

Luca Ortolani

**EFFECTIVIDAD DE LA REALIDAD VIRTUAL Y DE LA REALIDAD
AUMENTADA EN PACIENTES CON DOLOR LUMBAR
CRÓNICO: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Dirigido por el Dr. Salvador Montull

Grado de Fisioterapia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2023-2024

LISTADO DE ABREVIATURAS

DL: Dolor lumbar

DLC: Dolor lumbar crónico

RV: Realidad Virtual

RA: Realidad aumentada

RVA: Realidad virtual y realidad aumentada

AVD: Actividades de vida diaria

GC: Grupo control

GP: Grupo programa

PICOS: Pacientes, Intervención, Comparación, Resultados y Estudio

PROSPERO: International Prospective register of systematic reviews

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

M.E.S.: Mejora Estadísticamente Significativa

EVA/VAS: Escala Visual Analógica

ODI: Índice de Discapacidad de Oswestry

NPRS: Escala Numérica de Valoración de dolor

PROMIS: Sistema de Información de Medición de Resultados Informados por el Paciente

TSK: Escala de Kinesiofobia de Tampa

PGIC: Impresión global del cambio del paciente

DVPRS: Escala de calificación del dolor de defensa y veteranos

PSEQ: Cuestionario de Autoeficacia del Dolor

PCS: Escala de Catastrofización del Dolor

SF-12: Encuesta de Salud de Formato Corto de 12 ítems

BPI: Inventario breve del dolor

RMDQ: Cuestionario de discapacidad de Roland Morris

FABQ: Cuestionario de Creencias de Evitación del Miedo

SF-36: Encuesta de Salud de Formato Corto de 36 ítems

FRI: Índice de Riesgo de Caídas

MPQ: Cuestionario de dolor de McGill

QoL: Cuestionario de Calidad de Vida

Ffb-H-R: Cuestionario de capacidad funcional de Hannover para medir las limitaciones funcionales relacionadas con el dolor de espalda.

GROC: Calificación global del cambio

EPA: estudio piloto aleatorizado

ECA: estudio controlado aleatorizado

ECNA: estudio controlado no aleatorizado

RESUMEN

Antecedentes: El dolor lumbar crónico es una de las enfermedades más prevalentes en el mundo. Recientemente, se han introducido modalidades de tratamientos basadas en la realidad virtual y en la realidad aumentada (RVA) para el manejo del DLC. Sin embargo, su efectividad sigue siendo incierta, ya que la evidencia actual no es suficiente.

Objetivos: Evaluar la efectividad de la RVA en el tratamiento del dolor, la kinesiofobia, el catastrofismo, la discapacidad y la calidad de vida de los individuos con dolor lumbar crónico. Especificar qué modalidad de aplicación de la RVA es más eficaz y definir las ventajas e inconvenientes de su aplicación.

Métodos: Siguiendo las recomendaciones PRISMA, se realizaron búsquedas en las bases de datos PubMed (MEDLINE), ScienceDirect, PEDro y Cercador CRAI URV (Scopus, Web of Science, CINAHL), publicadas en los 5 últimos años, desde enero hasta marzo de 2024. Los criterios de inclusión se determinaron siguiendo las recomendaciones de PICOS.

Resultados: De los 18 estudios revisados con 990 participantes, 14 mostraron mejoría en la *intensidad del dolor*, mientras que en cuatro de ellos no hubo cambios relevantes.

En cuanto a la *kinesiofobia*, 6 de 9 estudios revelaron mejoras notables, pero la realidad virtual no tuvo un efecto estadísticamente significativo en el *catastrofismo* en los 5 estudios evaluados. En cuanto a la *capacidad física*, 7 estudios mostraron mejoras, mientras que 5 no evidenciaron cambios significativos. En relación con la *calidad de vida*, 5 estudios reportaron mejoras y 4 no mostraron cambios significativos.

Conclusiones: la RVA tiene una eficacia limitada en la reducción del dolor en personas con DLC, con resultados de mejora solo aplicables a corto plazo. No hubo mejoras estadísticamente significativas en las variables de kinesiofobia, catastrofismo, funcionalidad y discapacidad o calidad de vida. La falta de uniformidad en el diseño de los estudios, debido a la diversidad de las variables y de métodos de tratamiento utilizados en las intervenciones, dificulta determinar qué modalidad de aplicación de la RVA es más eficaz.

La RVA motiva a los pacientes y mejora la adherencia al tratamiento, pero tiene costes considerables, dificultades técnicas y efectos secundarios como mareos o fatiga visual.

PALABRAS CLAVE: realidad virtual, lumbalgia crónica, exergames, realidad aumentada, rehabilitación virtual, Tecnología inmersiva.

ABSTRACT

Background: Chronic low back pain is one of the most prevalent pain conditions in the world. Recently, virtual reality-based interventions have been introduced into the handling of the DLC. However, its effectiveness remains uncertain, as the current evidence is insufficient.

Objectives: To evaluate the effectiveness of RVA in the treatment of pain, kinesiophobia, catastrophizing, disability, and quality of life in individuals with chronic low back pain.

Specify which RVA application modality is most effective and define the advantages and disadvantages of its application.

Methods: Following the PRISMA recommendations, we searched the databases PubMed (MEDLINE), ScienceDirect, PEDro and Cercador CRAI URV (Scopus, Web of Science, CINAHL), published in the last 5 years, from January to March 2024.

Inclusion criteria were determined following PICOS recommendations.

Results: Of the 18 studies reviewed with 990 participants, 14 showed improvement in *pain intensity*, while in four of them there were no relevant changes.

Regarding *kinesiophobia*, 6 out of 9 studies revealed notable improvements, but virtual reality did not have a statistically significant effect on *catastrophizing* in the 5 studies evaluated. In terms of *physical capacity*, 7 studies showed improvements, while 5 showed no significant changes. In relation to *quality of life*, 5 studies reported improvements and 4 showed no significant changes.

Conclusions: RVA has limited efficacy in reducing pain in people with DLC, with improvement results only applicable in the short term. There were no statistically significant improvements in the variables of kinesiophobia, catastrophism, functionality and disability, or quality of life. The lack of uniformity in the design of the studies, due to the diversity of the variables and treatment methods used, makes it difficult to determine which modality of application of RVA is more effective.

RVA motivates patients and improves adherence to treatment, but it has considerable costs, technical difficulties, and side effects such as dizziness or eyestrain.

KEYWORDS: virtual reality, chronic low back pain, exergames, augmented reality, virtual rehabilitation, immersive technology.

INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar (DL) representa un problema de salud pública global que afecta a los ámbitos económico y social, siendo la principal causa de absentismo laboral y de años de vida vividos con discapacidad¹. Su incidencia máxima se observa en adultos de 40 a 69 años², con una prevalencia del 20% en la población europea³ y del 30.3% a nivel mundial⁴.

La lumbalgia se define como dolor, tensión muscular o rigidez localizada por debajo del margen costal y por encima de los pliegues glúteos inferiores, con o sin dolor referido en la pierna (ciática). En un 90% de los casos el dolor es inespecífico, lo que significa que los síntomas no se pueden atribuir a una patología específica (como infección, tumor, fractura o inflamación)⁵. En función de la duración, el dolor lumbar se puede clasificar en: agudo si es <4 semanas, subagudo si de 4-12 semanas y crónico si es >12 semanas⁶.

El manejo del dolor lumbar crónico (DLC) en el ámbito clínico incluye diferentes modalidades de tratamiento, tales como la cirugía, la medicación o la fisioterapia. Dentro de esta última, la terapia manual, el manejo del dolor y el ejercicio físico precoz son beneficiosos para reducir el dolor y lograr una mejoría funcional^{7,8}.

Sin embargo, la falta de adherencia a estos tratamientos es una limitación importante que se atribuye a la falta de motivación, y a los temores asociados al dolor, que pueden manifestarse en conductas de cinesofobia o de catastrofismo⁹.

Teniendo esto en cuenta, y reconociendo la importancia de desarrollar estrategias que fomenten el autocuidado del paciente, especialmente en situaciones de DLC, se hace indispensable explorar el efecto de otros enfoques e intervenciones que puedan contribuir a paliar los efectos de este problema de salud.

En las últimas dos décadas, las intervenciones no farmacológicas para controlar el dolor a través de las tecnologías de realidad virtual (RV) se han hecho cada vez más populares¹⁰, gracias sobre todo a la creciente asequibilidad y a la calidad de este tipo de herramientas.

Existen varios tipos de tecnologías de interacción de contenidos virtuales y/o reales, las más utilizadas en el contexto clínico son la realidad virtual y la realidad aumentada (RA).

La realidad virtual genera mediante una computadora un entorno artificial que reemplaza los inputs sensoriales del mundo real^{11,12}. De esta forma, el usuario se sumerge completamente en un mundo virtual tridimensional. En la realidad aumentada, el usuario mantiene la conexión con el "mundo real" y fusiona elementos virtuales con la realidad¹³.

La RV ofrece diferentes experiencias al usuario: inmersiva y no inmersiva. La modalidad inmersiva permite la creación de una alta sensación de presencia e inmersión, como si el participante estuviera plenamente dentro del entorno creado.

En la modalidad no inmersiva, el contenido virtual se basa en cómo se mueve el dispositivo (PC, smartphone o tableta), y los participantes son solo observadores externos^{14,15}.

El uso de la RV en la terapia del dolor ganó popularidad gracias al estudio de Hoffman *et al.*¹⁶ con la creación de SnowWorld, donde fue utilizada como complemento de los opioides durante el cuidado de las heridas por quemaduras¹⁷.

Diferentes autores, han resaltado la efectividad de la RV en el manejo del dolor agudo asociado a procedimientos médicos, heridas y al dolor irruptivo procedimental¹⁸⁻²⁴.

Tanto en los casos de dolor agudo como crónico, la idea principal de la RV es llevar el foco de atención del paciente a un lugar distinto al del estímulo doloroso²⁵. A su vez, la introducción gradual del movimiento y del ejercicio, permite aprovechar los beneficios de su realización e induce cambios neuroplásticos en las regiones sensoriales y motoras del cerebro^{26,27,28}.

Aunque la utilización de la RV en el dolor lumbar está en sus inicios, y quedan muchas incógnitas por resolver, el interés científico en este tema está en aumento.

