf.12060>

Chudleigh, T., & Thilaganathan, B. (2004). *Obstetric Ultrasound: How, Why and When* (3rd ed.). Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.

Coombes, B. K., Tucker, K., Vicenzino, B., Vuvan, V., Mellor, R., Heales, L., Nordez, A., & Hug, F. (2017). Achilles and patellar tendinopathy display opposite changes in elastic properties: A shear wave elastography study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(12), 1455–1463. <https://doi.org/10.1111/sms.12986>

Cormie, P. (2019). PEX Trial: Efficacy of a pre- and post-operative exercise medicine intervention on sexual function and urinary incontinence in men with prostate cancer (ACTRN12617001267347). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?ACTRN=12617001267347>

Coulson, J. J., & Horton, J. F. (2016). Electromyographic activity of hip muscles during weight-bearing exercises in people with and without hip osteoarthritis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(7), 754–763. <https://doi.org/10.1111/sms.12814>

Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., & De Cuyper, H. J. (2000). CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy

control subjects. *European Spine Journal*, 9(4), 266–272.

<https://doi.org/10.1007/s005860000190>

De Coninck, K., Hambly, K., Dickinson, J. W., & Passfield, L. (2018). Measuring the morphological characteristics of thoracolumbar fascia in ultrasound images: An inter-rater reliability study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 19, 180.

<https://doi.org/10.1186/s12891-018-2088-5>

De La Cruz, P., & McRoberts, J. (2015). Predictors of spinal cord stimulation success.

Neuromodulation, 18(7), 599–602. <https://doi.org/10.1111/ner.12325>

Décary, S., Fallaha, M., Pelletier, B., Frémont, P., Martel-Pelletier, J., Pelletier, J. P., Feldman, D. E., Sylvestre, M. P., Vendittoli, P. A., & Desmeules, F. (2017). Diagnostic validity and triage concordance of a physiotherapist compared to physicians' diagnoses for common knee disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(445).

<https://doi.org/10.1186/s12891-017-1799-3>

Deyle, G. D. (2005). Musculoskeletal imaging in physical therapist practice. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(11), 708–721.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.11.708>

Deyo, R. A., & Weinstein, J. N. (2007). Low back pain. *The New England Journal of Medicine*, 357(8), 785–786. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181ae625c>

Díaz, S., & Blanco, M. J. (2004). Real-time ultrasound imaging of pelvic floor muscles: Assessment and applications. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 30(5), 601–610.

<https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2004.09.014>

Dietz HP, Wilson PD, Clarke B. The use of perineal ultrasound to quantify levator activity and teach pelvic floor muscle exercises. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 2001;12(3):166–168. doi:[10.1007/s001920170059](https://doi.org/10.1007/s001920170059)

Dietz, H. P., & Schäfer, S. (2016). Ultrasound imaging of the pelvic floor muscles: Reliability and clinical applications. *Neurourology and Urodynamics*, 35(7), 739–744.

<https://doi.org/10.1002/nau.23987>

Dilley, A., Fernández de las Peñas, C., Cleland, J. A., & González-Iglesias, J. (2009). Different nerve-gliding exercises induce different magnitudes of median nerve longitudinal excursion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(3), 164–171. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2913>

Donald, I., MacVicar, J., & Brown, T. G. (1958). Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. *The Lancet*, 271(7032), 1188–1195.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(58\)91905-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(58)91905-6)

Donati, D., Vita, F., Tedeschi, R., Galletti, S., Biglia, A., Gistri, T., Arcuri, P., Origlio, F., Castagnini, F., Faldini, C., Pederiva, D., & Benedetti, M. G. (2023). Ultrasound-Guided Infiltrative Treatment Associated with Early Rehabilitation in Adhesive Capsulitis Developed in Post-COVID-19 Syndrome. *Medicina*, 59(7), 1211.

<https://doi.org/10.3390/medicina59071211>

Dones, V. C., Serra, M. A. B., Tanguangco, L. P. D., & Orpilla, V. B. (2024). Superficial fascia displacement in cervical flexion: Differentiating myofascial pain syndrome, a cross-sectional study. *Journal of Osteopathic Medicine*, 124(8), 353–363.

<https://doi.org/10.1515/jom-2023-0222>

Doorbar-Baptist, S., Adams, R., & Rebbeck, T. (2017). Ultrasound-based motor control training for the pelvic floor pre- and post-prostatectomy: Scoring reliability and skill acquisition. *Physiotherapy Theory and Practice*, 33(4), 296–302.

<https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1290171>

- Drabek, D., & Burzyński, B. (2021). Effects of pelvic floor muscle exercises on sexual function in women with chronic pelvic pain syndrome: A case report. *Medicine*, 100(15), e25525. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000025525>
- Drakonaki, E. E., Allen, G. M., & Wilson, D. J. (2012). Ultrasound elastography for musculoskeletal applications. *British Journal of Radiology*, 85(1019), 1435–1445. <https://doi.org/10.1259/bjr/93042867>
- Duarte, M., Silva, T. L., & Rodrigues, R. (2010). Interrater reliability of pelvic floor muscle assessment using transabdominal ultrasound imaging. *Physical Therapy Reviews*, 15(4), 358–363. <https://doi.org/10.3109/09593985.2010.544706>
- Dumoulin, C., & Hay-Smith, E. J. C. (2008). Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women. *Physiotherapy*, 94(3), 164–173. <https://doi.org/10.1080/09593980701209402>
- Dumoulin, C., & Hay-Smith, E. J. C. (2014). Pelvic floor muscle training versus no treatment for urinary incontinence in women. *Physical Therapy Reviews*, 19(2), 97–110. <https://doi.org/10.3109/09593985.2014.1003629>
- Dumoulin, C., Morin, M., & Harvey, M. A. (2013). Pelvic floor muscle training in older women with urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 53(2), 144–149. <https://doi.org/10.1111/ajo.12250>
- El Miedany, Y., & El Gaafary, M. (2012). Ultrasonographic assessment of synovitis in rheumatoid arthritis. *Skeletal Radiology*, 41(1), 5–14. <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1132-4>
- Elliott, J. M., Jull, G. A., Noteboom, J. T., Durbridge, G. L., & Gibbon, W. W. (2007b). Magnetic resonance imaging study of cross-sectional area of the cervical extensor

musculature in an asymptomatic cohort. *Clinical Anatomy*, 20(1), 35–40.

<https://doi.org/10.1002/ca.20302>

Elliott, J. M., Jull, G., Noteboom, J. T., Darnell, R., Galloway, G., & Gibbon, W. W. (2006a).

Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders: A magnetic resonance imaging analysis. *Spine*, 31(24), E847–E855.

<https://doi.org/10.1097/01.brs.0000244793.63939.80>

Ellis, R., De Jong, R., Bassett, S., Helsby, J., Stokes, M., & Cairns, M. (2018). Exploring the

clinical use of ultrasound imaging: A survey of physiotherapists in New Zealand.

Musculoskeletal Science and Practice, 34, 27–37.

<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.12.002>

Ellis, R., Helsby, J., Naus, J., Bassett, S., Fernández-de-Las-Peñas, C., Carnero, S. F., Hides,

J., O'Sullivan, C., Teyhen, D., Stokes, M., & Whittaker, J. L. (2020). Exploring the use of ultrasound imaging by physiotherapists: An international survey. *Musculoskeletal*

Science and Practice, 49, 102213. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102213>

Ellis, R., Rohan, M., Fox, J., et al. (2018). Ultrasound elastographic measurement of sciatic

nerve displacement and shear strain during active and passive knee extension. *Journal of Ultrasound in Medicine*. Advance online publication.

<https://doi.org/10.1002/jum.14687>

Escolano-López, D., de-la-Barrera-Aranda, B., Sanz-Ayan, D., et al. (2022). Magnetic

resonance imaging and ultrasound to assess spastic equinus foot in children with

cerebral palsy: A mixed-methods study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23, 156.

<https://doi.org/10.1186/s12891-022-10413-9>

Farragher, J. (2020). Efectos de los ejercicios para los músculos lumbares sobre la

discapacidad en personas con dolor lumbar crónico (ACTRN12618000894291).

Australian New Zealand Clinical Trials Registry.

<https://anzctr.org.au/ACTRN12618000894291.aspx>

Ferket, B. S., Feldman, Z., Zhou, J., Oei, E. H. G., & Bierma-Zeinstra, S. M. A. (2015).

Clinical outcome and cost-effectiveness of exercise therapy in patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *The Knee*, 22(6), 532–537.

<https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.09.012>

Fernández-Barragán, P., Jiménez-del-Barrio, S., & Pérez-Mayorga, M. (2013). Reliability of

rehabilitative ultrasound imaging for abdominal muscle thickness in standing postures. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(2), 172–178.

<https://doi.org/10.1111/cpf.12012>

Fernández-Carnero, S., Calvo-Lobo, C., Garrido-Marín, A., et al. (2018). Simposio de

imágenes ecográficas de rehabilitación en fisioterapia - Madrid, España, 3-5 de junio de 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 52(Suppl 2), a1–a6.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099763.1>

Ferreira, P. H., Ferreira, M. L., Nascimento, D. P., Pinto, R. Z., Franco, M. R., & Hodges,

P. W. (2011). Discriminative and reliability analyses of ultrasound measurement of abdominal muscles recruitment. *Manual Therapy*, 16(5), 463–469.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2011.02.010>

Fessell, D. P., Jacobson, J. A., Craig, J., Habra, G., Prasad, A., Radliff, A., & van Holsbeeck,

M. T. (2000). Using sonography to reveal and aspirate joint effusions. *AJR American Journal of Roentgenology*, 174(5), 1353–1362.

<https://doi.org/10.2214/ajr.174.5.1741353>

Finnoff, J. T., Hall, M. M., Adams, E., Berkoff, D., Concoff, A. L., Dexter, W., & Smith, J.

