



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

FISIOTERAPIA Y REALIDAD VIRTUAL: UNA REVISIÓN DE ALCANCE
EN EL DOLOR CRÓNICO VERTEBRAL

PHYSIOTHERAPY AND VIRTUAL REALITY: A SCOPE REVIEW IN
CHRONIC VERTEBRAL PAIN

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN

AUTORES

RENZO JHONATAN DAMAS CORAHUA
YARITZEL AYRAM TEMOCHE MATOS
GIOVANNA CAMILA VALENZUELA CORONEL

ASESORA

CARMEN ELENA LLANOS PUGA

LIMA – PERÚ

2025

JURADO

Presidente: MG. ELIZABETH CECILIA MELENDEZ OLIVARI

Vocal: MG. ADELA LUZMILA MARTINEZ AMPUERO

Secretario: MG. ARQUIMEDES MANSUETO GAVINO GUTIERREZ

Fecha de Sustentación: 06 de marzo del 2025

Calificación: Aprobado

ASESOR DE TESIS

ASESORA

LIC. EN TECNOLOGÍA MÉDICA DE LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA

FÍSICA Y REHABILITACIÓN

CARMEN ELENA LLANOS PUGA

Departamento Académico de la Escuela Profesional de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0001-9477-0214

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres y hermanos por su amor incondicional y apoyo; a nuestras familias y amigos, por el ánimo en cada paso y a nuestros profesores, por su guía y enseñanza. Esta tesis es el reflejo de todo lo que nos han brindado.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido a la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradecemos a nuestras familias, que han estado siempre a nuestro lado, brindándonos amor y apoyo incondicional. Gracias por creer en nosotros y por motivarnos en cada paso de este viaje, su dedicación y compromiso son verdaderamente inspiradores.

No podemos dejar de mencionar a nuestra asesora de tesis, por su valioso apoyo, orientación y paciencia a lo largo de este proceso. Sus consejos y críticas constructivas han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Autofinancia

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de interés

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

FISIOTERAPIA Y REALIDAD VIRTUAL: UNA REVISIÓN DE ALCANCE
EN EL DOLOR CRÓNICO VERTEBRAL

PHYSIOTHERAPY AND VIRTUAL REALITY: A SCOPE REVIEW IN
CHRONIC VERTEBRAL PAIN

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN

AUTORES

RENZO JHONATAN DAMAS CORAHUA
YARITZEL AYRAM TEMOCHE MATOS
GIOVANNA CAMILA VALENZUELA CORONEL

ASESORA

CARMEN ELENA LLANOS PUGA

LIMA – PERÚ


2025



9% Similitud estándar


Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas 

 1 Internet


repositorio.upch.edu.pe

7 bloques de texto 132 palabra que coir

 2 Internet

www.gacetasanitaria.org

3 bloques de texto 26 palabra que coinc

 3 Internet

www.researchgate.net

2 bloques de texto 26 palabra que coinc

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
IV. RESULTADOS	10
V. DISCUSIÓN	16
VI. CONCLUSIONES	23
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	33
ANEXOS	

RESUMEN

Objetivo general: Mapear los estudios sobre los cambios en el aparato locomotor por el uso de la realidad virtual como intervención fisioterapéutica en pacientes con dolor crónico vertebral a través de la revisión de la literatura actual. **Introducción:** El dolor crónico vertebral es la principal causa de discapacidad física, produce cambios a nivel del tono muscular, rango de movimiento y fuerza muscular. La realidad virtual es un novedoso tratamiento que permite al usuario sumergirse en un ambiente artificial con fines fisioterapéuticos. Las mediciones que se evalúan se caracterizan por mostrar un resultado objetivo. Sin embargo, existe poca información referente a este tipo de cambios en esta población. **Criterios de inclusión:** Se incluyeron estudios experimentales y cuasiexperimentales, así como, estudios de pacientes con dolor crónico vertebral, realidad virtual en los siguientes idiomas: inglés, español, portugués. **Métodos:** Estudio de revisión de alcance basado en las guías PRISMA-ScR. Las bases de datos a utilizar fueron PubMed, Google Scholar, Scopus y MEDLINE; la búsqueda se realizó desde el 25 de Agosto del 2024 hasta el 13 de Septiembre del 2024. **Resultados:** Se obtuvieron 341 artículos de los cuales se seleccionaron 9 estudios que incluyeron 414 participantes que cumplieron los criterios de inclusión, de los cuales siete fueron estudios controlados aleatorizados, uno experimental cruzado y uno cuasiexperimental. Los tipos de dolores crónicos evaluados fueron cervical y lumbar, los tipos de realidad virtual que se utilizaron fueron inmersivas en dolor cervical crónico y no inmersivas en dolor lumbar crónico. **Conclusiones:** En este estudio la zona de dolor crónico lumbar fue la más revisada y como variable predominante fue el rango de movimiento, seguido por, el tono muscular, la activación muscular, fuerza muscular y rendimiento muscular. La realidad virtual es más efectiva cuando se combina con otras técnicas terapéuticas.

Palabras claves: columna vertebral, dolor crónico, fisioterapia y rehabilitación, realidad virtual.

ABSTRACT

General objective: To map the studies on changes in the locomotor system due to the use of virtual reality as a physiotherapeutic intervention in patients with chronic vertebral pain through a review of the current literature. **Introduction:** Chronic vertebral pain is the main cause of physical disability, and produces changes in muscle trophism, range of motion, and muscle strength. Virtual reality is a new treatment resource that allows the user to immerse themselves in an artificial environment for physiotherapeutic purposes. The variables evaluated are characterized by showing an objective result. However, there is little information regarding this type of changes in this population. **Inclusion criteria:** Experimental and quasi-experimental studies will be included, as well as studies that include patients with chronic vertebral pain, virtual reality, and the following languages: English, Spanish, Portuguese. **Methods:** Scoping review study based on the PRISMA-ScR guidelines. The databases to be used will be PubMed, Google Scholar, Scopus and MEDLINE; The search was carried out from August 25, 2024 to September 13, 2024. **Results:** 341 articles were obtained from which 9 studies were selected that included 414 participants who met the inclusion criteria, of which seven were randomized controlled studies, one experimental crossover and one quasi-experimental. The types of chronic pain evaluated were cervical and lumbar, the types of virtual reality used were immersive in chronic cervical pain and non-immersive in chronic lumbar pain. **Conclusions:** In this study, the area of chronic lumbar pain was the most reviewed and the predominant variable was ROM, secondly muscle trophism and finally muscle activation, muscle strength and muscle performance. Virtual reality is more effective when accompanied by another treatment technique.

Keywords: spine, chronic pain, physiotherapy and rehabilitation, virtual reality

I. INTRODUCCIÓN

Los trastornos musculoesqueléticos son la patología más común en la sociedad, según la OMS, aproximadamente 1710 millones de personas padecen dicha patología en todo el mundo (1), siendo esta la principal causa de discapacidad que provoca limitaciones en la movilidad y la destreza. Este trastorno se acentuó aún más durante la pandemia por coronavirus asociado al teletrabajo y sedentarismo, incrementando los casos (2).

Según la definición de la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, el dolor se describe como una sensación desagradable que implica tanto aspectos sensoriales como emocionales y está relacionado con un daño tisular real o potencial (3). El dolor se vuelve crónico cuando se mantiene por más de tres meses y se acompaña de malestar emocional y limitaciones físicas (4). Se ha evidenciado que genera disminución en el tónus muscular, rango de movimiento, fuerza muscular, activación muscular y rendimiento muscular afectando directamente la calidad funcional de la musculatura y se ha incluido dentro de los factores de riesgo importantes para el suicidio (5).

El dolor crónico en la zona lumbar es el más frecuente con una prevalencia de 568 millones de personas a nivel mundial, convirtiéndose en el motivo de consulta más prevalente en los distintos sistemas de salud (1). Por otro lado, el dolor en la zona cervical también forma parte de las principales patologías que causan discapacidad,

teniendo una prevalencia de 48.5% de la población, de las cuales el 15% llegan a ser crónicos (6).

Frente a la búsqueda de alternativas para esta problemática es que la fisioterapia se ha visto en la necesidad de incorporar nuevos recursos para el tratamiento de esta población. Siendo la Realidad Virtual (RV) un tratamiento novedoso, ya que, es una tecnología interactiva que estimula varios sentidos y permite al usuario sumergirse en un ambiente artificial, con la posibilidad de personalizarlo y adaptarlo a la realidad utilizando sistemas visuales, auditivos, táctiles y somatosensoriales según sus necesidades específicas.

Por ello, en los últimos años, la realidad virtual se ha tomado en cuenta como una herramienta para la aplicación en el tratamiento fisioterapéutico del dolor crónico en columna vertebral, puesto que, diversos estudios evidencian reducción del dolor y miedo al movimiento por parte de los pacientes, favoreciendo así su adherencia al tratamiento.

Tal como se manifiesta en un estudio en el 2021 en donde adultos con dolor lumbar crónico mostraron resultados a favor de la RV respecto a la kinesiofobia, lo que apoya su uso para aplicarlo en una intervención fisioterapéutica (7). Con respecto al dolor crónico de cuello, un estudio que utilizó la escala visual análoga (EVA) para medir el dolor observó después de la aplicación de la RV mejoras en la puntuación de la escala e índice de discapacidad del cuello (8).

Al ser un tema novedoso, no se ha profundizado en valores objetivos de la RV para el campo de la fisioterapia, que permitan sustentar su efectividad para el tratamiento

del paciente, como el cambio en el trofismo muscular, rango de movimiento articular, fuerza muscular, activación muscular y rendimiento muscular. Por lo que el presente estudio busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los cambios en el aparato locomotor por la aplicación de la realidad virtual para la rehabilitación en pacientes adultos con dolor crónico vertebral?

I. OBJETIVOS

Objetivo General

Mapear los estudios sobre los cambios en el aparato locomotor por el uso de la realidad virtual como intervención fisioterapéutica en pacientes con dolor crónico vertebral a través de la revisión de la literatura actual.

Objetivos específicos

1. Identificar los cambios del rango de movimiento articular de la columna vertebral asociados al uso de la realidad virtual, según la evidencia disponible.
2. Revisar la literatura existente sobre las modificaciones en el tono muscular de la columna vertebral derivadas del uso de la realidad virtual.
3. Analizar la evidencia actual respecto a los cambios en la fuerza muscular de la columna vertebral tras la aplicación de la realidad virtual.
4. Sintetizar los estudios que evalúan el impacto de la realidad virtual en el rendimiento muscular de pacientes con dolor crónico vertebral.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Es un estudio de tipo scoping review, también conocido como revisión de alcance, el cual es un tipo de síntesis de la evidencia sobre la realidad virtual en pacientes con dolor crónico vertebral. Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: PubMed, Scopus, MEDLINE y además del motor de búsqueda Google Scholar con el objetivo de realizar un mapeo más profundo desde el 25 de Agosto del 2024 hasta el 13 de Septiembre del 2024. Se utilizó la metodología PRISMA como estrategia para guiar la búsqueda y, para el informe final, la extensión de PRISMA-ScR para scoping review (Anexo 1).