Un conjunto de investigaciones recientes, recogidas en la revisión de Brea-Gómez *et al.*²⁹, sugiere que las intervenciones con RV pueden reducir de manera significativa la intensidad del dolor y la kinesiofobia. Otros estudios, realizados por Kumar *et al.*³⁰ y Choi *et al.*³¹ sugieren que las intervenciones de RV podrían ser un sustituto viable de la terapia convencional para tratar el DL y DLC. Los resultados obtenidos por Goudman *et al.*¹⁵ y Nagpal *et al.*³² sugieren que las terapias de RV pueden incidir positivamente en la reducción del dolor y en la calidad de vida en pacientes con DLC. Asimismo, indican que la aplicación de la RV en el tratamiento del DLC parece ser una opción viable, confirmando su seguridad y tolerancia.

El grado de satisfacción de los usuarios y los escasos efectos secundarios, registrados en los diferentes estudios en los que se ha aplicado la RV, respaldan el potencial de la RV como una intervención terapéutica coadyuvante para disminuir el dolor, la ansiedad y la cinesofobia, durante la rehabilitación de los pacientes con DLC. Sin embargo, aún no existe un consenso sobre cuál es la metodología óptima para aplicar la RV y para obtener los efectos esperados en los pacientes diagnosticados de DLC.

El objetivo del presente trabajo es identificar, a través de una revisión sistemática, las evidencias que respaldan el uso de la RVA para tratar el dolor lumbar crónico.

OBJETIVOS

General: Analizar si la RVA es efectiva en el tratamiento de la lumbalgia crónica.

Específicos:

1. Describir los cambios observados con relación a la percepción del dolor, y la calidad de vida y/o la capacidad física y/o la dimensión psicológica (kinesiofobia y catastrofismo).
2. Especificar qué modalidad de aplicación de la RVA es más eficaz con relación a las variables descritas
3. Definir las ventajas e inconvenientes de la aplicación de RVA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar la revisión bibliográfica se han seguido las indicaciones de la declaración PRISMA³³. Para establecer los criterios de elegibilidad con relación a los objetivos establecidos, se ha seguido la estrategia PICOS (P: problema o paciente; I: intervención; C: comparación; O: resultados; S: estudios).

Protocolo y registro

Este trabajo no está registrado ya que forma parte de la asignatura de Trabajo de fin de grado del grado de Fisioterapia de la Universidad Rovira i Virgili dentro del curso 2023-2024.

Se ha comprobado que no existe ningún estudio igual a nuestra revisión en la base de datos de revisiones sistemáticas PROSPERO³⁴ con las palabras clave “Chronic low back pain and Virtual Reality and Augmented reality” que haya sido publicado durante los últimos 5 años.

Criterios de elegibilidad

Los estudios utilizados para realizar esta revisión han sido escogidos estableciendo los criterios de inclusión y exclusión según el acrónimo PICOS.

P: Población (características). Pacientes mayores de 18 años con lumbalgia crónica.

I: Intervención. Al grupo experimental se le aplica un programa con RV y/o RA, administrado como tratamiento principal o complementario a otro tratamiento.

C: Comparación. Al grupo control se le aplica un tratamiento convencional y/o ningún tratamiento y/o un placebo.

O: Resultados. Que tengan en cuenta la valoración del dolor y la calidad de vida y/o la funcionalidad y/o la dimensión psicológica (kinesiofobia, catastrofismo).

S: Tipo de estudio. Se han incluido ensayos clínicos aleatorios y ensayos pilotos.

Fuentes de información

La revisión bibliográfica se realizó a través de las bases de datos: Pubmed (MEDLINE), Science direct, PEDro y Cercador CRAI URV (Scopus, Web of Science, CINAHL).

La búsqueda bibliográfica se realizó desde el día 15 de enero de 2024 hasta el 1 de marzo 2024.

Estrategia de búsqueda

Las palabras clave que se han utilizado en cada buscador son las siguientes:

- Pubmed: "Virtual reality low back pain"; "Virtual reality chronic low back pain"; "Virtual reality backache"; "Virtual reality nonspecific back pain"; "Augmented Reality back pain"; "Augmented reality chronic pain"; "Exergame back pain".
- Science Direct: "Virtual reality low back pain"; "Virtual reality chronic low back pain"
- PEDro: "Virtual reality chronic low back pain"; "Virtual reality back pain"; "Virtual reality therapy"; Augmented reality chronic pain"; "Exergame back pain".
- Cercador CRAI URV: "Virtual reality low back pain"; "Virtual reality chronic low back pain"; "Virtual reality back pain"; "Augmented reality chronic pain"; "Exergame back pain".

Para realizar una búsqueda más amplia se utilizaron los siguientes conectores: ("Virtual Reality"[Mesh] OR "Augmented Reality"[Mesh] OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh] OR "VR"[Mesh] OR "Exergame"[Mesh] OR "Video Game"[Mesh] AND ("Low Back Pain"[Mesh] OR "Back Pain"[Mesh] OR "Chronic Low Back Pain"[Mesh] OR "Low back ache"[Mesh] OR "backache"[Mesh]).

Proceso de selección de estudios

Primero se realizó la búsqueda en las bases de datos que ya se han comentado añadiendo los filtros "Ensayo Clínico", "Ensayo Clínico Aleatorio", "humanos", "últimos 5 años".

A continuación, se siguió el siguiente proceso: que el título fuera pertinente al tema de interés del estudio (1), que en el resumen pudiera verificarse la aplicación de una intervención con VR y/o RA (2), se identificaron los artículos duplicados (3), se realizó una lectura completa de los estudios para verificar los criterios de inclusión y de exclusión (4) y, finalmente, se procedió a la extracción de datos (5).

Los criterios de inclusión y exclusión son los siguientes:

Criterios de inclusión: estudios publicados en los últimos 5 años (I), estudios en inglés y/o español (II), ensayos clínicos aleatorizados, estudios piloto (III), estudios realizados en humanos (IV), estudios realizados en sujetos mayores de edad (V), estudios con pacientes de DLC (VI), estudios que utilicen la RV y/o RA como intervención (VII), estudios donde apliquen

la RV sola o combinada con otras modalidades terapéuticas (VIII), estudios que comparen RV y/o RA con otras intervenciones (IX).

Criterios de exclusión: estudios duplicados (I), estudios con pacientes cuyo diagnóstico principal fuera diferente a la lumbalgia (II), estudios que no aplicaran la RV y/o RA (III), revisiones sistemáticas y metaanálisis (IV).

Análisis de datos

Una vez seleccionados los artículos, se analizan los siguientes aspectos: la calidad metodológica de cada estudio mediante la normativa del Manual Cochrane³⁵ y la selección de los estudios, siguiendo los parámetros PICOS.

La información que se analiza de cada artículo es: las características de los participantes, las características del programa aplicado al grupo de intervención (duración del programa, duración de las sesiones, frecuencia de las sesiones de tratamiento), la intervención realizada en el grupo control, los instrumentos de medición, los resultados y las conclusiones del estudio.

RESULTADOS

Resultados de la búsqueda

La búsqueda inicial se ha realizado en las bases de datos Pubmed (MEDLINE), Science direct, PEDro, Cercador CRAI URV (Scopus, Web of Science, CINAHL) con las palabras clave mencionadas anteriormente.

En total se obtuvieron 381 artículos, que pasaron a 67, que se excluyeron por la lectura del título y del resumen. De estos, 36 se descartaron tras la aplicación de los filtros y por estar duplicados. De los 31 artículos se excluyeron 13, por no cumplir con los criterios de inclusión. Finalmente, fueron 18 los artículos incluidos en la revisión.

El proceso de selección de la búsqueda puede verse en la figura 1 (diagrama de flujo).

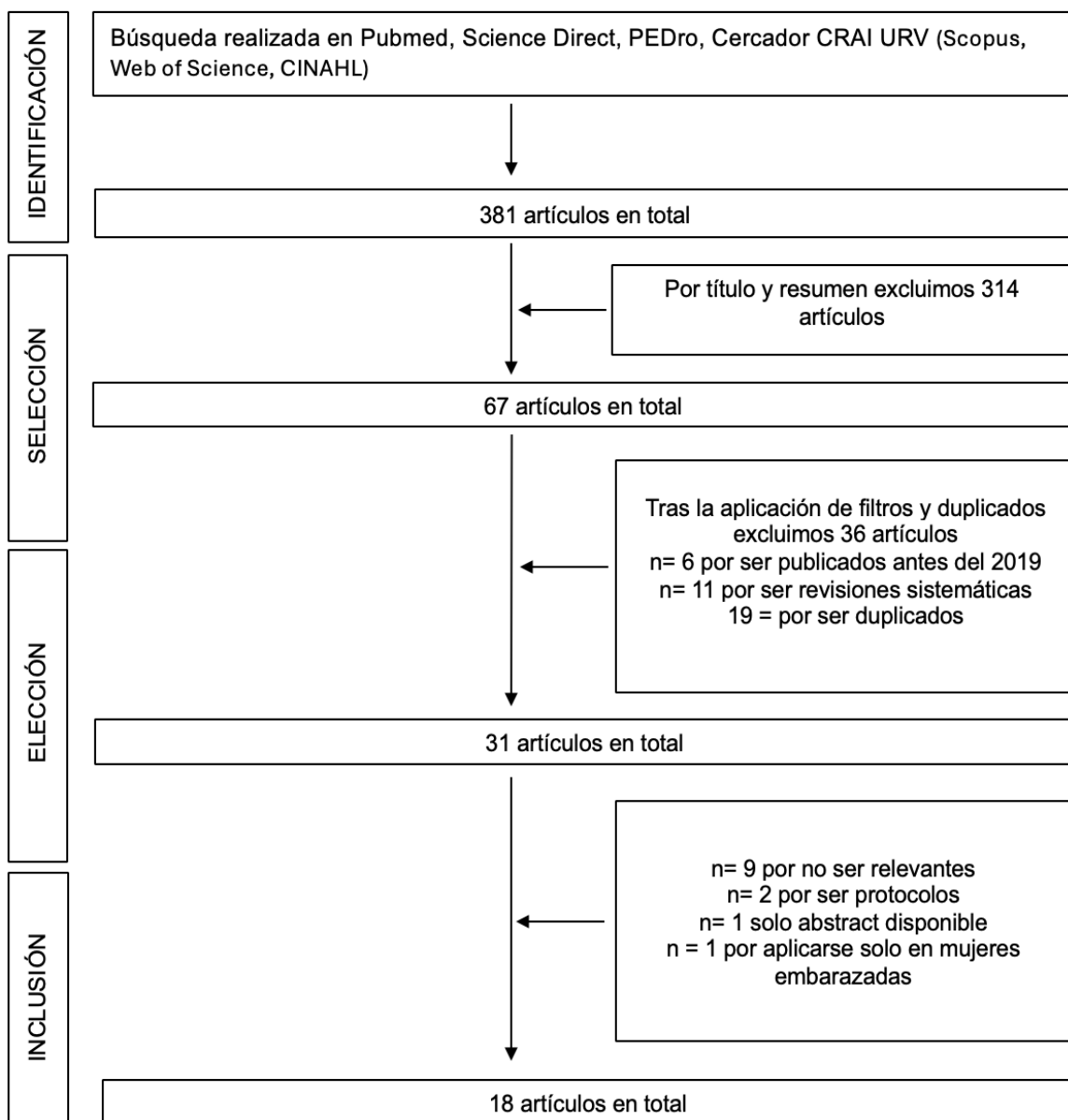


Figura 1. Diagrama de flujo.