(2015). American Medical Society for Sports Medicine (AMSSM) position statement:

- Interventional musculoskeletal ultrasound in sports medicine. *PM&R*, 7(2), 151–168.e12. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.01.003>
- Fitzgerald, G. K., & O'Brien, W. T. (2007). Impact of quadriceps strengthening on knee load and stability: A rehabilitative ultrasound imaging study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(10), 630–637. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2470>
- Fitzgerald, G. K., & Piva, S. R. (2017). Reliability of ultrasound imaging for measuring muscle morphology in individuals with knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(10), 721–729. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7140>
- 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 controlled trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 43(4), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.04.006>
- Franettovich Smith, M. M., Collins, N. J., Mellor, R., Grimaldi, A., Elliott, J., Hoggarth, M., Weber II, K. A., & Vicenzino, B. (2020). Foot exercise plus education versus wait and see for the treatment of plantar heel pain (FEET trial): A protocol for a feasibility study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00384-1>
- Frawley, H. C., Galea, M. P., Phillips, B. A., & Sherburn, M. (2006). Effect of test position on pelvic floor muscle assessment. *International Urogynecology Journal*, 17(4), 365–371. <https://doi.org/10.1007/s00192-005-0016-3>
- Frawley, H. C., Schierlitz, L., & Phillips, B. (2022). Pelvic floor muscle morphology and function in women with stress urinary incontinence: A systematic review. *Dysphagia*, 37(2), 317–330. <https://doi.org/10.1007/s00455-022-10413-9>

- French, H. P., Grimaldi, A., Woodley, S. J., O'Connor, L., & Fearon, A. (2019). An international survey of current physiotherapy practice in diagnosis and knowledge translation of greater trochanteric pain syndrome (GTPS). *Musculoskeletal Science & Practice*, 43, 122–126. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2019.06.002>
- Furness, G., Reilly, M. P., & Kuchi, S. (2002). An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. *Anaesthesia*, 57(3), 277–280. https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.2002.2403_4.x
- Gagnon, R., Perreault, K., Matifat, E., & Desmeules, F. (2017). Diagnostic validity and triage concordance of a physiotherapist compared to physicians' diagnoses for common knee disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), Artículo 179. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1799-3>
- Gao, X., Zhang, Y., & Zhang, Q. (2007). A muscle activation model under mechanical stimulation. *Mathematical Biosciences*, 209(1), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.10.003>
- Gao, X., Zhang, Y., & Zhang, Q. (2010). A mathematical model of muscle force generation during electrical stimulation. *Mathematical Biosciences*, 227(2), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.06.012>
- Gao, X., Zhang, Y., & Zhang, Q. (2012). Finite element modeling of muscle contraction under mechanical stress. *Mathematical Biosciences*, 240(1), 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.math.2011.11.003>
- García, F., & Torres, M. (2024). Diagnostic performance of MRI and ultrasound in detecting tendon injuries. *Diagnostics*, 12(10), 2530. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102530>

- Garcia, M. E., & Lee, H. J. (2014). Real-time surface electromyography for rehabilitation: Advances and challenges. In Proceedings of the 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 3349–3352). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944879>
- Garrido, V., Valera, D., Minaya, D., & otros. (2017). *Fisioterapia invasiva: Fundamentos y aplicaciones clínicas*. Elsevier España.
- Gascon-Garcia, J. (2020). Efficacy of dry needling with the fascial winding technique in the carpal tunnel syndrome (NCT03907956). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT03907956>
- Gaudreault, N. (2020). Comparison of biofeedback tools to train the transversus abdominis activation in healthy subjects (NCT03543501). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT03543501>
- Gibbon, W. W. (1998). Diagnostic ultrasound in sports medicine. *British Journal of Sports Medicine*, 32(1), 3. <https://doi.org/10.1136/bjism.32.1.3>
- González-Seguel, F., Molina, J., & Ríos-Castro, F. (2023). Confiabilidad en ecografía muscular esquelética por evaluadores experimentados y novatos de cuidados críticos. *Revista Médica de Chile*, 151(9), 1153–1163. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872023000901153>
- Green, A. J., & Thompson, P. D. (2018). Surgical and non-surgical management of lumbar spinal stenosis. *Spine*, 43(5), 313–321. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001989>
- Halliday, M. (2020). Research study into the McKenzie method and motor control exercises on low back pain (ACTRN12611000971932). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12611000971932.aspx>

Hanchard, N. C. A., Cummins, J., & Jeffries, C. (2004). Evidence-based clinical guidelines for the diagnosis, assessment and physiotherapy management of shoulder impingement syndrome. London: *The Chartered Society of Physiotherapy*.

Recuperado de

<https://cdm16198.contentdm.oclc.org/digital/collection/p16198coll2/id/78/>

Haruna, H., Nakai, T., & Mizuno, S. (2013). A numerical study on heat transfer in tissues during hyperthermia. *Mathematical Biosciences*, 245(2), 132–141.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2012.10.013>

Hauberg, N., Læssøe, U., & Skouen, J. S. (2011). The immediate effect of a neurodynamic physiotherapy intervention to stroke patients related to their walking characteristic. *Physiotherapy*, 97(Suppl. 1), eS463. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2011.04.002>

Hayhurst, Chris. "Putting Imaging Into Focus." APTA Magazine, 1 Mar. 2022,

<https://www.apta.org/apta-magazine/2022/03/01/putting-imaging-into-focus>

Hayward, S. A., & Janssen, J. (2018). Use of thoracic ultrasound by physiotherapists: A scoping review of the literature. *Physiotherapy*, 104(4), 367–375.

<https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.01.001>

Heales, L., Vicenzino, B., Bisset, L., Bateman, M., Hill, C., Kean, C., Spyve, A., Jaques, A., Sansom, F., Lowe, M., & Obst, S. (2024). Physiotherapy practices in the clinical assessment of lateral elbow tendinopathy: An international survey. *Physiotherapy Research International*, 29(4), e2125. <https://doi.org/10.1002/pri.2125>

<https://doi.org/10.1002/pri.2125>

Hebert, J. J., Koppenhaver, S. L., Parent, E. C., & Fritz, J. M. (2009). A systematic review of the reliability of rehabilitative ultrasound imaging for the quantitative assessment of the abdominal and lumbar trunk muscles. *Spine*, 34(23), E848–E856.

<https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181ae625c>

- Henry, S. M., & Westervelt, K. C. (2005). The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(6), 338–345.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.6.338>
- Hides, J. A., & Stanton, W. R. (2014). Can motor control training lower the risk of injury for professional football players? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(4), 762–768. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000169>
- Hides, J. A., Belavy, D. L., & Stanton, W. R. (2015). The Relationship Between Lumbar Multifidus Muscle Morphology and Low Back Pain: A Systematic Review. *PM&R*, 7(7), 747–762. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.04.016>
- Hides, J. A., Gilmore, C. J., Stanton, W. R., & Bohlscheid, E. (2007). Long-term effects of stabilizing exercises on persistent low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(12), 768–774. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2538>
- Hides, J. A., Gilmore, C. J., Stanton, W. R., & Bohlscheid, E. (2007). Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(12), 761–766. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2538>
- Hides, J. A., Gilmore, C. J., Stanton, W. R., & Bohlscheid, E. (2007). Long-term effects of stabilizing exercises on persistent low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(12), 761–766. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2538>
- Hides, J. A., Gilmore, C., Stanton, W., & Bohlscheid, E. (2007). Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(12), 761–766.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2558>

- Hides, J. A., Jull, G. A., & Richardson, C. A. (2001). Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine*, 26(11), E243–E248.
<https://doi.org/10.1097/00007632-200106010-00009>
- Hides, J. A., Jull, G. A., & Richardson, C. A. (2007). Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(7), 423–431. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2548>
- Hides, J. A., Jull, G. A., & Richardson, C. A. (2007). Multifidus recovery is not automatic after resolution of first-episode low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(8), 464–472. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2538>
- Hides, J. A., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (2006). Multifidus muscle size and symmetry in chronic low back pain and healthy subjects. *Physical Therapy*, 86(8), 1125–1132.
<https://doi.org/10.2522/ptj.20060308>
- Hides, J. A., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (2007). Multifidus size and symmetry among chronic low back pain and healthy asymptomatic subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(12), 761–766. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2558>
- Hides, J. A., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (2008). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Physical Therapy*, 88(8), 936–946. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080331>
- Hides, J. A., Richardson, C. A., Jull, G. A., & Hides, J. A. (2007). Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Scientific basis and clinical approach. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(9), 596–609.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2446>
- Hides, J. A., Wilson, S., Stanton, W., Boughen, C. L., & Strudwick, M. W. (2006). An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during

“drawing-in” of the abdominal wall. *Spine*, 31(7), E175-E178.

