

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**EFICACIA DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA EN
PACIENTES CON DOLOR CERVICAL: REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA**

AUTOR: SAURA RODRÍGUEZ, ALBERTO

TUTOR: HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, SERGIO

Departamento de: Patología y Cirugía. Área de
Fisioterapia.

Curso académico: 2022-2023

Convocatoria de: Junio.

Índice

1. Resumen	1
2. Abstract	2
3. Introducción	3
4. Objetivos	5
<i>General</i>	5
<i>Específicos</i>	5
5. Material y Métodos	6
<i>Diseño</i>	6
<i>Estrategia de búsqueda</i>	6
<i>Criterios de selección</i>	6
<i>Criterios de inclusión:</i>	7
<i>Selección de artículos</i>	7
6. Resultados	9
<i>Calidad metodológica</i>	9
<i>Intervención</i>	10
<i>Medidas de resultados</i>	11
<i>Efectos secundarios</i>	12
7. Discusión	13
<i>Implicaciones clínicas</i>	16
<i>Fortalezas y limitaciones</i>	17
<i>Perspectivas de futuro</i>	17
8. Conclusiones	18

9. Anexo de figuras y tablas	19
<i>FIGURA 1.- Diagrama de flujo PRISMA.</i>	19
<i>FIGURA 2.- Diagrama de sobre los tipos de intervención de los estudios incluidos en la revisión.</i>	20
<i>FIGURA 3.- Diagrama de sectores sobre la duración de las intervenciones.</i>	21
<i>FIGURA 4.- Diagrama de sectores sobre la cantidad de sesiones a la semana de RVI.</i>	22
<i>FIGURA 5.- Diagrama de barras acerca de la duración de las sesiones de RVI.</i>	23
<i>FIGURA 6.- Diagrama de barras sobre las medidas de resultados según el número de estudios que las emplea.</i>	24
<i>FIGURA 7.- Diagrama de sectores sobre los períodos de medición y seguimiento.</i>	25
<i>TABLA 1.- Detalles de la estrategia y ecuaciones de búsqueda.....</i>	26
<i>TABLA 2.- Análisis y síntesis de la información de los artículos incluidos en la revisión.</i>	28
<i>TABLA 3.- Análisis de la calidad metodológica de los artículos incluidos en la revisión mediante la escala PEDro.</i>	37
10. Referencias bibliográficas.....	39

Índice de abreviaturas

- **ACROM** = Active Cervical Range of Motion
- **EQ-5D** = European Quality of Life-5 Dimensions
- **EVA** = Escala Visual Analógica
- **FABQ** = Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire
- **FNAP** = Flight-Associated Neck Pain,
- **GPE** = Escala de Percepción Global de Cambio
- **HADS** = Escala de Ansiedad y Depresión Hospitalaria
- **JPSEs** = Joint Position Sense Error Test with Laser
- **NDI** = Neck Disability Index
- **NRS** = Numeric Rating Scale
- **PASS-20** = Pain Anxiety Symptoms Scale-20 – Escala
- **PCS** = Pain Catastrophizing Scale
- **PPT** = Pain Pressure Threshold
- **ProFitMap-neck** = The Profile Fitness Mapping Neck Questionnaire
- **ROM** = Range of Motion
- **RV** = Realidad Virtual
- **RVI** = Realidad Virtual Inmersiva
- **RVNI** = Realidad Virtual No Inmersiva
- **SF-36** = Cuestionario de Salud General
- **SLS** = Single Leg Stance
- **TSK** = Escala Tampa de Kinesiophobia

1. Resumen

Introducción: El dolor cervical es la cuarta patología más incapacitante además de afectar a una media del 23% de la población. El ejercicio, la terapia manual y la educación son herramientas clave en su manejo. La RVI está empezando a ser muy utilizada en el ámbito clínico, respaldada por evidencia científica, a excepción de en sujetos con dolor cervical, en los que no se han revisado aún sus efectos.

Objetivos: Analizar la bibliografía actual respecto a los efectos de la RVI en personas con dolor cervical, así como describir los cambios en las principales variables clínicas.

Material y métodos: Búsqueda electrónica de ensayos clínicos aleatorizados en las bases de datos: PubMed, Scopus, Embase, Web of Science con una fecha de publicación de entre el 01/01/2010 y el 01/04/2023.

Resultados: 8 artículos han sido incluidos en la revisión bibliográfica. 4 estudios compararon la RVI y el ejercicio frente al ejercicio aislado. 2 estudios compararon la RVI al ejercicio. Un solo estudio comparó la RVI al descanso y otro la comparó con dos grupos: uno descansó y el otro hizo ejercicio. Las variables más medidas fueron: dolor, invalidez cervical, ROM y kinesiophobia.

Conclusiones: Existe evidencia moderada de que la RVI tiene efectos positivos y podría ser más efectiva que el ejercicio convencional en alguna variable, pero su combinación podría ser aún más efectiva. Sin embargo, hay evidencia limitada para determinar protocolos de rehabilitación mediante RVI y los efectos secundarios de esta intervención.

Palabras clave: Dolor cervical; Fisioterapia; Realidad virtual inmersiva.

2. Abstract

Introduction: Cervical pain is the fourth most disabling pathology in addition to affecting an average of 23% of the population. Exercise, manual therapy and education are key tools in its management. IVR is beginning to be widely used in the clinical setting, with strong scientific evidence, but in populations such as people with neck pain its effects have not yet been studied.

Objectives: To analyse the current literature on the effects of IVR in people with neck pain, as well as to describe the changes in main clinical variables.

Material and methods: Electronic search of randomised clinical trials in the databases: PubMed, Scopus, Embase, Web of Science with a publication date between 01/01/2010 and 01/04/2023.

Results: 8 articles have finally been included in the literature review. 4 studies compared IVR and exercise versus exercise alone. 2 studies compared IVR to exercise. A single study compared IVR to rest and another compared it with two groups: one resting and the other exercising. The variables most commonly taken were: pain, cervical disability, ROM and kinesiophobia.

Conclusions: There is moderate evidence that IVR has positive effects, that as an isolated intervention it may be more effective than conventional exercise, especially on some of the variables and that in combination with conventional exercise it may be even more effective. However, there is limited evidence to determine rehabilitation protocols using IVR and the side effects of this intervention.

Keywords: Neck pain; Physiotherapy; Immersive virtual reality.

3. Introducción

El dolor es la principal causa de discapacidad a nivel mundial (1). El dolor cervical es la cuarta patología más incapacitante, por detrás de la artrosis, el dolor lumbar y la depresión (2). La prevalencia de dolor cervical es de entre 0,4 y 87% con una media de un 23% (3). Respecto a la incidencia anual, ésta es de entre 10 y 21% (3).

Se trata de una entidad multifactorial. La evidencia más reciente sugiere que podrían tener más posibilidades de sufrir dolor cervical las mujeres con un índice de masa corporal alto, con episodios anteriores de dolor cervical, mal estado psicológico, trabajo estático, sedentarias e insatisfechas a nivel laboral, personal y social (3, 4, 5, 6).

En cuanto al pronóstico, el dolor cervical agudo (<6 semanas) suele resolverse en cuestión del primer o segundo mes (7). En los casos subagudos (6 semanas – 3 meses) y crónicos (>3-6 meses) así como los dolores que superan el 4 en la EVA, tienen una gran probabilidad de cronificarse (8). De esta forma, entre el 50-85% de las personas que sufren dolor cervical volverán a tener episodios en 1-5 años, ya sea continuo o de forma recurrente. (3, 9).

Las personas con este problema sufren una serie de disfunciones sensoriomotoras como son pérdida de rango articular cervical, sensación dolorosa, aumento de la kinesiofobia y descenso del umbral de dolor por presión (10, 11). Asimismo, la literatura apunta a que las personas con mayor dolor, miedo al movimiento o puntuación del NDI, poseen una mayor alteración en la cinemática del raquis cervical, afectando al rango articular, la velocidad media y pico y la fluidez del movimiento (12).

Además de los problemas que entraña en el ámbito físico, también supone una importante carga psicológica (13) y socioeconómica (3, 14).

Los problemas mecánicos que genera el dolor cervical son tratados frecuentemente de forma conservadora mediante fármacos y fisioterapia (15). Las intervenciones con mayor evidencia científica para tratar el dolor cervical son la terapia manual, el ejercicio, la educación y los agentes físicos (9).

En este sentido, el ejercicio terapéutico y el movimiento son unas de las grandes herramientas de la fisioterapia para reducir el dolor y mejorar la función cervical a corto, medio y largo plazo (16, 17, 18).

Recientemente, la RVI está siendo utilizada como una intervención para favorecer la realización de programas de ejercicio terapéutico y aumentar la adherencia del paciente (19). Su uso favorece la implicación del paciente en el desarrollo de los ejercicios debido a su capacidad para la encarnación del cuerpo humano en un entorno virtual (embodiment) junto al foco externo o distracción, lo que le confiere un potencial para trabajar el ejercicio terapéutico controlado (20).

Estudios actuales respaldan su efecto en casos de dolor agudo (21, 22,23) y crónico (23, 24). Por otra parte, las revisiones sistemáticas de efectos de la RVI en el dolor lumbar (25) y en dolor raquídeo en general (26) apuntan a que esta intervención puede ser de gran ayuda en personas con problemas biomecánicos y algícos en el raquis.

Dado que hasta donde sabemos no existe una revisión de la literatura sobre los efectos de la RVI en trastornos mecánicos de la columna cervical, se plantea este trabajo con el objetivo de analizar los posibles efectos del uso de la RVI en esta población.



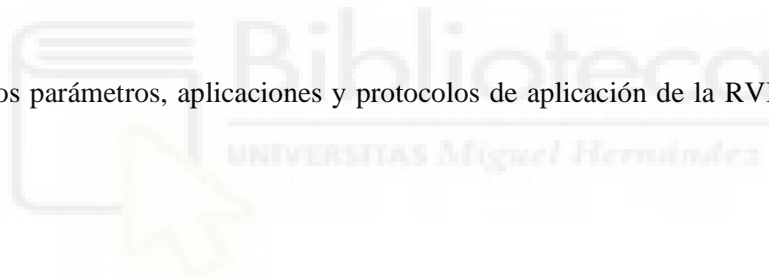
4. Objetivos

General

- Analizar la bibliografía actual respecto a los efectos de la RVI en sujetos con dolor cervical.

Específicos

- Describir los cambios en variables clínicas que acontecen con el uso de RVI en pacientes con dolor mecánico de cuello.
- Evaluar la calidad metodológica de la evidencia actual respecto al tratamiento de dolor cervical mediante RVI.
- Describir los posibles efectos adversos de la RVI en pacientes con dolor cervical.
- Destacar las ventajas que posee la RVI frente al ejercicio convencional en pacientes con dolor cervical.
- Resumir los parámetros, aplicaciones y protocolos de aplicación de la RVI aplicada en dolor cervical.



5. Material y Métodos

Diseño

Revisión bibliográfica narrativa, cuyo protocolo ha sido aprobado por el comité ético de investigación responsable de la Universidad Miguel Hernández (UMH) con el código (COIR) número: 230122091049.