La pregunta de investigación tuvo una estrategia de búsqueda de PCC, en donde Población (P): Pacientes con dolor crónico vertebral, Concepto (C): Cambios en el aparato locomotor por el uso de la realidad virtual y Contexto (C): Intervención fisioterapéutica.

Protocolo y Registro

Previo a la realización de la presente revisión, el proyecto fue aceptado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIEI-UPCH).

Este proyecto se registró en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento de la Investigación (SIDISI) - Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT) el 22 de Agosto del 2024 con ID

214688 y se encuentra disponible en: <https://duict.upch.edu.pe/revision-ug/index.php/FAMED/article/view/9404>.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión:

- Artículos que incluyeron como población a adultos entre 18 a 65 años con dolor crónico vertebral.
- Artículos que midieron cambios en el aparato locomotor por el uso de la realidad virtual como: rango articular, rendimiento muscular, trofismo muscular, fuerza muscular y activación muscular.
- Estudios experimentales (ensayos clínicos aleatorizados), experimentales cruzados y cuasiexperimentales publicados desde enero del 2019 hasta agosto del 2024.
- Estudios escritos en los siguientes idiomas: inglés, español y portugués.

Criterios de exclusión:

- Artículos que utilizaban la realidad virtual como tratamiento para el dolor crónico en otras regiones anatómicas.
- Artículos que incluían como población a mujeres embarazadas y pacientes oncológicos.
- Artículos que midieron las variables de kinesiofobia y dolor en pacientes con dolor crónico vertebral.
- Estudios narrativos, comentarios, editoriales, opinión de expertos, artículos duplicados, no accesibles a texto completo y literatura gris.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: PubMed, Google Scholar, Scopus y MEDLINE desde el 25 de Agosto del 2024 hasta el 13 de Septiembre del 2024, entre los periodos de enero 2019 hasta agosto del 2024 para obtener la mayor evidencia actualizada de los avances tecnológicos.

La búsqueda partió desde una pregunta: ¿Cuáles son los cambios en el aparato locomotor por la aplicación de la realidad virtual para la rehabilitación en pacientes adultos con dolor crónico vertebral?, a partir de ella, se diseñaron las diferentes estrategias de búsqueda, utilizando términos Mesh y entry terms (Anexo 2), los cuales fueron utilizados en estudios previos.

Selección de fuentes de evidencia

Los artículos fueron importados al gestor de referencia Mendeley Reference Manager, para su evaluación y se eliminaron los estudios duplicados. Luego, los tres revisores (YT, RD, GV) evaluaron de forma independiente los títulos y resúmenes para identificar los artículos que fueron elegidos. Como resultado, se evaluó el texto completo de los artículos y, con base en los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron aquellos que cumplieran con los principios establecidos. En caso de discrepancias, los artículos fueron discutidos entre los revisores y la dirimente (CL).

Proceso de extracción de datos

Los tres revisores (YT, RD, GV) utilizaron una plantilla de excel para la extracción de datos (ANEXO 4). De los estudios seleccionados, se reunieron los siguientes datos: características del estudio (autor, tipo de estudio, objetivo, resultados, año y país), características de la población (edad, sexo, zona a evaluar, índice de masa corporal y tipo de realidad virtual). Siguiendo y adaptando los datos del PRISMA-ScR, asimismo, se discutieron las discrepancias entre los revisores y la dirimente (CL).

Valoración crítica de fuentes de evidencias individuales

Siguiendo la guía del PRISMA-ScR (Figura 1), y al ser una revisión del alcance, no se calificó críticamente las fuentes de evidencia.

Análisis y presentación de los resultados

La búsqueda realizada identificó un total de 341 estudios: MEDLINE: 309 (PubMed: 247 y OVID: 62), Scopus=25 y Google scholar=7; de los 309 artículos obtenidos de MEDLINE, 247 pertenecen a PubMed y 62 a OVID según el filtro aplicado. Los artículos identificados se importaron al gestor bibliográfico Mendeley y se hallaron 52 duplicados. De los 289 estudios, los revisores (YT, RD, GV) examinaron de forma independiente los títulos y resúmenes, excluyendo 156 por no estar alineados con nuestro tema de investigación. Como resultado, 133 estudios

fueron seleccionados para su revisión a texto completo. De estos, se excluyeron 124 por las siguientes razones: 78 no cumplían con nuestros objetivos específicos, 34 no incluían a la población de interés, 8 evaluaban una zona anatómica diferente y 4 no estaban disponibles. Finalmente, se eligieron 9 estudios.

Las discrepancias y/o desacuerdos que se produjeron durante el proceso de selección, fueron llevados a una reunión para su debate entre los revisores y la dirimente. Para mejor comprensión observar el diagrama de flujo PRISMA-ScR (Figura 1).

III. RESULTADOS

Características de las fuentes de evidencia

Se seleccionaron nueve artículos en total que cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuales fueron: Estudios Controlados Aleatorizados (n=7), Experimental Cruzado (n=1) y Cuasi Experimental (n=1) (TABLA 1). Por el uso de la realidad virtual como intervención fisioterapéutica en pacientes con dolor crónico vertebral a través de la revisión de la literatura actual, según el tipo de realidad virtual: no inmersiva (n=6) e inmersiva (n=3) (TABLA 2) los artículos incluidos fueron de Arabia Saudita, China, Pakistán, Turquía, Holanda y Alemania, publicados entre 2020 y 2024.

Características de la población

Se obtuvo una población de 414 sujetos con una edad media de 33.95 años, de los cuales, según la región tratada de columna vertebral, el 66.43% fueron por dolor lumbar crónico y el 33.57% por dolor cervical crónico. De acuerdo con el sexo, para la región lumbar 13.45% fueron mujeres, 64.73% hombres y 21.82% no especificaron sexo. Con respecto a la región cervical, el 64.03% fueron mujeres y 35.97%, hombres. (TABLA 3)

Cambios en el aparato locomotor

En un primer estudio se evaluó el ROM utilizando un inclinómetro basado en la gravedad de posición bípeda (9). El grupo D de dicho estudio realizó una intervención basada en RV y ejercicios de fortalecimiento de la espalda; la medida

inicial de la flexión lumbar fue de $37.20^\circ \pm 3.42$ y, luego de 6 semanas de intervención, el valor obtenido fue de $46.30^\circ \pm 1.95$. Para la extensión lumbar, su valor pre intervención fue de $7.90^\circ \pm 1.37$ y el de post de intervención, de $13.50^\circ \pm 0.85$. Para la inclinación lateral derecha el valor pre intervención fue de $13.50^\circ \pm 1.96$ y, posteriormente, el valor cambió a $19.5^\circ \pm 3.57$. Por último, para la inclinación lateral izquierda el valor inicial fue de $14.60^\circ \pm 1.35$ y el final, de $18.80^\circ \pm 1.32$. El estudio demostró que tuvo mejoras significativas ($P < 0.001$) en el aumento del ROM lumbar (extensión, flexión e inclinación lateral) sobre los demás grupos comparadores. (TABLA 4)

Por otro lado, mediante la prueba de reposicionamiento lumbar se midió el ROM lumbar con el sistema Biodex (10); el grupo de RV pre intervención inició con un valor de 7.51° de angulación para alinear su columna lumbar y, luego de 6 semanas de intervención, se obtuvo 4.98° ; este valor demostró una mejor capacidad de realinear con precisión la región lumbar en el grupo de RV, mejorando significativamente el ROM ($P = 0.001$). (TABLA 4)

El ROM cervical se evaluó con un dispositivo de RV para las siguientes direcciones de movimiento: flexión, extensión, rotación izquierda y derecha (11). El resultado del estudio demostró que en el grupo de RV presentó mejoras significativas para los movimientos de flexión (de $40.9^\circ \pm 14.6$ a $48.5^\circ \pm 13.3$), la extensión (de $35.4^\circ \pm 12.8$ a $44.6^\circ \pm 12.9$) y, por último, la rotación a la izquierda (de $57.4^\circ \pm 12.8$ a $65.2^\circ \pm 15$); además, el grupo RV fue mejor significativamente ($P < 0.05$) para la flexión y extensión cervical sobre el grupo control y grupo sensoriomotor. (TABLA 4)

Finalmente, otro estudio valoró el ROM cervical mediante un dispositivo montado a la cabeza (Oculus Rift) (12), el resultado del estudio indicó que la rotación cervical dentro de una condición de RV con enfoque externo fue de 162.1°, en comparación al enfoque interno, con un valor de 135.6°, con una diferencia de 26.4° entre cada enfoque, siendo estadísticamente significativo con un valor ($P < 0.001$). Para la flexo-extensión el enfoque externo tuvo un valor de 100.4° a comparación del enfoque interno, que su valor fue de 108.6°, entre los dos grupos la diferencia fue de 8.2°, con un IC del 95% y este fue estadísticamente significativo con un valor ($P = 0.018$). (TABLA 4)

El trofismo muscular fue medido mediante la resonancia magnética y ultrasonido, el estudio comparó 3 grupos: Grupo de realidad virtual, grupo de ejercicios isocinéticos y grupo de terapia convencional (13). Para el grupo de RV se registraron los valores pre y post intervención de la sección transversal de los músculos del lado derecho: psoas mayor (de 8.6 cm² ± 0.4 a 9.5 cm² ± 0.3), cuadrado lumbar (de 4.6 cm² ± 0.3 a 5.8 cm² ± 0.3), multífido (de 5.6 cm² ± 0.6 a 7.1 cm² ± 0.5) y erector de la columna (de 16.2 cm² ± 0.9 a 17.5 cm² ± 0.5); también se midió el grosor muscular mediante el ultrasonido del músculo multífido (de 33.8 mm ± 3.3 a 35.2 mm ± 2.2). Para el lado muscular izquierdo, los valores pre y post intervención: psoas mayor (de 7.9 cm² ± 0.5 a 9.5 cm² ± 0.4), cuadrado lumbar (de 4.7 cm² ± 0.6 a 6.5 cm² ± 0.3), multífido (de 5.5 cm² ± 0.5 a 6.8 cm² ± 0.4) y erector de la columna (de 16.4 cm² ± 1.3 a 17.7 cm² ± 0.7), y para el grosor del multífido (de 31.5 mm ± 2.6 a 33.5 mm ± 2.1). El estudio manifestó que los tres grupos tuvieron mejoras significativas en el área de sección transversal y el grosor

muscular post intervención y obtuvo un valor ($P = 0,001$); sin embargo, manifiesta que el grupo de RV no tuvo mejoras significativas sobre las otras intervenciones fisioterapéuticas. (TABLA 4)