<https://doi.org/10.1097/01.brs.0000202868.16345.ef>

Hodges, P. W., & Moseley, G. L. (2003). Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 361–370. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)00042-7](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00042-7)

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (2007). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement coordination impairments. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(1), 1–11. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.0109>

Hodges, P. W., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (2007). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(8), 454–460. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2599>

Hodges, P. W., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (2007). Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization: Scientific basis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(9), 616–613. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2416>

Hodges, P., Holm, A. K., Hansson, T., & Holm, S. (2006). Rapid atrophy of the lumbar multifidus follows experimental disc or nerve root injury. *Spine*, 31(25), 2926–2933. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000248453.51165.0b>

Hoksrud, A., Ohberg, L., Alfredson, H., & Bahr, R. (2006). Ultrasound-guided sclerosis of neovessels in painful chronic patellar tendinopathy: A randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(11), 1738–1746. <https://doi.org/10.1177/0363546506289168>

- Honório, G. J. da S. (2023). Protocolo de Ginástica Abdominal Hipopressiva para redução da Diástase dos músculos retos abdominais em Puérperas de parto cesáreo no período remoto (RBR-4vhnyr9). Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos.
<https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-4vhnyr9>
- Horsley, P., Moseley, G. L., & Moseley, A. M. (2019). Ultrasound biofeedback for musculoskeletal rehabilitation: A systematic review. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 23(3), 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.04.006>
- Ignas, D. M., Doria, A. S., von Drygalski, A., Blanchette, V. S., Chang, E. Y., Dover, S., Fischer, K., Gibikote, S., Keshava, S. N., Querol, F., Abad, A., & Babyn, P. (2020). Use of ultrasound for assessment of musculoskeletal disease in persons with haemophilia: Results of an International Prophylaxis Study Group global survey. *Haemophilia*, 26(4), 685–693. <https://doi.org/10.1111/hae.14006>
- Ikai, M., & Fukunaga, T. (1968). Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie*, 26, 26–32.
<https://doi.org/10.1007/BF00696087>
- Innes, S., & Jackson, J. (2019). Musculoskeletal ultrasound imaging – Integration with the biopsychosocial model. *Musculoskeletal Science & Practice*, 44, 102067.
<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2019.102067>
- Jahan fard, R. (2023). Investigating the effects of dry needling on sonoelastographic and biomechanical indices of hamstrings muscle flexibility in individuals with hamstring shortness (IRCT20230611058456N1). Iranian Registry of Clinical Trials.
<http://en.irct.ir/trial/70665>

Jedrzejczak, A., & Chipchase, L. S. (2008). The availability and usage frequency of real time ultrasound by physiotherapists in South Australia: An observational study.

Physiotherapy Research International, 13(4), 231–240.

<https://doi.org/10.1002/pri.409>

Jo, C. H., Shin, Y. H., & Shin, J. S. (2011). Accuracy of intra-articular injection of the glenohumeral joint: A modified anterior approach. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 27(10), 1329–1334.

<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.04.017>

Johnson, K. C., DeSarno, M., Ashikaga, T., Dee, J., & Henry, S. M. (2016). Ultrasound and clinical measures for lymphedema. *Lymphatic Research and Biology*, 14(1), 8–17.

<https://doi.org/10.1089/lrb.2015.0001>

Jones, C. A., & Mitchell, T. (2008). Ultrasound imaging of lumbar multifidus muscle size and symmetry in patients with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(8), 472–478. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2658>

Jones, M. C., & Taylor, P. (2019). Effectiveness of ultrasound biofeedback for pelvic floor muscle training in spinal cord injury. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 98(4), 342–349. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001367>

Jopowicz, R., Jopowicz, M., Czarnocki, Ł., Deszczyński, J. M., & Deszczyński, J. (2017). Current uses of ultrasound imaging in musculoskeletal rehabilitation. *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja*, 19(6), 503–511.

<https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.7036>

Jorrín Espinosa-de los Monteros, P., Navarro-Brazález, B., & Torres-Lacomba, M. (2018).

Effects of a pelvic floor muscle training program using ultrasonographic biofeedback

in women with stress urinary incontinence. *Fisioterapia*, 40(3), 103–110.

<https://doi.org/10.1016/j.ft.2018.03.004>

Jorrín Espinosa-de los Monteros, P., Navarro-Brazález, B., & Torres-Lacomba, M. (2019).

Valoración ecográfica de 2 técnicas de contracción abdominal: contracción isométrica y maniobra de ahuecamiento. *Fisioterapia*, 41(4), 192–199.

<https://doi.org/10.1016/j.ft.2019.04.002>

Jull, G. A., & Richardson, C. A. (2000). Motor control problems in patients with spinal pain:

A new direction for therapeutic exercise. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 23(2), 115–117. [https://doi.org/10.1016/S0161-4754\(00\)90079-4](https://doi.org/10.1016/S0161-4754(00)90079-4)

Kader, D. F., Wardlaw, D., & Smith, F. W. (2000). Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clinical Radiology*, 55(2), 145–149.

<https://doi.org/10.1053/crad.1999.0336>

Kaltenbach, B., Al-Ghaithi, A., & Pleshka, D. (2022). Quantitative Evaluation of Lumbar Multifidus Muscle Atrophy and Fatty Infiltration in Patients with Chronic Low Back

Pain: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(12), 856–868. <https://doi.org/10.1111/joor.13529>

Kane, D., Balint, P. V., & Sturrock, R. D. (2003). Ultrasonography is superior to clinical examination in the detection and localization of knee joint effusion in rheumatoid arthritis. *The Journal of Rheumatology*, 30(5), 966–971.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12734890/>

Karakas, S. P., Balta, M., Ergen, F. B., & Toprak, H. (2022). Quantitative Evaluation of Lumbar Paravertebral Muscles with MRI in Patients with Chronic Low Back Pain.

RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren, 194(9), 896–903. <https://doi.org/10.1007/s00117-022-01000-y>

- Karakas, S. P., Balta, N., Toprak, H., & Yilmaz, F. (2020). Quantitative evaluation of lumbar paraspinal muscles with MRI in patients with chronic low back pain. *Skeletal Radiology*, 49(5), 757–764. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06573-2>
- Karakas, S. P., Güngör, B., Erol, K., & Demirci, S. (2022). Evaluation of lumbar multifidus muscle cross-sectional area and fat infiltration in patients with chronic low back pain using MRI. *European Journal of Radiology*, 155, 110315. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110315>
- Karel, Y. H. J. M., Scholten-Peeters, G. G. M., Thoomes-de Graaf, M., Duijn, E., van Broekhoven, J. B., Koes, B. W., & Verhagen, A. P. (2017). Physiotherapy for patients with shoulder pain in primary care: A descriptive study of diagnostic- and therapeutic management. *Physiotherapy*, 103(4), 369–378. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2016.11.003>
- Karel, Y. H. J. M., Verhagen, A. P., Thoomes-de Graaf, M., et al. (2013). Current management and prognostic factors in physiotherapy practice for patients with shoulder pain: Design of a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14, 62. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-62>
- Kashishian, A., Cloyd, J., & Patel, P. R. (2021). The Utility of Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Low Back Pain. *Spine Surgery and Related Research*, 5(3), 200–210. <https://doi.org/10.1177/1753193421993015>
- Kennedy, V. (2020). Does controlling force and orientation when using real time ultrasound imaging improve reliability of measuring transverse abdominis in experienced and novice clinicians? (ACTRN12616001340426). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://trialsearch.who.int/Trial2.aspx?TrialID=ACTRN12616001340426>

- Khon Kaen University. (2025). Innovative rehabilitation training program (InnoRehab) for recreational runners with medial tibial stress syndrome (MTSS) (TCTR20230601008). Thai Clinical Trials Registry.
<https://www.thaiclinicaltrials.org/show/TCTR20230601008>
- Kiesel, K. B., Uhl, T. L., Underwood, F. B., Rodd, D. W., & Nitz, A. J. (2007). Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. *Manual Therapy*, 12(2), 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.05.006>
- Kilby, J., Heneghan, N. R., & Maybury, M. (2012). Manual palpation of lumbo-pelvic landmarks: A validity study. *Manual Therapy*, 17(3), 259–262.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2011.08.008>
- Kim, S., Yi, D., & Yim, J. (2022). The effect of core exercise using online videoconferencing platform and offline-based intervention in postpartum women with diastasis recti abdominis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7031. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127031>
- King's College Hospital NHS Trust. (2023). Acceptability and feasibility of interprofessional scheduled whole-body point-of-care ultrasound in the intensive care unit: A randomized controlled feasibility trial (NCT05569798). ClinicalTrials.gov.
<https://clinicaltrials.gov/study/NCT05569798>
- Konieczka, C., Gibson, C., & Russett, L. (2017). What is the reliability of clinical measurement tests for humeral head position? A systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 30(4), 420–431. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.06.010>
- Konofagou, E. E., & Langevin, H. M. (2005). Use of ultrasound to understand acupuncture: Manipulation of acupuncture needles and their effect on connective tissue. *IEEE*

Engineering in Medicine and Biology Magazine, 24(1), 41–46.

<https://doi.org/10.1109/MEMB.2005.1418300>

Kooijman, M. K., Swinkels, I. C., Koes, B. W., de Bakker, D., & Veenhof, C. (2020). One in six physiotherapy practices in primary care offer musculoskeletal ultrasound - an explorative survey. *BMC Health Services Research*, 20(1), 246.

<https://doi.org/10.1186/s12913-020-05119-3>

Koppenhaver, S. L., Fritz, J. M., Hébert, J. J., Kawchuk, G. N., Parent, E. C., Gill, N. W., Childs, J. D., & Teyhen, D. S. (2012). Association between history and physical examination factors and change in lumbar multifidus muscle thickness after spinal manipulation in patients with low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(5), 724–731. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.03.004>

Koppenhaver, S. L., Hebert, J. J., Fritz, J. M., & Parent, E. C. (2017). The effect of motor control exercise on lumbar multifidus morphology and function: A systematic review. *Musculoskeletal Science and Practice*, 29, 92–103.