Para su realización, se han seguido las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (27).

Estrategia de búsqueda

Tras búsquedas preliminares exploratorias, se realizó una búsqueda electrónica el 1 de abril de 2023 en 4 bases de datos: PubMed, Scopus, Embase y Web of Science.

Las palabras clave empleadas en la búsqueda han sido: “Neck”, “Neck pain” y “virtual reality”. Estas palabras incluidas en MeSH han sido enlazadas con los operadores booleanos “AND” y “OR”. El término “immersive” no ha sido incluido con el fin de no acotar la búsqueda y perder algún artículo. La ecuación de búsqueda utilizada general ha sido: (("Neck" OR ("Neck Pain")) AND (("Virtual Reality") OR ("Virtual Reality Exposure Therapy") OR ("Exergaming"))), aunque la ecuación de búsqueda se ha adaptado ligeramente según la base de datos.

La estrategia de búsqueda detallada puede ser vista en la [Tabla 1](#).

Criterios de selección

Para establecer los criterios de selección se han seguido los principios PICO (población, intervención, comparación y objetivo).

Criterios de inclusión:

- Ensayos clínicos aleatorizados sin restricciones de raza, ni género ni edad.
- Población con dolor cervical específico e inespecífico susceptible a tratamiento fisioterápico.
- Fecha de publicación de los artículos entre 01/01/2010 y 01/04/2023.
- Intervención experimental con RVI.
- Estudios publicados en inglés o en español.
- Estudios con una puntuación en la escala PEDro superior a 4 puntos.
- Todos aquellos estudios que comparan la RVI con ejercicio terapéutico o estudios que comparen RVI con otras intervenciones también han sido aceptados. Se ha tenido en cuenta que los estudios cuenten con medidas de dolor, balance articular cervical, fuerza cervical, kinesiofobia, catastrofismo, autoeficacia, funcionalidad y/odiscapacidad.

Por otra parte, se han excluido los estudios cuya intervención consistía en RVNI. Tampoco se han admitido aquellos en los que la población padecía patología neurológica, sistémica, oncológica, cardíaca, respiratoria, reumática, metabólica etc. También se han descartado aquellos estudios cuyos pacientes sufrían vértigos, mareos y/o problemas vestibulares. Además, aquellos estudios que han incorporado personas con dolor cervical post-quirúrgico o post-traumático (fracturas, luxaciones y mecanismos whiplash) de menos de 3 años tampoco han sido incluidos. Otros estudios descartados han sido aquellos en los que la RVI era empleada como método de aprendizaje y entrenamiento para cirugías en estudiantes de medicina.

Selección de artículos

Tras la búsqueda se ha incluido un artículo proveniente de otra fuente, en concreto de *Research Gate*. En ella se ha hecho una búsqueda a grandes rasgos y este ha sido el único estudio encontrado no repetido que cumple los criterios de inclusión. Este artículo no está catalogado en las bases de datos analizadas ya que está publicado en una revista no indexada en ellas.

De esta forma, los títulos de los artículos obtenidos fueron leídos cuidadosamente con el fin de descartar los duplicados y los que no cumplían los criterios de inclusión.

Después de este primer filtrado, los artículos admitidos fueron sometidos a una lectura crítica de los resúmenes con el fin de verificar si cumplían los criterios de inclusión y exclusión y eran adecuados para su análisis.

Tras la descartar los estudios cuyos resúmenes no cumplían los criterios de selección, los artículos restantes fueron sometidos a una lectura de los textos completos con el fin de comprobar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.

Por último, los artículos seleccionados para la revisión fueron evaluados metodológicamente mediante la escala PEDro, con el fin de no incluir ensayos clínicos aleatorizados con una puntuación inferior a cuatro.



6. Resultados

Tras la búsqueda bibliográfica, 188 estudios fueron susceptibles de ser incluidos en la revisión. No obstante, tras descartar los duplicados, aplicar los criterios de inclusión y exclusión y ver la calidad metodológica, los artículos incluidos finalmente en la revisión bibliográfica han sido 8. La mayoría procedentes de las bases de datos de PubMed, Scopus, Embase y Web Of Science (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34) a excepción de uno, recuperado de Research Gate (35). Los procesos de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión se detallan en el diagrama de flujo PRISMA ([Figura 1](#)) y en la [Tabla 1](#).

Toda la información extraída de los 8 artículos analizados se resume en la [Tabla 2](#).

Calidad metodológica

Respecto a la calidad metodológica de los estudios revisados, 7 de los artículos incluidos tienen una calidad metodológica buena (puntuación 6-8 en la escala PEDro) (29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) y solamente uno tiene una calidad metodológica regular (puntuación 4-5 en la escala PEDro) (28). Se alcanza un promedio de cumplimiento del 65% en los ítems de la escala PEDro ([Tabla 3](#)). Ningún estudio fue capaz de cegar ni a los terapeutas ni a los sujetos. No obstante, 5 estudios (30, 31, 33, 34, 35) fueron capaces de cegar a los evaluadores de los resultados principales, pero solo tres (31, 32, 33) fueron capaces de enmascarar la asignación. También, todos los estudios obtuvieron una aprobación ética.

En cuanto al tamaño muestral, los estudios incluyeron muestras de entre 32 y 90 sujetos. Con ello, un total de 400 personas con dolor cervical fueron incluidas en esta revisión.

En un 75% de los estudios se trabajó con una población de una edad comprendida entre los 18 y los 65 años y con personas cuyo dolor cervical crónico era superior a tres meses de evolución (28, 29, 30, 31, 32, 34). Estos estudios reclutaron a personas con dichas características sin importar su situación, tanto personas activas como paradas, jubiladas o sin especificar.

Por otra parte, el estudio de Sarig-Bahat (33) es el único que incluyó a pilotos de guerra con FNAP agudo, subagudo y crónico. Además, es el único estudio que incluyó a sujetos con irradiación hacia los

miembros superiores. Por último, un artículo incluyó a personas diagnosticadas con espondilosis cervical con dolor subagudo y crónico mayores de 30 años (35).

En cuanto a criterios de selección, hubo cuatro estudios (28, 31, 32, 33) que optaron por establecer puntuaciones mínimas en la EVA y/o en el NDI como criterios de inclusión en sus ensayos.

Intervención

En cuanto a las intervenciones, el 50% de los estudios han usado la RVI aislada como intervención principal del grupo experimental (30, 32, 33, 34). La otra mitad de los estudios (28, 29, 31, 35) utilizaron la RVI junto a ejercicio terapéutico dentro del grupo experimental (Figura 2. Diagrama de sectores sobre los tipos de intervención).

En cuanto a los dispositivos/hardware de RVI utilizado para llevar a cabo la intervención, dos estudios (32,33) emplearon las Oculus Rift DK1 y otros dos (34, 35) emplearon dispositivos VR Box Play. El resto de estudios utilizó dispositivos diferentes, entre ellos: Oculus Go VR, Wrap 1200 VR, Head Mouse Extreme y 5DT HMD 800-26VR (28, 29, 30, 31).

Respecto al software, tres estudios (28, 34, 35) utilizaron aplicaciones disponibles para cualquier dispositivo móvil, éstas son: Ocean Rift, Gala 360, VR bike-real world racing, Fulldive VR y VR Ocean Aquarium 3D. Pero el resto (29, 30, 31, 32, 33), utilizaron aplicaciones o software propios y no disponibles para el público de momento.

Las intervenciones reportadas han tenido una duración media de 28 días, yendo desde 3 días (35) hasta las 6 semanas (28, 31), aunque en los estudios de Sarig-Bahat (31,32) los participantes fueron motivados para seguir hasta los 3 meses por su cuenta. La duración de las intervenciones puede ser vista en la Figura 3.

En cuanto a la dosificación, la Figura 4 muestra en un diagrama de sectores la cantidad de sesiones de RVI por semana de los estudios incluidos en esta revisión.

Respecto a la duración de las sesiones de los grupos de RVI, todos los estudios reportaron la duración de la intervención de RVI excepto uno (34), que trabajó por series y repeticiones. La duración media de

las sesiones de RV ha sido de 16,6 minutos. En la Figura 5 se muestra la duración de las sesiones de RVI.

Respecto a la comparación de los efectos de la RV, el 75% de los estudios (28, 29, 30, 31, 34, 35) comparó el grupo experimental, cuya intervención principal fue la RV, a grupos control cuya intervención fue el seguimiento programas de rehabilitación convencional basados en ejercicios de control motor, ejercicios con láser, terapia manual, hidroterapia, etc. Así, solo un 25% de los estudios (32,33) utilizó grupos control en situación de reposo con el fin de evaluar el placebo y el curso natural del dolor cervical. Por último, dos estudios (29, 32) fueron los únicos en comparar el grupo experimental de RV a dos grupos. Nusser (29), diferenciaron entre diferentes tipos de ejercicios y Sarig-Bahat (32) diferenciaron entre ejercicio mediante láser y reposo.

En cuanto a la modalidad de la intervención, el 62,5% de los estudios (28, 29, 30, 34, 35) trabajó con los grupos de forma presencial, es decir, supervisada y monitorizada. A diferencia del otro 37,5% (31, 32, 33), que trabajó a distancia, en casa tras una primera sesión de educación y adaptación a las intervenciones.

Medidas de resultados

Todos los estudios incluyeron una estimación de la intensidad del dolor: el 75% de ellos (28, 30, 31, 32, 33, 34) lo hizo mediante la EVA y el 25% restante (29, 35) lo hizo con la NRS.

Además, 7 de 8 estudios midieron el ROM. Cinco estudios lo hicieron con sus dispositivos y su software de RV (28, 29, 31, 32, 33) y los otros dos lo hicieron mediante goniometría (34, 35). Destacar que en 3 trabajos se midió con las gafas de RV la velocidad de movimiento cervical y la precisión además del ROM (31, 32, 33).

A su vez, también un 87,5% de los estudios midió la invalidez debida al dolor cervical mediante el NDI (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34).

Por otra parte, solamente el 50% de los estudios midió el miedo al movimiento con la TSK (31, 32, 34, 35).

Dos estudios midieron el equilibrio: Sarig-Bahat (31) midieron el equilibrio estático con una plataforma y software propio y el equilibrio dinámico mediante el SLS y el Step Test. Por otro lado, Rezaei (30) midieron solamente el equilibrio dinámico mediante el Y-Balance Test.

Otros dos estudios midieron la fuerza cervical isométrica mediante dinamometría (28, 33).

Dos estudios más (32, 33), midieron la autopercepción de salud mediante el EQ-5D.

Otros dos (28, 34) midieron los PPT mediante un algómetro.

Y dos estudios (31, 32) midieron la mejora global percibida mediante la GPE.

Por último, hubo medidas que únicamente se dieron en estudios aislados. Sarig-Bahat (31) midieron la satisfacción de la terapia. Tejera (34) fueron los únicos en incluir las variables de modulación condicionada del dolor y sumación temporal con algómetro, el catastrofismo mediante la PCS, la ansiedad y miedo relacionada al dolor mediante la PASS-20 y las creencias de evitación del miedo mediante el FABQ. Por último, Cetin (28) midieron, a diferencia del resto de estudios, la estabilidad cervical mediante la prueba propioceptiva JPSEs, los síntomas y las limitaciones cervicales mediante el ProFitMap-neck, la ansiedad y/o depresión de los pacientes con la HADS y la calidad de vida y estado de salud mediante el SF-36. Todas las mediciones en función del número de artículos que las emplean se encuentra en la [Figura 6](#).