Características de los estudios

A continuación, se muestra la información más relevante de cada estudio: las características de los participantes y las de los programas que se aplicaron, tanto en el grupo de intervención como en el grupo control (número de las semanas de tratamiento, la frecuencia y la duración de cada sesión), así como los instrumentos de medida utilizadas y las conclusiones.

Estudio/ País	Participantes	Programa (Grupo de Intervención)	Programa (Grupo Control)	Medidas	Conclusiones
Alemanno <i>et al.</i> (2019) ³⁶ Italia	N = 20 Edad = 47,5 ± 15.3 años DLC	Programa: Rehabilitación sensoriomotora de RV no inmersiva mediante Khymeia VR. Duración sesión: 60min. Frecuencia: 12 sesiones Duración total: 6 semanas.	No hay grupo control	NPRS RMDQ MPQ BPI SF-36 Evaluaciones neuropsicológicas	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. en función física Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: M.E.S.
Zadro <i>et al.</i> (2019) ³⁷ Australia	N = 60 GI (n= 30) GC (n= 30) Edad = 67.8 ± 6.0 años DLC	Programa de ejercicios aeróbicos, de fuerza y yoga basado en RA usando Wii Fit U. Duración sesión: 60min. Frecuencia: 3 veces/semana Duración total: 8 semanas	Mantener sus actividades habituales (incluyendo comportamientos de búsqueda de atención).	NPRS RMDQ TSK PSEQ	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. en función física, no en discapacidad Kinesiofobia: no M.E.S. Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados
Matheve <i>et al.</i> (2020) ³⁸ Bélgica	N = 84 GI (n = 42; edad = 42.1 ± 11.5 años) GC (n = 42; edad = 44.2 ± 11.9 años) DLC	Programa: Juegos de RV no inmersivos controlados por inclinaciones pélvicas. Duración sesión: 2min/juego. Duración total: 1 sesión	Mismos ejercicios sin RV.	NPRS RMDQ TSK PCS	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: no M.E.S. Kinesiofobia: M.E.S. Catastrofismo: M.E.S. Calidad de vida: sin resultados

Estudio/ País	Participantes	Programa (Grupo de Intervención)	Programa (Grupo Control)	Medidas	Conclusiones
Nambi <i>et al.</i> (2020) ³⁹ Arabia Saudita	N = 45 GI (n = 15; edad = 21.2 ± 1.2 años) GCI (n = 15; edad = 20.2 ± 1.6 años) GCII (n = 15; edad = 20.7 ± 1.6 años) DLC	Programa: Entrenamiento de equilibrio basado en RV no inmersiva que se centra en los músculos de core utilizando sistema ProKin. Duración sesión: 30min. Frecuencia: 5 veces/semana Duración total: 4 semanas.	GC I: entrenamiento isocinético a 3 velocidades distintas. 3 series de 15 repeticiones con 30 y 60s de descanso GC II: Entrenamiento convencional para los músculos del core.	VAS Cuestionario de bienestar del jugador Rendimiento de sprint Rendimiento de salto	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: M.E.S.
Darnall <i>et al.</i> (2020) ⁴⁰ USA	N = 88 GI (n = 39) GC (n= 35) Edad 18-75 años DLC y/o Fibromialgia	Programa: Terapia Cognitivo Conductual basada en RV inmersiva usando Oculus Go VR. Duración sesión: 15min. Frecuencia: 1 sesión diaria Duración total: 21 días	El mismo contenido narrativo, pero solo con el formato de audio. Pueden optar por transmitir o descargar las grabaciones de audio en sus teléfonos o computadoras.	DVPRS PCS PSEQ Interferencia del dolor en la actividad, el estado de ánimo, el sueño y el estrés PGIC	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: sin resultados Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: no M.E.S. Calidad de vida: M.E.S.
Kim <i>et al.</i> (2020) ⁴¹ Corea del Sur	N = 48 GI (n = 24; edad 26 ± 3.8 años) GC (n = 24; edad 28.7 ± 9.0 años) DLC	Programa: Simulador de caballo con trote lento y rápido de un paso de caballo real basado en RA. Duración sesión: 46min. Frecuencia: 2 sesiones/semana Duración total: 8 semanas	Ejercicios de estabilización que consisten en elevación de pelvis en supino, ejercicio de puente en decúbito supino y decúbito prono, y abducción de cadera acostada de lado. 10s por movimiento.	NPRS RMDQ FABQ ODI	Dolor: no M.E.S. Capacidad funcional: no M.E.S. Kinesiofobia: M.E.S. Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados

Estudio/ País	Participantes	Programa (Grupo de Intervención)	Programa (Grupo Control)	Medidas	Conclusiones
Park <i>et al.</i> (2020) ⁴² Corea del Sur	N = 80 GI (n = 40; edad 71.5 ± 6.3 años) GC (n = 40; edad 72.0 ± 6.8 años) DLC	Programa: Simulador de caballo de trote lento y trote rápido de un paso de caballo real basado en RA. Duración sesión: 30min Frecuencia: 3 días/semana Duración total: 12 semanas.	Se sentó en el caballo (parado) y vio el video desde el monitor.	VAS ODI Dinamómetro isocinético	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. en función física Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados
Nambi <i>et al.</i> (2021) ^{a43} Arabia Saudita	N = 60 GI (n = 20; edad = 23.2 ± 1.5 años) GCI (n = 20; edad = 22.8 ± 1.6 años) GCII (n = 20; edad = 23.3 ± 1.5 años) DLC	Programa: Entrenamiento de equilibrio de RV no inmersiva que se centra en los músculos de core utilizando sistema ProKin Duración sesión: 30min. Frecuencia: 5 veces/semana Duración total: 4 semanas.	GC I: entrenamiento isocinético a 3 velocidades distintas. 3 series de 15 reps con 30 y 60 s de descanso GC II: Entrenamiento convencional para los músculos de core.	VAS TSK Nivel sérico sanguíneo de hormonas del estrés	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: sin resultados Kinesiofobia: M.E.S. Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados
Sato <i>et al.</i> (2021) ⁴⁴ Japón	N = 40 GI (n = 20; edad = 49.3 ± 12.5 años) GC (n = 20; edad = 55.6 ± 10.9 años) DLC	Programa: Juego de Nintendo Ring Fit Adventure y un programa de mejora del dolor lumbar basado en RA. Duración sesión: 40min. Frecuencia: 1 vez/semana Duración total: 8 semanas	Sin tratamiento	VAS TSK PSEQ PCS Dinamómetro	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: no M.E.S. en función física Kinesiofobia: no M.E.S. Catastrofismo: no M.E.S. Calidad de vida: sin resultados

Estudio/ País	Participantes	Programa (Grupo de Intervención)	Programa (Grupo Control)	Medidas	Conclusiones
Nambi <i>et al.</i> (2021) ^{b45} Arabia Saudita	N = 54 GI (n = 18; edad = 22.3 ± 1.6 años) GCI (n = 18; edad = 21.4 ± 1.8 años) GCII (n = 18; edad = 21.9 ± 1.8 años) DLC	Programa: Entrenamiento de equilibrio de RV no inmersiva que se centra en los músculos de core utilizando el sistema ProKin Duración sesión: 30min. Frecuencia: 5 veces/semana Duración total: 4 semanas.	GC I: entrenamiento isocinético a 3 velocidades distintas. 3 series de 15 reps con 30 y 60 s de descanso GC II: Entrenamiento convencional para los músculos de core.	VAS TSK Nivel sérico sanguíneo de hormonas del estrés	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: sin resultados Kinesiofobia: M.E.S. Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados
García <i>et al.</i> (2021) ⁴⁶ USA	N =179 GI (n = 89; edad = 51.5 ± 13.5 años) GC (n = 90; edad = 51.4 ± 12.9 años) DLC	Programa de terapia cognitivo conductual con mindfulness y educación en neurociencia del dolor. Programa de RV inmersiva usando Pico G2 4K. Duración sesión: 16min. Frecuencia: 1 sesión diaria Duración total: 56 días.	Imágenes en 2D no inmersivas con música neutra.	DVPRS PSEQ PCS PGIC PROMIS	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: no M.E.S. Calidad de vida: M.E.S.
Eccleston <i>et al.</i> (2022) ⁴⁷ Finlandia	N = 42 GI (n = 14; edad = 55.1 ± 10.5 años) GCI (n = 17; edad = 52.7 ± 11.1 años) GCII (n = 11; edad = 57.0 ± 8.3 años) DLC	Programa de RV inmersiva basado en una terapia cognitivo-conductual (TCC) utilizando el OCULUS Quest. Duración sesión: 60min. Frecuencia: 5 sesiones/semana Duración total: 5 meses	GC I: el mismo casco de realidad virtual y un entorno similar al del GI, pero los participantes solo vieron el texto que les indicaba que se relajaran y disfrutarán del entorno. CG II: atención habitual	NPRS TSK ODI PROMIS PGIC QoL	Dolor: no M.E.S. Capacidad funcional: no M.E.S. Kinesiofobia: M.E.S. solo post tratamiento Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: no M.E.S.