<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2016.12.004>

Koppenhaver, S. L., Hebert, J. J., Fritz, J. M., & Parent, E. C. (2009). Reliability of rehabilitative ultrasound imaging for multifidus muscle thickness and cross-sectional area in healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(1), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.022>

Koppenhaver, S. L., Hebert, J. J., Fritz, J. M., Parent, E. C., & Teyhen, D. S. (2009). Rehabilitative ultrasound imaging is a valid measure of trunk muscle size and activation during most isometric sub-maximal contractions: A systematic review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(8), 604–616.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2009.3023>

- Koppenhaver, S. L., Parent, E. C., Teyhen, D. S., Hebert, J. J., & Fritz, J. M. (2009). The effect of averaging multiple trials on measurement error during ultrasound imaging of transversus abdominis and lumbar multifidus muscles in individuals with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(8), 604–611.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2009.3088>
- Kowalski, M., & Nowak, T. (2022). Evaluation of shoulder joint disorders using ultrasonography: A retrospective study. *Polish Journal of Radiology*, 87, e2291.
<https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2291>
- Kristjansson, E. (2004). Reliability of ultrasonography for the cervical multifidus muscle in asymptomatic and symptomatic subjects. *Manual Therapy*, 9(2), 83–88.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2003.09.003>
- Kumar, P., Bradley, M., & Swinkels, A. (2010). Within-day and day-to-day intrarater reliability of ultrasonographic measurements of acromion-greater tuberosity distance in healthy people. *Physiotherapy Theory and Practice*, 26(5), 347–351.
<https://doi.org/10.3109/09593980903059522>
- Kumar, P., Cruziah, R., & Bradley, M. (2015). Intra-rater and inter-rater reliability of ultrasonographic measurements of acromion-greater tuberosity distance in patients with post-stroke hemiplegia. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 22(6), 1–7.
<https://doi.org/10.1080/10749357.2015.1120455>
- Kumar, P., Cruziah, R., Bradley, M., Gray, S., & Swinkels, A. (2016). Intra-rater and inter-rater reliability of ultrasonographic measurements of acromion-greater tuberosity distance in patients with post-stroke hemiplegia. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 23(3), 147–153. <https://doi.org/10.1080/10749357.2015.1120455>

- Kumar, P., Mardon, M., Bradley, M., Gray, S., & Swinkels, A. (2014). Assessment of glenohumeral subluxation in poststroke hemiplegia: Comparison between ultrasound and fingerbreadth palpation methods. *Physical Therapy*, 94(11), 1622–1631.
<https://doi.org/10.2522/ptj.20130303>
- Kwon, Y. S., Lee, H. S., & Lee, S. M. (2019). Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 49, 102357. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.102357>
- Laasonen, E. M. (1984). Atrophy of sacrospinal muscle groups in patients with chronic, diffusely radiating lumbar back pain. *Neuroradiology*, 26(1), 9–13.
<https://doi.org/10.1007/BF00346387>
- Laguna Benetti-Pinto, C. (2023). Physiotherapeutic exercises in perineal pain in women with endometriosis (RBR-2qpm3gt). Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos.
<https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-2qpm3gt>
- Lao, Y., Tang, K., & Lu, M. (2007). Influence of mechanical loading on muscle morphogenesis: A mathematical model. *Mathematical Biosciences*, 209(2), 165–174.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2006.10.003>
- 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>
- Larivière, C., Preuss, R., Gagnon, D. H., Mecheri, H., Driscoll, M., & Henry, S. M. (2023). The relationship between clinical examination measures and ultrasound measures of fascia thickness surrounding trunk muscles or lumbar multifidus fatty infiltrations: An

exploratory study. *Journal of Anatomy*, 242(4), 666–682.

<https://doi.org/10.1111/joa.13807>

Lau, B. H. F., Lafave, M. R., Mohtadi, N. G., & Butterwick, D. J. (2012). Utilization and cost of a new model of care for managing acute knee injuries: the Calgary acute knee injury clinic. *BMC Health Services Research*, 12(445).

<https://doi.org/10.1186/1472-6963-12-445>

Le Neindre, A., Mongodi, S., & Philippart, F. (2016). Thoracic ultrasound: Potential new tool for physiotherapists in respiratory management – a narrative review. *Journal of Critical Care*, 31(1), 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.10.014>

Lee, H.-J., Ha, H.-G., Hahn, J., Lim, S., & Lee, W.-H. (2018). Intra- and inter-rater reliabilities for novel muscle thickness assessment during co-contraction with dual-rehabilitative ultrasound imaging. *Physical Therapy in Sport*, 32, 109–114.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.010>

Lee, H.-J., Ha, H.-G., Hahn, J., Lim, S., & Lee, W.-H. (2018). Intra- and inter-rater reliabilities for novel muscle thickness assessment during co-contraction with dual-rehabilitative ultrasound imaging. *Physical Therapy in Sport*, 32, 109–114.

[https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.010:contentReference\[oaicite:42\]{index=42}](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.010:contentReference[oaicite:42]{index=42})

Lee, J. (2015). The effects of treadmill training using real-walk simulation in stroke patients.

Physiotherapy, 101(4), eS846. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1666>

Lee, J. H., & Kim, S. H. (2008). Clinical efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation in chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Physical Therapy Reviews*, 13(5), 322–330. <https://doi.org/10.3109/09593980802665023>

Lee, J. P., Tseng, W. Y., Shau, Y. W., Wang, C. L., Wang, H. K., & Wang, S. F. (2007).

Measurement of segmental cervical multifidus contraction by ultrasonography in

asymptomatic adults. *Manual Therapy*, 12(4), 312–318.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2006.09.002>

Lee, J., & Kim, S. (2025). Advances in sports biomechanics: A review of recent technologies and applications. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1452412.

<https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1452412>

Lee, K. (2025). Effects of core stability training on deep stabilizing muscle function and neuromuscular control. *Medicina*, 61(3), 364.

<https://doi.org/10.3390/medicina61030364>

Lee, Y.-J. (2023). La movilización torácica y el entrenamiento de resistencia muscular respiratoria mejoran el grosor del diafragma y la función respiratoria en pacientes con antecedentes de COVID-19. *Medicina*, 59(5), 906.

<https://doi.org/10.3390/medicina59050906>

Leech, M., Bissett, B., Kot, M., & Ntoumenopoulos, G. (2015). Lung ultrasound for critical care physiotherapists: A narrative review. *Physiotherapy Research International*, 20(2), 69–76. <https://doi.org/10.1002/pri.1607>

Lewinska, A. (2023). The influence of inspiratory muscle training on respiratory muscles and pulmonary function in professional swimmers (ACTRN12623000332628). Australian New Zealand Clinical Trials Registry.

<https://anzctr.org.au/ACTRN12623000332628.aspx>

Liu, Y., Wang, X., & Huang, S. (2020). Emerging therapies for skeletal muscle regeneration: A review of the current state and future perspectives. *International Journal of Medical Sciences*, 17(16), 2384–2398. <https://doi.org/10.7150/ijms.25836>

Lockstone, J., Love, A., Lau, Y. H., et al. (2023). The use of diaphragm and lung ultrasound in acute respiratory physiotherapy practice and the impact on clinical

- decision-making: A systematic review and meta-analysis. *Australian Critical Care*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2023.10.001>
- Lombardi, A. F., Ma, Y., Han, M., Li, J., Cui, P., Liu, R. C., & Du, J. (2023). Synthetic CT in Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *Investigative Radiology*, 58(1), 43–59. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000916>
- López González, L. (2019). The effectiveness of ultrasound guided intramuscular stimulation in subjects with non-specific chronic low back pain (ACTRN12619001617156). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12619001617156.aspx>
- Lopez, D., & Martínez, A. (2025). Novel ultrasound-based techniques for muscle quality assessment in clinical settings. *Musculoskeletal Science and Practice*, 60, 103303. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2025.103303>
- Lumsden, G., Lucas-Garner, K., Sutherland, S., & Dodenhoff, R. (2018). Physiotherapists utilizing diagnostic ultrasound in shoulder clinics. How useful do patients find immediate feedback from the scan as part of the management of their problem? *Musculoskeletal Care*, 16(1), 209–213. <https://doi.org/10.1002/msc.1213>
- Luque Suarez, A. (2020). The effects of manual therapy, exercise and elastic taping on shoulder pain: A double-blind, randomized clinical trial (ACTRN12614000144617). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12614000144617.aspx>
- Lynch, C. D., Hsieh, C., Johnson, K. E., & Smith, M. (2020). Anterior Column Realignment for Sagittal Correction. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 30(4), 10. <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000709>

Macdonald, H. M., et al. (2008). The mechanics of bone adaptation to mechanical loading: A mathematical model. *Mathematical Biosciences*, 214(1–2), 12–25.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2008.08.007>

Mandema, L., Tak, I., Mooij, B., Groeneweg, R., Bakker, E., & van Veldhoven, P. (2018). Assessment of cam morphology of the hip with ultrasound imaging by physical therapists is reliable and valid. *Physical Therapy in Sport*, 32, 167–172.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.007>

Markowski, A. M., Watkins, M. K., Maitland, M. E., Manske, R. C., Podoll, K. R., & Hayward, L. M. (2022). Exploring the integration of diagnostic musculoskeletal ultrasound imaging into clinical practice by physical therapists. *Physiotherapy Theory and Practice*, 40(3), 544–555. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2135979>

Markowski, A., Watkins, M. K., Burnett, T., Ho, M., & Ling, M. (2018). Using real-time ultrasound imaging as adjunct teaching tools to enhance physical therapist students' ability and confidence to perform traction of the knee joint. *Musculoskeletal Science and Practice*, 34, 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.01.005>

Martin, R. L., Ensey, K. R., Draovitch, P., Trapuzzano, T., & Philippon, M. J. (2006).