En cuanto a los tiempos de toma de mediciones, pueden ser vistos en la [Figura 7](#).

Efectos secundarios

Tres de los ocho estudios reportaron efectos secundarios con el uso de la RVI y que son principalmente: dolores o mareos debido al uso o al peso de las gafas de RV (9 sujetos) (29, 31, 32).

7. Discusión

El objetivo principal de este trabajo de revisión bibliográfica ha sido analizar la literatura científica actual respecto a los efectos de la RVI en sujetos con dolor cervical. Para ello, ocho estudios han sido incluidos en la revisión y sus resultados sugieren que la RVI tiene la capacidad de provocar mejoras significativas en variables como la intensidad del dolor, el miedo al movimiento, el ROM, la cinemática cervical, la funcionalidad y la propiocepción a corto, medio y largo plazo.

Todos los estudios revisados, han incluido la RV como intervención experimental y la han comparado con ejercicio terapéutico, a excepción de los estudios de Sarig-Bahat (33), que la compararon con un grupo control en reposo. Cabe decir, que, en todos los estudios, como era de esperar debido a las adaptaciones del ejercicio y el movimiento (36), tanto los grupos de RV como los grupos con ejercicio, han experimentado mejoras estadísticamente significativas en diferentes variables.

Cuatro estudios compararon grupos que entrenaron con RVI y ejercicio a grupos que solamente entrenaron con ejercicio. En los estudios de Cetin (28) y Mukherjee (35) el grupo de control realizó ejercicios de control motor, fuerza y estiramientos mientras el grupo experimental hizo esos mismos ejercicios más el uso de RVI. En ambos, tanto el tiempo de intervención como la dosificación fueron diferentes, pero ambos encontraron diferencias significativas a corto plazo a favor del grupo de RV. Estas mejoras fueron en el test JPSEs, los PPTs cervicales, las limitaciones en el ProFitMap-Neck y en kinesiofobia. En los estudios de Nusser (29) el grupo control realizó ejercicios de control motor, fuerza, relajación, en el agua, de escuela de espalda, tomaron medicación y recibieron educación y terapia manual. El grupo intervención recibió ese mismo tratamiento sumado a la inmersión con RV. Al igual que Cetin (28) y Mukherjee (35) encontraron diferencias significativas a favor de la RVI a corto plazo en dolor y ROM. Por último, Sarig-Bahat (31), incluyó en su grupo control el entrenamiento de control motor con láser. El grupo intervención entrenó con láser y RVI. De esta forma, encontraron diferencias significativas a favor del grupo de RVI en ROM a corto plazo y en la escala GPE a largo. Además, fue el único estudio en encontrar diferencias significativas a favor del grupo control en velocidad de movimiento cervical a corto plazo y ROM en rotaciones a largo.

Por otra parte, ha habido dos estudios que han comparado un grupo de entrenamiento mediante RVI a un grupo que realizó ejercicio. Por su parte, el grupo control en el estudio de Tejera (34), realizó movimientos activos de cuello en todos los planos mientras el grupo experimental entrenó con RVI mediante con dos aplicaciones móvil. Hallaron diferencias significativas a corto, medio y largo plazo dentro de los dos grupos. No obstante, solo hubo una única diferencia significativa entre grupos a favor del grupo de RVI a largo plazo y fue en la variable de miedo al movimiento. Por otro lado, Razaei (30) fueron los únicos en incorporar entrenamiento basado en el complejo ojo-cabeza-cuello en el grupo control además de ejercicio propioceptivo con láser. Encontraron diferencias significativas también a favor también del grupo de RVI a corto y medio plazo en dolor e invalidez cervical.

Sarig-Bahat (32) compararon un grupo intervención de RVI con dos grupos: uno realizó ejercicios cervicales con láser y el otro grupo no hizo nada. Encontraron diferencias significativas dentro de los dos grupos intervención, tanto el láser como RVI. No obstante, entre grupos, se hallaron diferencias significativas a favor del grupo RV y láser frente al grupo control en la cinemática cervical a corto plazo y en la invalidez cervical a corto y largo. Pero, a su vez, el grupo de RV mejoró significativamente respecto al resto de grupos en calidad de vida percibida y dolor a corto y largo plazo y en cinemática solo a largo.

Por último, solamente Sarig-Bahat (33) compararon la RVI a un grupo que o bien tomó descanso o bien siguió acudiendo al centro fisioterápico al cual acudía antes del estudio en caso de tenerlo y querer. En éste, solo se encontraron diferencias significativas dentro del grupo experimental y a su favor en comparación con el grupo control en la cinemática cervical medida mediante las gafas de RVI.

Tras todo ello, esta revisión sugiere que, en primer lugar, cualquier tipo de ejercicio, es mejor que el descanso o reposo, lo que está en línea con la última guía de práctica clínica de dolor cervical de Blanpied (9).

Además, los ejercicios de control motor guiados, con láser, en combinación con estiramientos y retracciones escapulares constituyen elementos importantes (37).

Sin embargo, los grupos de RV, han demostrado tener los mismos efectos dentro de los grupos con resultados significativos. Esto sugiere que tanto el ejercicio como la RVI pueden tener grandes efectos

sobre las personas con dolor cervical. Parece que el ejercicio es más eficaz si se combina con otras intervenciones, como la terapia manual (38), aunque no toda la evidencia actual respalda esta afirmación (39). Es por ello que se plantea, a raíz de esta revisión y estudios previos, que la RVI junto a otros ejercicios pueden ser más efectivos que la RVI por sí sola en el tratamiento del dolor y la discapacidad cervical (28, 29, 31, 35).

Por otra parte, no se ha podido encontrar ninguna relación respecto a los estudios con mayor calidad metodológica y mejores resultados. Bajo las mismas condiciones, tampoco hemos podido relacionar el tiempo de intervención, el número de sesiones semanales y la dosificación (tiempo de sesiones y trabajo realizado) con la obtención de mejores resultados.

Otro punto a tener en cuenta en el uso de la RVI son los dispositivos y el software utilizado en las intervenciones. La neurociencia detrás de la RVI, expone la capacidad de modificar la representación cortical del cuerpo (40). Pero para ello, es necesario que la RVI cree una ilusión de posesión corporal, así como una encarnación (embodiment) en un mundo virtual. Por tanto, para distraer y cambiar la percepción de situaciones de amenaza del individuo, se necesita que se genere en las personas una sensación de poseer el cuerpo virtual como propio, así como pertenecer al ambiente virtual y que el movimiento del cuerpo real se plasme y tenga el mismo sentido en el mundo virtual (41). A pesar de ello, en los estudios de esta revisión no se ha podido encontrar ninguna relación entre mejoras dispositivos con la obtención de mejores resultados.

El dolor y la kinesiofobia son unas de las respuestas más visibles de nuestro organismo ante la evidencia de amenaza. Al percibir una situación como peligrosa, producimos respuestas neuroendocrinas, autónomas y motoras (42).

Gracias a la teoría de la triple red del dolor (43), se puede explicar que los mecanismos de la RVI son ideales para afrontar el dolor y el miedo al movimiento. Ya que la inmersión, transporta al paciente a un mundo virtual creado informáticamente que puede ser real o no y estar adaptado a sus necesidades. Además, esta inmersión es exitosa por su enfoque multisensorial, tanto visual como auditivo. Con ello, el paciente percibe un entorno seguro, lúdico y como un reto a la vez (44).

Así, con las propiedades de la RVI descritas: presencia, inmersión, interactividad (41) y encarnación (45), se ha demostrado que se pueden producir cambios a nivel fisiológico (46). También aporta de forma simultánea movimiento, foco atencional externo, feedback de resultado, variabilidad, gamificación y cambios de percepción. Como consecuencia, clínicamente reporta cambios comportamentales, cognitivos y actitudinales (41).

En cuanto al dolor, el efecto analgésico de la RVI parece estar relacionado con la distracción, la reducción de la ansiedad, el aumento de emociones positivas, la integración del componente lúdico, el sentido de posesión de un cuerpo y la inmersión lograda. (47, 48, 49).

Por otra parte, respecto a la kinesiofobia, su efecto parece debido al cambio de foco atencional y a la motivación intrínseca de las terapias gamificadas en RV (44, 50).

Implicaciones clínicas

La RVI se propone como intervención para el manejo de los pacientes con dolor cervical, con el fin de realizar una exposición gradual al miedo y al movimiento. Gracias a que cualquier cosa que pueda suceder en la realidad se puede programar para que suceda en un entorno virtual y experimentarse como una situación real (51, 52).

Es más, según los resultados de esta revisión, combinarla con ejercicio, podría ser incluso más beneficiosa que cualquiera de las dos intervenciones por separado (28, 31).

Por otra parte, convendría ser prudentes en la dosis, exposición y aplicación de la RVI, ya que, en los estudios de Sarig-Bahat (31,32) se produjeron mareos y dolores tras el uso de las gafas de RV. No hay estudios que hayan revisado a fondo los efectos secundarios de la RVI, no obstante, se sugiere que ocurren por un desajuste entre la información sensorial recibida del mundo virtual y el mundo real.

Para la práctica clínica, no han podido ser encontrados protocolos validados de rehabilitación cervical mediante RVI. No obstante, el tiempo máximo de entrenamiento sí podría estimarse en 20-30 minutos ya que ningún estudio de esta revisión superó tal cantidad.

Dos revisiones han servido como precedentes para la realización de ésta. Ahern (26) estudiaron la efectividad de la RV en personas con dolor de raquis, mientras Brea-Gómez (25) en adultos con dolor lumbar. Ambas revisiones sistemáticas con meta-análisis concluyen que la RV tiene efectos significativos en medidas como dolor, kinesiofobia, NDI y GPE. No obstante, también hacen alusión a la falta de homogeneidad en los estudios y demandan estudios de más calidad.

Fortalezas y limitaciones

La principal fortaleza de esta revisión es que es la primera en recoger y revisar la evidencia actual respecto a la efectividad de la RVI en personas con dolor cervical, puesto que, las anteriores, habían incluido estudios de la RV sobre personas con dolor en toda la columna (26).

Como limitaciones, la principal de ellas es que se trata de una revisión bibliográfica narrativa, no sistemática y sin meta-análisis. Además, atendiendo a los filtros aplicados, algún artículo puede no haber sido incluido al aceptar solamente artículos en español e inglés y con fecha de publicación entre 01/01/2010 y el 01/04/2023.

Por último, el hecho de que ningún estudio fue capaz de cegar ni a los terapeutas ni a los sujetos es un alto riesgo de sesgo.

Perspectivas de futuro

A raíz de esta revisión, se plantea la programación de ensayos con cegamiento de terapeutas y sujetos y la comparación de la RVI a videojuegos.

El uso de la RVI de forma domiciliaria es un campo interesante en el que los estudios de Sarig-Bahat (31, 32, 33) podrían ser tomados como base para elaborar un protocolo.