Por otro lado, un estudio similar también evaluó trofismo muscular en el que se compararon 3 grupos (Grupo de RV, Grupo de rehabilitación combinada y Grupo control) (14), se obtuvieron los valores mediante resonancia magnética (área de sección transversal) y ultrasonido (grosor muscular). En el grupo de RV se registraron los valores pre y post intervención de las áreas de sección transversal de los siguientes músculo del lado derecho: psoas mayor (de $8.6 \text{ cm}^2 \pm 0.6$ a $10.8 \text{ cm}^2 \pm 0.8$), cuadrado lumbar (de $4.8 \text{ cm}^2 \pm 0.6$ a $6.8 \text{ cm}^2 \pm 0.4$), multífido (de $5.2 \text{ cm}^2 \pm 0.6$ a 7.5 ± 0.5) y erector de la columna (de $16.5 \text{ cm}^2 \pm 0.5$ a $18.9 \text{ cm}^2 \pm 0.8$), también se midió el grosor muscular para el multífido (de $32.8 \text{ mm} \pm 4.6$ a $34.9 \text{ mm} \pm 1.2$). Para el lado muscular izquierdo, los valores pre y post intervención: psoas mayor (de $8.4 \text{ cm}^2 \pm 0.5$ a $10.6 \text{ cm}^2 \pm 0.5$), cuadrado lumbar (de $4.7 \text{ cm}^2 \pm 0.5$ a $6.9 \text{ cm}^2 \pm 0.5$), multífido (de $5.3 \text{ cm}^2 \pm 0.5$ a $7.6 \text{ cm}^2 \pm 0.4$) y erector de la columna (de $16.4 \text{ cm}^2 \pm 0.3$ a $18.8 \text{ cm}^2 \pm 0.6$), también se midió el grosor muscular para el multífido (de $31.9 \text{ mm} \pm 0.5$ a $34.6 \text{ mm} \pm 1.4$). El resultado del estudio detalló mejoras significativas luego de 4 semanas ($P \leq 0.001$) en el área de sección transversal y grosor muscular de los músculos evaluados post intervención para el grupo de RV sobre los grupos intervenidos con ejercicios de equilibrio y control. (TABLA 4)

La fuerza de la musculatura cervical (flexores y extensores) se midió mediante un dinamómetro digital (15). La resistencia fue en la zona frontal para los flexores

cervicales y la zona occipital para los extensores cervicales, registrando el valor más alto de las tres mediciones, entre cada repetición se realizó 1 minuto de descanso. El resultado del estudio mostró diferencias significativas entre los grupos intervenidos: para la fuerza muscular de los flexores cervicales se presenta una medida pre intervención de $26.09 \text{ N} \pm 7.94$ con un cambio de media post intervención de 9.76 ± 6.06 y un valor ($P < 0.31$); mientras que, para los extensores cervicales los valores fueron: pre intervención $33.62 \text{ N} \pm 9.22$ con un cambio de media post intervención de 11.68 ± 4.47 y un valor ($P < 0.73$). Este cambio significativo se registró dentro del mismo grupo mas no con el grupo comparador. (TABLA 4)

El rendimiento deportivo se midió mediante las pruebas de sprint (40m, 4x5m y carrera submáxima ida y vuelta) y pruebas de salto (salto con contramovimiento y salto en cuclillas) (16). El valor inicial al tratamiento en la prueba de 40m para el grupo de RV fue de $15.48\text{s} \pm 0.3$ y para la prueba de 4x5m fue $23.92\text{s} \pm 1.6$. A las 4 semanas de tratamiento, los valores para la prueba de 40m en el grupo de RV fueron de $8.12\text{s} \pm 0.2$ y, con respecto a la prueba de 4x5m, el tiempo disminuyó a $15.12\text{s} \pm 0.5$. Para las pruebas de salto con contramovimiento, el valor inicial en el grupo RV fue de $21.52\text{cm} \pm 2.3$ y para el salto en cuclillas fue de $17.52\text{cm} \pm 2.5$; después de 4 semanas de tratamiento, el salto con contramovimiento pasó a $32.45 \text{ cm} \pm 2.5$ y el salto en cuclillas a $28.45\text{cm} \pm 1.5$. El estudio concluyó que el grupo de RV mostró una mejora significativa en el rendimiento de sprint y salto con un valor $P \leq 0.001$. (TABLA 4)

Se midió el tiempo de la activación muscular mediante una electromiografía de superficie (17), se midieron los músculos: transverso abdominal (TrA) y multífido (MF), en el grupo de RV el tiempo de activación del TrA previo a la intervención fue de -100 ms con respecto al tiempo cero (0) y post intervención, el tiempo de activación precedió con un valor de -200 ms con respecto al tiempo cero, siendo estadísticamente significativo ($P = 0.029$). Para el MF, el tiempo de activación muscular previo a la intervención fue de -200 ms con respecto al tiempo cero y, post intervención, el tiempo de activación se dilató con un valor de -120 ms con respecto al tiempo cero, siendo estadísticamente significativo ($P = 0.001$).

IV. DISCUSIÓN

Resumen de la evidencia

Se observó que la prevalencia de dolor lumbar crónico fue mayor en comparación con el dolor cervical crónico. En cuanto a la distribución por sexo, más de la mitad de los pacientes con dolor lumbar pertenecían al sexo masculino, mientras que en el caso del dolor cervical, predominaban las mujeres.

Un metanálisis realizado por Hinman Lo H. (18) analizó el tipo de realidad virtual (RV) utilizada en el tratamiento del dolor en la columna vertebral, mostrando que la RV no inmersiva fue la más aplicada en la zona lumbar, mientras que en la zona cervical predominó la RV inmersiva. Estos hallazgos respaldan los resultados de la presente revisión, en la que el 66.43% de los estudios utilizó RV no inmersiva para el tratamiento del dolor lumbar crónico y el 33.57% aplicó RV inmersiva para el dolor cervical crónico (tabla 2). Aunque ambos tipos de RV han demostrado ser efectivos para la reducción del dolor, la elección del tipo de tecnología utilizada se debe a que los visores ubicados en la cabeza permiten detectar la cinemática cervical y el rango de movimiento (ROM). Sin embargo, Tyrrell et al. (19) advierten que el uso de los visores pueden generar efectos adversos como mareos, náuseas o visión borrosa, sobre todo en personas con dolor cervical.

La variable mayor evaluada de esta revisión fue el ROM, con un 44.44% de estudios revisados. En el estudio de Afzal MW et al. (9) evidenciaron que, a nivel lumbar, una combinación de 2 juegos de RV más ejercicios de fortalecimiento obtuvo

resultados superiores para la mejora del ROM sobre los otros grupos estudiados; este efecto puede explicarse por la capacidad de la RV para generar distracción, lo que tiene un impacto positivo en personas con miedo al movimiento. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Thomas J.S. (20), en el que realizó una intervención de balón prisionero junto a la realidad virtual, concluyendo que la suma de estas dos técnicas pueden ganar rangos de flexión de columna en pacientes con dolor lumbar.

Por otro lado, el estudio de Kamel et al. (10) evaluó el ROM midiendo la curvatura en el reposicionamiento lumbar, observándose que la RV, al fomentar ejercicios de equilibrio, mejoró ligeramente la precisión de reposicionamiento lumbar frente a los grupos con entrenamiento de estabilidad central y control. Además, Sam-Yeol Wi (21) resaltó que la RV mejora la función motora y estimula la vía sensorial para favorecer el desarrollo de fuerza en los grupos musculares.

En los estudios restantes que evaluaron el ROM en la columna cervical, Kragting M et al. (12) utilizaron la RV con la exposición de un enfoque externo (entorno forestal) e interno (entorno negro sin fondo) para todos los participantes, evidenciando para el enfoque externo un mayor rango de rotación cervical en comparación al enfoque interno, mas no en la extensión y flexión cervical. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Mukherejee Madhumanti (22), quien demostró que no había diferencias significativas entre el análisis de grupos en los movimientos de flexión y extensión cervical, pero sí en las rotaciones. La posible

explicación radica en que los juegos empleados en ambos estudios requerían movimientos rotacionales, lo que pudo influir en los resultados obtenidos.

Nusser M et al. (11) identificaron mayores incrementos de la movilidad para la flexo-extensión y rotación cervical dentro del grupo de RV, comparado con el grupo sensoriomotor. De manera similar, Emedoli D. (23), reportó mejoras significativas en el ROM de las rotaciones máximas y en la velocidad media de flexión lateral cervical tras un entrenamiento sensoriomotor basado en RV. Esto sugiere que la RV como único método de tratamiento ofrece beneficios en el ROM, pero la combinación con ejercicios sensoriomotores podría potenciar aún más sus efectos. Según Emedoli D., el entrenamiento sensoriomotor con RV contribuye al control motor y aumenta la sensación de seguridad en los movimientos del cuello.

Con respecto al trofismo muscular, se pudo observar en el estudio de Nambi G et al. (13) una diferencia significativa con respecto al área de sección transversal y grosor del músculo, tal como en el psoas mayor, cuadrado lumbar, multífidos y erectores de la columna; observándose cambios radiológicos en ambos grupos luego del tratamiento con realidad virtual y ejercicios isocinéticos; sin embargo, la intervención a través del entrenamiento isocinético mostró mayor ventaja en cuanto al área de sección transversal y grosor muscular, respaldado por las medidas radiológicas. Este resultado es justificado por Calmes et al. quienes observaron que proporcionar ejercicios isocinéticos a varias velocidades angulares con la máxima fuerza rotatoria mejora la actividad de los músculos de la espalda y la relación flexor/extensor en deportistas.

No obstante, en otro estudio de Nambi G et al. (14) se comparó las intervenciones entre la RV y ejercicios de equilibrio, evidenciándose un aumento en el grosor de los músculos psoas mayor, cuadrado lumbar, multífido lumbar y erectores de la columna en el grupo de RV sobre los ejercicios de equilibrio.

A estos cambios se les atribuye importancia debido a lo estudiado por Barker et. al (24), quienes afirman que la debilidad muscular derivada del dolor y la inhibición de fibras musculares puede reducir progresivamente el área de sección transversal, comprometiendo la estabilidad de la columna y el equilibrio del tronco. Es por eso que Nambi resalta la importancia de los juegos virtuales enfocados en el equilibrio, porque potencian la actividad de fibroblastos en los discos intervertebrales, lo que a su vez podría contribuir a un aumento en el grosor de los músculos.

La fuerza muscular se evaluó en el estudio de Cetin et al. (15), donde no se encontró diferencias significativas entre los grupos tratados con ejercicios de control motor y la RV, sin embargo, se menciona que la RV más ejercicios de control motor mejoran la propiocepción cervical, fuerza muscular y limitación funcional. Tal como demuestra Junhyuck Park (25), la RV más ejercicios convencionales generan una mejora significativa en la fuerza muscular de las extremidades superiores y en la fuerza de agarre frente al grupo control. Esto sugiere que la integración de ejercicios activos dentro de un entorno de RV, con una dosificación adecuada, podría proporcionar mayores beneficios que los tratamientos convencionales.