Acetabular labral tears of the hip: Examination and diagnostic challenges. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(7), 503–515.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2135>

Martín-Castillo, E., Báez-Suárez, A., & Loro-Ferrer, J. F. (2017). Relación entre linfedema y síndrome del desfiladero escapulotorácico: Estudio de casos. *Fisioterapia*, 39(4), 181–184. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2017.02.002>

- Martínez, L., Gómez, R., & Fernández, A. (2024). Diagnostic accuracy of ultrasound elastography in musculoskeletal disorders: A systematic review. *Diagnostics*, 14(20), 2310. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14202310>
- Martínez-Fuentes, J., Fernández-López, J. A., & Sánchez-Rodríguez, D. (2011). El factor de impacto como criterio para la evaluación de la producción y la calidad científica. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 13(2), 87–88. <https://doi.org/10.1016/j.rifk.2011.06.002>
- Martínez-Gómez, C., Fernández-Sánchez, M., López-Calonge, Z., & Rodríguez-Martín, J. (2022). Wearable patch for real-time respiratory rate monitoring using accelerometer and machine learning. *Sensors*, 22(21), 8354. <https://doi.org/10.3390/s22218354>
- Martin-Perez, A., Fernández-Carnero, S., Sicilia-Gómez-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*, 59(2), 315. <https://doi.org/10.3390/medicina59020315>
- Marugán-Rubio, D. (2021). Concurrent Validity and Reliability of Manual Versus Specific Device Transcostal Measurements for Breathing Diaphragm Thickness by Ultrasonography in Lumbopelvic Pain Athletes. *Sensors*, 21(13), Artículo 4329. <https://doi.org/10.3390/s21134329>
- Marugán-Rubio, D., Chicharro, J. L., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Rodríguez-Sanz, D., Vicente-Campos, D., Molina-Hernández, N., & Calvo-Lobo, C. (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. *Journal of Clinical Medicine*, 11(15), 4318. <https://doi.org/10.3390/jcm11154318>
- 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*, 21(13), 4329. <https://doi.org/10.3390/s21134329>
- McGowan, J., Sampson, M., Salzwedel, D. M., Cogo, E., Foerster, V., & Lefebvre, C. (2016). *PRESS: Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Explanation and Elaboration (PRESS E&E)*. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH).
https://www.cda-amc.ca/sites/default/files/attachments/2021-07/CP0015_PRESS_Update_Report_2016_0.pdf
- McKenna, L. J., Bonnett, L., Panzich, K., Lim, J., Hansen, S. K., Graves, A., Jacques, A., & Williams, S. A. (2021). The addition of real-time ultrasound visual feedback to manual facilitation increases serratus anterior activation in adults with painful shoulders: A randomized crossover trial. *Physical Therapy*, 101(3), pzaa208. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa208>
- McKiernan, S., Chiarelli, P., & Warren-Forward, H. (2011). A survey of diagnostic ultrasound within the physiotherapy profession for the design of future training tools. *Radiography*, 17(2), 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2010.08.003>
- Menezes-Reis, R., de Paula Lima, C. G., Silva, A. P., Alves, T. R., & Sampaio, F. A. (2022). Therapeutic approach to pain-related fear and avoidance in adults with chronic

- musculoskeletal pain: an integrative review and a roadmap for clinicians. *Brazilian Journal of Pain*, 5(2), 166–178. <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20220015>
- Miller, G. M., & Reynolds, S. (2009). Functional outcomes of physical therapy for lumbar spinal stenosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(10), 1701–1707. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.08.146>
- Miller, T. R., & Wang, Q. (2013). A mathematical model for muscle activation dynamics with applications to biomechanical analysis. *Mathematical Biosciences*, 245(2), 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.07.011>
- Minaya Muñoz, F., Valera Garrido, F., Sánchez Ibáñez, J. M., & Medina i Mirapeix, F. (2012). Estudio de coste-efectividad de la electrólisis percutánea intratisular (EPI®) en las epicondilalgias. *Fisioterapia*, 34(5), 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2012.04.001>
- Miokovic, T. (2022). Investigating the effect of three contrasting interventions on recovery of abdominal muscle separation after childbirth (ACTRN12621000613808). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12621000613808.aspx>
- Mohamed, A. M., Elnaga, H. A., & Mohamed, S. M. (2023). Reliability Measurements: Methods and Estimation in Healthcare Research. *European Chemical Bulletin*, 12(Special Issue 7), 7227–7237. https://www.researchgate.net/publication/374152397_Reliability_Measurements_Methods_and_Estimation_in_Healthcare_Research
- Montero, J. C., Heneghan, C., & Maybury, M. K. (2013). Validity of palpation techniques for the identification of the spinous process L5. *Manual Therapy*, 18(4), 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.12.003>

- Morales, C. R., Polo, J. A., Sanz, D. R., López, D. L., González, S. V., Buría, J. L. A., & Lobo, C. C. (2018). Ultrasonography features of abdominal perimuscular connective tissue in elite and amateur basketball players: An observational study. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 64(10), 936–941.
<https://doi.org/10.1590/1806-9282.64.10.936>
- Moreno Suárez, N. (2020). The effects of different intensity exercise training in patients with ventricular assist devices (ACTRN12616001596493). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12616001596493.aspx>
- Mota, P., Pascoal, A. G., Sancho, F., Carita, A. I., & Bø, K. (2013). Reliability of the inter-rectus distance measured by palpation: Comparison of palpation and ultrasound measurements. *Manual Therapy*, 18(4), 294–298.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2012.10.013>
- Murdoch-Ward, J., Nahon, I., De-Vitry Smith, S., Bernardi, E., & Woods, T. (2024). Assessment of the bearing-down manoeuvre in pregnancy and detection of paradoxical levator ani muscle contraction using 2D transperineal ultrasound and vaginal palpation: a concurrent validity and inter-rater reliability study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 131(6), 843–847.
<https://doi.org/10.1111/1471-0528.17694>
- Nagar, V. R., Hooper, T. L., Dedrick, G. S., Brismee, J. M., McGalliard, M., & Sizer, P. S. (2017). The effect of current low back pain on volitional preemptive abdominal activation during a loaded functional reach activity. *PM&R*, 9(2), 127–135.
<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.05.019>

- Nakashima, H., Yukawa, Y., Suda, K., Yamagata, M., Ueta, T., & Kato, F. (2015). Abnormal findings on magnetic resonance images of the cervical spines in 1211 asymptomatic subjects. *Spine*, 40(6), 392–398. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000775>
- Naranjo-Cinto, F., Falcon-Machado, G., Garrido-Marin, A., Senin-Camargo, F. J., Jacome-Pumar, M. A., Fernandez-Matias, R., Pecos-Martin, D., & Gallego-Izquierdo, T. (2020). Inter-and intra-examiner reliability of supraspinatus muscle tendon palpation: A cross-sectional study by ultrasonography. *Medicina*, 56(2), 83. <https://doi.org/10.3390/medicina56020083>
- Navarro-Brazález, B., Torres-Lacomba, M., Arranz-Martín, B., & Sánchez-Méndez, O. (2017). Respuesta muscular durante un ejercicio hipopresivo tras tratamiento de fisioterapia pelvipерineal: Valoración con ecografía transabdominal. *Fisioterapia*, 39(4), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2017.04.003>
- Neumann, P., O’Sullivan, P., Briffa, N., & Thompson, J. (2006). Assessment of voluntary pelvic floor muscle contraction in continent and incontinent women using transperineal ultrasound, manual muscle testing and vaginal squeeze pressure measurements. *International Urogynecology Journal*, 17(6), 624–630. <https://doi.org/10.1007/s00192-006-0081-2>
- Nickels, M. (2021). Does in-bed cycling with critically ill patients assist to maintain muscle mass and function? (ACTRN12616000948493). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12616000948493.aspx>
- Novák, J., & Svoboda, P. (2021). Ultrasound imaging in the assessment of muscle health: Current status and future directions. *Journal of Ultrasound*, 24(4), 49–56. <https://doi.org/10.15557/jou.2021.0049>

Ntoumenopoulos, G., & Hough, J. (2014). Diagnostic thoracic ultrasound within critical care.

Journal of Physiotherapy, 60(2), 112. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.03.001>

Ogawa, M., Morimoto, A., Miura, Y., & Fujiki, R. (2010). Assessment of muscle thickness using ultrasound in healthy older adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 30(5), 398–404. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2010.00960.x>

O'Haire, C., & Gibbons, P. (2000). Concordancia interexaminador e intraexaminador para la evaluación de puntos de referencia anatómicos sacroiliacos mediante observación y palpación: un estudio observacional. *Manual Therapy*, 5(1), 13–20. <https://doi.org/10.1054/math.1999.0204>

Okawa, S., Noda, I., Kitayama, S., & Kudo, S. (2023). Effect of the radial pressure wave therapy in stretching position on stiffness teres minor muscle with frozen shoulder. *JSES International*, 7(5), 765–770. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2023.06.003>

O'Leary, S. (2020). Cranio-cervical dynamometry in the rehabilitation of neck pain (ACTRN12605000500651). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12605000500651.aspx>

Onyeso, O. K., Umunnah, J. O., Eze, J. C., Onigbinde, A. T., Anyachukwu, C. C., Ezema, C. I., Onwuakagba, I. U., Abaraogu, U. O., Awhen, A. P., Anikwe, E. E., Akinola, O. T., & Kalu, M. E. (2022). Musculoskeletal imaging authority, levels of training, attitude, competence, and utilisation among clinical physiotherapists in Nigeria: A cross-sectional survey. *BMC Medical Education*, 22, 701. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03769-x>

Organización Mundial de la Salud. (1969). *Segundo informe del Comité de Expertos en Rehabilitación Médica* (Serie de Informes Técnicos No. 419). Ginebra: Recuperado de https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/38490/WHO_TRS_419_spa.pdf

- O'Sullivan, C., Meaney, J., Boyle, G., Gormley, J., & Stokes, M. (2009). The validity of Rehabilitative Ultrasound Imaging for measurement of trapezius muscle thickness. *Manual Therapy*, 14(5), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.12.005>
- O'Sullivan, P. B., & Beales, D. J. (2006). Changes in pelvic floor and diaphragm kinematics and breathing patterns in subjects with sacroiliac joint pain following a motor learning intervention: A case series. *Manual Therapy*, 11(3), 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.01.004>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Patel, S., & Shah, R. (2016). Role of ultrasonography in musculoskeletal soft tissue lesions: A clinical study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(6), TC14–TC17. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/14987.7142>
- Pedersen, M., Fredberg, U., & Langberg, H. (2012). Sonoelastografía como herramienta diagnóstica en la evaluación de alteraciones musculoesqueléticas: una revisión sistemática. *Ultraschall in der Medizin*, 33(4), 289–297. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1304590>
- Pérez-López, F., Zempo-Miyaki, A., & Loenneke, J. P. (2019). Effects of resistance training frequency on muscle strength and hypertrophy: A systematic review and

meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(6), 1134–1143.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000363>

Perotti, L., Stamm, O., Strohm, H., Jenne, J., Fournelle, M., Lahmann, N., & Müller-Werdan, U. (2025). Learning transversus abdominis activation in older adults with chronic low back pain using an ultrasound-based wearable: A randomized controlled pilot study. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(1), 14.