Cada vez, más evidencia respalda su uso, sus efectos y sus beneficios respecto a otras intervenciones o junto a ellas. Es por ello, que se recomienda la incorporación de esta intervención en cualquier centro de fisioterapia.

8. Conclusiones

Existe evidencia moderada que sugiere que la RVI tiene efectos significativos en variables como la intensidad del dolor, el miedo al movimiento, el ROM, la cinemática cervical, la funcionalidad y la propiocepción a corto, medio y largo plazo. Además, también es posible que, como intervención aislada, la RVI tenga más efecto que el ejercicio, especialmente en el dolor y la kinesiofobia. No obstante, esta revisión apunta a que unos mejores resultados se pueden dar con una combinación de ambas.

Existe evidencia limitada para determinar los parámetros, las aplicaciones y los protocolos de aplicación de la RVI en personas con dolor cervical. No es posible determinar con la evidencia actual, cual es el método de aplicación de RVI más efectivo. Tampoco existe una evidencia exhaustiva acerca de los efectos secundarios que puede conllevar esta intervención, pero sí se han reportado algunos casos de mareos y cefaleas.



9. Anexo de figuras y tablas

FIGURA 1.- Diagrama de flujo PRISMA.

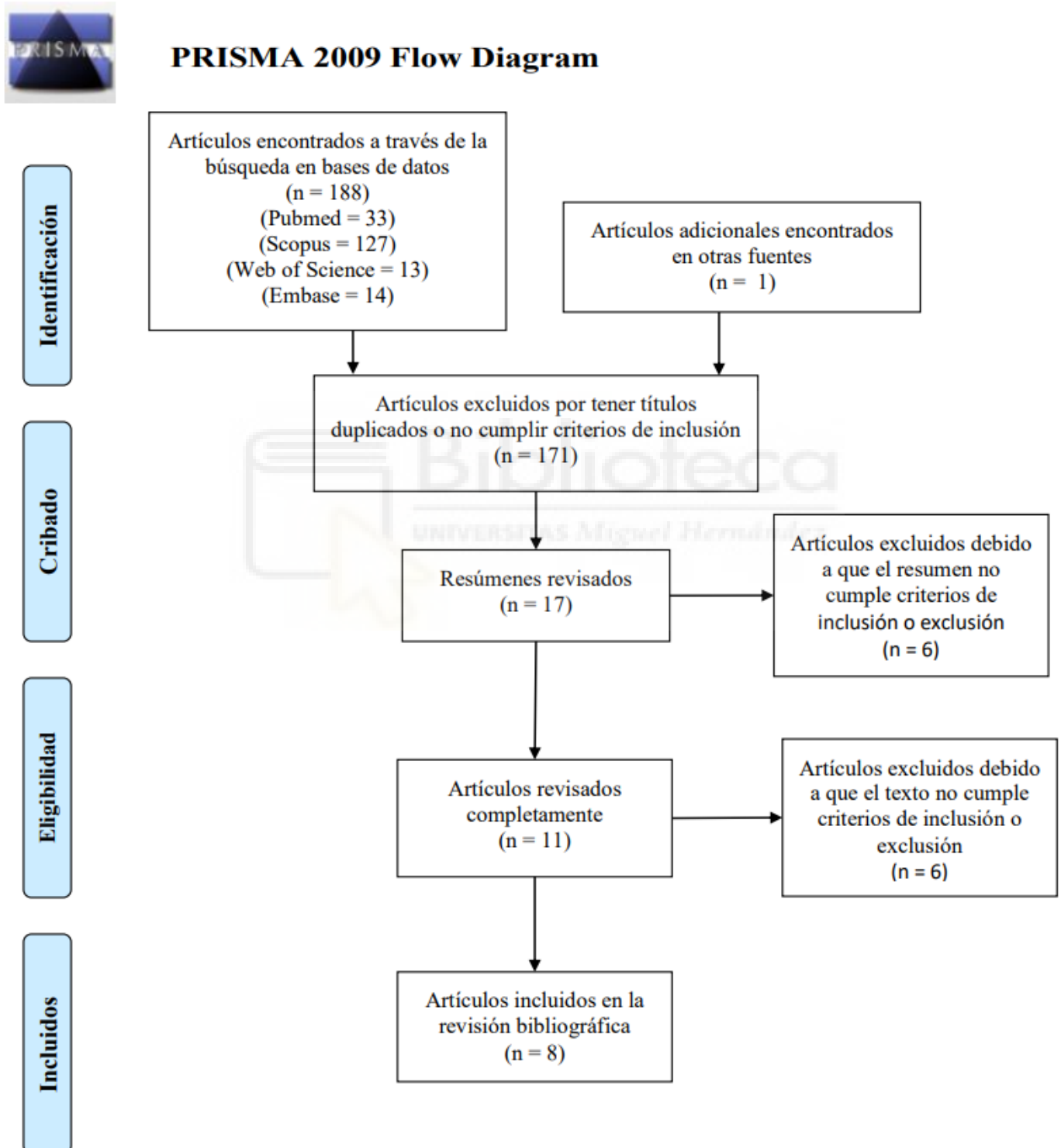


FIGURA 2.- Diagrama de sobre los tipos de intervención de los estudios incluidos en la revisión.

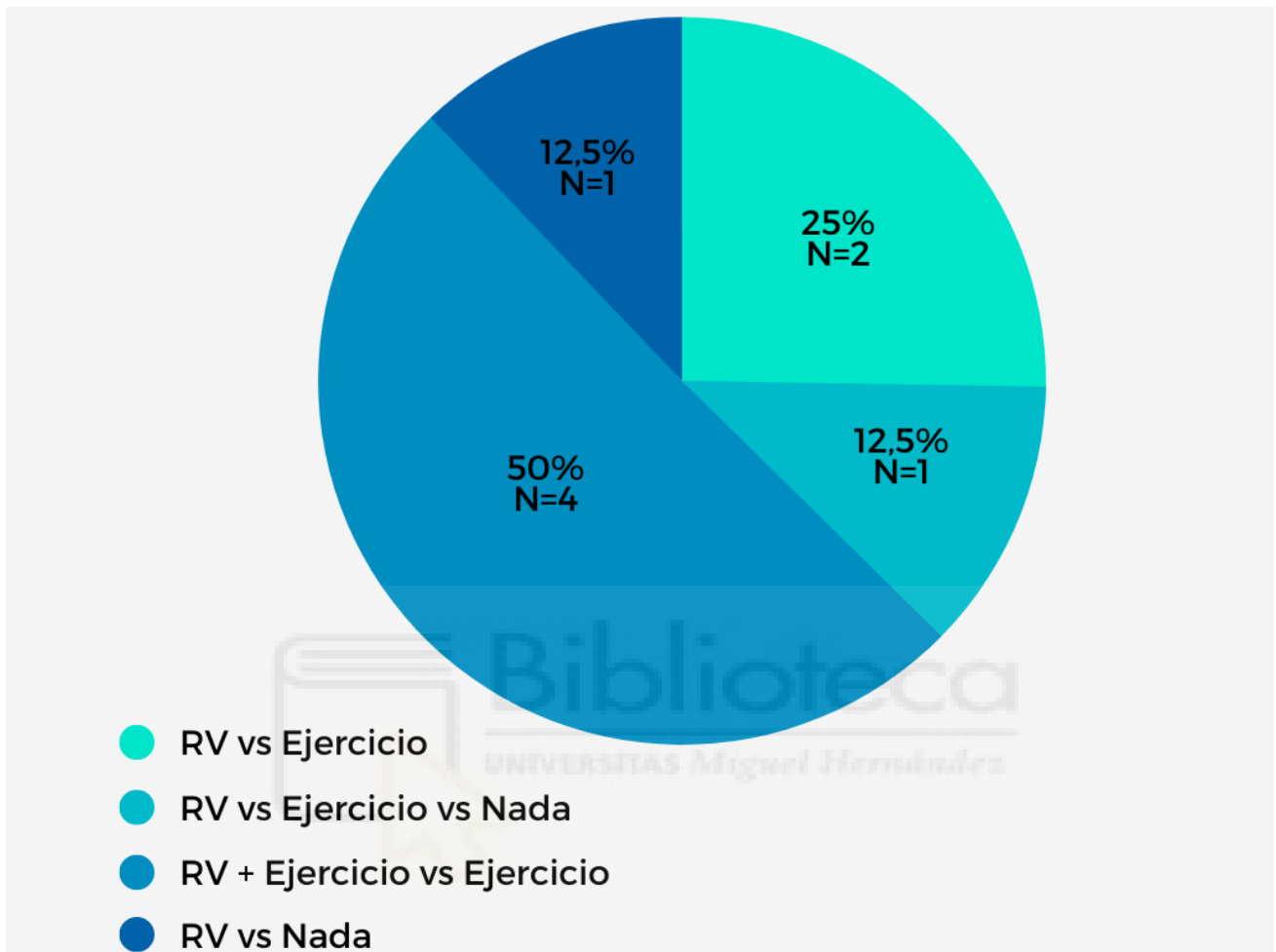


FIGURA 3.- Diagrama de sectores sobre la duración de las intervenciones.

