

Realidad virtual en la recuperación de movilidad y fuerza en lesión del manguito rotador

Virtual reality in mobility and strength recovery in rotator cuff injury

Kerly Alejandra Rivera Tuarez¹ (kerlirivera2002@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0005-9568-6408>)

Andrea Carolina Peñafiel Luna² (ac.penafiel@uta.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0003-3360-4030>)

Resumen

La lesión del manguito rotador es una de las principales causas de dolor y disfunción del hombro en la población adulta. En los últimos años, el uso de tecnologías como la realidad virtual y las plataformas digitales ha cobrado relevancia en programas de rehabilitación, por su capacidad de ofrecer retroalimentación en tiempo real, motivación y acceso remoto. Este trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos de las intervenciones digitales en la mejora de la movilidad articular, fuerza muscular y reducción del dolor en pacientes con lesión del manguito rotador. Se realizó una revisión sistemática basada en las directrices PRISMA 2020. Se consultaron las bases de datos PubMed, Scopus, Cochrane Library, ScienceDirect y Google Scholar. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados publicados entre 2020 y 2025, en inglés y español, que evaluaron pacientes adultos con diagnóstico de lesión del manguito rotador. Se analizaron diez ECA que utilizaron tecnologías como gafas de realidad virtual inmersiva, videojuegos terapéuticos, plataformas sensorizadas y programas de telerehabilitación. La mayoría de los estudios mostró mejoría en el rango de movimiento y disminución del dolor, mientras que los resultados sobre fuerza muscular fueron menos consistentes. Las intervenciones de 6 a 12 semanas presentaron mejores resultados clínicos. Las tecnologías digitales, especialmente cuando se combinan con criterios clínicos individualizados, son una herramienta eficaz y complementaria a la fisioterapia convencional en la rehabilitación del manguito rotador.

¹ Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

² Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

Abstract

Rotator cuff injury is one of the leading causes of shoulder pain and dysfunction in the adult population. In recent years, technologies such as virtual reality and digital platforms have gained prominence in rehabilitation programs due to their ability to provide real-time feedback, enhance motivation, and allow remote access. This study aims to evaluate the effects of digital interventions on improving joint mobility, muscle strength, and pain reduction in patients with rotator cuff injury. A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The databases PubMed, Scopus, Cochrane Library, ScienceDirect, and Google Scholar were consulted. Randomized controlled trials published between 2020 and 2025, in English and Spanish, involving adult patients diagnosed with rotator cuff injury were included. **Results:** Ten RCTs were analyzed, utilizing technologies such as immersive virtual reality headsets, therapeutic video games, sensorized platforms, and telerehabilitation programs. Most studies showed improvements in range of motion and pain reduction, while outcomes related to muscle strength were less consistent. Interventions lasting between 6 and 12 weeks demonstrated the most favorable clinical results. Digital technologies, particularly when combined with individualized clinical criteria, represent an effective and complementary tool to conventional physiotherapy in the rehabilitation of rotator cuff injuries.

Palabras clave: lesiones del manguito rotador, realidad virtual, rehabilitación, amplitud del movimiento articular, fuerza muscular

Keywords: rotator cuff injuries, virtual reality, rehabilitation, range of motion, muscle strength

Introducción

El manguito rotador es un grupo de cuatro músculos y sus respectivos tendones que rodean la articulación del hombro, desempeñando un papel crucial en la estabilidad y movilidad de esta articulación (Maruvada et al., 2023). Está compuesto por el músculo supraespinoso, encargado de la abducción del brazo; el infraespinoso, que facilita la rotación externa; el redondo menor, que también contribuye a la rotación externa y estabilización del hombro; y el subescapular, responsable de la rotación interna. Estos músculos trabajan en conjunto para mantener la cabeza

del húmero centrada en la cavidad glenoidea, permitiendo movimientos precisos y evitando lesiones por desestabilización articular (Jeno et al., 2023; Maruvada et al., 2023)

La lesión del manguito rotador es una de las principales causas de dolor en el hombro, limitando su movilidad. Puede presentarse de dos maneras; una lesión aguda, que es de forma repentina por un evento traumático como un golpe o una caída o una lesión crónica debido a los movimientos repetitivos de la articulación del hombro. La lesión puede encontrarse en diferentes etapas, desde una tendinopatía hasta desgarros completos del tendón en la articulación del hombro (May & Garmel, 2023). Esta lesión es común y afecta a personas de distintas edades. Su prevalencia aumenta con la edad, en personas menores de 20 años, la prevalencia es del 9,7 %, mientras que en aquellas de 80 años o más asciende al 62 %, independientemente de la presencia de síntomas (Osma Rueda & Carreño Mesa, 2016).

La movilidad del manguito rotador es fundamental para la función del hombro, ya que permite realizar movimientos como la flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones internas y externas (Suárez-Sanabria & Osorio-Patiño, 2013). La articulación glenohumeral, donde se inserta el manguito rotador, se caracteriza por su gran rango de movimiento, pero también por su vulnerabilidad a lesión (Akhtar et al., 2021; Chang et al., 2025) Por otro lado, la fuerza del manguito rotador es clave para la estabilidad del hombro y la prevención de lesiones. Estos músculos permiten mantener el equilibrio biomecánico de la articulación, evitando compensaciones musculares que pueden derivar en sobrecarga y dolor (Akhtar et al., 2021).

En la rehabilitación de la lesión del manguito rotador se han utilizado diferentes técnicas de fisioterapia como; la terapia con ondas de choque y ejercicio, el uso de kinesiotaping y por último la combinación de la rehabilitación tradicional con ejercicios para fortalecer los músculos de la escápula (de Oliveira et al., 2020; Shao et al., 2023; Zhang et al., 2020). Para el supraespinoso, se recomiendan ejercicios de elevación con resistencia ligera y trabajo con bandas elásticas (Joseph et al., 2019). En el caso del infraespinoso y el redondo menor, los ejercicios de rotación externa con resistencia ayudan a mejorar su activación y fortalecimiento (Joseph et al., 2019). Para el subescapular, los ejercicios de rotación interna con bandas elásticas o poleas son fundamentales para recuperar su funcionalidad. Además, se incluyen técnicas como la terapia manual, los

estiramientos controlados y ejercicios propioceptivos para optimizar la recuperación (Ganderton et al., 2020; Melo et al., 2024), cada una de estas técnicas han demostrado resultados positivos en el movimiento y la reducción del dolor, aun así, existen limitaciones en la evidencia, y no se ha demostrado una mejora significativa a largo plazo en la función del hombro (de Oliveira et al., 2020; Shao et al., 2023; Zhang et al., 2020).

El desarrollo tecnológico en el ámbito de la salud, ha permitido conocer nuevas herramientas como la Telerehabilitación que combina tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como videoconferencias, plataformas virtuales y sistemas de captura de movimiento para replicar los beneficios de la fisioterapia presencial en un entorno remoto (Machuca et al., 2021; Peretti et al., 2017). Las tecnologías emergentes aplicadas como los entornos virtuales interactivos, los juegos terapéuticos (exergames) y la rehabilitación asistida por robótica, han demostrado ser eficaces en el tratamiento de diversas patologías, especialmente en el ámbito de la rehabilitación motora (Barrios et al., 2019; Narvárez et al., 2017). Específicamente, los sistemas basados en captura de movimiento, como Nintendo Wii y Kinect, han sido adaptados para generar entornos 3D que simulan actividades físicas reales, promoviendo una participación activa y lúdica del paciente en su proceso de recuperación (Arispe R. & Collarana V., 2017; Tseklevs et al., 2014). De igual forma la Realidad Virtual como un sistema que crea entornos virtuales donde el paciente puede interactuar, manipular objetos y responder a estímulos en tiempo real, empleando canales multisensoriales como la visión a través de gafas o cascos que proyectan imágenes tridimensionales envolventes, el oído, y en algunos casos el tacto a través de dispositivos hápticos que generan sensaciones físicas como presión o vibración (Ferreira et al., 2021; Ordóñez, s. f.).