Estudio/ País	Participantes	Programa (Grupo de Intervención)	Programa (Grupo Control)	Medidas	Conclusiones
Yalfani <i>et al.</i> (2022) ⁴⁸ Irán	N = 25 GI (n = 13; edad = 68 ± 2.9 años) GC (n = 12; edad = 67.0 ± 2.9 años) DLC	Programa: Ejercicios de RV de carácter inmersivo con HTC Vive VR. Duración sesión: 30min. Frecuencia: 3 sesiones/semana Duración total: 8 semanas	Sin tratamiento	VAS SF-36 FRI	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: sin resultados Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: M.E.S.
Afzal <i>et al.</i> (2022) ⁴⁹ Pakistán	N = 84 GI (n = 42; edad = 37.5 ± 12.5 años) GC (n = 42; edad = 38.2 ± 11.8 años) DLC	Programa: Fisioterapia de rutina más juegos de RV no inmersiva. Duración sesión: 5min/juego. Frecuencia: 3 sesiones/semana Duración total: 4 semanas.	Fisioterapia de rutina: 10 minutos de terapia de calor, estiramiento de isquiotibiales, ejercicios de fortalecimiento de la espalda	VAS ODI	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados
Stamm <i>et al.</i> (2022) ⁵⁰ Alemania	N = 22 GI (n = 11; edad = 75 ± 5.8 años) GC (n = 11; edad = 75.5 ± 4.3 años) DLC	Programa: Terapia multimodal de movimiento y psicoeducación basada en RV inmersiva utilizando ViRST VR. Duración sesión: 30min. Frecuencia: 3 veces/semana Duración total: 4 semanas	Lo mismo sin realidad virtual, ósea ejercicios y psicoeducación en un entorno grupal.	NPRS TSK Ffb-H-R SF-12	Dolor: no M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. Kinesiofobia: no M.E.S. Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: no M.E.S.

Estudio/ País	Participantes	Programa (Grupo de Intervención)	Programa (Grupo Control)	Medidas	Conclusiones
Groenveld <i>et al.</i> (2023) ⁵¹ Países Bajos	N = 40 GI (n = 20; edad = 51 ± 2.9 años) GC (n= 20; edad = 52 ± 2.5 años) DLC	Programa: Intervención educativo-conductual y de manejo del dolor basada en la terapia de RV inmersiva con OculusGo. Duración sesión: 30min. Frecuencia: 3 sesiones/día. Duración total: 4 semanas	Fisioterapia habitual	VAS SF-12 PCS BPI ODI	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: no M.E.S. Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: no M.E.S. Calidad de vida: no M.E.S.
Rothbaum <i>et al.</i> (2023) ⁵² USA	N = 18 GI (n = 9) GC (n = 9) Edad = 42.9 ± 9.9 años DLC	Programa de relajación muscular progresiva basada en la RV inmersiva. Duración total: 5 sesiones.	Sin tratamiento	VAS MPQ	Dolor: M.E.S. Capacidad funcional: M.E.S. Kinesiofobia: sin resultados Catastrofismo: sin resultados Calidad de vida: sin resultados
McConnell <i>et al.</i> (2024) ⁵³ USA	N = 32 GI (n = 19; edad = 48.2 ± 12.7 años) GC (n= 13; edad = 43.3 ± 17.4 años) DLC	Programa: Fisioterapia habitual combinada con educación en neurociencia del dolor de carácter inmersivo usando PICO G2. Duración sesión: 21min. Frecuencia: 12 sesiones Duración total: 28 semanas.	Fisioterapia habitual	NPRS ODI FABQ PCS PSEQ GROC	Dolor: no M.E.S. Capacidad funcional: no M.E.S. Kinesiofobia: no M.E.S. Catastrofismo: no M.E.S. Calidad de vida: no M.E.S.

Tabla 2. Características de los estudios

Resultados de la calidad metodológica de los estudios

Las evaluaciones de la calidad de los estudios para detectar posibles sesgos se han realizado conforme a las directrices del Manual Cochrane³⁵ (tabla 3), donde se categorizan como: "Bajo riesgo", "Alto riesgo" y "Riesgo poco claro" de sesgo.

Estudio	Diseño del estudio	Secuencia de la asignación al azar	Ocultación de la asignación	Ciego		Datos de resultados incompletos	Notificación selectiva de los resultados
				Participantes	Evaluadores		
Alemanno <i>et al.</i> (2019) ³⁶	ECNA	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Riesgo poco claro
Zadro <i>et al.</i> (2019) ³⁷	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Matheve <i>et al.</i> (2020) ³⁸	ECA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Nambi <i>et al.</i> (2020) ³⁹	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Darnall <i>et al.</i> (2020) ⁴⁰	EPA	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Kim <i>et al.</i> (2020) ⁴¹	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Riesgo poco claro
Park <i>et al.</i> (2020) ⁴²	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Nambi <i>et al.</i> (2021) ^a ⁴³	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Sato <i>et al.</i> (2021) ⁴⁴	ECA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Riesgo poco claro
Nambi <i>et al.</i> (2021) ^b ⁴⁵	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo

García <i>et al.</i> (2021) ⁴⁶	ECA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Eccleston <i>et al.</i> (2022) ⁴⁷	EPA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Yalfani <i>et al.</i> (2022) ⁴⁸	ECA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Afzal <i>et al.</i> (2022) ⁴⁹	ECA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Stamm <i>et al.</i> (2022) ⁵⁰	EPA	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Riesgo poco claro
Groenveld <i>et al.</i> (2023) ⁵¹	EPA	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Rothbaum <i>et al.</i> (2023) ⁵²	EPA	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
McConnell <i>et al.</i> (2024) ⁵³	ECA	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Riesgo poco claro	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo

Tabla 3. Resultados de la calidad metodológica de los estudios

Análisis de la calidad metodológicos de los estudios

Del total de estudios analizados, 13 son ensayos clínicos y el resto, 5, son estudios piloto.

De los 18 artículos, 11 son ensayos clínicos de ciego simple, es decir, que sólo hay ciego en investigador, evaluadores o participantes. Hay 1 artículo³⁶ sin ciego y 6 artículos^{39,43,44,46,47,48} que son de doble ciego.

Como ya se ha mencionado, para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios se han seguido las directrices del Manual Cochrane.

En términos de generación de secuencias aleatorizadas, datos de resultados incompletos y notificación selectiva, ninguno de los estudios evaluados presentó un alto riesgo de sesgo, excepto el estudio de Alemanno *et al.*³⁶, donde los participantes no fueron asignados al azar. Sin embargo, debido a la naturaleza y a la configuración de la intervención, no fue factible llevar a cabo un cegamiento adecuado de los pacientes o terapeutas que realizaban la intervención. Esto resultó en un alto riesgo de sesgo en lo que respecta a la ocultación de la asignación y el cegamiento de participantes y evaluadores en varios estudios. En cuanto a estos dos ítems, un estudio⁵³ carecía de datos suficientes.

Los estudios con alto riesgo de sesgo son cuatro^{36,40,50,52}. Por otro lado, los estudios que se destacan por una buena calidad metodológica son seis^{39,43,45,46,47,48}. El resto de los estudios analizados tienen una baja calidad, por lo tanto, las conclusiones derivadas de estos estudios deben ser interpretadas con precaución y considerar la necesidad de investigaciones adicionales.

En cuanto a la calidad de las revistas, resumida en la tabla 4, todas tienen un factor de impacto superior a 1 excepto en el caso de una revista⁴⁹.

Tabla 4. Factor de impacto de las revistas

Autor	Revista	Factor de impacto (IF)
Alemanno <i>et al.</i> ³⁶	Plos One	3.7
Zadro <i>et al.</i> ³⁷	Physical Therapy & Rehabilitation Journal	3.6
Matheve <i>et al.</i> ³⁸	Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation	5.1
Nambi <i>et al.</i> ³⁹	Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine	2.0
Darnall <i>et al.</i> ⁴⁰	Journal of Medical Internet Research	7.4
Kim <i>et al.</i> ⁴¹	Journal of sport rehabilitation	1.7
Park <i>et al.</i> ⁴²	Medicina	2.6
Nambi <i>et al.</i> ⁴³	Technology and Health Care	1.6
Sato <i>et al.</i> ⁴⁴	Games for Health Journal	3.5

Nambi <i>et al.</i> ⁴⁵	Journal of sport rehabilitation	1.7
Garcia <i>et al.</i> ⁴⁶	Journal of Medical Internet Research	7.4
Eccleston <i>et al.</i> ⁴⁷	Pain	7.9
Yalfani <i>et al.</i> ⁴⁸	Games for Health Journal	3.5
Afzal <i>et al.</i> ⁴⁹	Journal of the Pakistan Medical Association	0.4
Stamm <i>et al.</i> ⁵⁰	Virtual Reality Journal	4.2
Groenveld <i>et al.</i> ⁵¹	The Clinical journal of pain.	2.9
Rothbaum <i>et al.</i> ⁵²	Virtual reality journal	4.2
McConnell <i>et al.</i> ⁵³	Annals of medicine	4.4

Análisis de los resultados de cada estudio

Características de la muestra

En cuanto al *tamaño de la muestra*, se observa una gran variabilidad entre los diferentes artículos analizados. En uno de ellos⁴³, la muestra supera los 150 pacientes, mientras que en siete artículos la cantidad de participantes oscila entre 50 y 100. En cinco artículos se encontraron entre 30 y 50 participantes, y en otros cinco, la muestra fue inferior a 30 pacientes.

Respecto al *sexo*, la mayoría de los estudios tiene una distribución homogénea, aunque en tres estudios^{42,47,48} más del 85% son mujeres. Respecto a la *edad*, la población de estudio tiene entre los 18 y 85 años, siendo la edad media de 50 años. En un estudio⁵⁰ se incluyen solo personas mayores de 65 años y en otros estudios^{39,44,46} la población no supera los 25 años.

Todos los estudios coinciden en que los individuos deben experimentar dolor crónico, no obstante, existe divergencia entre los diferentes estudios, en cuanto al *tiempo específico que se considera como crónico*: algunos estudios fijan este límite en los 3 meses, mientras que otros lo hacen a los 6 meses.

Duración y número total de las sesiones

Existe una gran variabilidad en cuanto a la *duración* de las sesiones y al *número total* de sesiones realizadas. Respecto a la duración, la más corta fue de 5 minutos³⁸ y la más larga de 60 minutos^{36,37}. En cuanto al número total de sesiones, García *et al.*⁴³ realizaron el mayor número de sesiones, con un total de 56, Park *et al.*⁴² 36 sesiones y Groenveld *et al.*⁵¹ entre 30 y 90 sesiones; por otro lado, en el estudio de Matheve *et al.*³⁸ solo se realizó una sesión.

Instrumentos de medidas

Intensidad del dolor. Todos los estudios incluyen una estimación de la *intensidad del dolor*: ocho de ellos^{36,37,38,41,47,50,53} lo hacen mediante la “Escala Numérica de Valoración de dolor” (NPRS), otros ocho de ellos^{39,42,44,45,46,48,49,51,52} con la “Escala visual analógica” (EVA) y los dos restantes^{40,43} con la “Escala de calificación para veteranos y defensa” (DVPRS).

Respecto a la *descripción del dolor percibido*, 2 estudios^{36,52} utilizan el “Cuestionario del dolor McGill” (MPQ) y otros dos^{36,51} el “Cuestionario breve para la evaluación del dolor” (BPI).