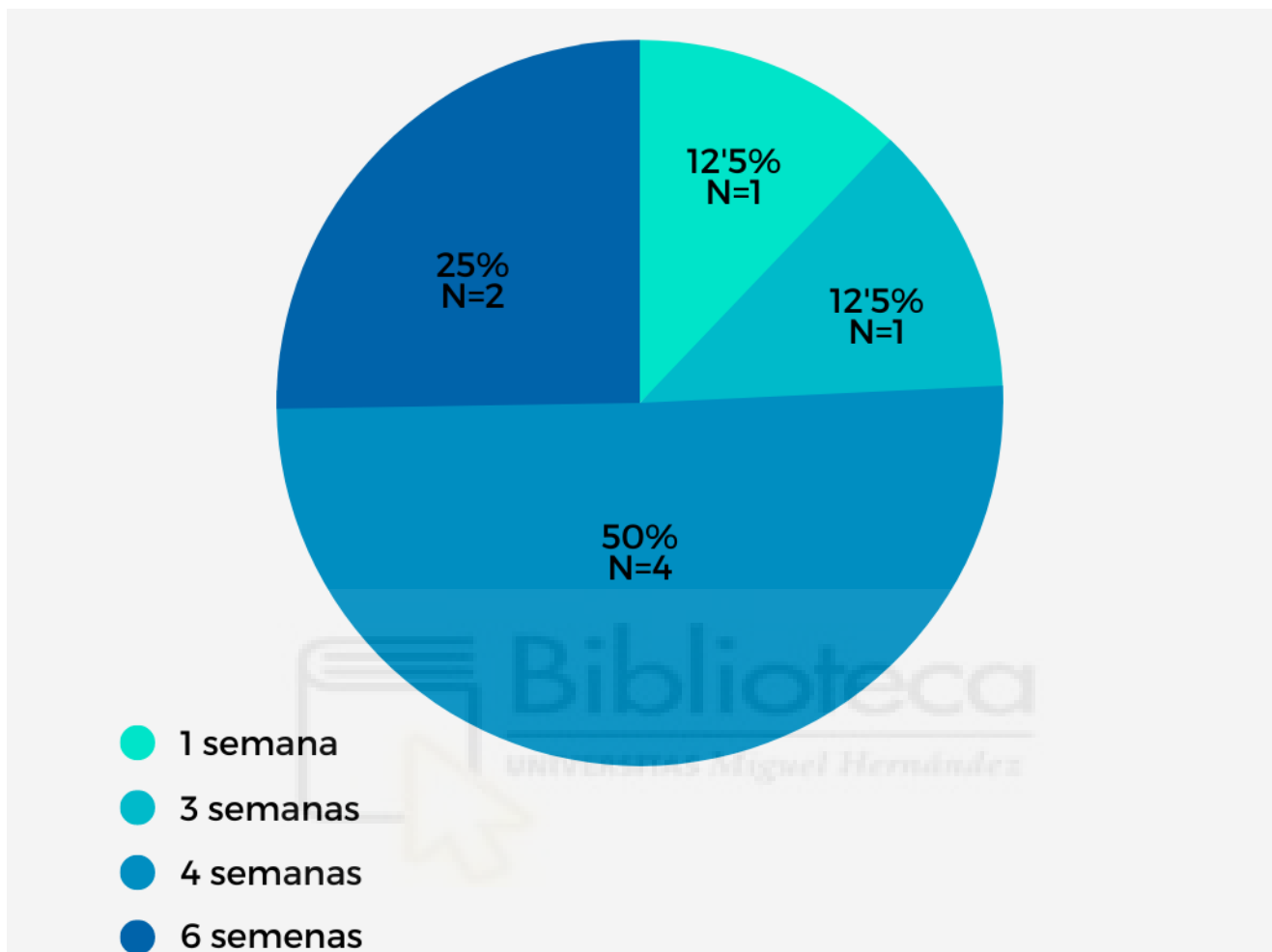


FIGURA 4.- Diagrama de sectores sobre la cantidad de sesiones a la semana de RVI.

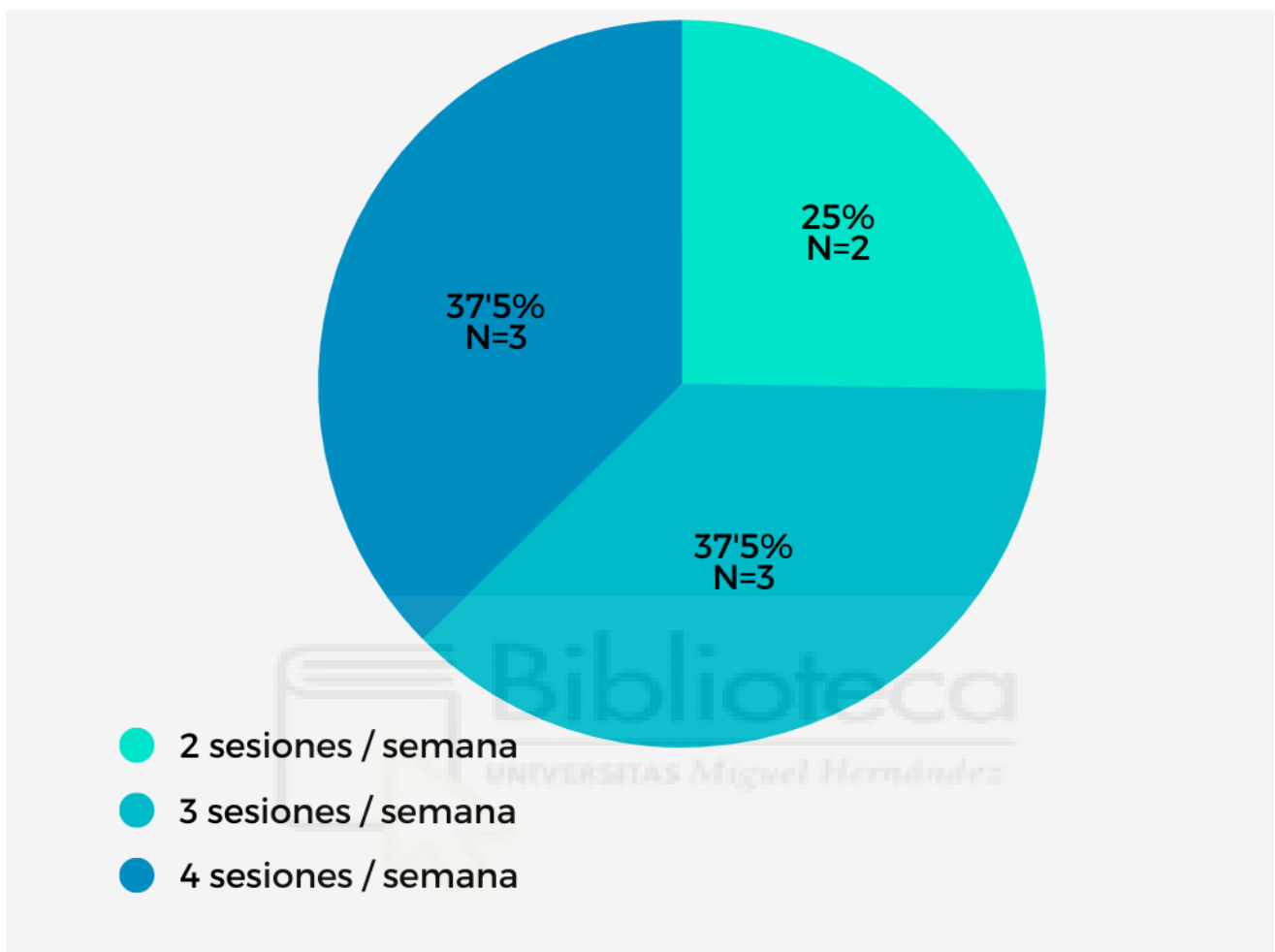


FIGURA 5.- Diagrama de barras acerca de la duración de las sesiones de RVI.

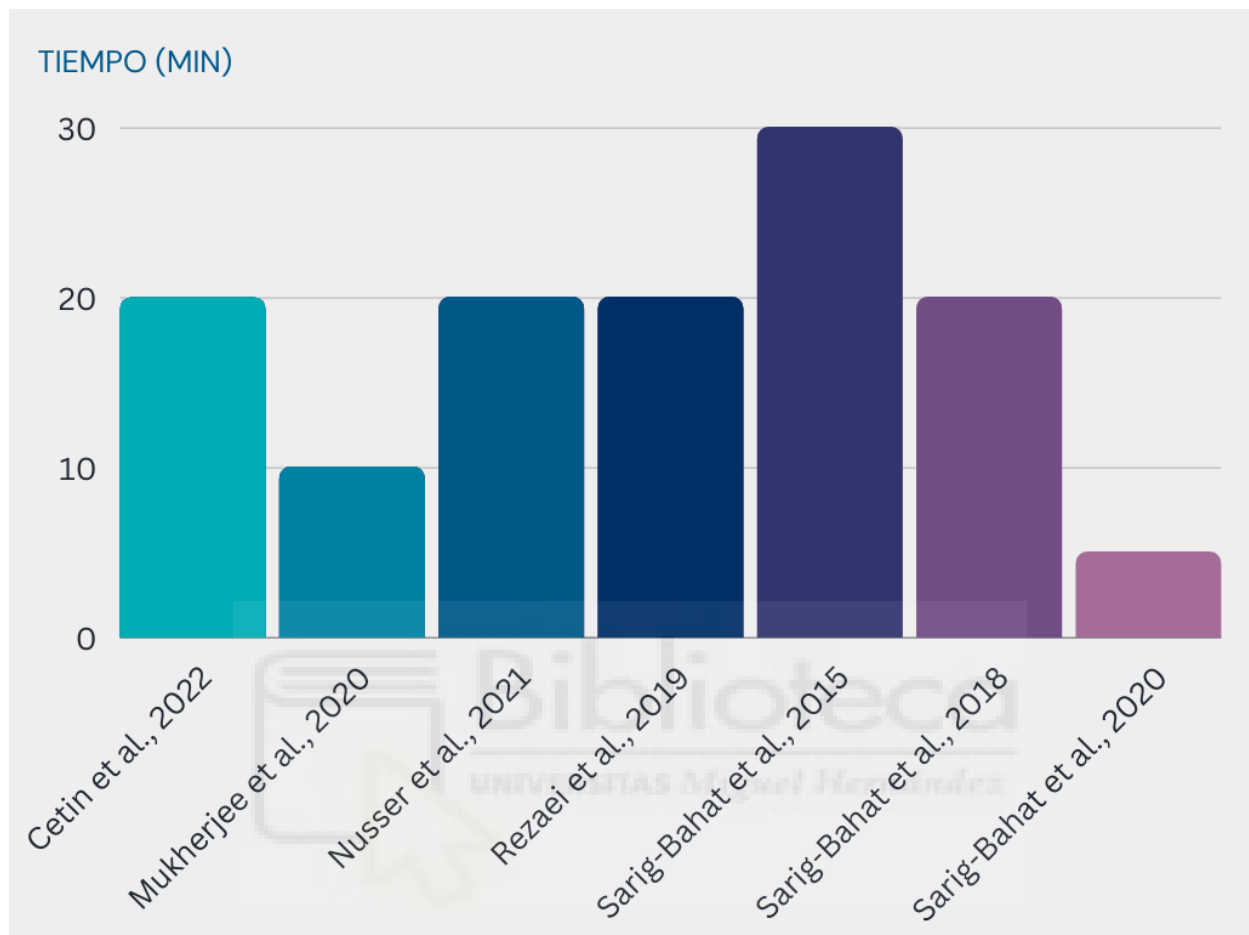


FIGURA 6.- Diagrama de barras sobre las medidas de resultados según el número de estudios que las emplea.