En relación con el rendimiento muscular, Nambi et al. (16) evaluaron esta variable mediante pruebas de sprint de 40m, sprint de 4x5m y carrera de ida y vuelta submáxima, observando que el grupo de RV obtuvo mejores resultados que el grupo isocinético. Se sugiere que este efecto se debe a una mayor activación del sistema sensorial y motor, lo que mejora la fuerza y la potencia muscular. Los resultados se respaldan con un estudio de Martinho N. et al. (26), en donde el entrenamiento de realidad virtual abdominopélvico obtuvo mejores resultados sobre el grupo control en la fuerza media y resistencia. Se sugiere que la mejora en la fuerza media y la resistencia muscular está directamente relacionada con el aumento del rendimiento muscular. Un incremento en la fuerza media permite al músculo ejecutar tareas más exigentes y soportar cargas más pesadas, mientras que una mayor resistencia muscular le permite contraerse repetidamente sin fatigarse.

Li et al. (17) evaluaron la activación muscular y encontraron que el entrenamiento con RV facilitó una activación más temprana del músculo transversal abdominal en comparación con otros grupos. Este efecto se atribuye a un aumento en la activación del lóbulo frontal, que participa en el proceso anticipatorio de la RV. Ferreira et. (27) enfatizan que la activación del transversal abdominal es crucial para el control de la estabilidad y la orientación del tronco. En este sentido, Hodges P.W. (28) menciona que en pacientes con dolor lumbar crónico, existe un retraso en la activación de la musculatura profunda, lo que refuerza la necesidad de incluir el entrenamiento de RV para mejorar el control motor y el equilibrio.

Aunque no fue tomada en cuenta como variable en este estudio, nos resulta interesante mencionar que 8 de los 9 estudios analizados reportaron una reducción del dolor tras la intervención con RV. Una revisión sistemática realizada por Ran Li (29) concluye que el entrenamiento con RV en pacientes con dolor lumbar crónico ha demostrado ser eficaz en la reducción del dolor. Por otro lado, Morales, T. D. (30) indicó que la intervención con RV no es superior a otras intervenciones fisioterapéuticas para reducir la intensidad de dolor crónico cervical.

La integración de la realidad virtual (RV) en los protocolos fisioterapéuticos es de gran importancia, ya que complementa el tratamiento convencional, que suele incluir agentes físicos, técnicas manuales y ejercicios terapéuticos. En los últimos años, la accesibilidad a dispositivos portátiles, como los visores de RV, ha mejorado significativamente (31)(32). Sin embargo, su implementación en países en desarrollo sigue siendo limitada debido a factores económicos y profesionales (33). Por último, la aceptación del paciente desempeña un papel fundamental en su incorporación a la fisioterapia. En este sentido, Huygelier H. (34) encontró que los adultos mayores mostraron una respuesta positiva a la RV inmersiva desde la primera sesión.

Limitaciones

Esta revisión cuenta con algunas limitaciones que cabe tener en cuenta.

En primer lugar, la cantidad de estudios encontrados por variable es reducida, por ende, no se puede reforzar la información o realizar una comparación profunda, esto conlleva a que la información sea limitada.

En segundo lugar, la diversidad de la población analizada, como es el caso de los adultos mayores sedentarios y deportistas, las distintas variables evaluadas y las diferentes zonas de dolor crónico de la columna vertebral dificultan la probabilidad de contrastar estos resultados frente a otras intervenciones y poder manifestar un resultado más claro.

De igual manera, el tipo y la dosificación de la RV son heterogéneas, además de la metodología para la medición de resultados y la intervención terapéutica varían entre los estudios, por lo cual no se pueden aislar los efectos por la RV.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que:

La literatura revisada demuestra que la RV de tipo no inmersiva es más aplicada para la zona lumbar y la RV inmersiva para la zona cervical.

En la región lumbar, la combinación de RV con ejercicios activos resulta más beneficiosa que los programas de ejercicios convencionales para mejorar el rango de movimiento (ROM). De manera similar, en la zona cervical, el uso de un enfoque externo de RV y el entrenamiento sensoriomotor en RV han demostrado aumentar el ROM.

En cuanto al trefismo muscular, el entrenamiento de equilibrio en un entorno de RV ofrece mayores beneficios que los ejercicios convencionales de equilibrio en la zona lumbar. No obstante, los ejercicios isocinéticos continúan siendo superiores a la RV para mejorar el trefismo muscular lumbar.

Respecto a la fuerza muscular en la zona cervical, no se ha identificado una ventaja clara entre el uso de RV y los ejercicios de control motor. Sin embargo, el entrenamiento con RV podría representar una alternativa efectiva para mejorar los ajustes posturales anticipatorios en comparación con los ejercicios de control motor.

En términos de rendimiento deportivo, el entrenamiento de fuerza mediante un enfoque de RV ha demostrado ser más efectivo que los ejercicios convencionales en la zona lumbar.

La integración de la RV en los protocolos fisioterapéuticos para el tratamiento del dolor crónico vertebral es clave, ya que los estudios revisados sugieren que su combinación con otras técnicas activas genera mayores beneficios que su uso aislado. Además, la dosificación óptima parece situarse entre 20 y 30 minutos por sesión.

Esta revisión de alcance evidencia cambios significativos en el aparato locomotor tras la intervención con RV. No obstante, para futuras investigaciones se recomienda trabajar con poblaciones más homogéneas, lo que permitiría realizar comparaciones más precisas entre las variables evaluadas. Asimismo, sería conveniente estandarizar los parámetros de dosificación y los tipos de RV utilizados. Finalmente, se sugiere que futuras revisiones analicen de manera individual cada variable estudiada y profundicen en la aplicación de los distintos tipos de RV en el tratamiento del dolor crónico vertebral.

FINANCIAMIENTO

Este estudio es una revisión de alcance, por ende, no recibió financiación alguna.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Trastornos musculoesqueléticos [Internet]. [cited 2024 Aug 27]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
2. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en docentes universitarios que realizan teletrabajo en tiempos de COVID-19 [Internet]. [cited 2024 Aug 27]. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832020000300301
3. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020 Sep 1;161(9):1976–82.
4. Nicholas M, Vlaeyen JWS, Rief W, Barke A, Aziz Q, Benoliel R, et al. The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic primary pain. *Pain*. 2019 Jan;160(1):28–37.
5. Amaro-Díaz L, Montoro CI, Fischer-Jbali LR, Galvez-Sánchez CM. Chronic Pain and Emotional Stroop: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2022 Jun 7;11(12):3259.
6. Scopus - Document details - Investigating and analyzing the current situation and factors influencing chronic neck, shoulder, and lumbar back pain among medical personnel after the epidemic | Signed in [Internet]. [cited 2024 Aug 28]. Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85191052901&origin=resultslist&sort=plf-
f&src=s&sid=f3a35e8989e5089efaa41fbc72b12b0&sot=b&sdt=b&s=%28TIT
LE-ABS-KEY%28chronic+pain%29+AND+TITLE-ABS-
KEY%28cervical%29%29&sl=57&sessionSearchId=f3a35e8989e5089efaa41f
bcd72b12b0&relpos=4

7. Brea-Gómez B, Torres-Sánchez I, Ortiz-Rubio A, Calvache-Mateo A, Cabrera-Martos I, López-López L, et al. 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.
8. I. R, M. R, S. E, S. K, A. RZ. A Novel Virtual Reality Technique (Cervigame®) Compared to Conventional Proprioceptive Training to Treat Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Biomed Phys Eng [Internet]*. 2019 Jun 1 [cited 2024 Aug 28];9(3):355–66. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6613157/>
9. Afzal MW, Ahmad A, Hanif HMB, Chaudhary N, Gilani SA. Effects of Virtual Reality Exercises on Chronic Low Back Pain: Quasi-Experimental Study. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2023 Sep 15;10:e43985.
10. Kamel M, Mohamed H, Acar T, Alan A. Lumbar Multifidus Muscles Function Among Patients with Low Back Pain: Virtual Reality Versus Stabilization Exercises. 53(5).
11. Nusser M, Knapp S, Kramer M, Krischak G. Effects of virtual reality-based neck-specific sensorimotor training in patients with chronic neck pain: A randomized controlled pilot trial. *J Rehabil Med*. 2021 Feb 10;53(2):jrm00151.

12. Kragting M, Pool-Goudzwaard AL, Pezzica C, Voogt L, Coppieters MW. Does having an external focus in immersive virtual reality increase range of motion in people with neck pain? *Musculoskelet Sci Pract.* 2024 Jun;71:102940.
13. Nambi G, Alghadier M, Kashoo FZ, Aldhafian OR, Nwihadh NA, Saleh AK, et al. Effects of Virtual Reality Exercises versus Isokinetic Exercises in comparison with Conventional Exercises on the Imaging Findings and Inflammatory Biomarker Changes in Soccer Players with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Dec 28;20(1):524.
14. Nambi G, Abdelbasset WK, Alqahatani BA. Radiological (Magnetic Resonance Image and Ultrasound) and biochemical effects of virtual reality training on balance training in football players with chronic low back pain: A randomized controlled study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021;34(2):269–77.
15. Cetin H, Kose N, Oge HK. Virtual reality and motor control exercises to treat chronic neck pain: A randomized controlled trial. *Musculoskelet Sci Pract.* 2022 Dec;62:102636.
16. Nambi G, Abdelbasset WK, Elsayed SH, Alrawaili SM, Abodonya AM, Saleh AK, et al. 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 Altern Med ECAM.* 2020;2020:2981273.
17. Li Z, Yu Q, Luo H, Liang W, Li X, Ge L, et al. The Effect of Virtual Reality Training on Anticipatory Postural Adjustments in Patients with Chronic

- Nonspecific Low Back Pain: A Preliminary Study. *Neural Plast.* 2021;2021:9975862.
18. Lo HHM, Zhu M, Zou Z, Wong CL, Lo SHS, Chung VCH, et al. Immersive and Nonimmersive Virtual Reality–Assisted Active Training in Chronic Musculoskeletal Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res [Internet]*. 2024 Aug 19 [cited 2025 Feb 4];26:e48787. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11369537/>
 19. Tyrrell R, Sarig-Bahat H, Williams K, Williams G, Treleaven J. Simulator sickness in patients with neck pain and vestibular pathology during virtual reality tasks. *Virtual Real.* 2018;22(3):211–9.
 20. Js T, Cr F, Me A, St L, S W. Feasibility and Safety of a Virtual Reality Dodgeball Intervention for Chronic Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial. - Abstract - Europe PMC. [cited 2024 Oct 21]; Available from: <https://europepmc.org/article/MED/27616607>
 21. The Effects of Virtual Reality Interactive Games on the Balance Ability of Elderly Women with Knee Osteoarthritis [Internet]. [cited 2024 Oct 21]. Available from: <http://www.jkspm.org/journal/view.html?doi=10.13066/kspm.2012.7.3.387>
 22. LWW [Internet]. [cited 2024 Oct 21]. Immediate and Short-Term Effect of Virtual Reality Training ... : Indian Journal of Physical Therapy and Research. Available from: https://journals.lww.com/ijpt/fulltext/2020/02010/immediate_and_short_term_effect_of_virtual_reality.11.aspx
 23. Emedoli D, Alemanno F, Iannaccone S, Houdayer E, Castellazzi P,