Ámbito psicológico. Seis estudios^{38,40,43,45,51,53} midieron el *catastrofismo* con la “Escala de Catastrofización del Dolor” (PCS). Siete estudios^{37,38,43,44,45,47,50} midieron la *kinesiofobia* con la “Escala de Tampa para la kinesiofobia” (TSK) y otros 2^{41,53}, mediante el “Cuestionario sobre Creencias de Evitación del Miedo” (FABQ).

Para valorar la percepción de la habilidad, y los cambios de comportamiento necesarios para realizar determinadas tareas, 5 estudios^{37,40,44,46,53} utilizaron el “cuestionario de la autoeficacia sobre el dolor” (PSEQ).

Para valorar la percepción de los cambios obtenidos desde el inicio del tratamiento, tres estudios^{40,46,47} utilizaron la escala “impresión de cambio general del paciente” (PGIC) y un estudio⁵³ con la escala “Calificación global del cambio” (GROC).

Dos estudios^{43,45} valoraron el estrés mediante el análisis de cortisol en sangre.

Discapacidad, función física y calidad de vida. Seis estudios^{41,42,47,49,51,53} valoraron la *discapacidad* mediante el “Índice de Discapacidad de Oswestry” (ODI), cuatro estudios^{36,37,38,41} mediante el “Cuestionario de discapacidad de Roland Morris” (RMDQ) y en un estudio⁴⁸ se valoró mediante el “Índice de riesgo de caída” (FRI). Respecto a la medición de la *función física*, dos estudios^{46,47} la valoraron mediante la “Puntuación resumida de sistema de información de medición de resultados informados por el paciente” (PROMIS), otros 2^{42,44} con el dinamómetro, uno⁵⁰ con el “Cuestionario de capacidad funcional de Hannover” (Ffb-H-R), y otro estudio³⁹ valora el rendimiento con el sprint y el salto.

Por último, la *calidad de vida y el estado de salud* se valoraron mediante los cuestionarios SF-36 y SF-12 en 4 estudios^{36,48,50,51}, en 1 estudio⁴⁷ se valoró mediante el “Cuestionario de calidad de vida” (QoL), en un estudio³⁹ mediante cuestionarios de bienestar del jugador (Cuestionarios Wellness) y en otro estudio⁴⁰ por la interferencia del dolor en el estado de ánimo, el sueño y el estrés.

Características de la intervención y resumen de resultados

El principio terapéutico en el que se fundamentan las intervenciones de RVA pueden agruparse en: el ejercicio físico y el movimiento corporal^{36,37,39,41,42,44,45,46,48,49,50}, la educación del dolor, la terapia cognitivo conductual, la relajación^{40,43,47,51,52,53} y la distracción³⁸.

Ejercicio físico y movimiento corporal. Son varios los estudios que utilizan el ejercicio físico y el movimiento corporal, pero la forma de aplicarlo difiere. Por ejemplo, Nambi *et al.*^{39,44,46} aplica entrenamientos de equilibrio de RV utilizando un juego de disparos, guiando las acciones cambiando las posiciones del tronco. En estos estudios, existe una mejora estadísticamente significativa en la intensidad de dolor y en la kinesiofobia a las 4 semanas y a los 6 meses de seguimiento. El grupo de pacientes que obtuvo un mayor grado de mejoría fue el grupo de RV y a continuación, el grupo de entrenamiento isocinético. Además, en el estudio del 2020, los grupos de realidad virtual y de entrenamiento isocinético tuvieron una mejora estadísticamente significativa en la calidad de vida y en la función física.

En el estudio de Yalfani *et al.*⁴⁸ cada juego tiene un objetivo diferente. Por ejemplo en el de fútbol, donde el jugador asume el papel de un portero moviendo la columna mientras recoge un balón, el objetivo es la flexibilización y el fortalecimiento de los músculos del tronco, la columna y las extremidades inferiores. Esta modalidad obtuvo resultados estadísticamente significativos con relación a las variables: intensidad del dolor y calidad de vida.

Juegos similares se utilizaron en el estudio de Afzal *et al.*⁴⁹, como el juego de patada de la pelota, pero combinados con fisioterapia de rutina, que incluye la terapia de calor, el estiramiento de los isquiotibiales y los ejercicios de fortalecimiento de la espalda. Como resultado hay una disminución estadísticamente significativa, a partir de la 12ª sesión, del dolor y de la discapacidad.

Dos estudios^{41,42} utilizan un simulador de equitación. La intensidad del ejercicio depende del movimiento del caballo, así que primero los participantes comienzan a caminar y en las siguientes semanas se aumenta el tiempo dedicado al trote. El objetivo es mejorar el control neuromuscular y fortalecer los músculos de la columna vertebral, la pelvis y las piernas. Aunque la intervención en los dos estudios es muy similar, los resultados difieren. Mientras en el estudio de Park *et al.*⁴² las puntuaciones de dolor y de discapacidad en el grupo de intervención se reducen significativamente en comparación con el grupo control, en el estudio de Kim *et al.*⁴¹ no hay diferencias estadísticamente significativas para las variables: intensidad de dolor, discapacidad y kinesiofobia.

Si bien estos estudios necesitan un material peculiar, otros 2 estudios^{37,45} utilizaron consolas más comunes, como Wii Fit U ® y Nintendo Ring Fit ®.

En el estudio de Sato *et al.*⁴⁵, el jugador utiliza un controlador en forma de anillo (Ring Fit) que vincula sus movimientos con los del personaje virtual. Un ejemplo es que el personaje debe escapar de un monstruo y esquivar obstáculos, principalmente con ejercicios aeróbicos como las sentadillas. Como resultado las puntuaciones de dolor y autoeficacia del dolor obtuvieron una mejoría estadísticamente significativa, mientras que, en el caso de la kinesiofobia, el catastrofismo y la fuerza los resultados no obtuvieron evidencia suficiente.

El mismo juego, llamado carrera de obstáculos, se utiliza durante las sesiones de equilibrio en el estudio de Zadro *et al.*³⁷ con la consola Wii Fit U ®. Sin embargo, la parte de equilibrio solo ocupó 20 minutos en una sesión de 60 minutos que además incluye, actividades de hatha de yoga, de fuerza y ejercicios aeróbicos que los pacientes realizan frente a un televisor de alta definición. Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas para el dolor y para la función justo después de la intervención y la autoeficacia sobre el dolor a los 6 meses, en comparación con el grupo control. No hay diferencias estadísticamente significativas en la discapacidad y en la kinesiofobia, sin embargo, los participantes tienen una tendencia mayor a realizar ejercicios a los 6 meses, lo que indica que las intervenciones han tenido un efecto positivo en la capacidad de los participantes de realizar actividad física.

En el estudio de Alemanno *et al.*³⁶ el usuario personifica un avatar, que reproduce los movimientos de los pacientes en el mundo virtual, pero sin juegos. Simplemente utiliza la imaginación motora para el tratamiento del dolor⁵⁴. Los datos muestran una mejora estadísticamente significativa en la intensidad de dolor, en la calidad de vida, en la discapacidad y en la funcionalidad del tronco.

El estudio de Stamm *et al.*⁵⁰ combina el ejercicio físico con la educación sobre el dolor, realizando un programa estructurado que incluye: el calentamiento, el fortalecimiento de los músculos del core, la vuelta a la calma así como unidades psicoeducativas, que trata temas relacionados con la fisiología del dolor, el manejo del dolor y el manejo del estrés. De los cambios obtenidos en la puntuación de dolor, en la escala de kinesiofobia y en el cuestionario de calidad de vida, ninguno es estadísticamente significativo. Sin embargo, los resultados de discapacidad muestran una mejoría estadísticamente significativa.

Educación del dolor, terapia cognitivo conductual y relajación. Los estudios fundamentados en la terapia cognitivo-conductual^{40,43,47,51,52} incorporan módulos de educación sobre el dolor, estrategias de relajación y mindfulness, y juegos de funcionamiento ejecutivo.

Educación del dolor. En la educación sobre el dolor, los participantes aprenden cómo los pensamientos y las emociones pueden afectar a la percepción del dolor y se desarrollan estrategias de afrontamiento, habilidades de autocontrol y de cambio de conducta.

En el estudio de Eccleston *et al.*⁴⁷, los participantes obtuvieron puntuaciones inferiores de ODI y TSK, pero según el análisis de ANCOVA (Análisis de Covarianza), estas puntuaciones no variaron significativamente a lo largo del tiempo o en diferentes momentos de evaluación durante el estudio. En cuanto al dolor y la calidad de vida no se observaron diferencias importantes entre los grupos.

MCConnell *et al.*⁵³ combina los módulos tradicionales de educación sobre el dolor a través de interacciones artificiales con expertos, testimonios de pacientes y prácticas interactivas de regulación emocional. Los resultados de este estudio no indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para la kinesiofobia, la discapacidad, la intensidad de dolor y el catastrofismo a las 6 semanas de seguimiento.

Técnicas de relajación. En la práctica de relajación, los estudios varían en sus aplicaciones. García *et al.*⁴³ reproduce escenas que cambian progresivamente de agitado a tranquilo, combinándolo con ejercicios de respiración diafragmática.

En el estudio de Darnall *et al.*⁴⁰, el entorno responde a la acción del usuario, por ejemplo su respiración se sincroniza con las olas del mar. Como resultado el dolor disminuye en ambos grupos y en el grupo de RV disminuye el impacto del dolor en la calidad de vida.

En el estudio de Rothbaum *et al.*⁵², que basa toda la intervención en una relajación muscular progresiva, una terapeuta virtual describe la relación entre la tensión muscular y el dolor, enseñando una imagen virtual de los grupos musculares a medida que se tensan y relajan. Los resultados muestran una disminución estadísticamente significativa para las variables: dolor, control sobre su dolor y una sensación de estar menos discapacitado por su dolor.

Terapia cognitivo conductual con juegos. Tres estudios^{43,47,51} incluyeron juegos para mejorar el funcionamiento ejecutivo. Eccleston *et al.*⁴⁷ implementa un juego interactivo de "recolección de frutas" para promover los movimientos que normalmente se evitan, en cambio García *et al.*⁴³ utiliza los juegos para entrenar la habilidad de distraerse del dolor. De hecho, en este último estudio hay un efecto estadísticamente significativo sobre la intensidad del dolor, la función física y la interferencia del dolor con el estado de ánimo, el sueño y la actividad respecto al grupo control. Además, ambos grupos evidencian una mejoría en el catastrofismo y la autoeficacia del dolor, pero ninguna de estas mejoras alcanza significación estadística.