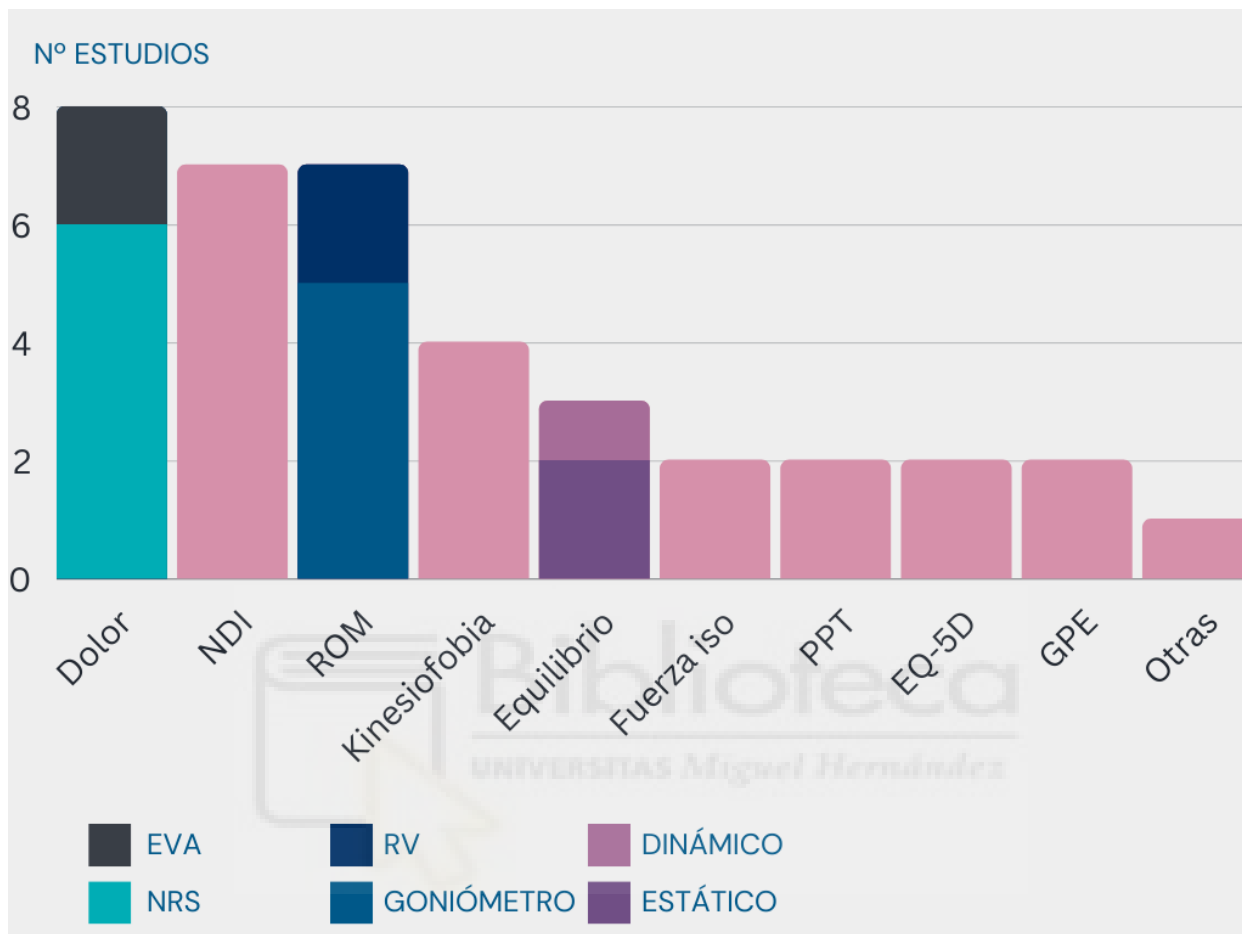


FIGURA 7.- Diagrama de sectores sobre los períodos de medición y seguimiento.

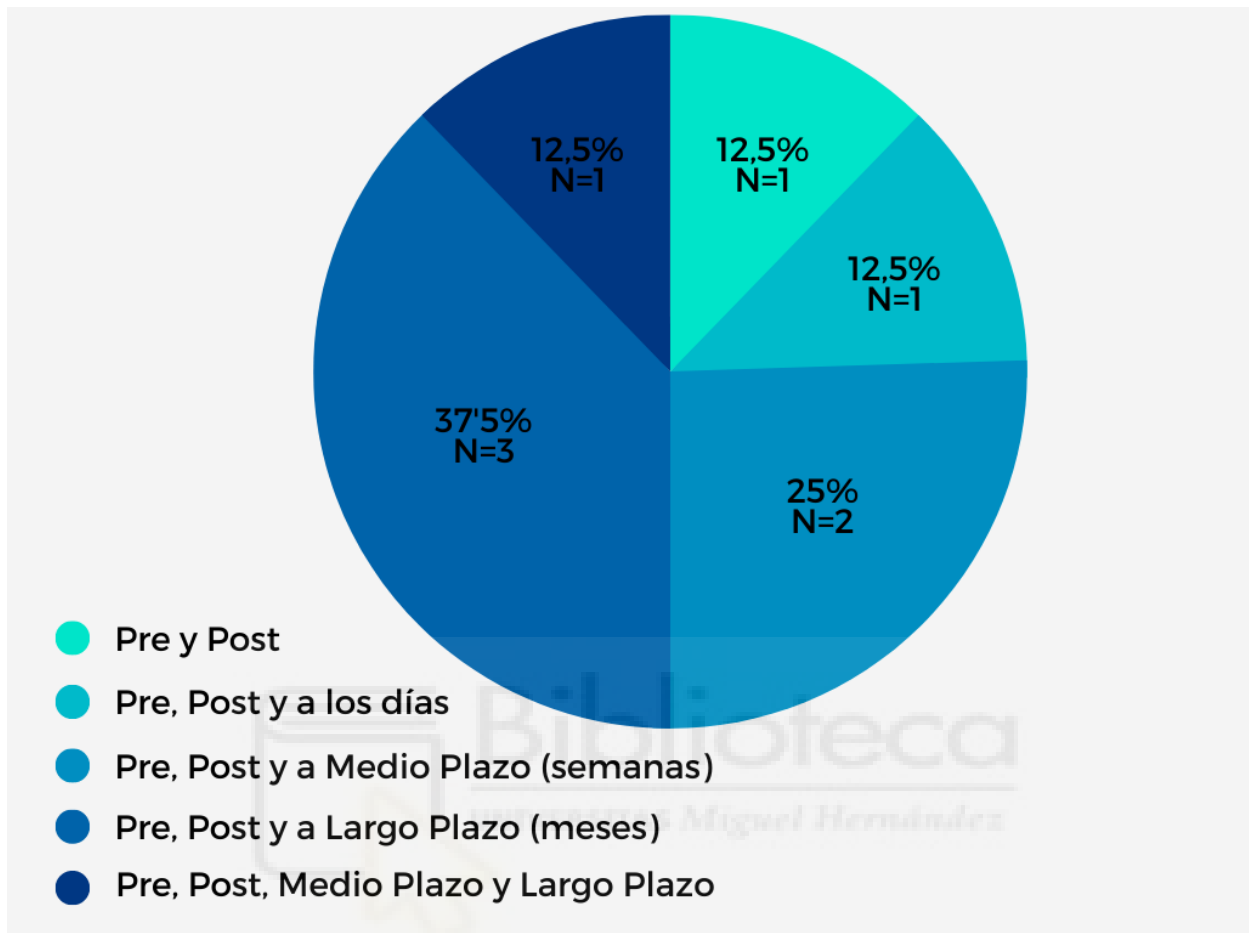


TABLA 1.- Detalles de la estrategia y ecuaciones de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Resultados tras cadena de búsqueda	Resultados tras filtros: 1) Randomized Clinical Trial 2) Publication date: 2010-2023
Pubmed/Medline	<p>#1 (("Neck"[Mesh]) OR ("Neck Pain"[Mesh])) AND (((("Virtual Reality"[Mesh]) OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh]) OR "Exergaming"[Mesh]))</p> <p>#2 (("neck"[All Fields]) OR ("neck pain"[All Fields]) OR ("neck ache"[All Fields]) OR ("cervical pain"[All Fields])) AND (("virtual reality"[All Fields]) OR ("virtual reality exposure therapy" [All Fields]) OR ("exergaming"[All Fields]) OR ("virtual reality headset"[All Fields]) OR ("vr"[All Fields]) OR ("virtual environment"[All Fields]) OR ("virtual 3 dimensional"[All Fields]))</p>	540	33

Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("Neck" OR "Neck Pain" OR "Neck ache" OR "Cervical pain") AND TITLE-ABS-KEY ("Virtual Reality" OR "Virtual Reality Exposure Therapy" OR "Exergaming" OR "Virtual reality headset" OR "vr" OR "Virtual reality headset mounted display" OR "virtual environment" OR "virtual reality simulator" OR "virtual reality system"))	663	127
Web Of Science/Scielo	(TS=(neck) OR TS=(neck pain)) AND (TS=(virtual reality) OR TS=(virtual reality exposure therapy) OR TS=(exergaming) OR TS=(virtual reality head mounted display))	422	13
Embase	('neck'/exp OR 'neck pain'/exp OR 'cervical pain'/exp) AND ('virtual reality'/exp OR 'virtual reality exposure therapy'/exp OR 'exergaming'/exp OR 'virtual reality system'/exp OR 'virtual reality simulator'/exp OR 'virtual reality head mounted display'/exp)	112	14

TABLA 2.- Análisis y síntesis de la información de los artículos incluidos en la revisión.

AUTOR Y AÑO	OBJETIVO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	MEDIDAS DE RESULTADO	RESULTADOS PRINCIPALES
Cetin et al., 2022	<p><u>Objetivo:</u> Comparar los efectos de la realidad virtual con ejercicios de control motor cervical frente a los ejercicios de control motor en dolor cervical.</p>	<p>N=41 (18 y 65 años). Dolor cervical de al menos 6 meses de evolución. Puntuación de 10 (un 20%) en <i>Neck Disability Index</i> (NDI).</p> <p><u>Grupo control:</u> N=20.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> N=21.</p>	<p><u>Grupo control:</u> -Educación sobre postura y control cervical. -Ejercicios de control motor: 10 repeticiones cada ejercicio.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> -Educación sobre postura y control cervical. -Ejercicios de control motor: 5 repeticiones de cada ejercicio durante 20 primeros minutos de cada sesión. -Realidad virtual: Seguimiento de las indicaciones del terapeuta los últimos 20 minutos de cada sesión.</p> <p><u>Volumen:</u> 3 sesiones de 40 minutos, por semana, durante 6 semanas.</p> <p><u>Intensidad:</u> Flexión craneocervical, al 50% de su máxima capacidad mantenida durante tres segundos en Stabilizer.</p> <p><u>Ejercicio terapéutico:</u> Cada repetición de cada ejercicio se ejecuta durante 10 segundos.</p>	<p><u>Principales ROM:</u> Grabación y software de los movimientos activos de Flex, Ext, Rot y IL.</p> <p><u>Propiocepción y estabilidad cervical:</u> Joint position sense error (JPSEs).</p> <p><u>Secundarios Dolor:</u> Escala EVA.</p> <p><u>Umbral de dolor por presión (PPTs):</u> Algómetro, tres puntos: Trapecio superior, pilar articular de C1-C2 y C5-C6 y tibial anterior.</p> <p><u>Fuerza muscular:</u> Dinamómetro para los flexores y extensores de cuello.</p> <p>Aparato de biofeedback de presión (Stabilizer) para los flexores profundos.</p> <p><u>Síntomas y limitaciones:</u> Cuestionario ProFitMap-Neck.</p> <p><u>Ansiedad y depresión:</u> Escala HADS</p> <p><u>Calidad de vida</u> Cuestionario SF-36 (versión corta).</p> <p>Medidas antes (incluyeron el NDI), inmediatamente</p>	<p>El grupo experimental obtuvo diferencias significativas ($P<0,05$) en: ROM, JPSEs, PPTs, Fuerza muscular, ProFitMap-Neck y algunos ítems del SF-36.</p> <p>Por otro lado, el grupo control reportó mejoras significativas ($P<0,05$) en: ROM (excepto inclinación lateral), algunos puntos PPTs, fuerza muscular, ProFitMap-Neck y algunos ítems del SF-36.</p> <p>Además, hubo diferencias significativas ($P<0,05$) a favor del grupo experimental en: JPSE, PPTs en los pilares cervicales y en el ProFitMap-Neck, pero solamente en el índice de limitaciones.</p>