En este contexto, la incorporación de la realidad virtual (RV) como herramienta de rehabilitación ofrece una alternativa innovadora y prometedora, se destaca que estas intervenciones pueden aumentar la motivación de los pacientes al hacer los ejercicios más atractivos y dinámicos, lo que contribuye a una mayor adherencia al tratamiento y mejores resultados terapéuticos (Coronado-Ahumada et al., 2021).

Aunque existen estudios que han demostrado los beneficios de la RV en la rehabilitación motora, el problema radica en la necesidad de determinar si la RV ofrece mejores resultados en términos

de fortalecimiento muscular, mejora en la movilidad y dolor articular de hombro en comparación con los enfoques tradicionales, ya que estos aspectos son claves para determinar si la RV podría ser una alternativa más eficaz o complementaria en el tratamiento de lesiones del hombro.

Materiales y métodos

Tipo y diseño de Estudio

Se ejecutó una revisión sistemática de la literatura sobre la realidad virtual en la recuperación de la movilidad y fuerza en la lesión del manguito rotador. La selección de evidencia fue la publicada en un periodo de tiempo desde el 2020 hasta el 2025.

Estrategia de búsqueda, criterios de selección y valoración del estudio

La búsqueda y selección de información se la realizó en distintas bases de datos científicas; PubMed, Scopus, Elsevier, Scencedirect, Cochrane Library, y Google Académico. Se emplearon términos MeSH como: “virtual reality”, “physical therapy”, “rotator cuff injury”, “rehabilitation”, “augmented reality”, “upper limb”, “telerehabilitation” y “shoulder”. Para mejores resultados los términos utilizados fueron combinados con conectores booleanos (AND y OR), lo que dio como resultado las siguientes ecuaciones: (virtual reality AND upper limb AND physical therapy); (virtual reality AND shoulder).

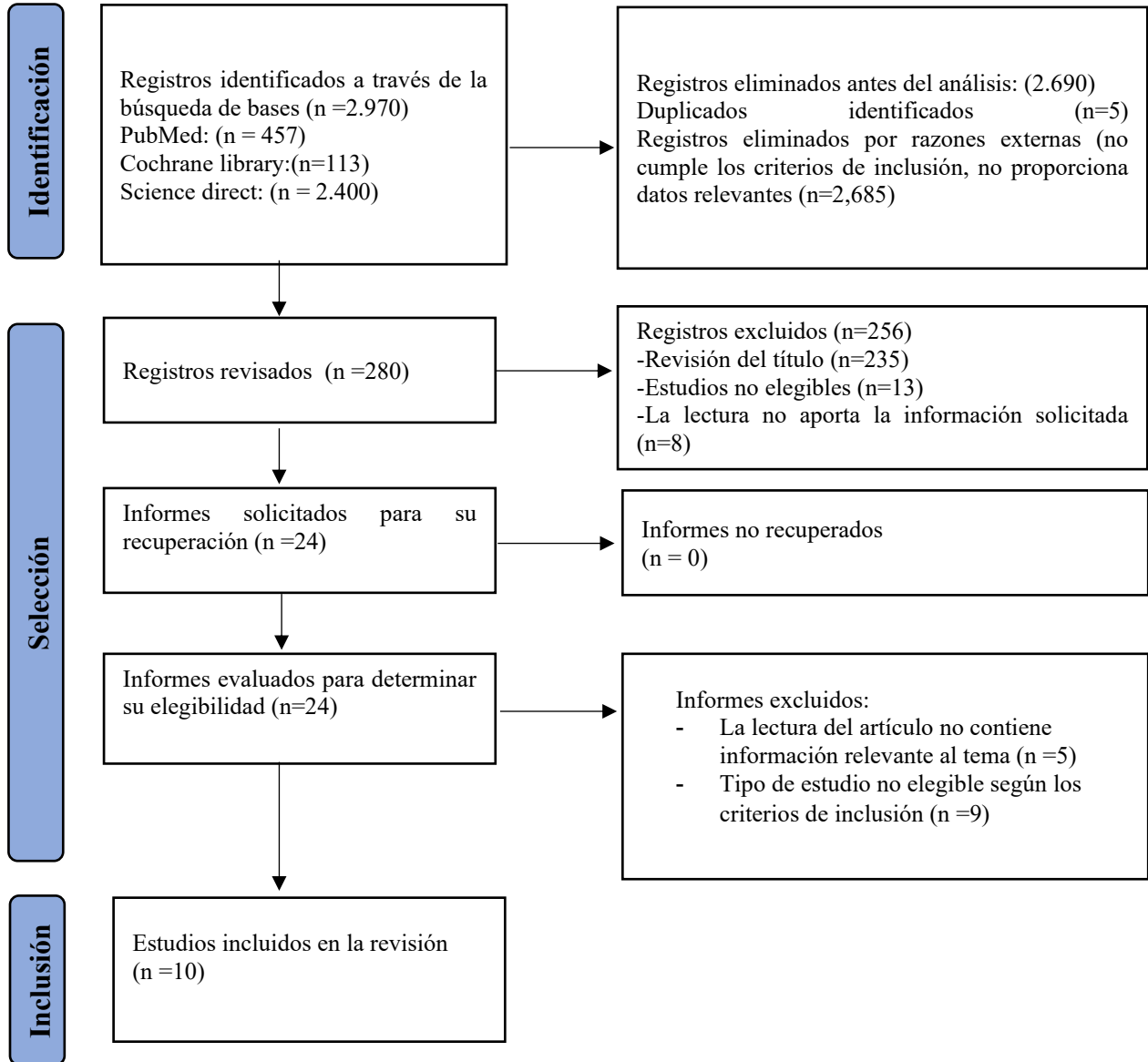
Criterios de Selección y Valoración del Estudio

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos. Se incluyeron ensayos controlados aleatorios (ECA), artículos publicados en los últimos 5 años. Para la exclusión de artículos, se eliminaron aquellos duplicados, los que no se ajustaron a las palabras clave mencionadas o los artículos literarios, de revisión y metaanálisis. Los resultados de la investigación se obtuvieron siguiendo las directrices establecidas por el modelo PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) con el fin de asegurar una recopilación rigurosa de la literatura existente («Declaración PRISMA 2020», 2021).

Se identificaron un total de 2,970 registros en las bases de datos mencionadas. Tras una exhaustiva revisión y la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 12 artículos para esta revisión. El proceso de selección de los artículos se detalla en el diagrama de flujo (Figura 1), y fue realizado de manera independiente por un investigador del área de fisioterapia, Rivera Tuarez Kerly Alejandra, quien se encargó de la lectura, revisión y selección final conforme a los criterios establecidos.

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de los estudios (PRISMA 2020) («Declaración PRISMA 2020», 2021).