Mientras en estos 2 estudios la componente del juego ocupa una pequeña parte, dentro de un tratamiento más amplio, en el estudio de Groenveld *et al.*⁵¹ ocupa toda la intervención. Hay 5 juegos basados en diferentes principios de tratamiento psicológico (como la aceptación y el compromiso) y todos incorporan un elemento educativo. Como resultado, se destaca una disminución estadísticamente significativa en la "puntuación de menor dolor", mientras que no se observan diferencias estadísticamente significativas para las puntuaciones relativas al catastrofismo, la discapacidad y calidad de vida entre los grupos.

Distracción. En el estudio de Matheve *et al.*³⁸ los participantes realizan 2 juegos controlados en base al movimiento de la pelvis. En los juegos el usuario guía los animales para conseguir objetos, moviéndolos hacia arriba o hacia abajo inclinando la pelvis en dirección anterior o posterior. Los resultados muestran una reducción estadísticamente significativa en la intensidad del dolor durante y después de los ejercicios, en la escala de kinesiofobia y en la catastrofización de dolor, mientras que en la variable discapacidad los resultados no son estadísticamente significativos.

Hardware y software utilizado

Ocho estudios utilizan RV de carácter inmersivo^{40,43,47,48, 50-53}, otros seis de carácter no inmersivo^{36,38,39,44,46,49} y cuatro utilizan RA^{37,41,42,45}

Software. En cuanto a RV inmersiva, los softwares utilizados en los estudios son: EaseVRx⁴³, Unity v2019⁴⁷, AppliedVR software⁴⁰, ViRST VR software⁵⁰, Reducept⁵¹, PNE 2.0⁵³ mientras que Rothbaum *et al.*⁵² no lo especifica.

Respecto a la RV no inmersiva, los softwares utilizados son: Khymeia software³⁶, Technobody software^{39,44,46}, mientras hay 3 estudios que no lo especifican^{38,48,49}.

Respecto a la RA, se utilizaron Wii Fit U software³⁷, Simulated horseback riding systems (SHR)^{41,42} y Nintendo switch software⁴⁵.

Hardware. En la RV inmersiva las componentes hardware utilizadas son: auriculares, controladores de mano, sensores de movimientos y visores de realidad virtual. Los visores de VR usados son: Pico G2 4K^{43,53}, OCULUS ® Quest⁴⁷, Oculus ® Go^{40,51}, HTC-Vive ® VR system^{48,50}, VR head-mounted display VFX3D⁵².

En la RV no inmersiva y en la RA, la mayoría utiliza pantallas de televisión de alta resolución o de cristal líquido y herramientas específicas, tales como: máquina de equitación simulada FORTIS-102^{41,42}, Nintendo ® Wii U³⁷, Nintendo ® switch⁴⁵, ProKin 252^{39,44,46}, Kinetic device Model V.2⁴⁹.

DISCUSIÓN

Eficacia de los programas

Algunos de los ensayos seleccionados no compararon la intervención basada en la RVA con ninguna otra intervención^{37,44,48,52}. En este sentido los resultados obtenidos por estos autores tienen una importancia relativa, pues solo se cuantificaron los resultados de las intervenciones con RVA y no se pudieron comparar con otras intervenciones. Cuando se compararon con la fisioterapia habitual^{49,51,53}, no mostraron mejoras estadísticamente significativas en la mayoría de los ítems valorados, excepto en la intensidad de dolor y solo un estudio⁴⁹ especificó el programa de fisioterapia utilizado. Cuando se comparó con ejercicios sin realidad virtual u otra componente inmersiva^{38,40,42,46,47,50}, los resultados mostraron una gran heterogeneidad entre los diferentes estudios, debido a la variabilidad de los diseños utilizados y a la modalidad utilizada para disminuir el grado de inmersión. Pues algunos estudios quitaron el componente visual, sin utilizar el casco de realidad virtual, otros el componente auditivo y en otros casos, los dos.

Realidad virtual y realidad aumentada en el tratamiento del dolor

Todos los estudios examinaron la eficacia de la realidad virtual y de la realidad aumentada en el tratamiento del dolor. De los 18 estudios analizados, en catorce^{37-40,42-46,48,49,51,52} se observó una mejora estadísticamente significativa en la intensidad del dolor, mientras que en los cuatro restantes^{47,50,53} no se registró una mejora significativa. Además, los resultados solo mostraron una reducción estadísticamente significativa del dolor a corto plazo, pero no a largo plazo, excepto en los estudios de Kim *et al.*⁴¹ y Nambi *et al.*^{39,41,44} con un seguimiento de 6 meses y en el estudio de García *et al.*⁴⁶ con un seguimiento de 18 meses.

Desconocemos cuales habrían sido los resultados si los autores hubieran decidido realizar un seguimiento a largo plazo.

El efecto analgésico de la realidad virtual parece estar relacionado con diversos factores, incluyendo la reorganización cortical, la regulación emocional y la distracción⁵⁵. Sin embargo, una vez que la persona vuelve gradualmente a sus actividades habituales, puede desarrollarse un sesgo de atención hacia el dolor con mayor frecuencia dado que los pacientes con dolor crónico pueden distraerse menos fácilmente del dolor debido a los niveles más altos de atención al mismo estímulo doloroso⁵⁶. Por esta razón, se necesitan más estudios con seguimiento a largo plazo.

Realidad virtual, realidad aumentada y kinesiophobia

En el dolor lumbar crónico puede ocurrir una dispercepción somática, o sea la discrepancia entre la percepción corporal y el estado físico, facilitando la codificación de una representación corporal amenazante que puede conducir al desarrollo de conductas de protección^{57,58}. De hecho, los pacientes con DLC tienden a tener pensamientos y creencias negativas con respecto al dolor, y a su empeoramiento durante la realización de actividad física o de movimiento, que puede conducirlos a la kinesiophobia⁵⁹.

En 9 de los 18 estudios se evalúa la kinesiophobia, con mejoras en 6 de ellos y ninguna mejora en los restantes 3. El porqué de la diferencia de los resultados puede deberse a la variabilidad de los diseños utilizados en los estudios, la frecuencia y la duración de las sesiones de RVA, así como a la experiencia de RVA proporcionada a los pacientes, relacionada con la inmersión, la interactividad y la personalización de las sesiones.

Realidad virtual, realidad aumentada y catastrofismo

Las creencias negativas respecto al dolor hacen que el paciente presuma el peor resultado posible con relación a la variable catastrofismo. Esta variable se valora solo en 5 de los 18 artículos totales, y solo en un estudio³⁸ hubo una mejoría. Sorprendentemente, en este estudio no fue aplicado ningún tipo de intervención de tipo conductual. En los otros estudios que valoraron el catastrofismo, se aplicaron programas de educación de neurociencia del dolor⁵³, manejo de dolor⁵¹, terapia cognitiva-conductual⁴⁶ pero no tuvieron resultados estadísticamente significativos.

Los mecanismos mediante los cuales la realidad virtual podría mejorar la kinesiophobia y el catastrofismo incluyen la distracción y la exposición gradual. Esta última fomenta una respuesta de afrontamiento al exponer a los pacientes a situaciones específicas o al proporcionar una exposición gradual al movimiento dentro de simulaciones de actividades de la vida real, adaptadas a las necesidades individuales²⁶.

Realidad virtual, realidad aumentada, discapacidad y función física

Los pacientes con DLC suelen tener creencias desadaptativas sobre la fragilidad de su espalda, lo que contribuye al dolor y a la discapacidad⁶⁰. La discapacidad y la función física se evaluaron en 13 de los 18 artículos incluidos. Al comparar la realidad virtual con el placebo se encontraron diferencias significativas a favor de la realidad virtual. Sin embargo, no se

observaron diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó la RV con la fisioterapia, ya fuera aplicada de forma aislada o combinada con RV, excepto en el estudio realizado por Afzal *et al.*⁴⁹ En este estudio, la fisioterapia habitual se combina con una intervención de RV basada en un programa de ejercicio y movimiento, mientras en los otros estudios la intervención de RV se focaliza en la educación y en la terapia cognitivo conductual.

De los 13 estudios que evaluaron la discapacidad y la función física, en 7 se observaron mejoras, mientras que en 5 no se registraron mejoras, y en uno³⁷ hubo una mejora estadísticamente significativa en la función física pero no en la discapacidad. Esta diferencia puede deberse al enfoque del programa, dado que la intervención estaba basada únicamente en un programa de ejercicio (ejercicios aeróbicos, ejercicios de fuerza y yoga) y no tanto en abordar los aspectos cognitivos o emocionales relacionados con la discapacidad causada por el DLC.

Realidad virtual, realidad aumentada y calidad de vida

El dolor musculoesquelético crónico influye fuertemente en la salud física de los pacientes, así como en los aspectos psicológicos y sociales, lo que lleva a una mala calidad de vida⁶¹. De los 18 estudios analizados, en 9 se evaluó la calidad de vida, y los resultados mostraron que la realidad virtual y realidad aumentada no tuvieron un efecto significativo, con mejoras en 5 estudios y ausencia de mejoras en 4. La disparidad en los resultados puede atribuirse a que algunos programas se han centrado principalmente en el alivio del dolor o en mejorar la función física, mientras que otros podrían haber abordado otros aspectos, como el bienestar emocional. Otro factor a considerar es la heterogeneidad de los instrumentos para evaluar la calidad de vida. En la revisión se observaron diferentes herramientas de evaluación, como el SF-12, SF-36, QoL, PGIC y GROC, y la comparación fue mucho más compleja.

Resumen de los resultados principales

Los resultados obtenidos de esta revisión sistemática se alinean con los de otras revisiones. Todas las revisiones sistemáticas^{15,29-32,62,63} indicaron mejores resultados en la intensidad del dolor con las intervenciones basadas en la RVA en comparación con las intervenciones convencionales. Aunque, las revisiones de Choi *et al.*³¹ y Kumar *et al.*³⁰, proporcionaron un nivel de evidencia de moderado a elevado.

En la revisión de Gava *et al.*⁶², los tratamientos basados en el juego y exergame se demostraron superiores a otros tratamientos para la mejora de la kinesiofobia, pero no para mejorar el dolor, el catastrofismo, la ansiedad y la depresión.

En la revisión de Goudman *et al.*¹⁵, se encontró que las intervenciones de realidad virtual inducen alivio del dolor y mejoras en la capacidad funcional. Del mismo modo, el estudio de Li *et al.*⁶² indicó los mismos resultados, además tuvo resultados significativamente mejores en la kinesiofobia. Sin embargo, en la revisión de Nagpal *et al.*³², no hubo suficientes evidencias que confirmaran una mejora de la funcionalidad. No obstante, en este estudio se observó que las terapias de RV mejoraban la calidad de vida y reducían el dolor en pacientes con DLC.