			<ol style="list-style-type: none"> 1) Flexión craneocervical. 2) Extensión cervical. 3) Flexión craneocervical y extensión con banda elástica. 4) Isométrico de flexión y extensión con pelota contra pared. 5) Estiramientos. 	después de la intervención y a las 6 semanas de finalizarla.	
Mukherjee et al., 2020	<p><u>Objetivo:</u> Comparar los efectos inmediatos y a corto plazo de la VR frente al ejercicio en personas con dolor cervical con diagnóstico de espondilosis cervical.</p>	<p>44 pacientes del Hospital de Pune en India fueron reclutados. Personas con al menos 30 años y diagnosticados con espondilosis cervical subaguda o crónica sin radiculopatía.</p> <p><u>Grupo control:</u> N=22.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> N=22.</p> <p>No hubo diferencias significativas en sexo ni edad tras formar aleatoriamente los grupos.</p>	<p><u>Grupo control:</u> Programa de ejercicios: -Movimiento cervical activo en todos los planos. -Retracción escapular en sedestación. -Estiramiento del trapecio. -Core/Fuerza cervical. Una serie de 10 repeticiones en los movimientos y en las retracciones y una serie de 10 segundos mantenidos del estiramiento y la fuerza cervical.</p> <p><u>Grupos experimental RV:</u> -Programa de ejercicios. -Juego en RV de bicicleta durante 10 minutos.</p> <p>Ambos grupos recibieron un <i>hot pack</i> que utilizaron 10' antes de cada sesión con el fin de aliviar la tensión muscular y dolor.</p> <p><u>Volumen:</u></p>	<p><u>Dolor:</u> Escala NRS.</p> <p><u>ROM:</u> Goniometría.</p> <p><u>Kinesiofobia:</u> Escala TSK.</p> <p>Las medidas se hicieron antes, inmediatamente después de la intervención y a los 3 días de finalizarla (kinesiofobia medida únicamente antes y a los 3 días).</p>	<p>Dentro de grupos, ambos mejoraron significativamente ($P<0,05$) en dolor, ROM y kinesiofobia en las medidas después de la intervención y a los 3 días de ella.</p> <p>Entre grupos hubo diferencias significativas ($P>0,05$) a favor del grupo experimental de RV en kinesiofobia en la medida 3 días después. El grupo de RV también reportó mejores resultados en dolor y en ROM en las medidas a los 3 días después de la intervención.</p>

			3 sesiones consecutivas en una semana.		
Nusser et al., 2021	<p><u>Objetivo:</u> Comparar los efectos del entrenamiento sensoriomotor tanto con RV y como sin RV y los protocolos de rehabilitación estándar de dolor cervical crónico.</p>	<p>55 pacientes reclutados de un centro sanitario alemán. Fueron admitidos aquellos con dolor cervical de más de 3 meses de evolución con más de 18 años y que no hubieran tomado ningún tipo de medicación 24h antes del inicio del estudio.</p> <p><u>Grupo control:</u> N=20</p> <p><u>Grupo experimental entrenamiento sensoriomotors sin RV:</u> N=18</p> <p><u>Grupo experimental RV:</u> N=17</p> <p>Los tres grupos fueron aleatoriamente distribuidos sin diferencias significativas ni de edad ni de peso ni estatus. Sí hubo diferencias significativas en las personas que refirieron dolor de cabeza siendo: 67% grupo control 88% grupo experimental 82% grupo experimental</p>	<p><u>Grupo control:</u> Programa de rehabilitación estándar: -Ejercicios de fuerza, movilidad y relajación. -Medicación. -Gimnasia. -Hidroterapia. -Terapia manual. -Ejercicios de escuela de espalda tradicional. -Educación en dolor, hábitos y salud.</p> <p><u>Grupo experimental entrenamiento sensoriomotor sin RV:</u> -Programa de rehabilitación estándar. -4 sesiones de 30 minutos de ejercicio sensoriomotor guiadas por un terapeuta: +Ejercicios de habilidades (pasar obstáculos, comba, etc.). +Ejercicios de equilibrio. +Juegos (malabares, pasarse pelotas, etc.). +Juegos en parejas (bádminton y tenis de mesa).</p> <p><u>Grupo experimental con RV:</u> -Programa de rehabilitación estándar.</p>	<p><u>Dolor:</u> Escala NRS, 3 medidas: 1. Dolor cervical en movimiento. 2. Dolor cervical en reposo. 3. Dolor cabeza en reposo. 4. Dolor cabeza en movimiento.</p> <p><u>Rango articular cervical activo (ACROM):</u> Gafas RV.</p> <p><u>Invalidez por dolor cervical:</u> Índice NDI.</p> <p>Medidas antes e inmediatamente después de la intervención.</p>	<p><u>Dolor:</u> Dentro de grupos: El grupo RV mejoró significativamente ($P<0,05$) en las 4 medidas de dolor. El grupo sensoriomotor sin RV mejora significativa ($P<0,05$) en dolor de cabeza en reposo El grupo control mejora significativa ($P<0,05$) del dolor cervical en movimiento. Entre grupos: El grupo de realidad virtual mostró mejoras significativas ($P<0,05$) respecto al grupo control en las medidas de dolor de cabeza en reposo y en movimiento.</p> <p><u>ACROM:</u> El grupo de RV mejoró en todos los movimientos y de forma significativa ($P<0,05$) el único grupo que mejoró en flexión, extensión y rotación interna. Entre grupos, el grupo de RV mejoró significativamente ($P<0,05$) frente al grupo control la flexión y la extensión y frente al grupo sensoriomotor la extensión.</p>

			<p>-6 sesiones de 20 minutos de ejercicio sensoriomotor con RV guiadas por un fisioterapeuta, en todas las sesiones 3 tareas con 3 minutos de descanso entre ellas. Tareas:</p> <p>1. Test propioceptivo. 2. Test de seguimiento. 3. Ejercicio dinámico de seguimiento de globo.</p> <p><u>Volumen:</u> Indicado en cada grupo, su duración fue de 3 semanas. No se detalla en el grupo control.</p>		<p>NDI:</p> <p>Los tres grupos mejoraron significativamente ($P < 0,05$) en el índice NDI pero no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ellos.</p> <p>Efectos secundarios, no hubo mareos pero sí dolores de cabeza reportados por el peso del aparato de RV utilizado.</p>
Rezaei et al., 2019	<p><u>Objetivo:</u> Comparar los efectos del entrenamiento de realidad virtual sobre el entrenamiento convencional propioceptivo en personas con dolor cervical crónico.</p>	<p>44 personas reclutadas con publicidad callejera. Participantes admitidos con una edad entre 22-55 años y con un dolor cervical de tres meses mínimo de evolución.</p> <p><u>Grupo control:</u> N=22.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> N=22.</p>	<p><u>Grupo control:</u> Ejercicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Seguimiento ocular -Estabilidad en la mirada -Coordinación ojo-cabeza -Ejercicio propioceptivo con láser. <p><u>Grupo experimental:</u> Juego con RV basado en manejar a un conejo (avatar) y controlar su trayectoria para coger zanahorias y evitar obstáculos. Diversas fases con diferentes dificultades.</p> <p><u>Volumen:</u> 4 sesiones de 21 minutos a la semana, durante 4 semanas. Cada sesión:</p>	<p><u>Principales:</u> <u>Dolor:</u> Escala EVA. <u>Invalidez cervical:</u> Índice NDI.</p> <p><u>Secundarias:</u> <u>Equilibrio:</u> Y-balance Test.</p> <p>Medidas antes, inmediatamente después de la intervención y a las 5 semanas de finalizarla.</p>	<p>Dentro de grupos, mejoras significativas ($P < 0,05$) tanto a corto como a largo plazo en dolor, NDI y equilibrio.</p> <p>Entre grupo hubo diferencias a favor de la RV en dolor y NDI a corto y medio plazo.</p>

			1x 5 minutos de calentamiento con movilidad cervical y escapulo-torácica. 8x 1' trabajo + 1' descanso.		
Sarig-Bahat et al., 2015	<u>Objetivo:</u> Estudiar los efectos del ejercicio con láser frente a la realidad virtual en personas con dolor cervical crónico.	32 personas mayores de edad, con dolor cervical durante más de 3 meses y con una puntuación en el NDI igual o superior al 10% fueron incluidas. <u>Grupo control:</u> N=16. <u>Grupo experimental:</u> N=16. Los grupos no presentaron diferencias significativas en las medidas base. 5 de los sujetos reclutados sufrían dolor cervical grave, y se distribuyeron aleatoriamente 3 en el grupo experimental y 2 en el grupo control.	<u>Grupo control:</u> 30' de ejercicio de control motor con láser. <u>Grupo experimental:</u> 15-20 minutos de entrenamiento con RV intercalado con otros 15-20 minutos de ejercicio. <u>Volumen:</u> Ejercicios realizados y supervisados una primera vez con los terapeutas. Tras ello, prescritos para casa: 3 sesiones de 30 minutos a la semana durante 3 meses. Al finalizar las primeras 6 semanas, todos fueron animados a seguir con entrenamiento de láser hasta los 3 meses. Ejercicios individualizados atendiendo a disfunciones individuales según medidas base.	<u>Principales:</u> <u>Invalidez por dolor cervical:</u> Índice NDI. <u>ROM cervical:</u> Gafas RV. <u>Cinématica cervical (velocidad media, velocidad pico, TTP% y estabilidad cervical en posición neutra o balanceo, precisión):</u> Gafas RV. <u>Secundarias:</u> <u>Dolor:</u> Escala EVA. <u>Miedo al movimiento / Kinesiofobia:</u> Escala TSK. <u>Mejora global percibida:</u> Escala GPE. <u>Satisfacción:</u> Escala numérica del -5 (totalmente insatisfecho) al 5 (satisfecho por completo). <u>Equilibrio estático:</u> Con una plataforma y software. <u>Equilibrio funcional:</u> Mediante el SLS y el Step Test Medidas antes, inmediatamente después de la intervención y a los 3 meses de finalizarla.	Dentro de los grupos, ambos mejoraron significativamente (P<0,05) las medidas principales después de la intervención. El grupo experimental mantuvo mejoras de forma significativa (P<0,05) a los 3 meses en NDI, ROM en extensión, precisión de movimiento. Dentro de los grupos, ambos mejoraron significativamente (P<0,05) las medidas secundarias de <i>Step Test</i> y GPE. El grupo experimental mantuvo mejoras significativas (P<0,05) en GPE a los 3 meses y fue el único grupo con mejoras significativas (P<0,05) en dolor post intervención. Entre grupos, hubo diferencias significativas (P<0,05) a favor del grupo experimental en ROM en flexión post intervención y GPE a los tres meses; a favor del grupo control en velocidad y ROM de rotaciones, una medida post