Identificación de estudio a través de bases de datos y registros



Valoración de la Calidad Metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los estudios, se aplicó la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Compuesta por 11 criterios que analizan el diseño del estudio, la calidad de la información y la validez de los resultados. Esta herramienta evaluó aspectos claves como la

aleatorización, el cegamiento y la presentación de los resultados, asignando a cada estudio una puntuación de 0 a 10. Según dicha puntuación, los ensayos fueron clasificados en diferentes niveles de calidad: aquellos con menos de 4 puntos fueron considerados de baja calidad, los que obtuvieron entre 4 y 5 puntos se calificaron como de calidad regular, mientras que los estudios con puntuaciones de 6 a 8 fueron catalogados como de buena calidad, y aquellos que alcanzaron entre 9 y 10 puntos se reconocieron por su excelente calidad metodológica (*Escala PEDro - PEDro, s. f.*). Cada criterio cumplido recibió un puntaje de 1, mientras que aquellos que no cumplieron con los requisitos fueron puntuados con 0. Los resultados de esta evaluación se presentaron en la Tabla 1.

Tabla 1. Calidad metodológica de los estudios incluidos con la aplicación de la Escala

Criterios													
Autores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Clasificación
(Coja et al., 2024)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	7	Excelente Calidad
(Correia et al., 2022)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6	Excelente Calidad
(Kolysheikov & Prosvirnin, 2022)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5	Calidad Regular
(Malliaras et al., 2020)	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	6	Excelente Calidad
(Menek et al., 2022)	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6	Excelente Calidad
(Özlü et al., 2024)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5	Calidad Regular
(Pak et al., 2023)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7	Excelente Calidad
(Rizzato et al., 2023)	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	7	Excelente Calidad

(Shim et al., 2023)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7	Excelente Calidad
(Türkmen et al., 2020)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7	Excelente Calidad

Abreviaturas: 1= Elegibilidad de los sujetos; 2= Asignación aleatoria; 3= Ocultamiento de la asignación; 4= Comparabilidad inicial; 5= Cegamiento de los sujetos; 6= Cegamiento de los terapeutas; 7= Cegamiento de los evaluadores; 8= Medidas de resultados >85%; 9= Análisis por intención de tratar; 10= Comparación estadística; 11= Medidas puntuales y variabilidad;

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

La Escala PEDro fue aplicada a los artículos seleccionados para esta revisión con el objetivo de valorar su calidad metodológica. De los 10 estudios incluidos, 8 artículos alcanzaron una calidad metodológica alta, con calificación entre 6 y 7 puntos, lo que los posiciona en la categoría de buena calidad. Por otro lado, 2 estudios mostraron una calidad metodológica moderada. (4 a 5 puntos). En conjunto, los artículos seleccionados muestran un nivel metodológico aceptable y pertinente para respaldar la confiabilidad y validez del presente trabajo de revisión.

Resultados

Se analizaron diez ensayos clínicos aleatorizados (ECA) que aplicaron diferentes modalidades de RV en pacientes con lesiones del manguito rotador. Estos estudios exploraron principalmente tres tipos de intervención terapéutica: fortalecimiento muscular, mejora de la movilidad articular (ROM) y reducción del dolor. Así, cinco autores enfocaron sus protocolos en el fortalecimiento muscular, ya sea mediante dispositivos con biofeedback, dinamometría isocinética o rutinas terapéuticas virtuales con elementos de resistencia (Coja et al., 2024; Kolyshenkov & Prosvirnin, 2022; Menek et al., 2022; Rizzato et al., 2023; Shim et al., 2023); seis estudios priorizaron la recuperación del rango de movimiento articular, empleando para ello herramientas como goniometría convencional, plataformas sensorizadas o softwares de captura de movimiento (Coja et al., 2024; Correia et al., 2022; Kolyshenkov & Prosvirnin, 2022; Özlü et al., 2024; Shim et al.,

2023; Türkmen et al., 2020); finalmente, ocho autores abordaron la reducción del dolor como objetivo terapéutico principal, valiéndose de escalas clínicas como VAS, SPADI, NRS y componentes del SF-36 para evaluar su impacto antes y después de la intervención (Coja et al., 2024; Correia et al., 2022; Malliaras et al., 2020; Özlü et al., 2024; Pak et al., 2023; Rizzato et al., 2023; Shim et al., 2023; Türkmen et al., 2020). La Tabla 2 detalla las características clínicas cada estudio incluido.

Tabla 2. Estudios y su enfoque fisioterapéutico

Estudio	Fuerza	ROM	Dolor
(Coja et al., 2024)	✓	✓	✓
(Correia et al., 2022)	X	✓	✓
(Kolyshevkov & Prosvirnin, 2022)	✓	✓	X
(Malliaras et al., 2020)	X	✓	✓
(Menek et al., 2022)	✓	✓	✓
(Özlü et al., 2024)	X	✓	✓
(Pak et al., 2023)	X	✓	✓
(Rizzato et al., 2023)	✓	✓	✓
(Shim et al., 2023)	✓	✓	✓
(Türkmen et al., 2020)	X	✓	✓

Dentro de la rehabilitación con tecnologías digitales todos los estudios aplicaron sus intervenciones combinando herramientas virtuales con protocolos terapéuticos estructurados. Cuatro ensayos utilizaron gafas de realidad virtual inmersiva tipo Oculus Rift o Quest para simular entornos tridimensionales y guiar ejercicios específicos del hombro (Coja et al., 2024; Kolyshevkov & Prosvirnin, 2022; Özlü et al., 2024; Shim et al., 2023). Dos estudios emplearon

plataformas sensorizadas físicas como la pelota PlayBall con biofeedback visual y acelerometría integrada (Rizzato et al., 2023) y el sistema Fیزیosoft con videojuegos terapéuticos interactivos (Menek et al., 2022). Tres ensayos utilizaron programas digitales domiciliarios con soporte remoto como UINCARE Home Plus con cámara 3D y seguimiento automatizado (Shim et al., 2023), la plataforma SWORD Phoenix con sensores inerciales (Correia et al., 2022) y un sistema de telerehabilitación supervisada por aplicación móvil (Pak et al., 2023). Dos estudios utilizaron protocolos de video rehabilitación que guiaron al paciente mediante grabaciones reproducidas en pantalla sin interacción directa ni retroalimentación en tiempo real (Malliaras et al., 2020; Türkmen et al., 2020). La elección de cada tecnología fue determinada por la accesibilidad del sistema y por las características funcionales de la población tratada.

Tabla 3. Detalle de los estudios según su enfoque terapéutico usando la VR

Autores/Año	Muestra	Intervención	Resultados	Conclusión
Tratamiento postoperatorio				
(Correia et al., 2022)	50 pacientes sometidos a reparación artroscópica del manguito rotador. Edad promedio: 60.7 años. Se incluyeron desgarros del supraespinoso y/o infraespinoso menores de 5 cm. Se excluyeron casos con	Grupo experimental utilizó el sistema digital SWORD Phoenix, compuesto por sensores inerciales, tablet con aplicación interactiva y biofeedback audiovisual. Se realizaron sesiones domiciliarias	Ambos grupos mostraron mejoras significativas en el puntaje Constant-Murley y QuickDASH tras 12 semanas. Aunque no hubo diferencias significativas al final del programa, el grupo digital mostró superioridad clínica en el seguimiento a 12 meses: mayor	La intervención digital fue igual de efectiva que la rehabilitación convencional en resultados funcionales a corto plazo y superior en resultados a largo plazo. La tecnología permitió mayor intensidad terapéutica con menor necesidad de recursos humanos,