Finalmente, en el estudio de Beatriz *et al.*²⁹, los resultados sugieren que las intervenciones de RV pueden reducir significativamente la intensidad del dolor y la kinesiofobia en pacientes con DLC, tanto inmediatamente después de la intervención como a los 6 meses de seguimiento. Estos hallazgos indican que la RV no solo tiene aplicaciones en el tratamiento del dolor agudo, sino también en el dolor crónico¹⁵.

LIMITACIONES

Hay consideraciones importantes que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados.

Tamaño de las muestras. La mayoría de los estudios incluidos han utilizado muestras pequeñas, lo que plantea interrogantes sobre la generalización de los resultados.

Comparación de resultados. La limitación más importante está relacionada con la heterogeneidad en el diseño de los estudios, debido a la diversidad de variables utilizadas y de métodos de tratamiento utilizados en las intervenciones.

Cegamiento. Debido a la naturaleza de las intervenciones, en la mayoría de los casos, el terapeuta y el evaluador no pudieron estar cegados.

Selección de estudios. Al haber un único revisor de los distintos trabajos se ha limitado la diversidad de perspectivas en la selección y análisis de los estudios, lo que puede haber afectado la objetividad del estudio y a la pérdida de información.

Financiación de los estudios. La financiación externa de algunos de los estudios puede introducir sesgos en los hallazgos, ya que en algunos casos no se confirmó si hubo algún tipo de financiación.

Selección de trabajos en un único idioma. Ha habido una limitación en la selección de trabajos publicados únicamente en inglés, pues no se consideraron las publicaciones en otros idiomas.

Número de estudios: la novedad de este tipo de tratamiento ha limitado la disponibilidad de artículos relevantes que cumplen con nuestros criterios de elegibilidad.

LÍNEAS FUTURAS

Para la investigación futura se sugiere ampliar el tamaño de las muestras, la cantidad de los estudios y la calidad metodológica de los mismos, además de extender la duración de las intervenciones y la realización de un seguimiento más prolongado de las mismas. Por ello, deberían diseñarse estudios que permitieran el cegamiento tanto de terapeutas como de sujetos, lo que fortalecería la validez y la objetividad de los resultados.

Dada la gran complejidad y heterogeneidad de los pacientes diagnosticados de DLC, los estudios futuros podrían crear nuevas muestras en base a la creación de subgrupos que tuvieran en cuenta la anatomía patológica, las características psicosociales y los patrones de signos y síntomas que justificaran la selección de los pacientes⁶⁴.

APLICABILIDAD: implicaciones

En la práctica clínica, el tratamiento basado en la realidad virtual y realidad aumentada puede recomendarse para pacientes con dolor lumbar crónico con el fin de “distraer” la atención sobre el foco de dolor (que podrían mejorar la kinesiofobia y el catastrofismo). Por otra parte, debería llevarse a cabo una intervención cognitiva y conductual, apoyada en la realidad virtual y realidad aumentada para incidir sobre los aspectos psicológicos y emocionales del dolor crónico.

En cuanto a su aplicabilidad, los programas de realidad virtual y realidad aumentada han demostrado tener varias ventajas. Su facilidad de aplicación permite una participación autónoma, sin necesidad de supervisión constante. Además, resulta ser una herramienta que aumenta la adherencia al tratamiento, dado que ofrece una experiencia interactiva, atractiva y personalizable en función de las necesidades de cada paciente. Sin embargo, existen desafíos significativos en cuanto a la aplicabilidad de esta terapia.

Entre los principales obstáculos se encuentran los efectos secundarios, las dificultades técnicas y los costes asociados. Aunque los programas de RVA han demostrado ser seguros, se pueden registrar algunos efectos adversos. Algunas personas pueden experimentar síntomas como náuseas o dolores de cabeza debido a la desconexión entre los sistemas visual y vestibular durante o después de una sesión.

En cuanto a las dificultades técnicas, los sistemas de realidad virtual y realidad aumentada pueden ser complejos y los fallos en el hardware o el software pueden afectar negativamente a la experiencia del paciente. Por último, los costes asociados con los sistemas de realidad virtual y el hardware correspondiente pueden representar una barrera de acceso para algunas personas³¹.

CONCLUSIONES

- Existe evidencia baja sobre la eficacia de la RVA para reducir la intensidad del dolor en sujetos con DLC. Sin embargo, la fiabilidad de los resultados obtenidos sólo se ha podido demostrar a corto plazo.
- En variables como la kinesiofobia, el catastrofismo, la funcionalidad y discapacidad y la calidad de vida, la RV no ha mostrado mejoras significativas.
- La falta de uniformidad en las variables utilizadas dificulta establecer la forma óptima de aplicación clínica de la RVA. Se requiere una mayor estandarización tanto en las dosis como en los tipos de intervenciones de RVA.
- La ventaja principal de la RVA es la motivación de los pacientes, su facilidad de aplicación y su adaptación a las necesidades de cada paciente. Los principales inconvenientes incluyen los efectos secundarios, las dificultades técnicas y los costes.

Dada la falta de homogeneidad en los resultados de la intervención, mediante RVA, para tratar el DLC, es necesario realizar nuevos estudios que tengan en cuenta las limitaciones de los ya realizados y asumir que el tratamiento del dolor crónico puede ser complejo, ya que, al intervenir diferentes factores de tipo biopsicosocial, la RVA puede contribuir a obtener mejoras en algunos aspectos, pero no en todas sus dimensiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. GBD 2021 Low Back Pain Collaborators. Global, regional, and national burden of low back pain, 1990-2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol.* 2023 May 22;5(6):e316-e329.
2. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Van Zundert J, Cohen SP. Low back pain. *Lancet.* 2021 Jul 3;398(10294):78-92.
3. van Hecke O, Torrance N, Smith BH. Chronic pain epidemiology and its clinical relevance. *Br J Anaesth.* 2013 Jul;111(1):13-8.
4. Elzahaf RA, Tashani OA, Unsworth BA, Johnson MI. The prevalence of chronic pain with an analysis of countries with a Human Development Index less than 0.9: a systematic review without meta-analysis. *Curr Med Res Opin.* 2012 Jul;28(7):1221-9.
5. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, Hoy D, Karppinen J, Pransky G, Sieper J, Smeets RJ, Underwood M; Lancet Low Back Pain Series Working Group. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet.* 2018 Jun 9;391(10137):2356-2367.
6. King, W. (2013). Acute Pain, Subacute Pain, and Chronic Pain. In: Gebhart, G.F., Schmidt, R.F. (eds) *Encyclopedia of Pain*. Springer, Berlin, Heidelberg.
7. Corp N, Mansell G, Stynes S, Wynne-Jones G, Morsø L, Hill JC, van der Windt DA. Evidence-based treatment recommendations for neck and low back pain across Europe: A systematic review of guidelines. *Eur J Pain.* 2021 Feb;25(2):275-295.
8. Foster NE, Anema JR, Cherkin D, Chou R, Cohen SP, Gross DP, Ferreira PH, Fritz JM, Koes BW, Peul W, Turner JA, Maher CG; Lancet Low Back Pain Series Working Group. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. *Lancet.* 2018 Jun 9;391(10137):2368-2383.
9. Alison Middleton (2004) Chronic Low Back Pain: Patient Compliance With Physiotherapy Advice and Exercise, Perceived Barriers and Motivation, *Physical Therapy Reviews*, 9:3, 153-160.
10. Ahmadpour N, Randall H, Choksi H, Gao A, Vaughan C, Poronnik P. Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. *Int J Biochem Cell Biol.* 2019 Sep; 114:105568.
11. Chuan, A., Zhou, J.J., Hou, R.M., Stevens, C.J. and Bogdanovych, A. (2021), Virtual reality for acute and chronic pain management in adult patients: a narrative review. *Anaesthesia*, 76: 695-704.
12. Bordeleau M, Stamenkovic A, Tardif PA, Thomas J. The Use of Virtual Reality in Back Pain Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pain.* 2022 Feb;23(2):175-195.

13. Bruno RR, Wolff G, Wernly B, Masyuk M, Piayda K, Leaver S, Erkens R, Oehler D, Afzal S, Heidari H, Kelm M, Jung C. Virtual and augmented reality in critical care medicine: the patient's, clinician's, and researcher's perspective. *Crit Care*. 2022 Oct 25;26(1):326.
14. Ventura S, Brivio E, Riva G and Baños RM (2019) Immersive Versus Non-immersive Experience: Exploring the Feasibility of Memory Assessment Through 360° Technology. *Front. Psychol*. 10:2509.
15. Goudman L, Jansen J, Billot M, Vets N, De Smedt A, Roulaud M, Rigoard P, Moens M. Virtual Reality Applications in Chronic Pain Management: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Serious Games*. 2022 May 10;10(2):e34402.
16. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ, Nakamura D, Moore M, Garcia-Palacios A, et al. The effectiveness of virtual reality pain control with multiple treatments of longer durations: a case study. *Int J Hum Comput Interact* 2001 Mar 21;13(1):1-12.
17. Ang SP, Montuori M, Trimba Y, Maldari N, Patel D, Chen QC. Recent Applications of Virtual Reality for the Management of Pain in Burn and Pediatric Patients. *Curr Pain Headache Rep*. 2021 Jan 14;25(1):4.
18. Ding L, Hua H, Zhu H, Zhu S, Lu J, Zhao K, Xu Q. Effects of virtual reality on relieving postoperative pain in surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2020 Oct;82:87-94.
19. Sun P, Zhao Y, Men J, Ma ZR, Jiang HZ, Liu CY, Feng W. Application of Virtual and Augmented Reality Technology in Hip Surgery: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2023 Mar 10;25:e37599.
20. McCloskey K, Turlip R, Ahmad HS, Ghenbot YG, Chauhan D, Yoon JW. Virtual and Augmented Reality in Spine Surgery: A Systematic Review. *World Neurosurg*. 2023 May;173:96-107.
21. Norouzkhani N, Chaghian Arani R, Mehrabi H, Bagheri Toolaroud P, Ghorbani Vajargah P, Mollaei A, Hosseini SJ, Firooz M, Falakdami A, Takasi P, Feizkhah A, Saber H, Ghaffarzade H, Nemalhabib A, Ghaffari A, Osuji J, Mobayen M, Karkhah S. Effect of Virtual Reality-Based Interventions on Pain During Wound Care in Burn Patients; a Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Acad Emerg Med*. 2022 Oct 24;10(1):e84.
22. Scapin S, Echevarría-Guanilo ME, Boeira Fuculo Junior PR, Gonçalves N, Rocha PK, Coimbra R. Virtual Reality in the treatment of burn patients: A systematic review. *Burns*. 2018 Sep;44(6):1403-1416.
23. Czech O, Wrzeciono A, Rutkowska A, Guzik A, Kiper P, Rutkowski S. Virtual Reality Interventions for Needle-Related Procedural Pain, Fear and Anxiety-A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2021 Jul 23;10(15):3248.