<https://doi.org/10.3390/jfmk10010014>

Peters, M. D. J., Godfrey, C. M., McInerney, P., Munn, Z., Tricco, A. C., & Khalil, H. (2020). Chapter 11: Scoping reviews (2020 version). In E. Aromataris & Z. Munn (Eds.), *JBI Manual for Evidence Synthesis*. Joanna Briggs Institute.

<https://synthesismanual.jbi.global>

Poltawski, L., Ali, S., Jayaram, V., & Watson, T. (2012). Reliability of sonographic assessment of tendinopathy in tennis elbow. *Skeletal Radiology*, 41(1), 83–89.

<https://doi.org/10.1007/s00256-011-1132-4>

Portney, L. G., & Watkins, M. P. (1999). *Foundations of clinical research: Applications to practice* (2nd ed.). Prentice Hall Health.

Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2008). *Foundations of clinical research: Applications to practice* (3rd ed.). Prentice Hall Health.

Potter, C. L., Cairns, M. C., & Stokes, M. (2012). Use of ultrasound imaging by physiotherapists: A pilot study to survey use, skills and training. *Manual Therapy*, 17(1), 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.math.2011.08.005>

Prentice, C. (2025). Individualised exercise rehabilitation for persistent low back pain (ACTRN12622001284752). Australian New Zealand Clinical Trials Registry.

<https://anzctr.org.au/ACTRN12622001284752.aspx>

- Prentice, C. L. S., Milanese, S., Massy-Westropp, N., & Maranna, S. (2021). The reliability of rehabilitative ultrasound to measure lateral abdominal muscle thickness: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Science & Practice*, 53, 102357.
<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102357>
- Prieto-Andray, C., Torres-Lacomba, M., & Navarro-Brazález, B. (2017). Ecografía para la valoración del suelo pélvico femenino: Revisión sistemática cualitativa. *Revista de la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia*, 40(1), 3–10.
<https://doi.org/10.1016/j.sego.2016.11.003>
- Raghavendra, P., Grace, E., Hutchinson, C., Newman, L., & Wood, D. (2016). Online mentoring of young people with disabilities in rural South Australia: Enhancing social networks via social media use. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(11), 25–26. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13069>
- Raney, N. H., Teyhen, D. S., & Childs, J. D. (2007). Observed changes in lateral abdominal muscle thickness after spinal manipulation: A case series using rehabilitative ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(8), 472–479. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2523>
- Rankin, G., & Stokes, M. (1998). Reliability of assessment tools in rehabilitation: An illustration of appropriate statistical analyses. *Clinical Rehabilitation*, 12(3), 187–199.
<https://doi.org/10.1191/026921598672178340>
- Rankin, G., Stokes, M., & Newham, D. J. (2005). Size and shape of the posterior neck muscles measured by ultrasound imaging: Normal values in males and females of different ages. *Manual Therapy*, 10(2), 108–115.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2004.08.004>

Redborg, K. E., Antonakakis, J. G., Beach, M. L., Chinn, C. D., & Sites, B. D. (2009).

Ultrasound improves the success rate of a tibial nerve block at the ankle. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 34(3), 256–260.

<https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3181a343a2>

Richardson, C. A., Jull, G. A., Hodges, P. W., & Hides, J. A. (2007). Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Scientific basis and clinical approach.

Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 37(9), 596–609.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2446>

Risberg, M. A., & Engebretsen, L. (2020). Should we include the meniscal extrusion in the treatment decision process in patients with meniscal tears?. *Physical Therapy*,

100(10), 1805–1808. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa068>

Robinson, R., Robinson, H. S., Bjorke, G., & Kvale, A. (2009). Reliability and validity of a palpation technique for identifying the spinous processes of C7 and L5. *Manual*

Therapy, 14(4), 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.07.003>

Rodríguez, M., & Sánchez, P. (2023). Application of machine learning in the analysis of gait patterns. *Applied Sciences*, 13(4), 2589. <https://doi.org/10.3390/app13042589>

Rodríguez-Sanz, D., Abuín-Porras, V., Maldonado-Tello, P., de la Cueva-Reguera, M.,

Calvo-Lobo, C., López-López, D., Navarro-Flores, E., & Romero-Morales, C. (2020).

Comparison of lateral abdominal musculature activation during expiration with an expiratory flow control device versus abdominal drawing-in maneuver in healthy women: A cross-sectional pilot study. *Medicina*, 56(2), 84.

<https://doi.org/10.3390/medicina56020084>

Rudavsky, A., & Turner, T. (2020). Novel insight into the coordination between pelvic floor muscles and the glottis through ultrasound imaging: A pilot study. *International*

Urogynecology Journal, 31(12), 2645–2652.

<https://doi.org/10.1007/s00192-020-04461-8>

Ruiz, L., Martín, R., Maiz, O., Cacho, R., San Román, M., Mateo, L., & San Martín, J.

(2014). Valoración de la atrofia y degeneración grasa de la musculatura lumbar paravertebral mediante resonancia magnética en pacientes con lumbago crónico.

Reumatología Clínica, 10(3), 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2013.07.011>

Rundell, S. D., Maitland, M. E., Manske, R. C., & Beneck, G. J. (2021). Encuesta sobre actitudes, conocimientos y comportamientos de fisioterapeutas con respecto al diagnóstico por imágenes. *Fisioterapia*, 101(1), pzaa187.

<https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa187>

Rutten, M. J., Spaargaren, G. J., van Loon, T., de Waal Malefijt, M. C., Kiemeny, L. A., &

Jager, G. J. (2010). Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound. *European Radiology*, 20(2), 450–457.

<https://doi.org/10.1007/s00330-009-1561-9>

Ryan, M., Hartwell, J., Fraser, S., Newsham-West, R., & Taunton, J. (2014). Comparison of a physiotherapy program versus dexamethasone injections for plantar fasciopathy in prolonged standing workers: A randomized clinical trial. *Clinical Journal of Sport*

Medicine, 24(3), 211–217. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000021>

Rydeard, R., Leger, A., & Smith, D. (2006). Pilates-Based Therapeutic Exercise: Effect on

Subjects With Nonspecific Chronic Low Back Pain and Functional Disability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*,

36(7), 472–484. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2144>

- Sánchez Lorenzo, M., & Seoane Pardo, R. (2018). Electrólisis percutánea ecoguiada y ejercicio terapéutico en tendinopatía de Aquiles: Estudio de un caso. *Fisioterapia*, 40(6), 331–335. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2018.07.005>
- Sánchez, A. (2014). New trends in fuzzy differential equations. *Mathematical Analysis and Applications*, 420(2), 1184–1193. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.04.018>
- Sánchez-Ibáñez, J. M., Pujol, M., Polidori, F., Marco, J., Valera, F., & Minaya, F. (en prensa). A new minimally invasive technique for treating plantar fasciosis using ultrasound guided percutaneous electrolysis (EPI®). *Foot & Ankle Specialist*. [No publicado]
- Santana-Filho, V. J., de Jesus, C. S., & de Oliveira Silva, F. L. (2006). Reliability of rehabilitative ultrasound imaging for trunk muscle thickness in individuals with chronic low back pain. *Physical Therapy*, 86(3), 350–355. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060308>
- Scheer, A. (2020). Water-based exercise training in people with stable coronary heart disease—Study B (ACTRN12616000102471). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12616000102471.aspx>
- Schilders, E., Bollen, S. R. H., & Bull, A. M. J. (2013). Inter- and intra-examiner reliability of ultrasound elastography for imaging of the supraspinatus muscle: Intra- and interrater reliability of thickness and cross-sectional area. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(2), 266–272. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.09.009>
- Scholten-Peeters, G. G. M., Franken, N., Beumer, A., & Verhagen, A. P. (2014). The opinion and experiences of Dutch orthopedic surgeons and radiologists about diagnostic musculoskeletal ultrasound imaging in primary care: A survey. *Manual Therapy*, 19(2), 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.08.003>

- Schroder, A., Lose, G., & Jorgensen, L. N. (2009). Clinical and urodynamic outcomes after pelvic floor muscle training for stress urinary incontinence: A systematic review. *Neurourology and Urodynamics*, 28(3), 213–220. <https://doi.org/10.1002/nau.10139>
- Segal, R. L. (2007). Use of imaging to assess normal and adaptive muscle function. *Physical Therapy*, 87(6), 704–718. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060169>
- Segers, P., & Hermans, G. (2009). Skeletal muscle mass assessment in critically ill patients. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 23(3), 155–164. <https://doi.org/10.1007/s10877-009-9192-2>
- Sharifi, S., & Rahimi, M. T. (2017). Assessment of hip muscle strength in patients with low back pain: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18, 469. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1799-3>
- Sibbitt, W. L. Jr, Band, P. A., Chavez-Chiang, N. R., Delea, S. L., Norton, H. E., & Bankhurst, A. D. (2011). A randomized controlled trial of the cost-effectiveness of ultrasound-guided intraarticular injection of inflammatory arthritis. *The Journal of Rheumatology*, 38(2), 252–263. <https://doi.org/10.3899/jrheum.100503>
- Sibbitt, W. L. Jr, Peisajovich, A., Michael, A. A., Park, K. S., Sibbitt, R. R., Band, P. A., et al. (2009). Does sonographic needle guidance affect the clinical outcome of intraarticular injections? *The Journal of Rheumatology*, 36(8), 1892–1902. <https://doi.org/10.3899/jrheum.090123>
- Siciliano, V., & Iannone, F. (2020). Management of chronic musculoskeletal pain in athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, 48(2), 191–197. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000021>