	<p>artropatía glenohumeral, déficits neurológicos, o lesiones irreparables.</p>	<p>supervisadas digitalmente cinco veces por semana (15–30 min), complementadas con 13 sesiones presenciales. El grupo control realizó 30 sesiones de fisioterapia convencional domiciliaria con supervisión presencial 3 veces por semana.</p>	<p>reducción en QuickDASH ($p = 0.043$) y tendencia favorable en Constant-Murley ($p = 0.07$). El grupo digital también alcanzó mejores porcentajes de pacientes que lograron mejoras clínicas mínimas importantes. No se reportaron diferencias en fuerza ni ROM al corto plazo.</p>	<p>consolidándose como una alternativa viable y segura para el abordaje postoperatorio tras reparación del manguito rotador.</p>
<p>(Pak et al., 2023)</p>	<p>82 pacientes con dolor crónico de hombro no quirúrgico. Incluyó trastornos del manguito rotador, capsulitis adhesiva, inestabilidad y</p>	<p>Grupo experimental: programa digital completamente remoto de 8 semanas, compuesto por ejercicios terapéuticos con biofeedback, educación y</p>	<p>No se observaron diferencias significativas en función (QuickDASH) entre grupos ($\Delta -1.8$, $p = 0.75$). Ambos grupos lograron mejoras significativas dentro de grupo en función</p>	<p>El programa digital fue igual de efectivo que la fisioterapia presencial para mejorar la función y reducir el dolor en pacientes con dolor crónico de hombro. Aunque las reducciones de</p>

	<p>artritis. Edad media cercana a los 50 años. Se excluyeron pacientes con cirugía reciente (<3 meses), déficits neurológicos o incapacidad digital.</p>	<p>terapia cognitivo-conductual (CBT), mediante sensores inerciales, tablet y monitoreo asincrónico por fisioterapeuta. Grupo control: terapia presencial convencional con ejercicios, terapia manual, educación y CBT. Ambos grupos recibieron dosis terapéuticas comparables (~24 sesiones en grupo digital, ~14-16 sesiones presenciales).</p>	<p>y dolor. La reducción de dolor promedio y mínimo fue mayor en el grupo convencional ($p < 0.001$), pero con tamaños de efecto pequeños (≤ 0.16), considerados clínicamente no relevantes. No hubo diferencias en ansiedad ni intención de cirugía. Adherencia, satisfacción y seguridad fueron altas en ambos grupos, sin eventos adversos.</p>	<p>dolor fueron mayores en el grupo presencial, las diferencias no fueron clínicamente significativas. La telerehabilitación se presentó como una alternativa escalable, viable y segura para este perfil de pacientes, con altos niveles de adherencia y satisfacción.</p>
(Shim et al., 2023)	<p>115 pacientes postoperatorios tras reparación del manguito rotador (RCR). Edad promedio de 63 años. Se</p>	<p>Intervención con el sistema UINCARE Home+, basado en realidad aumentada (AR), que integra una</p>	<p>Se reportaron mejoras estadísticamente significativas en la función del hombro medida por el Simple Shoulder</p>	<p>La intervención basada en AR fue efectiva para mejorar la función del hombro y la calidad de vida tras RCR. No se</p>

	excluyeron pacientes con artroplastia previa, comorbilidades neurológicas severas o deficiencias cognitivas. Evaluaciones pre y post a las 12 semanas.	cámara 3D Kinect, software interactivo de ejercicios, pantalla y retroalimentación asincrónica vía servidor. El grupo control realizó ejercicios domiciliarios estándar con ayuda de un folleto ilustrado.	Test (SST) (Δ 12 semanas: 6.24 vs 5.04; $p = 0.025$). También se observaron mejoras en DASH, SPADI y EQ-5D-5L, con efectos significativos de interacción grupo-tiempo. No se hallaron diferencias relevantes entre grupos en dolor (NRS), fuerza ni amplitud articular (ROM).	evidenciaron ventajas en fuerza muscular, dolor o movilidad sobre el tratamiento convencional domiciliario. Se considera una alternativa válida para rehabilitación postoperatoria con soporte tecnológico.
Tratamiento conservador				
(Coja et al., 2024)	288 pacientes (18–65 años) diagnosticados con síndrome de pinzamiento subacromial (SIS). Se mantuvo una cohorte continua de 36 pacientes (18 por grupo)	Grupo experimental: terapia asistida por (RV) con Oculus Rift S, 5 sesiones semanales de 30 minutos (140 min semanales). Entorno inmersivo	El grupo de RV mostró una mejora significativamente superior en la escala Constant-Murley (CMS) respecto al control (valor no numérico exacto reportado). Se documentó una progresión más	La terapia asistida por RV con Oculus Rift fue más eficaz que la fisioterapia convencional para mejorar la funcionalidad del hombro, la fuerza muscular y el rango de movimiento en pacientes con SIS.

	<p>durante 50 semanas de reclutamiento. Se excluyeron comorbilidades neurológicas y articulares severas.</p>	<p>gamificado con movimientos rítmicos y golpes direccionales, progresión en dificultad, retroalimentación háptica y monitoreo continuo. Grupo control: fisioterapia convencional basada en fases progresivas con ejercicios pasivos, activos, de fortalecimiento, propiocepción y ergonomía. Sesiones presenciales de 60 min, 3 veces por semana.</p>	<p>rápida en funcionalidad, movilidad y fuerza. La distribución de las puntuaciones CMS en T3 mostró una concentración clara hacia valores altos en el grupo experimental. Se observó una rehabilitación más eficaz y acelerada en comparación con el grupo control. No se informaron eventos adversos relacionados con el uso de RV.</p>	<p>La intervención mostró ventajas adicionales en términos de motivación, adherencia y participación del paciente. Se propone como una alternativa válida e innovadora dentro del abordaje conservador del SIS, con potencial para optimizar los recursos clínicos y reducir los tiempos de rehabilitación.</p>
<p>(Kolyshenkov & Prosvirnin, 2022)</p>	<p>59 pacientes con lesión del manguito rotador. Edad</p>	<p>Grupo experimental: programa integral de rehabilitación</p>	<p>El grupo con RV mostró una reducción significativa del</p>	<p>La inclusión de realidad virtual en programas de rehabilitación</p>

	<p>media 48 años. Fueron asignados aleatoriamente a grupo control (n=30) y grupo experimental (n=29). Criterios de exclusión: edad fuera del rango 18–66 años, comorbilidades agudas, enfermedades neurológicas, oncología activa, cardiopatía descompensada, dolor severo, entre otros.</p>	<p>que combinó métodos estándar (fisioterapia, terapia manual, magnetoterapia) con sesiones de realidad virtual inmersiva. Estas consistían en ejercicios interactivos en un entorno virtual controlado, mediante casco VR, joystick y retroalimentación háptica. Grupo control: fisioterapia estándar sin componentes tecnológicos avanzados. Duración del programa no especificada claramente, pero con seguimiento a corto y mediano</p>	<p>dolor (VAS de 6.0 a 2.0), mientras que el control solo bajó a 4.0. La función de la extremidad superior mejoró en mayor medida según el DASH (grupo experimental de 63.3 a 39.2, control de 64.1 a 41.3). Se reportaron aumentos notables en fuerza y resistencia muscular evaluados con dinamometría e isocinética: fuerza en aducción/abducción ↑ 67.5%, resistencia muscular ↑ 82.3%, extensión/flexión ↑ 64.5%. El rango de movimiento también aumentó significativamente. Los resultados se mantuvieron tras 6</p>	<p>conservadora produjo mejoras clínicas superiores en dolor, funcionalidad, fuerza muscular y ROM. El entorno inmersivo permitió una mayor implicación del paciente y optimización del rendimiento terapéutico. La RV se propuso como una estrategia segura, eficaz y motivadora para la rehabilitación no quirúrgica del hombro.</p>
--	--	---	--	--