24. Chan E, Foster S, Sambell R, Leong P. Clinical efficacy of virtual reality for acute procedural pain management: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018 Jul 27;13(7):e0200987.
25. Abiodun AO, Adesina MA. Virtual reality: a breakthrough in pain management? *World News Nat Sci* 2019; 23:24-33.
26. Tack C. Virtual reality and chronic low back pain. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2021 Aug;16(6):637-645.
27. Austin PD. The Analgesic Effects of Virtual Reality for People with Chronic Pain: A Scoping Review. *Pain Med*. 2022 Jan 3;23(1):105-121.
28. Cheung KL, Tunik E, Adamovich SV, Boyd LA. Neuroplasticity and virtual reality. In: Weiss PL, Keshner EA, Levin MF, editors. *Virtual Reality for Physical and Motor Rehabilitation*. New York, NY, USA: Springer; 2014:5-24.
29. Brea-Gómez B, Torres-Sánchez I, Ortiz-Rubio A, Calvache-Mateo A, Cabrera-Martos I, López-López L, Valenza MC. Virtual Reality in the Treatment of Adults with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Nov 11;18(22):11806.
30. Kumar V, Vatkar AJ, Kataria M, Dhatt SS, Baburaj V. Virtual reality is effective in the management of chronic low back ache in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Spine J*. 2023 Nov 18.
31. Choi T, Heo S, Choi W, Lee S. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effectiveness of Virtual Reality-Based Rehabilitation Therapy on Reducing the Degree of Pain Experienced by Individuals with Low Back Pain. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 16;20(4):3502.
32. Nagpal AS, Raghunandan A, Tata F, Kibler D, McGeary D. Virtual Reality in the Management of Chronic Low Back Pain: A Scoping Review. *Front Pain Res (Lausanne)*. 2022 Mar 7;3:856935.
33. Yepes JJ, Urrútia G, Romero M, Alonso S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799.
34. PROSPERO International prospective register of systematic review [Internet]. York: NHS National Institute for Health Research. [consultado el 16 de febrero de 2024].
35. Centro Cochrane Iberoamericano, traductores. *Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones*, versión 5.1.0 [actualizada en marzo de 2011] [Internet]. Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano; 2012 [citado 17 febrero 2024].
36. Alemanno F, Houdayer E, Emedoli D, Locatelli M, Mortini P, Mandelli C, Raggi A, Iannaccone S. Efficacy of virtual reality to reduce chronic low back pain: Proof-of-concept

- of a non-pharmacological approach on pain, quality of life, neuropsychological and functional outcome. *PLoS One*. 2019 May 23;14(5):e0216858.
37. Zadro JR, Shirley D, Simic M, Mousavi SJ, Ceprnja D, Maka K, Sung J, Ferreira P. Video-Game-Based Exercises for Older People With Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlledtable Trial (GAMEBACK). *Phys Ther*. 2019 Jan 1;99(1):14-27.
 38. Matheve T, Bogaerts K, Timmermans A. Virtual reality distraction induces hypoalgesia in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2020 Apr 22;17(1):55.
 39. Nambi G, Abdelbasset WK, Elsayed SH, Alrawaili SM, Abodonya AM, Saleh AK, Elnegamy TE. Comparative Effects of Isokinetic Training and Virtual Reality Training on Sports Performances in University Football Players with Chronic Low Back Pain-Randomized Controlled Study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2020 Jun 16;2020:2981273.
 40. Darnall BD, Krishnamurthy P, Tsuei J, Minor JD. Self-Administered Skills-Based Virtual Reality Intervention for Chronic Pain: Randomized Controlled Pilot Study. *JMIR Form Res*. 2020 Jul 7;4(7):e17293.
 41. Kim T, Lee J, Oh S, Kim S, Yoon B. Effectiveness of Simulated Horseback Riding for Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Sport Rehabil*. 2020 Feb 1;29(2):179-185.
 42. Park S, Park S, Min S, Kim CJ, Jee YS. A Randomized Controlled Trial Investigating the Effects of Equine Simulator Riding on Low Back Pain, Morphological Changes, and Trunk Musculature in Elderly Women. *Medicina (Kaunas)*. 2020 Nov 13;56(11):610.
 43. Garcia LM, Birckhead BJ, Krishnamurthy P, Sackman J, Mackey IG, Louis RG, Salmasi V, Maddox T, Darnall BD. An 8-Week Self-Administered At-Home Behavioral Skills-Based Virtual Reality Program for Chronic Low Back Pain: Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial Conducted During COVID-19. *J Med Internet Res*. 2021 Feb 22;23(2):e26292.
 44. Nambi G, Abdelbasset WK, Alrawaili SM, Alsubaie SF, Abodonya AM, Saleh AK. Virtual reality or isokinetic training; its effect on pain, kinesiphobia and serum stress hormones in chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Technol Health Care*. 2021;29(1):155-166.
 45. Sato T, Shimizu K, Shiko Y, Kawasaki Y, Orita S, Inage K, Shiga Y, Suzuki M, Sato M, Enomoto K, Takaoka H, Mizuki N, Kim G, Hozumi T, Tsuchiya R, Otagiri T, Mukaihata T, Furuya T, Maki S, Nakamura J, Hagiwara S, Aoki Y, Koda M, Akazawa T, Takahashi H, Takahashi K, Ohtori S, Eguchi Y. Effects of Nintendo Ring Fit Adventure Exergame on Pain and Psychological Factors in Patients with Chronic Low Back Pain. *Games Health J*. 2021 Jun;10(3):158-164.

46. Nambi G, Abdelbasset WK, Alsubaie SF, Saleh AK, Verma A, Abdelaziz MA, Alkathiry AA. Short-Term Psychological and Hormonal Effects of Virtual Reality Training on Chronic Low Back Pain in Soccer Players. *J Sport Rehabil.* 2021 Feb 16;30(6):884-893.
47. Eccleston C, Fisher E, Liikkanen S, Sarapohja T, Stenfors C, Jääskeläinen SK, Rice ASC, Mattila L, Blom T, Bratty JR. A prospective, double-blind, pilot, randomized, controlled trial of an "embodied" virtual reality intervention for adults with low back pain. *Pain.* 2022 Sep 1;163(9):1700-1715.
48. Yalfani A, Abedi M, Raeisi Z. Effects of an 8-Week Virtual Reality Training Program on Pain, Fall Risk, and Quality of Life in Elderly Women with Chronic Low Back Pain: Double-Blind Randomized Clinical Trial. *Games Health J.* 2022 Apr;11(2):85-92.
49. Afzal MW, Ahmad A, Mohseni Bandpei MA, Gilani SA, Hanif A, Waqas MS. Effects of virtual reality exercises and routine physical therapy on pain intensity and functional disability in patients with chronic low back pain. *J Pak Med Assoc.* 2022 Mar;72(3):413-417.
50. Stamm O, Dahms R, Reithinger N, Ruß A, Müller-Werdan U. Virtual reality exergame for supplementing multimodal pain therapy in older adults with chronic back pain: a randomized controlled pilot study. *Virtual Real.* 2022;26(4):1291-1305.
51. Groenveld TD, Smits MLM, Knoop J, Kallewaard JW, Staal JB, de Vries M, van Goor H. Effect of a Behavioral Therapy-Based Virtual Reality Application on Quality of Life in Chronic Low Back Pain. *Clin J Pain.* 2023 Jun 1;39(6):278-285.
52. Rothbaum, A.O., Tannenbaum, L.R., Zimand, E. et al. A pilot randomized controlled trial of virtual reality delivered relaxation for chronic low back pain. *Virtual Reality* 27, 3533–3543 (2023).
53. McConnell R, Lane E, Webb G, LaPeze D, Grillo H, Fritz J. A multicenter feasibility randomized controlled trial using a virtual reality application of pain neuroscience education for adults with chronic low back pain. *Ann Med.* 2024 Dec;56(1):2311846.
54. Moseley GL, Butler DS (David S, Beames TB, Giles TJ. *The Graded motor imagery handbook.* Adelaide: Noigroup Publications; 2012.
55. Van Ryckeghem DM, Van Damme S, Eccleston C, Crombez G. The efficacy of attentional distraction and sensory monitoring in chronic pain patients: a meta-analysis. *Clin Psychol Rev.* Feb 2018;59:16-29.
56. Todd J, van Ryckeghem DML, Sharpe L, Crombez G. Attentional bias to pain-related information: a meta-analysis of dot-probe studies. *Health Psychol Rev.* Dec 2018;12(4):419-436.
57. Flor H, Braun C, Elbert T, et al. Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients. *Neurosci Lett.* 1997;224(1):5–8.
58. Moseley GL, Vlaeyen JW. Beyond nociception: the imprecision hypothesis of chronic pain. *Pain.* 2015;156(1):35–38.

59. MM Wertli R Eugster U Held J Steurer R Kofmehl S Weiser 2014 Catastrophizing—a prognostic factor for outcome in patients with low back pain: a systematic review *Spine J* 14 2639 2657.
60. Wand BM. Chronic lower back pain: a maladaptive perceptions model. NOI 2012 neurodynamics and the neuromatrix conference, Adelaide, Australia, April 26th – 28th; 2012.
61. Booth J, Moseley GL, Schiltenswolf M, et al. Exercise for chronic musculoskeletal pain: A biopsychosocial approach. *Musculoskeletal Care* 2017; 15:413–421.
62. Gava V, Fialho HRF, Calixtre LB, Barbosa GM, Kamonseki DH. Effects of Gaming on Pain-Related Fear, Pain Catastrophizing, Anxiety, and Depression in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Games Health J*. 2022 May 24.
63. Li R, Li Y, Kong Y, Li H, Hu D, Fu C, Wei Q. Virtual Reality-Based Training in Chronic Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res*. 2024 Feb 26;26:e45406.
64. Kamper SJ, Maher CG, Hancock MJ, Koes BW, Croft PR, Hay E. Treatment-based subgroups of low back pain: a guide to appraisal of research studies and a summary of current evidence. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 Apr;24(2):181-91.