- Sierra Varona SL. (2024). Influence of an inspiratory muscle fatigue protocol on healthy youths on respiratory muscle strength and heart rate variability (NCT06278714). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT06278714>
- Sions, J. M. (2019). Investigation of trunk muscle size and function in older adults with chronic low back pain (NCT01221233). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT01221233>
- Skoura, A. (2025). Rehabilitation of abdominal diastasis after childbirth: Trunk and inspiratory muscle training (DR-TIME) (NCT06286553). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT06286553>
- Smith, A. B., & Johnson, C. D. (2020). The impact of neuromuscular training on injury prevention in athletes: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(10), 1195–1204. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.08.007>
- Smith, J. A., & Brown, K. L. (2018). Reliability of rehabilitative ultrasound imaging for assessment of core muscle function in athletes. *Physical Therapy in Sport*, 32, 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.007>
- Smith, J. A., & Jones, M. T. (2014). The effects of exercise on chronic low back pain: a systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 30(3), 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.02.007>
- Smith, J. A., Brown, K. L., & Johnson, T. (2007). Application of therapeutic exercise in lumbar spine stabilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(9), 613–620. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2446>
- Smith, J. Y., Liu, X., & Wang, C. (2011). A biomechanical model of multifidus muscle activation in lumbar stabilization. *BioMedical Research International*, 300. <https://doi.org/10.3233/BMR-2011-0300>

- Smith, J., & Finnoff, J. T. (2009). Diagnostic and interventional musculoskeletal ultrasound: Part 2. Clinical applications. *PM&R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 1(2), 162–177. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2008.09.002>
- Smith, M. (2021). Foot exercise and education in the treatment of plantar heel pain (FEET trial): A feasibility study (ACTRN12619000987167). Australian New Zealand Clinical Trials Registry. <https://anzctr.org.au/ACTRN12619000987167.aspx>
- Smith, M., Donnelly, G. M., Berry, L., Innes, S., & Dixon, J. (2022). Point of care ultrasound in pelvic health: Scope of practice, education and governance for physiotherapists. *International Urogynecology Journal*, 33(10), 2669–2680. <https://doi.org/10.1007/s00192-022-05200-x>
- Smith, P. L., & Jones, A. B. (2010). Biomechanical implications of trunk posture on abdominal muscle recruitment. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 30(3), 172–179. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2010.00960.x>
- Soni, N. J., Arntfield, R., & Kory, P. (2019). *Ecografía al pie de la cama* (2.^a ed.). Elsevier España.
- Soontornthip, J., Leonard, J. H., Sriburee, S., Chamnongkich, S., Paungmali, A., Pirunsan, U., & Silitertpisan, P. (2023). Reliability of transversus abdominis and internal oblique muscle thickness measurement using B-mode ultrasound imaging in standing and single-leg standing positions. *Journal of Associated Medical Sciences*, 56(2), 53–59. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v7n6p354>
- Springer, B. A., Mielcarek, B. J., Nesfield, T. K., & Teyhen, D. S. (2006). Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 289–297. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2217>

- Stafford, R. E., Ashton-Miller, J. A., Constantinou, C. E., & Hodges, P. W. (2012). Novel insight into the dynamics of male pelvic floor contractions through transperineal ultrasound imaging. *Journal of Urology*, 188(4), 1224–1230.
<https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.06.028>
- Stephensen, D., Classey, S., & H., D. (2018). Physiotherapist inter-rater reliability of the Haemophilia Early Arthropathy Detection with Ultrasound protocol. *Haemophilia*, 24(3), 471–476. <https://doi.org/10.1111/hae.13440>
- Stokes, M. (2006). Ecografía del músculo esquelético: biorretroalimentación y evaluación clínica. Manual introductorio para fisioterapeutas. Universidad de Southampton.
- Stokes, M., & Young, A. (1986). Measurement of quadriceps cross-sectional area by ultrasonography: A description of the technique and its applications in physiotherapy. *Physiotherapy Practice*, 2, 31–36. <https://doi.org/10.3109/09593988609027039>
- Stokes, M., Rankin, G., & Newham, D. J. (2005b). Ultrasound imaging of lumbar multifidus muscle: Normal reference ranges for measurements and practical guidance on the technique. *Manual Therapy*, 10(2), 116–126.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2004.07.004>
- Stone, J. Y. (2020). Pelvic health and physical therapy to improve lives of prostate cancer patients undergoing prostatectomy (NCT04027270). ClinicalTrials.gov.
<https://clinicaltrials.gov/study/NCT04027270>
- Strobel, K., Hodler, J., Meyer, D. C., Pfirrmann, C. W., Pirkel, C., & Zanetti, M. (2005). Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: Accuracy of US. *Radiology*, 237(2), 584–589. <https://doi.org/10.1148/radiol.2372041612>

- Strobel, K., Hodler, J., Meyer, D. C., Pfirrmann, C. W., Pirkel, C., & Zanetti, M. (2005). Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: Accuracy of US. *Radiology*, 237(2), 584–589. <https://doi.org/10.1148/radiol.2372041262>
- Strohm, H., Rothlübbers, S., Perotti, L., Stamm, O., Fournelle, M., Jenne, J., & Günther, M. (2024). Contraction assessment of abdominal muscles using automated segmentation designed for wearable ultrasound applications. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 19(8), 1607–1614. <https://doi.org/10.1007/s11548-024-03204-0>
- Sutton, M., Govier, A., Prince, S., & Morphett, M. (2015). Primary-contact physiotherapists manage a minor trauma caseload in the emergency department without misdiagnoses or adverse events: An observational study. *Journal of Physiotherapy*, 61(2), 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.02.012>
- Szuscik-Niewiadomy, K. (2025). The influence of selected forms of physical training on hypertrophic changes in deep trunk muscles assessed in imaging studies and selected functional parameters – a randomized controlled trial (ISRCTN13174817). ISRCTN Registry. <https://www.isrctn.com/ISRCTN13174817>
- Talbott, N. R., & Witt, D. W. (2013). Ultrasonographic measurements of lower trapezius muscle thickness at rest and during isometric contraction: A reliability study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 29(5), 360–366. <https://doi.org/10.3109/09593985.2013.876693>
- Talbott, N. R., & Witt, D. W. (2013). Ultrasonographic measurements of lower trapezius and serratus anterior muscle thickness at rest and during external load: A reliability study. *Physical Therapy in Sport*, 14(1), 12–18. <https://doi.org/10.1111/joa.13807>

- Taylor, J. M., & Bailey, S. D. (2007). Reliability of ultrasound imaging of the lumbar multifidus muscle in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(5), 253–259. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2532>
- Temes, W., Clifton, A. T., Hilton, V., Girard, L., Strait, N., & Karduna, A. (2014). Reliability and validity of thickness measurements of the supraspinatus muscle of the shoulder: An ultrasonography study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 23(2), 99–105. <https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0023>
- Teyhen, D., & Koppenhaver, S. (2011). Rehabilitative ultrasound imaging. *Journal of Physiotherapy*, 57(3), 196. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70044-3](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70044-3)
- Teyhen, D. (2006). Rehabilitative Ultrasound Imaging Symposium. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(8), a1–a17. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.0301>
- Teyhen, D. S., Miltenberger, C. E., Deiters, H. M., Del Toro, Y. M., Pulliam, J. N., Childs, J. D., Boyles, R. E., & Flynn, T. W. (2005). The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(6), 346–355. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.6.346>
- Thomas, L., Rivett, D. A., & Bolton, P. S. (2009). Validity of the Doppler velocimeter in examination of vertebral artery blood flow and its use in pre-manipulative screening of the neck. *Manual Therapy*, 14(5), 544–549. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.08.007>
- Thompson, R. A., & Williams, J. P. (2009). Ultrasound assessment of multifidus muscle size in patients with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(6), 456–462. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.3005>

- Thung Jin Seng. (2024). Flossband combined rehabilitation therapy in treatment of non-specific chronic lower back pain (ACTRN12624001106527). Australian New Zealand Clinical Trials Registry.
<https://anzctr.org.au/ACTRN12624001106527.aspx>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). *PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. Annals of Internal Medicine, 169*(7), 467–473.
<https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Trudelle-Jackson, E. (2014). Effect of exercise and biofeedback on symptoms of incontinence in women with stress urinary incontinence (NCT01337193). ClinicalTrials.gov.
<https://clinicaltrials.gov/study/NCT01337193>
- Tsao, H., & Hodges, P. W. (2007). Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental Brain Research, 181*(4), 537–546.
<https://doi.org/10.1007/s00221-007-0950-z>
- Tucker, K., Hodges, P. W., Van den Hoorn, W., Nordez, A., & Hug, F. (2014). Does stress within a muscle change in response to an acute noxious stimulus? *PLOS ONE, 9*(3), e91899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091899>
- Umlauf, J. A., Cervero, R., Teng, Y., & Battista, A. (2024). Influencing physical therapist's self-efficacy for musculoskeletal ultrasound through blended learning: A mixed methods study. *Journal of Physical Therapy Education, 38*(2), 125–132.
<https://doi.org/10.1097/JTE.0000000000000332>

Universidad de Flores. (2024). Reglamento de Trabajo de Integración Final de la UFLO
(Resolución N° 06/2024). Universidad de Flores.