- Zangrillo F, et al. Sensory-motor training with virtual reality as a complementary intervention to manual therapy for persistent non-specific neck pain: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2024 Aug 28 [cited 2024 Oct 21];60(4):680. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11391397/>
24. Barker KL, Shamley DR, Jackson D. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine*. 2004 Nov 15;29(22):E515-519.
25. Park J, Yim J. A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. *Tohoku J Exp Med* [Internet]. 2016 [cited 2024 Oct 21];238(1):1–8. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjem/238/1/238_1/_html/-char/en
26. Martinho NM, Silva VR, Marques J, Carvalho LC, Iunes DH, Botelho S. The effects of training by virtual reality or gym ball on pelvic floor muscle strength in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther* [Internet]. 2016 Mar 22 [cited 2024 Oct 21];20(3):248. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4946841/>
27. Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine*. 2004 Nov 15;29(22):2560–6.
28. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*. 1996 Nov 15;21(22):2640–50.

29. Li R, Li Y, Kong Y, Li H, Hu D, Fu C, et al. Virtual Reality–Based Training in Chronic Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res* [Internet]. 2024 Feb 26 [cited 2024 Oct 30];26:e45406. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10928528/>
30. Tejera DM, Beltran-Alacreu H, Cano-de-la-Cuerda R, Hernández JVL, Martín-Pintado-Zugasti A, Calvo-Lobo C, et al. Effects of Virtual Reality versus Exercise on Pain, Functional, Somatosensory and Psychosocial Outcomes in Patients with Non-specific Chronic Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Aug 16 [cited 2024 Oct 21];17(16):5950. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7460130/>
31. Mallari B, Spaeth EK, Goh H, Boyd BS. Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Pain Res* [Internet]. 2019 Jul 3 [cited 2024 Oct 21];12:2053. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6613199/>
32. Grassini S. Virtual Reality Assisted Non-Pharmacological Treatments in Chronic Pain Management: A Systematic Review and Quantitative Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Mar 29 [cited 2024 Oct 21];19(7):4071. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8998682/>
33. Vista de Realidad virtual una estrategia terapéutica en pacientes con Accidentes Cerebro Vasculares: Revisión Sistemática [Internet]. [cited 2024 Oct 21]. Available from:

<https://colegiomedicosazuay.ec/ojs/index.php/ateneo/article/view/219/195>

34. Huygelier H, Schraepen B, Ee R van, Abeele VV, Gillebert CR. Acceptance of immersive head-mounted virtual reality in older adults. *Sci Rep* [Internet]. 2019 Mar 14 [cited 2024 Oct 21];9:4519. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6418153/>

VII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Flujograma (PRISMA-Scr)

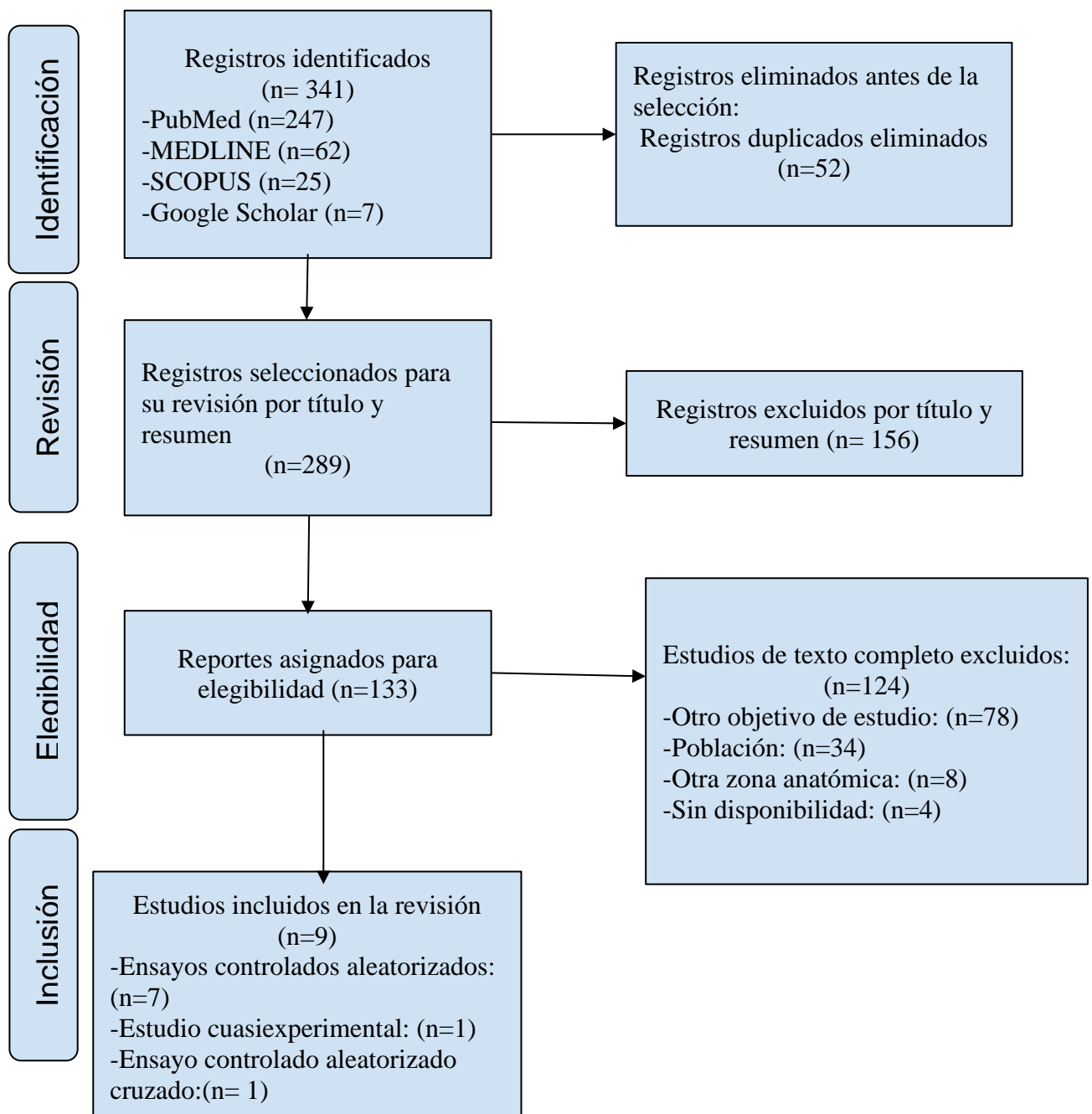


Tabla 1: Características de las fuentes de evidencia

AUTOR	AÑO DE PUBLICACIÓN	PAÍS	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	TAMAÑO DE MUESTRA (Nº)	OBJETIVOS	Variables medidas
Zhicheng Li, Qihua Yu	2021	China	El efecto del entrenamiento en realidad virtual sobre los ajustes posturales anticipados en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico: un estudio preliminar	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 34 pacientes GCM: 12 GC: 11 GRV:11	Explorar los efectos del entrenamiento en RV sobre el control postural, medido por APA y CPA y el potencial mecanismo neuromuscular del entrenamiento en RV, en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico.	Activación muscular
Hatice Cetin	2022	Turkia	Ejercicios de realidad virtual y control motor para tratar el dolor de cuello crónico: un	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 41 pacientes GCM: 20 GRV: 21	Comparar los efectos de los ejercicios de realidad virtual (VR) y control motor (MC).	Fuerza muscular
Gopal Nambi	2023	Arabia Saudita	Efectos de los ejercicios de realidad virtual versus los ejercicios isocinéticos en comparación con los ejercicios convencionales sobre los hallazgos de las imágenes y los cambios en los biomarcadores inflamatorios en jugadores de fútbol con dolor lumbar inespecífico: Un ensayo controlado aleatorio	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 60 pacientes GEC: 20 GRV: 20 GEI: 20	Investigar los hallazgos de imágenes después de participar en ejercicio virtual, ejercicio isocinético y ejercicio convencional, en jugadores de fútbol con dolor lumbar crónico inespecífico	Trofismo muscular
Gopal Nambi	2020	Arabia Saudita	Efectos comparativos del entrenamiento isocinético y el entrenamiento en realidad virtual sobre el rendimiento deportivo en jugadores de fútbol universitarios con dolor lumbar crónico,	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 45 pacientes GCM: 15 GC: 15 GRV: 15	Encontrar y comparar los efectos del entrenamiento isocinético y el entrenamiento de realidad virtual en el rendimiento deportivo en jugadores de fútbol universitarios con dolor lumbar crónico..	Rendimiento deportivo

			aleatorizado Estudio controlado				
Gopal Nambi	2020	Arabia Saudita	Efectos radiológicos (imagen de resonancia magnética y ultrasonido) y bioquímicos del entrenamiento con realidad virtual en el entrenamiento del equilibrio en jugadores de fútbol con dolor lumbar crónico: un estudio controlado aleatorio	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 36 pacientes GTC: 12 GC: 12 GRV: 12	Encontrar los efectos radiológicos y bioquímicos del entrenamiento con realidad virtual en futbolistas con dolor lumbar crónico.	Trofismo muscular
Marina Nusser	2021	Alemania	Efectos del entrenamiento sensoriomotor específico del cuello basado en RV en pacientes con dolor de cuello crónico: Un Ensayo Piloto Controlado Aleatorizado	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 51 pacientes GSM: 16 GC: 18 GRV: 17	Evaluar los efectos del entrenamiento sensoriomotor en cuello utilizando un dispositivo de RV vs. 2 programas de rehabilitación estándar: con y sin entrenamiento sensoriomotor general, en pacientes con dolor de cuello crónico no traumático.	ROM

***GCM**: grupo de control motor, ***GC**: grupo control ***GRV**: grupo de realidad virtual, ***GEC**: grupo de ejercicio convencional, ***GEL**: grupo de ejercicio isocinético, ***GTC**: grupo de terapia convencional, ***GSM**: grupo sensoriomotor, ***GA**: grupo A, ***GB**: grupo B, ***GC**: grupo C, ***GD**: grupo D, ***GRVI**: grupo de realidad virtual con enfoque interno, ***GRVE**: grupo de realidad virtual con enfoque externo.