		plazo (6 meses).	meses.	
(Malliaras et al., 2020)	36 pacientes adultos (edad media 53.9 años, 89% mujeres) con dolor de hombro relacionado con el manguito rotador (RCRSP) de más de 3 meses de evolución. Reclutados en Australia por medio de anuncios en redes sociales. Asignación aleatoria a tres grupos: (1) consejo solamente, (2) cuidado recomendado vía web, y (3) cuidado recomendado + telerehabilitación	El grupo de telerehabilitación recibió educación, ejercicios progresivos y sesiones semanales por Zoom con fisioterapeuta (2 sesiones educativas de 60 min + 10 sesiones interactivas de 30 min). El grupo de cuidado recomendado accedió solo a los materiales digitales sin contacto directo. El grupo de consejo recibió pautas básicas de autocuidado y actividad física. Todos los grupos participaron por	La adherencia al ejercicio fue más alta en el grupo con telerehabilitación (92%) frente al grupo sin supervisión (67%). Los tres grupos completaron cuestionarios en >80% de los casos. Solo el grupo con telerehabilitación logró una mejoría clínicamente significativa en dolor (VAS) y función (SPADI) a las 12 semanas (SPADI ↓28.9 pts, VAS ↓31.6 mm). El grupo con cuidado recomendado también mejoró (SPADI ↓16.0 pts), pero en menor magnitud. El grupo de consejo no	La telerehabilitación grupal basada en internet fue factible, segura y potencialmente efectiva para mejorar dolor y funcionalidad en pacientes con RCRSP. La supervisión remota mejoró la adherencia y los resultados clínicos frente a la modalidad auto-dirigida. Este estudio piloto respalda la viabilidad de un ensayo más amplio y destaca el valor del contacto sincrónico entre paciente y fisioterapeuta para maximizar el

	grupal.	12 semanas. El componente de ejercicio incluyó elevación y rotación externa con adaptación individual y autorregistro de dolor y fatiga.	mostró mejoras sustanciales. No se reportaron eventos adversos graves. La retención fue del 94%.	impacto terapéutico de las intervenciones digitales.
(Özlü et al., 2024)	48 pacientes (18–64 años) diagnosticados con síndrome de pinzamiento subacromial. Estudio prospectivo, aleatorizado y ciego. Ambos grupos recibieron ejercicios domiciliarios estándar. El grupo experimental (n=24) recibió además 15 sesiones de exergaming con	El grupo experimental realizó 15 sesiones de 45 minutos con un sistema de realidad virtual inmersiva Oculus Quest, utilizando tres juegos desarrollados para rehabilitación: <i>simulación de nado</i> (movilidad global), <i>juego del búho</i> (abducción y resistencia), y <i>juego del águila</i> (control 3D con	El grupo VR mejoró significativamente la ROM en extensión y aducción ($p < 0.001$ y $p = 0.034$, respectivamente), mientras que la ROM general fue similar entre grupos. Se redujo el dolor medido por VAS y SPADI, con diferencia significativa en la subescala de dolor de SPADI ($p = 0.012$). Se observó disminución en la positividad de los	La rehabilitación gamificada mediante realidad virtual inmersiva mostró efectos positivos en movilidad articular, reducción del dolor y mejora en calidad de vida en pacientes con síndrome de pinzamiento. El sistema VR generó mayor implicación y adherencia que la fisioterapia convencional. Esta intervención se propone como una alternativa válida

	VR; el grupo control (n=24) recibió fisioterapia supervisada en hospital.	movimientos del hombro). Ambos grupos realizaron además el mismo protocolo domiciliario (flexión, abducción, rotaciones, estiramientos, ejercicios pendulares). Las sesiones VR fueron monitoreadas por el equipo médico, incluyendo control de síntomas y seguridad.	tests de pinzamiento (Hawkins-Kennedy, Neer, painful arc). También se reportaron mejoras significativas en función física y dolor corporal (SF-36) solo en el grupo VR. Tres pacientes experimentaron efectos secundarios leves (náuseas, mareo) durante las primeras sesiones. No hubo abandonos.	para el manejo conservador, especialmente útil en contextos de telerehabilitación y tratamientos personalizados. Se sugiere su exploración en estudios de mayor duración y seguimiento a largo plazo.
(Türkmen et al., 2020)	30 pacientes mayores de 40 años con diagnóstico clínico y por RMN de ruptura parcial del manguito rotador,	Ambos grupos siguieron un programa de ejercicios comunes durante 6 semanas. El grupo VBR recibió un programa	Ambos grupos mostraron mejoras estadísticamente significativas en ROM activo (flexión, abducción, rotación interna y externa), dolor en reposo, actividad y	La rehabilitación basada en video fue tan efectiva como la supervisada en mejorar dolor, movilidad, funcionalidad y calidad de vida en pacientes con rotura

	<p>distribuidos en dos grupos: grupo de rehabilitación por video (VBR) (n=15) y grupo de rehabilitación supervisada por fisioterapeuta (PSR) (n=15). Exclusiones: desgarros masivos, cirugía previa, capsulitis adhesiva, problemas neurológicos, enfermedades sistémicas o mentales.</p>	<p>grabado en video, enviado semanalmente por correo electrónico, basado en sesiones domiciliarias de ejercicios terapéuticos guiados visual y verbalmente por un fisioterapeuta. El grupo PSR recibió el mismo protocolo, pero aplicado de forma presencial y supervisada. Ambos grupos realizaron los ejercicios 3 veces al día, 10 repeticiones cada sesión. Se realizaron controles clínicos quincenales sin intervención</p>	<p>nocturno (VAS), funcionalidad (DASH, ASES) y calidad de vida física y mental (SF-12) al finalizar las 6 semanas ($p < 0.001$ en todos los casos). No se observaron diferencias significativas entre grupos en ninguna medida final ($p > 0.05$), aunque el grupo PSR tuvo mejores efectos en flexión y abducción, y mayor satisfacción (73% vs. 67%). La adherencia fue alta en ambos grupos, y no se reportaron eventos adversos.</p>	<p>parcial del manguito rotador. A pesar de que la satisfacción fue algo mayor en el grupo supervisado, los resultados funcionales fueron equivalentes. El enfoque VBR se propone como una alternativa viable, económica y escalable, especialmente útil para pacientes con barreras de acceso al tratamiento presencial.</p>
--	---	---	---	---

		directa. Las evaluaciones incluyeron ROM activo, dolor (VAS), funcionalidad (DASH, ASES), calidad de vida (SF-12), y satisfacción del paciente.		
Tratamiento en el dolor				
(Menek et al., 2022)	45 pacientes con rotura parcial del manguito rotador. Edad promedio: 50.3 años. Se incluyeron pacientes con dolor >4 semanas, sin cirugía previa, ni patologías ortopédicas o neurológicas asociadas.	Se compararon tres grupos: grupo de ejercicios convencionales (CEG), grupo de ejercicios en cadena cinética cerrada (CKCEG) y grupo de videojuegos terapéuticos (VGEG). Las intervenciones se realizaron dos veces por semana	Todos los grupos mostraron mejoras significativas post intervención ($p < 0.05$). Sin embargo, VGEG mostró mayores mejoras en umbral del dolor, ROM (flexión y abducción), funcionalidad (DASH), y calidad de vida (RCQOL) en comparación con CKCEG y CEG ($p < 0.017$). También se observó	Los ejercicios con videojuegos terapéuticos fueron significativamente más efectivos que los ejercicios convencionales en la mejora del dolor, funcionalidad, movilidad y propiocepción. La integración de tecnologías específicas como Fizyosoft® demuestra ser una opción terapéutica