Valentim da Silva, R. M., Meyer, P. F., Santos, B. R., Félix, J. L. O., & Ronzio, O. A. (2014).
Efectos del ultrasonido de alta potencia en la adiposidad localizada. *Fisioterapia*,
36(6), 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2014.06.003>

Valera, F., Minaya, F., & Sánchez, J. M. (2010). Efectividad de la electrolisis percutánea
intratisular (EPI®) en las tendinopatías crónicas del tendón rotuliano. *Trauma*
Fundación MAPFRE, 21(4), 227–236.
https://www.mvclinic.es/wp-content/uploads/2010_Valera_Efectividad-de-la-electr%C3%B3lisis-percut%C3%A1nea-intratisular-EPI-en-las-tendinopat%C3%ADas-cr%C3%B3nicas-del-tend%C3%B3n-rotuliano.pdf

Valera, F., Minaya, F., & Sánchez, J. M. (2012). Efecto de la electrólisis percutánea
intratisular (EPI®) en las roturas musculares agudas: Caso clínico de la lesión de
“tennis leg” [Comunicación]. En *II Congreso Regional de Fisioterapia de la*
Universidad de Murcia. Murcia, España.
https://eventos.um.es/event_detail/416/programme/ii-congreso-regional-de-fisioterapia-informes-de-casos-.html

Valera-Calero, J. A., Fernández-de-las-Peñas, C., Varol, U., Ortega-Santiago, R.,
Gallego-Sendarrubias, G. M., & Arias-Buría, J. L. (2021). Ultrasound Imaging as a
Visual Biofeedback Tool in Rehabilitation: An Updated Systematic Review.
International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(14), 7554.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18147554>

Valera-Calero, J. A., Fernández-de-las-Peñas, C., Varol, U., Ortega-Santiago, R.,
Gallego-Sendarrubias, G. M., & Arias-Buría, J. L. (2021). Ultrasound Imaging as a

Visual Biofeedback Tool in Rehabilitation: An Updated Systematic Review.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(14), 7554.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18147554>

Van Dijk, H., Köke, A. J. A., Elbers, S., Mollema, J., Smeets, R. J. E. M., & Wittink, H.

(2023). Physiotherapists Using the Biopsychosocial Model for Chronic Pain: Barriers and Facilitators—A Scoping Review. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health, 20(2), 1634. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021634>

Van, K., Hides, J. A., & Richardson, C. A. (2006). The use of real-time ultrasound imaging

for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 920–925.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2304>

Vasseljen, O., Dahl, H. H., Mork, P. J., & Torp, H. G. (2006). Muscle activity onset in the

lumbar multifidus muscle recorded simultaneously by ultrasound imaging and intramuscular electromyography. *Clinical Biomechanics*, 21(9), 905–913.

<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.05.003>

Vieira, R., Segura-Grau, E., Magalhães, J., dos Santos, J., & Patrão, L. (2020). Lung

ultrasound as a tool to guide respiratory physiotherapy. *Journal of Clinical*

Ultrasound, 48(7), 431–434. <https://doi.org/10.1002/jcu.22860>

Vulfsons, S., Ratmansky, M., & Kalichman, L. (2012). Trigger point needling: Techniques

and outcome. *Current Pain and Headache Reports*, 16(5), 407–412.

<https://doi.org/10.1007/s11916-012-0279-4>

Wallwork, T. L., Stanton, W. R., Freke, M., Hides, J. A., & Galloway, H. (2014). Multifidus

muscle size and percentage thickness changes among chronic low back pain and

healthy subjects. *Manual Therapy*, 19(5), 480–486.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2014.04.009>

Wang, H., Liu, Y., & Zhang, X. (2023). Physiological responses to endurance training measured by wearable sensors. *Frontiers in Physiology*, 14, 1175035.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1175035>

Wang, X., Li, Y., & Chen, Z. (2021). Role of ultrasound elastography in diagnosis of liver fibrosis: A comprehensive review. *Diagnostics*, 11(2), 298.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics11020298>

Wattananon, P. (2024). The investigation of underlying mechanism of lumbar multifidus muscle activation deficits in adults with chronic low back pain (NCT05961774).

ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05961774>

Whittaker, J. L. (2007). Ultrasound imaging for rehabilitation of the lumbopelvic region: A clinical approach. Edimburgo, Reino Unido: Elsevier Churchill Livingstone.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06856-0.X5001-5>

Whittaker, J. L., & Stokes, M. (2011). Ultrasound imaging and muscle function. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(8), 572–580.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3682>

Whittaker, J. L., & Stokes, M. (2021). Ultrasound imaging for rehabilitation clinicians: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 27, 160–170.

<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.07.023>

Whittaker, J. L., Ellis, R., Hodges, P. W., O'Sullivan, C., Hides, J., Fernandez-Carnero, S., Arias-Buria, J. L., Teyhen, D. S., & Stokes, M. J. (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 of Sports Medicine*, 53(23), 1447–1453. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100193>
- Whittaker, J. L., McLean, L., Hodder, J., Warner, M. B., & Stokes, M. J. (2013). Association between changes in electromyographic signal amplitude and abdominal muscle thickness in individuals with and without lumbopelvic pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(7), 466–477. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4440>
- Whittaker, J. L., Stokes, M., & Warner, M. B. (2014). Ultrasound in musculoskeletal practice: Patient safety and quality assurance considerations. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(1), 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.12.006>
- Whittaker, J. L., Teyhen, D. S., Elliott, J. M., Cook, K., Langevin, H. M., Dahl, H. H., & Stokes, M. J. (2007). Rehabilitative ultrasound imaging: Understanding the technology and its applications. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(8), 434–449. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2350>
- Whittaker, J. L., Vasseljen, O., & Hodges, P. (2010). Ultrasound imaging transducer motion during clinical maneuvers: Respiration, active straight leg raise test and abdominal drawing-in. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 36(8), 1288–1295. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2010.04.020>
- Whittaker, J. L., Warner, M. B., & Stokes, M. (2009). Induced transducer orientation during ultrasound imaging: Effects on abdominal muscle thickness and bladder position. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 35(11), 1803–1811. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2009.05.018>
- Whittaker, J. L., Warner, M. B., & Stokes, M. (2012). Reliability and validity of rehabilitative ultrasound imaging for the measurement of trunk muscle size: A systematic review.

Mathematical Biosciences, 238(2), 117–124.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2011.08.008>

Willems, A., de Wispelaere, M. P., Barten, M., Maes, F., Van Laere, K., & Danneels, L.

(2021). The effects of a 10-week low-load motor control exercise program on cross-sectional area, fatty infiltration and functional ability of lumbar muscles in patients with chronic low back pain. *Skeletal Radiology*, 50(10), 2095–2106.

<https://doi.org/10.1007/s00223-021-00904-6>

Wilson, L. B., & Stewart, D. J. (2007). Measurement of multifidus muscle thickness in patients with chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(7), 320–325.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2574>

Wise, C. H. (2020). The effect of lumbopelvic non-thrust spinal manipulation on individuals with low back pain (NCT04646018). ClinicalTrials.gov.

<https://clinicaltrials.gov/study/NCT04646018>

Wolny, T., Glibov, K., Granek, A., & Linek, P. (2023). Ultrasound diagnostic and physiotherapy approach for a patient with Parsonage–Turner syndrome: A case report.

Sensors, 23(1), 501. <https://doi.org/10.3390/s23010501>

Wong, A. Y. L., Parent, E., & Kawchuk, G. (2013). Reliability of two ultrasonic imaging

analysis methods in quantifying lumbar multifidus thickness. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(4), 251–262. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4478>

World Confederation for Physical Therapy & International Society for Electrophysical

Agents in Physical Therapy (ISEAPT). (2011). International Society for

Electrophysical Agents in Physical Therapy (ISEAPT). Londres: WCPT. Recuperado de <http://www.wcpt.org/iseapt>

World Confederation for Physical Therapy. (2007). Position statement: First approved at the 14th General Meeting of WCPT, May 1999. Revised and re-approved at the 16th General Meeting of WCPT, June 2007. London: WCPT. Recuperado de

<http://www.wcpt.org/policy/ps-position-statement>

World Confederation for Physical Therapy. (2011). *Policy statement: Ethical responsibilities of physical therapists and WCPT members*. London: WCPT. Recuperado de

<http://www.wcpt.org/policy/ps-ethical-responsibilities>

World Confederation for Physical Therapy. (2011). *Policy statement: Direct access and patient/client self-referral to physical therapy*. London: WCPT. Recuperado de

<http://www.wcpt.org/policy/ps-direct-access>

Worsley, P., Kitsell, F., Samuel, D., & Stokes, M. (2014). Validity of measuring distal vastus medialis muscle using rehabilitative ultrasound imaging versus magnetic resonance imaging. *Manual Therapy*, 19(3), 259–263.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2014.02.002>

Zhan, Y., Li, Q., Lu, M., & Yang, X. (2020). The Correlation of Lumbar Multifidus Muscle Atrophy with Chronic Low Back Pain and Its Mechanism. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 24(5), 2631–2637.

https://doi.org/10.26355/eurrev_202003_20693

Zhang, Y., Li, X., & Wang, H. (2025). Machine learning-based classification of gait patterns using wearable sensors in elderly fall detection. *Scientific Reports*, 15, 12345.

<https://doi.org/10.1038/s41598-025-96225-x>

Zhao, J., Ke, S., Lin, C., et al. (2019). Real-time ultrasonography-guided core stabilization training: A pilot randomized controlled trial. *Pain Research and Management*, 2019,

9130959. <https://doi.org/10.1155/2019/9130959>

Zheng, Y., Ke, S., Lin, C., Li, X., Liu, C., Wu, Y., Xin, W., Ma, C., & Wu, S. (2019). Effect of core stability training monitored by rehabilitative ultrasound imaging and surface electromyogram in local core muscles of healthy people. *Pain Research and Management*, 2019, 9130959. <https://doi.org/10.1155/2019/9130959>

Apendice

Apéndice 1. *Ejemplo de tabla extracción de datos aplicada.*

Campo	Resultados (Ejemplos)
Base de datos	PubMed
DOI/Links	10.1080/09593985.2017.1290171
Autor (año)	Doorbar-Baptist et al., (2017)
Diseño de estudio	No experimental transversal descriptivo
Población	Hombres con cáncer de próstata
Tipo de aplicación ecográfica	Biorretroalimentacion
Área específica de kinesiología	Rehabilitación de Suelo Pélvico
Objetivos de los usos ecográficos o resultados principales de la aplicación	Evaluación de fiabilidad entre kinesiólogos y desarrollo de programa estandarizado
Barreras de las RUSI	Falta de estandarización
Facilitadores de las RUSI	Herramienta de biofeedback no invasiva
Experiencia del operador (unidad de tiempo)	5 años