Mohamed Raafat Atteya	2023	Arabia Saudita	Función de los músculos multífidos lumbares en pacientes con dolor lumbar: realidad virtual versus estabilización Ejercicios	Estudio controlado aleatorizado	Nº: 60 pacientes GCM: 20 GC: 20 GRV: 20	Investigar la eficacia de la RV vs. ejercicios de estabilización sobre la función del músculo multífido lumbar entre pacientes con dolor lumbar.	ROM
Waqar Afzal	2023	Pakistan	Efectos de los ejercicios de realidad virtual sobre el dolor lumbar crónico: estudio cuasiexperimental	Estudio cuaxiesperimetal	Nº: 40 pacientes GA: 10 GB: 10 GC: 10 GD:10	Comparar los efectos de los juegos de RV sobre el dolor lumbar crónico.	ROM
Maaik Kragtinga	2024	Países Bajos	¿Tener un enfoque externo en realidad virtual inmersiva aumenta el rango de movimiento en personas con dolor de cuello?	Estudio controlado aleatorizado , con diseño cruzado	Nº: 54 GRVI: 54 GRVE: 54	Investigar el efecto de una tarea de enfoque externo (EFT) e interno (IFT) en un entorno de RV sobre el ROM cervical máximo en personas con dolor de cuello.	ROM

Tabla 2: Características de la realidad virtual

AUTOR	TIPO DE RV	DOSIS Y FRECUENCIA
Zhicheng Li, Qihua Yu	No inmersiva	6 veces al día, 3 minutos de duración y 2 minutos de descanso
Hatice Cetin	Inmersiva	20 minutos por sesión
Gopal Nambi	No inmersiva	30 minutos por sesión con una frecuencia de 5 sesiones
Gopal Nambi	No inmersiva	30 minutos por sesión con una frecuencia de 5 sesiones
Gopal Nambi	No inmersiva	30 minutos por sesión con una frecuencia de 5 sesiones
Marina Nusser	Inmersiva	20 minutos por sesión cada 6 sesiones
Mohamed Raafat Atteya	No inmersiva	30 minutos por sesión durante 18 sesiones
Waqar Afzal	No inmersiva	no menciona tiempo pero se aplicó durante 8 sesiones
Maaike Kragtinga	Inmersiva	90 segundos de aplicación con 2 minutos de descanso

Tabla 3: Características de la población

Características	N (%)
<i>Sexo</i>	
- Hombres	228 (55,07%)
- Mujeres	126 (30,43%)
- No especifica	60 (14,49%)
<i>Edad (Σ)</i>	18-65 (33.95)
<i>Zona de dolor</i>	
- Lumbar	275 (66.43%)
- Cervical	139 (33.57%)

N: Frecuencia absoluta

%. Frecuencia relativa

Tabla 4: Instrumentos de medición y cambios en el aparato locomotor

Variable	Autor	Instrumento de evaluación	Valor pre intervención (RV)	Valor post intervención (RV)	Valor P (RV)	Interpretación/ resultado
ROM	M. Waqar Afzal	Inclinómetro	Flexión lumbar: 37.20° ± 3.42	46.30° ± 1.95	P<0.001	Se demostró que para el grupo de RV+ejercicios de fortalecimiento se obtuvo una mejora significativa sobre los demás grupos comparadores.
			Extensión lumbar: 7.90° ± 1.37	13.50° ± 0.85		
			Inclinación lateral derecha: 13.50° ± 1.96	19.5° ± 3.57		
			Inclinación lateral izquierda: 14.60° ± 1.35	18.80° ± 1.32		
	Kamel M	Dinamómetro (Sistema Biodex)	Reposicionamiento lumbar: 7.51°	4,98°	P=0.001	Si es estadísticamente significativo ya que se observó que obtuvieron una mejor capacidad de realineación lumbar y de esta manera mejoró el ROM.
	Marina Nusser	Dispositivo VR	Flexión: 40.9° ± 14.6	48.5° ± 13.3	P<0.005	Se demostró que fue significativo el grupo de RV frente a grupo control y grupo sensoriomotor.
			Extensión: 35.4° ± 12.8	44.6° ± 12.9		
			Rotación izquierda: 57.4° ± 12.8	65.2° ± 15		
Maaike	Sensor de Oculus Rift	Rotación cervical con EE:	Rotación cervical con EI:	P<0.001	Si es estadísticamente significativo en rotación	

	Kragtinga		162.1°	135.6°		cervical con una diferencia de 26.4° entre cada uno
			Flexo-extensión con EI: 100.4°	Flexo-extensión con EE: 108.6°	P=0.018	Si es estadísticamente significativo en flexo-extensión con una 8.2° de diferencia entre cada enfoque.
Trofismo muscular	Gopal Nambi	Resonancia magnética y ultrasonido	Psoas mayor Derecho: 8.6 cm ² ± 0.4 Izquierdo: 7.9 cm ² ± 0.5	Derecho: 9.5 cm ² ± 0.4 Izquierdo: 9.5 cm ² ± 0.4	P=0,001	Este estudio manifiesta que se obtuvieron mejoras significativas en el grupo de RV frente a otras intervenciones fisioterapéuticas en especial en el área de sección transversal y el grosor muscular.
			Cuadrado lumbar Derecho: 4.6cm ² ± 0.3 Izquierdo: 4.7 cm ² ± 0.6	Derecho: 5.8 cm ² ± 0.3 Izquierdo: 6.5 cm ² ± 0.3		
			Multífido Derecho: 5.6 cm ² ± 0.6 Izquierdo: 5.5 cm ² ± 0.5	Derecho: 7.1 cm ² ± 0.5 Izquierdo: 6.8 cm ² ± 0.4		
			Erector de la columna: Derecho: 16.2 cm ² ± 0.9 Izquierdo: 16.4 cm ² ± 1.3	Derecho: 17.5cm ² ± 0.5 Izquierdo: 17.7 cm ² ± 0.7		
			Grosor muscular del multífido: Derecho: 33.8 mm ± 3.3 Izquierdo: 31.5 mm ± 2.6	Derecho: 35.2 mm ± 2.2 Izquierdo: 33.5 mm ± 2.1		
	Gopal Nambi	Resonancia magnética y ultrasonido	Psoas mayor: Derecho: 8,6 cm ² ± 0.6 Izquierdo: 8.4 cm ² ± 0.5	Derecho: 10,8 cm ² ± 0.8 Izquierdo: 10.6 cm ² ± 0.5	P≤0,001	Se obtuvieron mejoras significativas luego de 4 semanas en especial para el grupo de RV sobre los demás grupos intervenidos.
			Cuadrado lumbar Derecho: 4.8 cm ² ± 0.6	Derecho: 6,8 cm ² ± 0.4 Izquierdo: 6.9 cm ² ± 0.5		

			Izquierdo: 4.7 cm ² ± 0.5			
			Multífido: Derecho: 5,2 cm ² ± 0.6 Izquierdo: 5.3 cm ² ± 0.5	Derecho: 7,5 cm ² ± 0.5 Izquierdo: 7.6 cm ² ± 0.4		
			Erector de la columna: Derecho: 16.5 cm ² ± 0.5 Izquierdo: 16.4 cm ² ± 0.3	Derecho: 18.9cm ² ± 0.8 Izquierdo: 18.8 cm ² ± 0.6		
			Grosor muscular del multífido: Derecho: 32.8 mm ± 4.6 Izquierdo: 31.9 mm ± 0.5	Derecho: 34.9 mm ± 1.2 Izquierdo: 34.6 mm ± 1.4		
Fuerza muscular	Hatice Cetin	Dinamómetro de mano digital	Flexores: 26.09 N ±7.94	Aumentó una media de 9.76 N ± 6.06	P < 0,31	Se obtuvo un cambio dentro del grupo de RV más no fue significativo con los grupos comparadores.
			Extensores: 33.62 N ± 9.22	Aumentó una media de 11.68 N ± 4.47	P < 0,73	
Rendimiento deportivo	Gopal Nambi	Pruebas de campo	Prueba 40m: 15.48s ± 0.3	8.12s ± 0.2	P ≤ 0,001	Si es estadísticamente significativo
			Prueba de 4x5m: 23.92s ± 1.6	15.12s ± 0.5		
			Pruebas de salto con contramovimiento 21.52cm ± 2.3	32.45cm ± 2.5		
			Salto en cuclillas: 17.52 ± 2.5	28.45cm ± 1.5		
Activación muscular	Zhicheng Li, Qihua Yu	Electromiografía de superficie	Transverso abdominal: -100 ms	-200 ms	P = 0.001	La activación para el TrA post fue más rápida y para el MF fue un poco más lenta, sin

			Multífido: -200 ms	-120 ms		embargo ambos valores fueron estadísticamente significativos.
--	--	--	-----------------------	---------	--	---------------------------------------------------------------

ANEXOS

Anexo 1: Lista de cotejo

Elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y extensiones de metanálisis para
Lista de verificación de revisiones de alcance (PRISMA-ScR)

SECCIÓN	ÍTEM	LISTA DE VERIFICACIÓN DE ÍTEM PRISMA-ScR	REPORTADO EN LA PAGINA #
TÍTULO			
Título	1	Identifique el informe como una revisión del alcance.	
ABSTRACTO			
Estructurado resumen	2	Proporcionar un resumen estructurado que incluya (según corresponda): antecedentes, objetivos, criterios de elegibilidad, fuentes de evidencia, métodos de elaboración de gráficos, resultados y conclusiones relacionados con las preguntas y los objetivos de la revisión.	
INTRODUCCIÓN			
Razón fundamental	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se sabe. Explique por qué las preguntas y los objetivos de la revisión se prestan a un enfoque de revisión de alcance.	
Objetivos	4	Proporcionar una declaración explícita de las preguntas y los objetivos que se abordan con referencia a sus elementos clave (por ejemplo, población o participantes, conceptos y contexto) u otros elementos clave relevantes utilizados para conceptualizar las preguntas y/ o los objetivos de la revisión.	
MÉTODOS			
Protocolo y registro	5	Indique si existe un protocolo de revisión; indique si se puede acceder a él y dónde (por ejemplo, una dirección web); y, si está disponible, proporcione información de registro, incluido el número de registro.	
Criterios de elegibilidad	6	Especifique las características de las fuentes de evidencia utilizadas como criterios de elegibilidad (por ejemplo, años considerados, idioma y estado de publicación) y proporcione una justificación.	
Fuentes de información*	7	Describa todas las fuentes de información en la búsqueda (por ejemplo, bases de datos con fechas de cobertura y contacto con los autores para identificar fuentes adicionales), así como la fecha en que se ejecutó la búsqueda más reciente.	
Buscar	8	Presentar la estrategia de búsqueda electrónica completa para al menos 1 base de datos, incluidos los límites utilizados, de modo que pueda repetirse.	
Selección de fuentes de evidencia†	9	Indique el proceso para seleccionar las fuentes de evidencia (es decir, selección y elegibilidad) incluidas en la revisión del alcance.	
Proceso de creación de gráficos de datos‡	10	Describa los métodos para representar gráficamente los datos de las fuentes de evidencia incluidas (por ejemplo, formularios calibrados o formularios que han sido probados por el equipo antes de su uso, y si la representación gráfica de los datos se realizó de forma independiente o por duplicado) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los investigadores.	
Elementos de datos	11	Enumere y defina todas las variables para las que se buscaron datos y todas las suposiciones y simplificaciones realizadas.	
Evaluación crítica de fuentes individuales de evidencia§	12	Si se hace, proporcione una justificación para realizar una evaluación crítica de las fuentes de evidencia incluidas; describa los métodos utilizados y cómo se utilizó esta información en cualquier síntesis de datos (si corresponde).	
Síntesis de resultados	13	Describa los métodos de manejo y resumen de los datos que se graficaron.	