		durante 6 semanas. Los juegos fueron diseñados específicamente para la patología, utilizando la plataforma Fizyosoft® (juegos de ROM, balance y aproximación).	superioridad en sentido de posición articular y fuerza de aproximación.	prometedora para el tratamiento conservador del manguito rotador.
(Rizzato et al., 2023)	22 adultos (edad media \approx 61 años, F=16, M=6) con diagnóstico clínico de patologías del hombro (impingement, capsulitis, tendinopatías). Asignados aleatoriamente a un grupo de terapia digital con PlayBall® (n=11) y a un grupo control con	El grupo experimental utilizó PlayBall®, una pelota sensorizada que permite medición de fuerza y movimiento durante ejercicios gamificados. Las sesiones duraron 40 minutos e incluyeron 20 minutos de ejercicios activos con	Ambos grupos mejoraron significativamente en dolor (VAS), fuerza (Fmax), y funcionalidad (PENN Score) tras la intervención ($p<0.05$). No hubo diferencias significativas entre grupos, aunque el grupo PlayBall reportó mayor disfrute (PACES) y tendencia favorable en autoeficacia y	La terapia digital con PlayBall® fue tan efectiva como la terapia convencional para mejorar dolor, fuerza y función en patologías de hombro. Se observó mayor compromiso emocional y disposición a continuar el entrenamiento en el grupo digital, lo cual subraya el potencial

	<p>terapia convencional no digital (n=11). Exclusiones: cirugía reciente, déficits neurológicos, braquialgia o incapacidad funcional.</p>	<p>retroalimentación visual y tareas como <i>PlayMove</i> y <i>Flying Rocket</i>. El grupo control realizó sesiones equivalentes sin tecnología, basadas en el método Perfetti (círculos, contracciones isométricas). Ambos grupos completaron 10 sesiones consecutivas de tratamiento supervisado por fisioterapeutas. Se evaluaron: dolor (VAS), fuerza (Fmax), movilidad (ROM), funcionalidad (PENN Shoulder Score), y compromiso</p>	<p>actitud hacia el ejercicio domiciliario. Solo en el grupo experimental se hallaron correlaciones significativas entre disfrute (PACES), autoeficacia y la intención de seguir entrenando en casa ($r=0.62-0.67$; $p<0.05$). El SUS final (74.54) superó el umbral de buena usabilidad. No se reportaron eventos adversos.</p>	<p>motivacional de este tipo de tecnología. La intervención fue segura, bien tolerada y considerada útil por los usuarios, lo que la posiciona como una herramienta prometedora en el manejo del dolor crónico musculoesquelético del hombro.</p>
--	---	--	---	---

		terapéutico (PACES, autoeficacia, intención y actitud de entrenamiento domiciliario, usabilidad).		
--	--	--	--	--

Discusión

Los hallazgos sintetizados en esta revisión sistemática muestran una tendencia positiva en el uso de tecnologías digitales y realidad virtual para la rehabilitación de pacientes con lesión del manguito rotador, tanto en contextos postoperatorios como conservadores. Las variables clínicas más abordadas fueron el rango de movimiento, el dolor y la fuerza muscular, todas con resultados favorables, aunque con diferencias en su magnitud, velocidad de respuesta y relación con el tipo de tecnología aplicada.

El rango de movimiento fue la variable más consistentemente mejorada. Nueve de los diez estudios reportaron incrementos significativos en uno o más planos articulares, principalmente en flexión, abducción y rotación externa (Coja et al., 2024; Correia et al., 2022; Kolyshevskov & Prosvirnin, 2022; Menek et al., 2022; Özlü et al., 2024; Pak et al., 2023; Rizzato et al., 2023; Shim et al., 2023; Türkmen et al., 2020). Estas mejoras se observaron en protocolos que integraron retroalimentación sensorial y tareas funcionales progresivas, como los propuestos por (Coja et al., 2024), (Özlü et al., 2024), y (Türkmen et al., 2020). La mayoría de las intervenciones fueron de intensidad media a alta, con tres a cinco sesiones semanales, lo que sugiere que la frecuencia terapéutica es un factor determinante para lograr una mejora del movimiento articular significativa. Las intervenciones con realidad virtual inmersiva mostraron efectos especialmente positivos, probablemente por su capacidad de integrar control visual, percepción del cuerpo en movimiento y estímulo cognitivo.

En la reducción del dolor se observaron también resultados relevantes. La mayoría de los estudios postoperatorios (Correia et al., 2022; Pak et al., 2023; Shim et al., 2023) y todos los centrados en dolor crónico (Malliaras et al., 2020; Menek et al., 2022; Rizzato et al., 2023) lograron reducciones estadísticamente significativas. Algunos, como (Menek et al., 2022), integraron videojuegos desarrollados con objetivos clínicos, lo que no solo redujo el dolor, sino que también mejoró la calidad de vida. La combinación de tecnología y educación parece ser un factor decisivo en este punto, ya que los estudios que incorporaron componentes de autocuidado, seguimiento remoto o tareas interactivas lograron mejor control sintomático que aquellos con intervenciones pasivas o poco adaptadas al entorno del paciente. En el estudio de (Pak et al., 2023), por ejemplo, la adherencia al tratamiento remoto fue equivalente a la presencial, lo que respalda la viabilidad de estrategias digitales personalizadas en dolor persistente de hombro.

La fuerza muscular mostró resultados menos homogéneos. Aunque estudios como el de (Kolyshekov & Prosvirnin, 2022) lograron aumentos importantes en fuerza y resistencia mediante dinamometría; En otros ensayos (Correia et al., 2022; Shim et al., 2023) la mejoría fue marginal o no significativa. Esto podría explicarse por la falta de progresión en la carga terapéutica o por el tipo de tecnología aplicada. Las plataformas que no permiten adaptar la intensidad del ejercicio al nivel de fatiga o capacidad del paciente difícilmente logran estimular las fibras musculares de forma suficiente. La mayoría de los programas que reportaron mejoras en fuerza incluyeron al menos una supervisión inicial, lo que podría haber influido en la correcta ejecución del ejercicio y en la adherencia al mismo.

Al comparar la eficacia de las intervenciones según el tiempo de aplicación, se observa una ventaja en los programas con duración mayor a ocho semanas. Estudios como los de (Correia et al., 2022) y (Pak et al., 2023), que aplicaron programas estructurados con seguimiento clínico a 12 meses, mostraron no solo efectos inmediatos, sino también sostenidos en el tiempo. Por el contrario, los programas breves, aunque efectivos en la fase inicial, no aportaron evidencia sobre la duración del beneficio. La dosificación de las intervenciones varió notablemente entre los estudios, lo cual limita la posibilidad de establecer recomendaciones estandarizadas, necesarias para alcanzar cambios clínicos relevantes (Brady et al., 2023; Lohre et al., 2020).

Desde el punto de vista tecnológico, las intervenciones con mayor impacto clínico fueron aquellas que incorporaron elementos interactivos, gamificados y ajustables. Sistemas como Oculus Rift y Quest (Coja et al., 2024; Özlü et al., 2024), así como PlayBall (Rizzato et al., 2023) y plataformas como Fیزیosoft (Menek et al., 2022) , ofrecieron beneficios adicionales en términos de adherencia, motivación y continuidad del tratamiento. Estos factores, aunque no siempre fueron medidos de forma objetiva, tuvieron un rol relevante en los estudios que analizaron percepción del paciente, disfrute y compromiso terapéutico. En contraste, los métodos menos interactivos, como los videos domiciliarios, aunque efectivos en movilidad y dolor, mostraron menor ventaja en indicadores subjetivos de satisfacción (Carnevale et al., 2022; Türkmen et al., 2020).

A pesar de los beneficios reportados, el uso de realidad virtual en la rehabilitación del manguito rotador presenta ciertas deficiencias clínicas y operativas que deben considerarse. Algunos estudios (Correia et al., 2022; Özlü et al., 2024; Shim et al., 2023) evidencian que, aunque la RV puede mejorar parámetros como la movilidad articular y reducir el dolor, no siempre logra impactos diferenciados en fuerza muscular ni en recuperación funcional completa, particularmente cuando no se acompaña de cargas progresivas o seguimiento fisioterapéutico individualizado. Además, la mayoría de los programas actuales están diseñados para tareas de movilidad general y no contemplan con precisión la biomecánica específica del complejo glenohumeral, lo cual limita su utilidad en fases avanzadas de rehabilitación. También se observó que las plataformas inmersivas, si bien generan mayor motivación, pueden provocar efectos adversos como mareos o fatiga visual en algunos pacientes (Özlü et al., 2024), lo que reduce su tolerancia y continuidad. Por otro lado, el diseño genérico de algunos entornos virtuales no permite adaptar la dificultad a las etapas específicas de recuperación postquirúrgica ni al nivel basal del paciente, lo que puede comprometer la dosificación terapéutica. Estas observaciones sugieren que, si bien la RV es una herramienta prometedora, su aplicación clínica requiere mayor personalización, validación biomecánica y ajuste a objetivos funcionales específicos del hombro (Brady et al., 2023; Lo et al., 2024).

Pese a los resultados positivos, es importante considerar algunas limitaciones metodológicas que afectan la solidez de las conclusiones. Muchos de los estudios evaluados contaron con muestras reducidas, generalmente por debajo de los 60 participantes, lo cual restringe la generalización de los hallazgos. Además, se identificaron debilidades en la aplicación de principios metodológicos clave como el cegamiento de evaluadores o la ocultación de la asignación, lo que podría haber influido en la aparición de sesgos de rendimiento o detección. Otro aspecto relevante es la variabilidad en los instrumentos utilizados para medir las mismas variables, lo que limita la posibilidad de realizar comparaciones cuantitativas directas o sintetizar los efectos mediante metaanálisis. En algunos casos, la falta de seguimiento prolongado impidió conocer la estabilidad de los cambios obtenidos o el posible efecto rebote tras la finalización del tratamiento.

Pese a estas limitaciones, los resultados de esta revisión permiten afirmar que las intervenciones digitales representan una opción terapéutica válida, segura y prometedora para el tratamiento de pacientes con lesiones del manguito rotador. La inclusión de tecnologías como RV, sensores inerciales, videojuegos terapéuticos o plataformas de telerehabilitación puede aportar beneficios funcionales equivalentes o incluso superiores a los métodos convencionales, siempre que se apliquen con una estructura clínica adecuada. Los estudios con mayor impacto fueron aquellos que combinaron personalización, progresión de carga, monitoreo continuo y un componente lúdico o motivacional. Estos hallazgos abren una vía importante para la integración tecnológica dentro de los programas de rehabilitación musculoesquelética.

Conclusiones

Esta revisión sistemática tuvo como objetivo analizar la efectividad de las tecnologías digitales, particularmente la realidad virtual, en la mejora de la movilidad articular, la fuerza muscular y la reducción del dolor en pacientes con lesión del manguito rotador. Los estudios incluidos muestran evidencia consistente sobre el beneficio clínico de estas herramientas, especialmente en la recuperación del rango de movimiento y en el control del dolor. Las tecnologías que integraron retroalimentación visual, interacción inmersiva y progresión funcional, como Oculus, PlayBall® y videojuegos diseñados por fisioterapeutas, demostraron mejoras significativas en variables clínicas y también en la adherencia al tratamiento. Aunque las intervenciones mostraron

resultados positivos, el impacto sobre la fuerza muscular fue más limitado, posiblemente por la falta de sobrecarga progresiva en muchos de los protocolos. Las estrategias más efectivas fueron aquellas con una frecuencia mínima de tres sesiones semanales y una duración de al menos seis semanas.

Referencias

- Akhtar, A., Richards, J., & Monga, P. (2021). The biomechanics of the rotator cuff in health and disease – A narrative review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 18, 150-156.
<https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.04.019>
- Arispe R., M. S., & Collarana V., D. (2017). Plataformas de entrenamiento virtuales usando el sensor Kinect, Unity y técnicas de Gamificación. *Acta Nova*, 8(1), 109-130.
- Barrios, M., Rodriguez, L., Pachon, C., Medina, B., & Sierra, J. E. (2019). Telerehabilitación funcional en entornos virtuales interactivos como propuesta de rehabilitación en pacientes con discapacidad. *Revista ESPACIOS*, 40(25).
<https://www.revistaespacios.com/a19v40n25/19402501.html>
- Brady, N., Dejaco, B., Lewis, J., McCreesh, K., & McVeigh, J. G. (2023). Physiotherapist beliefs and perspectives on virtual reality supported rehabilitation for the management of musculoskeletal shoulder pain: A focus group study. *PLOS ONE*, 18(4), e0284445.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284445>
- Carnevale, A., Mannocchi, I., Sassi, M. S. H., Carli, M., De Luca, G., Longo, U. G., Denaro, V., & Schena, E. (2022). Virtual Reality for Shoulder Rehabilitation: Accuracy Evaluation of Oculus Quest 2. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(15), 5511.
<https://doi.org/10.3390/s22155511>

- Chang, L.-R., Anand, P., & Varacallo, M. A. (2025). Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Glenohumeral Joint. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537018/>
- Coja, D. M., Onu, I., Onu, A., Jordan, D. A., Gheorghiu, G., Ene-Voiculescu, V., & Talaghir, L. G. (2024). The Use of Virtual Reality-Assisted Therapy to Improve Shoulder function in Subacromial Impingement Syndrome: A Randomised Controlled Trial. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 15(4), Article 4. <https://doi.org/10.70594/brain/15.4/2>
- Coronado-Ahumada, K. J., Están-Márquez, A. F., Natera-Panza, B., Lara, R. A. de la H., Salas-Viloria, K. E., Coronado-Ahumada, K. J., Están-Márquez, A. F., Natera-Panza, B., Lara, R. A. de la H., & Salas-Viloria, K. E. (2021). El Valor Agregado de la Realidad Virtual en Tratamientos de Rehabilitación Muscular. Revisión de Literatura. *Revista Lasallista de Investigación*, 18(2), 239-257. <https://doi.org/10.22507/rli.v18n2a16>
- Correia, F. D., Molinos, M., Luís, S., Carvalho, D., Carvalho, C., Costa, P., Seabra, R., Francisco, G., Bento, V., & Lains, J. (2022). Digitally Assisted Versus Conventional Home-Based Rehabilitation After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 101(3), 237-249. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001780>
- de Oliveira, F. C. L., Pairot de Fontenay, B., Bouyer, L. J., Desmeules, F., & Roy, J.-S. (2020). Kinesiotaping for the Rehabilitation of Rotator Cuff-Related Shoulder Pain: A Randomized Clinical Trial. *Sports Health*, 13(2), 161-172. <https://doi.org/10.1177/1941738120944254>

Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas.