SECCIÓN	ÍTEM LISTA DE VERIFICACIÓN DE ÍTEM PRISMA-ScR	REPORTADO EN LA PAGINA #
RESULTADOS		
Selección de fuentes de evidencia	14	Dar número de fuentes de evidencia examinadas, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, con motivos de exclusión en cada etapa, idealmente utilizando un diagrama de flujo.
Características de las fuentes de evidencia	15	Para cada fuente de evidencia, presente las características para las cuales se graficaron los datos y proporcione las citas.
Valoración crítica de las fuentes de evidencia	16	Si se hace, presente datos sobre la evaluación crítica de las fuentes de evidencia incluidas (ver punto 12).
Resultados de fuentes de evidencia individuales	17	Para cada fuente de evidencia incluida, presente los datos relevantes que se graficaron y que se relacionan con las preguntas y los objetivos de la revisión.
Síntesis de resultados 18		Resumir y/o presentar los resultados de los gráficos en relación con las preguntas y los objetivos de la revisión.
DISCUSIÓN		
Resumen de la evidencia	19	Resumir los resultados principales (incluyendo una descripción general de los conceptos, temas y tipos de evidencia disponibles), vincular a las preguntas y objetivos de la revisión, y considerar la relevancia para los grupos clave.
Limitaciones	20	Analice las limitaciones del proceso de revisión del alcance.
Conclusiones	21	Proporcionar una interpretación general de los resultados con respecto a las preguntas y objetivos de la revisión, así como las posibles implicaciones y/o próximos pasos.
FONDOS		
Fondos	22	Describa las fuentes de financiación de las fuentes de evidencia incluidas, así como las fuentes de financiación de la revisión de alcance. Describa el papel de los financiadores de la revisión de alcance.

Anexo 2: Términos Mesh

Población o Pacientes	Contexto o Terapia de intervención o novedosa o estudiarse	Concepto
<p>Término Mesh “Chronic pain” [MESH]</p> <p>_____</p> <p>Término Libre</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pain, Chronic ● Chronic Secondary Pain ● Pain, Chronic Secondary ● Secondary Pain, Chronic ● Chronic Primary Pain ● Pain, Chronic Primary ● Primary Pain, Chronic ● Widespread Chronic Pain ● Chronic Pain, Widespread 	<p>Término Mesh “virtual reality”[MESH]</p> <p>_____</p> <p>Término Libre</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Virtual Reality Immersion Therapy ● Virtual Reality Therapy ● Reality Therapies, Virtual ● Reality Therapy, Virtual ● Therapies, Virtual Reality ● Therapy, Virtual Reality ● Virtual Reality Therapies 	<p>Término Mesh</p> <p>"Physical and Rehabilitation Medicine"[Mesh]</p> <p>Término libre</p> <p>-Medicina Física</p> <p>-Fisiatría</p> <p>-Fisiatría</p> <p>-Medicina Física y Rehabilitación</p> <p>-Medicina Física</p>

<ul style="list-style-type: none"> ● Pain, Widespread Chronic <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ● “Chronic Pain”[Mesh] OR Pain, Chronic OR Chronic Secondary Pain OR Pain, Chronic Secondary OR Secondary Pain, Chronic OR Chronic Primary Pain OR Pain, Chronic Primary OR Primary Pain, Chronic OR Widespread Chronic Pain OR Chronic Pain, Widespread OR Pain, Widespread Chronic 	<hr/> <ul style="list-style-type: none"> ● “Virtual Reality”[MESH] OR Virtual Reality Immersion Therapy OR Virtual Reality Therapy OR Reality Therapies, Virtual OR Reality Therapy, Virtual OR Therapies, Virtual Reality OR Therapy, Virtual Reality OR Virtual Reality Therapies 	<hr/> <p>“Physical and Rehabilitation Medicine”[Mesh] OR Medicina Física OR Fisiatría OR Fisiatría OR Medicina Física y Rehabilitación OR Medicina Física</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anexo 3: Fuentes de búsqueda

PubMed	247 resultados
<u>Algoritmo de búsqueda:</u> ((((("Chronic Pain"[Mesh]) AND ("Virtual Reality"[Mesh] OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh])) AND "Low Back Pain"[Mesh])) OR "Neck Pain"[Mesh] Filtro aplicado: Filtro aplicado: Ensayos clínicos aleatorizados, adultos 18 - 65 años, 2019 - 2024 Fecha de la última búsqueda: 23 agosto del 2024	
Scopus	25 resultados
<u>Algoritmo de búsqueda:</u> "physical therapy" AND "virtual reality" AND "chronic pain" Filtro aplicado: Ensayos clínicos aleatorizados, adultos 18 - 65 años, 2019 - 2024 Fecha de la última búsqueda: 23 de agosto del 2024	
MEDLINE	62 resultados
<u>Algoritmo de búsqueda:</u> physical therapy.mp. or Physical Therapy Modalities/ AND chronic pain.mp. or Chronic Pain/ AND virtual reality.mp. or Virtual Reality/ Filtro aplicado: Ensayos clínicos aleatorizados, adultos 18 - 65 años, 2019 - 2024 Fecha de la última búsqueda: 24 de agosto del 2024	
Google Scholar	7 resultados
<u>Algoritmo de búsqueda:</u> allintitle: Low back pain virtual reality, exercises Fecha de la última búsqueda: 24 de agosto del 2024	

Anexo 4: Plantilla de extracción de datos

Autor y año	Titulo	Tipo de estudio	Nº de sujetos y edad	Intervención	Dispositivo y dosis de RV	Objetivos	Variables medidas	Instrumentos de medida	Tiempo de la intervención	Criterios de inclusión	Resultados	Valor P	Conclusiones
Zhicheng Li (2021)	El efecto del entrenamiento en realidad virtual sobre los ajustes posturales anticipados en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico: un estudio preliminar	Estudio prospectivo aleatorizado	18-40 años Total =34 Edad media =23,67	-Grupo de control motor, MCE: (N=12) terapia magnetotérmica convencional por 20 min + 30 min de ejercicios de control motor -Grupo control: (N=11) terapia magnetotérmica convencional por 20 min. -Grupo de	Se utilizó el juego "Fruit Ninja" mostrando en el sistema Kinect Xbox 360. Dosis: 6 sesiones x día, cada sesión 3min con un descanso de 2min.	Este estudio tiene como objetivo explorar los efectos del entrenamiento en realidad virtual (RV) sobre el control postural, medido por ajustes posturales anticipatorios y compensatorios (APA y CPA, respectivamente), en pacientes con dolor	Activación muscular	1. Electromiografía de superficie (sEMG)	2 semanas (10 sesiones)	Edad: 18 - 40 años, dolor lumbar persistente por más de 3 meses y sin síntomas referidos de dolor irradiado debajo de la rodilla.	Tiempo de activación del transverso abdominal: Valor pre: -100ms Valor post: 200ms.	P= 0.0001	La activación para el TrA post fue más rápida y para el MF fue un poco más lenta, sin embargo ambos valores fueron estadísticamente significativos.

				entrenamiento o realidad virtual, VR: (N=11) terapia magnetotérmica convencional por 20 min.+ juego de RV		lumbar crónico inespecífico (NCLBP) y el potencial mecanismo neuromuscular del entrenamiento en VR.							
Hatice Cetin (2022)	Ejercicios de realidad virtual y control motor para tratar el dolor de cuello crónico: un	ECA	18-65 años Total =34 Edad media =40,97	- Grupo de ejercicios de control motor, MC (n=17): Ejercicios de control motor 40min - Grupo de realidad virtual, VR (n=17): Ejercicios de control motor 20min + RV 20min	Gafas Oculus Go Vr	Comparar los efectos de los ejercicios de realidad virtual (VR) y control motor (MC).	Fuerza muscular	dinamómetro de mano digital (Lafayette Instrument Company)	6 semanas	Edad entre 18 - 65 años, dolor de cuello mínimo de 6 meses, puntuación inicial en NDI de al menos 20% y la región del cuello como zona de dolor principal.	Músculos flexores cervicales aumentaron una media de 9.76 N ± 6.06 y los extensores cervicales aumentaron una media de 11.68 N ± 4.47	P > 0.05	Se obtuvo un cambio dentro del grupo de RV más no fue significativo con los grupos comparadores.
Gopal	Efectos de los	Estu	18-25	-Grupo de	Pro-	El objetivo	Trofis	Resona	4	Jugadores	Psoas mayor:	P=0,001	Este estudio