(2021). *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

Escala PEDro—PEDro. (s. f.). Recuperado 25 de junio de 2024, de

<https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>

Ferreira, R. S., Xavier, R. A. C., & Ancioto, A. S. R. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241.

Ganderton, C., Kinsella, R., Watson, L., & Pizzari, T. (2020). Getting more from standard rotator cuff strengthening exercises. *Shoulder & Elbow*, 12(3), 203-211.

<https://doi.org/10.1177/1758573219888829>

Jeno, S. H., Munjal, A., & Schindler, G. S. (2023). Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Arm Supraspinatus Muscle. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537202/>

Joseph, R., Alenabi, T., Lulic, T., & Dickerson, C. R. (2019). Activation of Supraspinatus and Infraspinatus Partitions and Periscapular Musculature During Rehabilitative Elastic Resistance Exercises. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 98(5),

407. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001116>

Kolyshenkov, V. A., & Prosvirnin, A. N. (2022). Evaluation of the Effectiveness of the Virtual Reality Technologies Comprehensive Rehabilitation Program Application: A Prospective Cohort Study of 59 Patients with Rotator Cuff Injury. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*,

21(4), 159-172. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-159-172>

- Lo, H. H. M., Zhu, M., Zou, Z., Wong, C. L., Lo, S. H. S., Chung, V. C.-H., Wong, S. Y.-S., & Sit, R. W. S. (2024). Immersive and Nonimmersive Virtual Reality–Assisted Active Training in Chronic Musculoskeletal Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 26(1), e48787. <https://doi.org/10.2196/48787>
- Lohre, R., Warner, J. J. P., Athwal, G. S., & Goel, D. P. (2020). The evolution of virtual reality in shoulder and elbow surgery. *JSES International*, 4(2), 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.02.005>
- Machuca, M. F. N., Castaño, C. Y. M., Penagos, P. T., & Arias, A. F. B. (2021). La Telerehabilitación como Estrategia de Atención en Salud. *Movimiento científico*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.15104>
- Malliaras, P., Cridland, K., Hopmans, R., Ashton, S., Littlewood, C., Page, R., Harris, I., Skouteris, H., & Haines, T. (2020). Internet and Telerehabilitation-Delivered Management of Rotator Cuff–Related Shoulder Pain (INTEL Trial): Randomized Controlled Pilot and Feasibility Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(11), e24311. <https://doi.org/10.2196/24311>
- Maruvada, S., Madrazo-Ibarra, A., & Varacallo, M. A. (2023). Anatomy, Rotator Cuff. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441844/>
- May, T., & Garmel, G. M. (2023). Rotator Cuff Injury. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547664/>
- Melo, A. S. C., Moreira, J. S., Afreixo, V., Moreira-Gonçalves, D., Donato, H., Cruz, E. B., Vilas-Boas, J. P., & Sousa, A. S. P. (2024). Effectiveness of specific scapular therapeutic

exercises in patients with shoulder pain: A systematic review with meta-analysis. *JSES Reviews, Reports, and Techniques*, 4(2), 161-174.
<https://doi.org/10.1016/j.xrrt.2023.12.006>

Menek, B., Tarakci, D., Tarakci, E., & Menek, M. Y. (2022). Investigation on the Efficiency of the Closed Kinetic Chain and Video-Based Game Exercise Programs in the Rotator Cuff Rupture: A Randomized Trial. *Games for Health Journal*, 11(5), 298-306.
<https://doi.org/10.1089/g4h.2021.0210>

Narváez, F., Marín-Castrillón, D. M., Cuenca, M. C., & Latta, M. A. (2017). Development and implementation of technologies for physical telerehabilitation in Latin America: A systematic review of literature, programs and projects. *TecnoLógicas*, 20(40), 155-176.

Ordóñez, J. L. (s. f.). *Realidad Virtual y Realidad Aumentada*.

Osma Rueda, J. L., & Carreño Mesa, F. A. (2016). Manguito de los rotadores: Epidemiología, factores de riesgo, historia natural de la enfermedad y pronóstico. Revisión de conceptos actuales. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 30, 2-12.
<https://doi.org/10.1016/j.rccot.2016.09.001>

Özlü, A., Üstündağ, S., Bulut Özkaya, D., & Menekşeoğlu, A. K. (2024). Effect of Exergame on Pain, Function, and Quality of Life in Shoulder Impingement Syndrome: A Prospective Randomized Controlled Study. *Games for Health Journal*, 13(2), 109-119.
<https://doi.org/10.1089/g4h.2023.0108>

Pak, S. S., Janela, D., Freitas, N., Costa, F., Moulder, R., Molinos, M., Areias, A. C., Bento, V., Cohen, S. P., Yanamadala, V., Souza, R. B., & Correia, F. D. (2023). Comparing Digital

- to Conventional Physical Therapy for Chronic Shoulder Pain: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e49236. <https://doi.org/10.2196/49236>
- Peretti, A., Amenta, F., Tayebati, S. K., Nittari, G., & Mahdi, S. S. (2017). Telerehabilitation: Review of the State-of-the-Art and Areas of Application. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 4(2), e7. <https://doi.org/10.2196/rehab.7511>
- Rizzato, A., Pizzichemi, M., Gobbi, E., Gerardi, A., Fortin, C., Copcia, A., Paoli, A., & Marcolin, G. (2023). Effectiveness and therapeutic compliance of digital therapy in shoulder rehabilitation: A randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 20, 87. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01188-7>
- Shao, H., Zhang, S., Chen, J., Wen, A., Wu, Z., Huang, M., Yao, W., Lin, Z., Liu, C., Jin, Z., & Li, Y. (2023). Radial extracorporeal shockwave therapy reduces pain and promotes proximal tendon healing after rotator cuff repair: Randomized clinical trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 66(4), 101730. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2023.101730>
- Shim, G. Y., Kim, E. H., Baek, Y. J., Chang, W. K., Kim, B. R., Oh, J. H., Lee, J. I., Hwang, J. H., & Lim, J.-Y. (2023). A randomized controlled trial of postoperative rehabilitation using digital healthcare system after rotator cuff repair. *NPJ Digital Medicine*, 6, 95. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00842-7>
- Suárez-Sanabria, N., & Osorio-Patiño, A. M. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *CES Medicina*, 27(2), 205-217.
- Tsekleves, E., Warland, A., Kilbride, C., Paraskevopoulos, I., & Skordoulis, D. (2014). The Use of the Nintendo Wii in Motor Rehabilitation for Virtual Reality Interventions: A

Literature Review. En *Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 68, pp. 321-344).

https://doi.org/10.1007/978-3-642-54816-1_17

Türkmen, E., Analay Akbaba, Y., & Altun, S. (2020). Effectiveness of video-based rehabilitation program on pain, functionality, and quality of life in the treatment of rotator cuff tears: A randomized controlled trial. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(3), 288-295. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2019.08.004>

Zhang, M., Zhou, J., Zhang, Y., Zhang, X., Chen, J., & Chen, W. (2020). Influence of Scapula Training Exercises on Shoulder Joint Function After Surgery for Rotator Cuff Injury. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 26, e925758-1-e925758-7. <https://doi.org/10.12659/MSM.925758>