<p>Nambi (2023)</p>	<p>ejercicios de realidad virtual versus los ejercicios isocinéticos en comparación con los ejercicios convencionales sobre los hallazgos de las imágenes y los cambios en los biomarcadores inflamatorios en jugadores de fútbol con dolor lumbar inespecífico: Un ensayo controlado aleatorio</p>	<p>dio prospectivo aleatorizado</p>	<p>años Total =60 Edad media =22,9</p>	<p>kinesioterapia isocinética, IKE: (N=20): Movimientos angulares de 45, 60 y 90/s 10 repeticiones por 3 series, 30 seg de descanso y 6'seg de descanso cada ritmo - Grupo ejercicios de realidad virtual, VRE: (N=20) Juego de realidad virtual + ejercicios de fuerza en tronco - Grupo de ejercicio</p>	<p>Kin, Technobody,</p>	<p>de este ensayo fue investigar los hallazgos de imágenes y los cambios de biomarcadores inflamatorios en jugadores de fútbol con dolor lumbar crónico inespecífico después de participar en ejercicio virtual, ejercicio isocinético y ejercicio convencional .</p>	<p>mo muscular</p>	<p>ncia magnética y ultrasonido</p>	<p>semanas</p>	<p>de futbol de 18 a 25 años, dolor lumbar crónico inespecífico durante tres o más meses y puntuación de dolor entre 4 y 8 en una escala analógica visual.</p>	<p>R: 8.6cm² ± 0.4 a 9.5 cm² ± 0.3 L:7.9 cm² ± 0.5 a 9.5 cm² ± 0.4 Cuadrado lumbar: R:4.6cm² ± 0.3 a 5.8 cm² ± 0.3 L: 4.7 cm² ± 0.6 a 6.5 cm² ±0.3 Multífido: R: 5.6 cm² ± 0.6 a 7.1 cm² ± 0.5 L: 5.5 cm² ± 0.5 a 6.8 cm² ± 0.4 Erector de la columna: R: 16.2 cm² ± 0.9 a 17.5cm² ± 0.5 L: 16.4 cm² ± 1.3 a 17.7 cm² ± 0.7</p>		<p>manifiesta que se obtuvieron mejoras significativas en el grupo de RV frente a otras intervenciones fisioterapéuticas en especial en el área de sección transversal y el grosor muscular.</p>
----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	-------------------------------------	----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				convencional: (N=20): Ejercicios de equilibrio 3 repeticiones de 15 seg cada imp									
Gopal Nambi (2020)	Efectos radiológicos (imagen de resonancia magnética y ultrasonido) y bioquímicos del entrenamiento o con realidad virtual en el entrenamiento o del equilibrio en jugadores de fútbol con dolor lumbar crónico: un estudio controlado aleatorio	ECA	18-25 años Total =36 Edad media =21,3	-Grupo de realidad virtual: (N=12) entrenamiento de equilibrio en RV -Grupo de rehabilitación combinada: (N=12) entrenamiento de equilibrio en pelota suiza -Grupo control: (N=12) entrenamiento de	sistema ProKin (PK 252, N Tecno Body, Italia) - Dosis: 30 minutos x 1 sesión, 5 días a la semana x 4 semanas	Encontrar los efectos radiológicos y bioquímicos del entrenamiento o con realidad virtual en futbolistas con dolor lumbar crónico.	Trofismo muscular	Resonancia magnética y ultrasonido	4 semanas	Jugadores de fútbol de 18 a 25 años, dolor lumbar crónico inespecífico durante tres o más meses y puntuación de dolor entre 4 y 8 en una escala analógica visual.	Psoas mayor: R: 8,6 cm ² ± 0.6 a 10,8 cm ² ± 0.8 L: 8.4 cm ² ± 0.5 a 10.6 cm ² ± 0.5 Cuadrado lumbar: R: 4.8 cm ² ± 0.6 a 6,8 cm ² ± 0.4 L: 4.7 cm ² ± 0.5 a 6.9 cm ² ± 0.5 Multífido: R: 5,2 cm ² ± 0.6 a 7,5 cm ² ± 0.5 L: 5.3 cm ² ± 0.5 a 7.6 cm ² ± 0.4 Erector de la columna: R: 16.5 cm ² ± 0.5 a 18.9cm ² ± 0.8	P≤0,001	Se obtuvieron mejoras significativas luego de 4 semanas en especial para el grupo de RV sobre los demás grupos intervenidos.

				equilibrio convencional							L: 16.4 cm ² ± 0.3 a 18.8 cm ² ± 0.6		
Marina Nusser (2021)	Efectos del entrenamiento sensoriomotor específico del cuello basado en realidad virtual en pacientes con dolor de cuello crónico: Un ensayo piloto controlado aleatorizado	ECA	18 años a más Total =51 Edad media =51,3	-Grupo control, GC: (N=18) programa de rehabilitación estándar - Grupo de entrenamiento sensoriomotor, MGS: (N=16) programa de rehabilitación estándar + 120 minutos de entrenamiento sensoriomotor general - Grupo realidad virtual, RGV:	realidad virtual modificado (Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung, Darmstadt, Alemania) - Dosis: 6 sesiones de 20 minutos	Evaluar los efectos del entrenamiento sensoriomotor específico del cuello utilizando un dispositivo de realidad virtual en comparación con dos programas de rehabilitación estándar: con y sin entrenamiento sensoriomotor general, en pacientes con dolor de cuello	ROM	El ACROM se determinó utilizando el dispositivo VR	3 semanas	Adultos de 18 años a más, dolor cervical crónico no traumático de más de 3 meses, no haber tomado analgésicos ni relajantes musculares durante 24 horas anteriores a las pruebas.	Flexión cervical: de 40.9° ± 14.6 a 48.5° ± 13.3 Extensión cervical: de 35.4° ± 12.8 a 44.6° ± 12.9 Rotación izquierda: de 57.4° ± 12.8 a 65.2° ± 15	P<0.005	Se demostró que fue significativo el grupo de RV frente a grupo control y grupo sensoriomotor, especialmente el rango de movimiento cervical activo en extensión.

				(N=17) programa de rehabilitación estándar + 120 minutos de entrenamiento sensoriomotor específico de cuello		crónico no traumático.							
Kamel M. (2023)	Función de los músculos multífidos lumbares en pacientes con dolor lumbar: realidad virtual versus estabilización Ejercicios	ECA, doble ciego	30-50 años Total =60 Edad media =42,9	-Grupo control: (N=20) entrenamiento tradicional para músculos abdominales -Grupo de entrenamiento de estabilización central, STG: (N=20) Ejercicios de estabilización central -	Dispositivo de RV (WI) juego de disparos por 30 minutos	El propósito del presente estudio es investigar la eficacia de la realidad virtual versus ejercicios de estabilización sobre la función del músculo multífido lumbar entre pacientes con dolor lumbar.	ROM	Precisión de la medición del reposicionamiento lumbar	6 semanas	Edad entre 30 y 50 años, dolor lumbar persistente por más de tres meses y escala visual analógica entre 4 y 8.	Angulación de la curvatura lumbar: de 7.51° a 4,98°	P=0.001	Combinar ejercicios de estabilidad y realidad virtual sí es estadísticamente significativo ya que se observó que obtuvieron una mejor capacidad de realineación lumbar y de esta manera

				Grupo realidad virtual, VRG: (N=20) ejercicios de equilibrio para fortalecer sus músculos centrales y aumentar su estabilidad									mejoró el ROM.
Waqar Afzal (2023)	Efectos de los ejercicios de realidad virtual sobre el dolor lumbar crónico: estudio cuasiexperimental	Estudio cuasiexperimental	25-50 años Total =40 Edad media =37,85	-Reflex ridge (N=10): Se realizará movimientos de flexión lumbar lateral, movimiento lumbar con elevación de hombros, sentarse y saltar -Body ball (N=10): Se realizará	Kinect Xbox 360°	Este estudio tuvo como objetivo comparar los efectos de los juegos de realidad virtual sobre el dolor lumbar crónico.	ROM	Se utilizó un inclinómetro basado en la gravedad en posición de pie.	8 sesiones	Edad entre 25 y 50 años, dolor lumbar que duró más de 12 semanas, dolor no irradiado.	Flexión lumbar: 37.20° ± 3.42 a 46.30° ± 1.95 Extensión lumbar: 7.90° ± 1.37 a 13.50° ± 0.85 Inclinación lateral derecha: 13.50° ± 1.96 a 19.5° ± 3.57 Inclinación lateral izquierda: 14.60° ± 1.35 a 18.80° ± 1.32	P<0.001	Ambos juegos de realidad virtual tuvieron efectos significativos en la mejora del ROM lumbar, pero se descubrió que una combinación de los

				movimientos de brazos y piernas para golpear la pelota -2 juegos (R + B) + ejercicios de espalda (N=10): -2 juegos sin ejercicios de espalda (N = 10)									juegos junto con ejercicios de fortalecimiento eran más efectivos.
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------

Maaik e Kragti nga (2024)	¿Tener un enfoque externo en realidad virtual inmersiva aumenta el rango de movimiento en personas con dolor de cuello?	ECA con diseño cruzado	18-65 años Total =54 Edad media =37	-Grupo de intervención: (N =54) Ejercicios de movilidad de cuello dentro de un enfoque externo e interno de RV	Gafas Oculus Go Vr - Dosis: Enfoque externo (90seg para conseguir el objetivo) / Enfoque interno (90seg para realizar las tareas)	investigar el efecto de una tarea de enfoque externo (EFT) e interno (IFT) en un entorno de realidad virtual sobre el rango de movimiento cervical máximo en personas con dolor de cuello	ROM	Se utilizó Oculus Rift para medir el rango de movimiento	No mención	Edad entre 18 y 65 años, dolor de cuello grado I y II por más de tres meses.	Rotación cervical con EE: 162.1 Rotación cervical con EI: 135.6° Flexo-extensión con EI: 100.4° Flexo-extensión con EE: 108.6°	P<0.001 P=0.018	Si es estadísticamente significativo en rotación cervical con una diferencia de 26.4° entre cada uno. Si es estadísticamente significativo en flexo-extensión con 8.2° de diferencia entre cada
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	-------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	----------------------------------------------------------	------------	------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Gopal Nambi (2020)</p>	<p>Efectos comparativos del entrenamiento o isocinético y el entrenamiento o en realidad virtual sobre el rendimiento deportivo en jugadores de fútbol universitarios con dolor lumbar crónico, aleatorizado Estudio controlado</p>	<p>ECA</p>	<p>18 - 25 años Total =45 Edad media = 20.70</p>	<p>Grupo de entrenamiento isocinético, IKT-G: (N=15) calentamiento de 5min + estiramientos + ejercicios dentro de un dinamómetro isocinético. 5 veces a la semana - Grupo de entrenamiento virtual VRT-G: (N=15) entrenamiento de equilibrio virtual</p>	<p>(sistema ProKin PK 252 N Technobody, módulo pélvico de equilibrio del tronco MF, Italia) - Dosis: 30 minutos por sesión durante 5 días a la semana</p>	<p>Encontrar y comparar los efectos del entrenamiento o isocinético y el entrenamiento o de realidad virtual en el rendimiento deportivo en jugadores de fútbol universitarios con dolor lumbar crónico</p>	<p>Rendimiento muscular</p>	<p>Rendimiento en el sprint de 40 m - Sprint de 4 x 5m - Carrera de ida y vuelta submáxima - Salto con contramovimiento - Salto en cuclillas</p>	<p>4 semanas</p>	<p>Jugadores de fútbol de 18 a 25 años, dolor lumbar crónico inespecífico durante tres o más meses y puntuación de dolor entre 4 y 8 en una escala analógica visual.</p>	<p>Prueba 40m: pre: 15.48s ± 0.3 post: 8.12s ± 0.2</p> <p>Prueba de 4x5m: pre: 23.92s ± 1.6 post: 15.12s ± 0.5</p> <p>Salto con contramovimiento: pre: 21.52cm ± 2.3 post: 32.45cm ± 2.5</p> <p>Salto en cuclillas: pre: 17.52 ± 2.5 post: 28.45cm ± 1.5</p>	<p>P ≤ 0,001</p>	<p>Las pruebas de campo fueron estadísticamente significativas frente a los otros grupos comparadores.</p>
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	----------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