					<p>intervención y las otras a los 3 meses.</p> <p>Sí se reportaron efectos secundarios, 4 personas sufrieron mareos 2 participantes durante las evaluaciones (fueron excluidos) y 2 durante la intervención láser.</p>
Sarig-Bahat et al., 2018	<p><u>Objetivo:</u> Compara los efectos de la intervención láser frente a realidad virtual en ejercicio prescrito para casa en personas con dolor cervical crónico a corto y medio plazo.</p>	<p>90 personas mayores de 18 años, con más de tres meses de dolor cervical, con una puntuación igual o mayor del 12% en el NDI y una VAS mayor de 20mm.</p> <p><u>Fase 1:</u> <u>Grupo control:</u> N=30. <u>Grupo intervención láser:</u> N=30. <u>Grupo intervención RV:</u> N=30.</p> <p><u>Fase 2:</u> <u>Grupo láser:</u> N=44. <u>Grupo RV:</u> N=48.</p> <p>En la fase 1 se formaron 3 grupos, un grupo control y dos grupos intervención. Estos tres grupos se mantuvieron 4 semanas. Tras este periodo, se inició la fase 2, en la que los</p>	<p><u>Grupo control:</u> No recibió tratamiento. Los participantes de este grupo esperaron hasta ser reevaluados y aleatorizados en los grupos experimentales a las 4 semanas.</p> <p><u>Grupo láser:</u> Tabla de ejercicios con progresión y feedback diario.</p> <p><u>Grupo RV:</u> Tabla de ejercicios con progresión y feedback diario.</p> <p><u>Volumen:</u> Primera sesión de 20 minutos de ejercicios realizados y supervisados por los terapeutas. Se pautan 4 sesiones a la semana durante 4 semanas, en casa. Sesiones de 20 minutos, divididas en 4 sesiones más pequeñas de 5 minutos al día, para evitar mareos y otros efectos secundarios. Tras las 4 semanas, ambos grupos fueron animados a</p>	<p><u>Subjetivas:</u> <u>Invalidez cervical:</u> Índice NDI. <u>Mejora global percibida:</u> Escala GPE. <u>Dolor:</u> Escala EVA. <u>Percepción de salud:</u> Cuestionario EQ-5D. <u>Kinesiofobia:</u> Escala TSK.</p> <p><u>Objetivas:</u> <u>ROM:</u> Gafas RV. <u>Velocidad media, pico y TTP%:</u> Gafas RV. <u>Precisión y propiocepción:</u> Gafas RV.</p> <p>Medidas antes de la intervención, a las 4 semanas de la intervención a los tres grupos y tras 3 meses a los dos grupos intervención.</p>	<p>Dentro de grupos no hubo diferencias significativas ($P>0,05$) en el grupo control. Pero sí mejoras significativas ($P<0,05$) en los grupos intervención en la mayoría de medidas excepto en ROM y en escala TSK.</p> <p>Entre grupos, solo se encontraron diferencias significativas ($P<0,5$) tras 4 semanas entre el grupo control y los grupos intervención a favor de éstos en la velocidad, el NDI y la precisión.</p> <p>Por otra parte, a los 3 meses, se observaron mejoras a favor del grupo RV en el EQ-5D, dolor, velocidad y precisión.</p> <p>Se observó mayor adherencia en el grupo láser. Sí se reportaron efectos secundarios como dolor o</p>

		<p>sujetos del grupo control junto a nuevos sujetos reclutados se distribuyeron aleatoriamente en los dos grupos intervención y continuaron con las respectivas intervenciones hasta los 3 meses.</p>	<p>seguir con las intervenciones con la misma dosificación, hasta los 3 meses.</p>		<p>mareos. Un total de 11 personas los sufrieron a lo largo del estudio. 9 personas debido a la medición o a la intervención con RV y 2 debido a la intervención láser.</p>
<p>Sarig-Bahat et al., 2020</p>	<p><u>Objetivo:</u> Determinar los efectos de cualquier terapia física frente al ejercicio con realidad virtual realizado en casa sin supervisión de un terapeuta.</p>	<p>45 pilotos de guerra y de helicópteros de la Fuerza Aérea de Israel con dolor de cervical agudo, subagudo y crónico asociado a vuelos. Con y sin irradiación a miembros superiores y con un mínimo del 20% en la VAS.</p> <p><u>Grupo control:</u> N=23.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> N=22. 41 hombres y 4 mujeres fueron aleatoriamente colocados en el grupo control o experimental. Entre los grupos, hubo una diferencia significativa en la medida base de fuerza isométrica en extensión de cuello a favor del grupo experimental.</p>	<p><u>Grupo control:</u> Continuación, en caso de que estuvieran recibiendo, de tratamiento fisioterápico.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> Simulación de vuelos con RV, con tres módulos de ejercicios: 1) Ganancia de ROM 2) Movimientos rápidos y respuestas a esos movimientos 3) Propioceptiva o de precisión. En cada sesión usaron 5 aplicaciones, 4 determinadas y una a elección personal por gusto.</p> <p><u>Volumen:</u> 4 sesiones a la semana de 5 minutos, durante 4 semanas.</p>	<p><u>Autorreportadas</u> <u>Invalidez debida a dolor cervical:</u> Índice NDI. <u>Dolor:</u> Escala EVA. <u>Salud general:</u> Cuestionario EQ-5D.</p> <p><u>Velocidad media y velocidad pico:</u> Gafas de RV. <u>ROM cervical:</u> Gafas RV. <u>Tiempo en alcanzar la velocidad pico en % según el ROM total (TTP%):</u> Gafas RV <u>Precisión (Propiocepción):</u> Gafas RV. <u>Fuerza isométrica cervical:</u> Dinamómetro.</p> <p>Medidas antes, inmediatamente después de la intervención y a los 6 meses (solo las autorreportadas) de finalizarla.</p>	<p>Mejoras significativas ($P < 0,05$) dentro del grupo experimental y a su favor respecto al grupo control en: Velocidad media, velocidad pico y TTP%.</p> <p>No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) ni dentro ni entre grupos en: ROM, fuerza isométrica, salud general, dolor e invalidez.</p>
<p>Tejera et al., 2020</p>	<p><u>Objetivo:</u> Evaluar los efectos de la RV</p>	<p>44 pacientes fueron reclutados de la Universidad</p>	<p><u>Grupo control:</u> Ejercicios en sedestación:</p>	<p><u>Principales:</u> <u>Dolor:</u> Escala EVA.</p>	<p><u>Dolor:</u> Mejoras significativas ($P < 0,05$) dentro de los dos</p>

	<p>frente al ejercicio en el manejo de dolor cervical crónico inespecífico.</p>	<p>Rey Juan Carlos, la Universidad CEU San Pablo y de la comunidad de Madrid mediante propaganda y redes sociales. Se incluyeron aquellos con dolor cervical crónico y mayores de 18 años. <u>Grupo control:</u> N=22. <u>Grupo experimental:</u> N=22. 21 hombre y 23 mujeres de $29,7 \pm 10,81$ años.</p>	<p>-Flexión cervical con pelota entre cabeza y pared. -Extensión cervical en pared. -Rotaciones en pared. -Inclinaciones laterales en pared.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> Usaron las gafas de RV junto a dos aplicaciones, una a forma de calentamiento y acomodación que incluía movimientos básicos de cuello y otra que incluía movimientos más complejos y estímulos sensoriales. Entra aplicaciones se dejó 1 minuto de descanso y el cambio entre ellas se midió por acomodación.</p> <p><u>Volumen:</u> 2 sesiones por semana durante 4 semanas. Las sesiones de ambos grupos constaron de 3 series de 10 repeticiones de cada ejercicio, con un descanso de 30 segundos entre ejercicios.</p> <p>Fueron supervisados por un fisioterapeuta. Todas las intervenciones se llevaron a cabo en sedestación.</p>	<p><u>Modulación condicionada del dolor:</u> Algómetro <u>Sumación temporal (TS):</u> Algómetro</p> <p><u>Secundarias:</u> <u>ACROM:</u> Aparato con dos goniómetros. <u>Invalidez por dolor cervical:</u> Índice NDI. <u>Catastrofismo:</u> Escala PCS. <u>Kinesiofobia:</u> Escala TSK. <u>Creencias de evitación del miedo:</u> Cuestionario FABQ. <u>Umbral de dolor por presión (PPTs):</u> Algómetro, 2 puntos: trapecio superior y tibial anterior. <u>Ansiedad relacionada con el dolor:</u> Escala PASS-20.</p> <p>Las medidas se tomaron antes, inmediatamente después de la intervención y tras 1 y 3 meses de finalizar la intervención.</p>	<p>grupos en todas las medidas respecto a las medidas base pero no diferencias significativas ($P>0,05$) entre grupos.</p> <p><u>NDI:</u> Mejoras significativas ($P<0,05$) dentro de los dos grupos en todas las medidas respecto a las medidas base pero no diferencias significativas ($P>0,05$) entre grupos.</p> <p><u>Catastrofismo:</u> Mejoras significativas ($P<0,05$) dentro de los dos grupos en todas las medidas respecto a las medidas base, pero no diferencias significativas ($P>0,05$) entre grupos.</p> <p><u>Kinesiofobia:</u> Solo mejoras significativas ($P<0,05$) dentro del grupo RV en las medidas al mes y a los tres meses de finalizar la intervención. Diferencias significativas ($P<0,05$) entre grupos a favor del grupo RV en las medidas a los 3 meses.</p> <p><u>Creencias de evitación del miedo:</u> Diferencias significativas ($P<0,05$) dentro</p>
--	---	--	---	--	--

				<p>de ambos grupos en las tomadas a los tres meses de la intervención.</p> <p><u>Umbrales de dolor por presión:</u> Cambios significativos ($P < 0,05$) dentro del grupo RV en las medidas al mes y a los tres meses de la intervención en el hemicuerpo izquierdo.</p> <p><u>Ansiedad:</u> Mejoras significativas ($P < 0,05$) dentro de los dos grupos en todas las medidas respecto a las medidas base, pero no diferencias significativas ($P > 0,05$) entre grupos.</p> <p>La única diferencia significativa ($P < 0,05$) entre grupos kinesiofobia a los 3 meses. Además, grupo RV mejores resultados en algunas medidas.</p>
--	--	--	--	---

TABLA 3.- Análisis de la calidad metodológica de los artículos incluidos en la revisión mediante la escala PEDro.

ESTUDIO (Autor y año)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Score
Cetin et al., 2022	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	5/10
Mukherjee et al., 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	7/10
Nusser et al., 2021	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6/10
Rezaei et al., 2019	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	6/10
Sarig-Bahat et al., 2015	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	7/10
Sarig-Bahat et al., 2018	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	7/10
Sarig-Bahat et al., 2020	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	8/10
Tejera et al., 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6/10
MEDIA												6,5
<p>Criterio 1. Los criterios de elección fueron especificados.</p> <p>Criterio 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.</p> <p>Criterio 3. La asignación fue oculta. Enmascaramiento.</p>												

Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.

Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.

Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.

Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

Criterio 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

Criterio 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.

Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.

Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

(+) = PRESENTE; (-) = AUSENTE

Se incluye un criterio adicional (Criterio 1) que se relaciona con la validez externa (“Aplicabilidad del ensayo”). Siguiendo las

recomendaciones de la escala PEDro, no se tendrá en cuenta este criterio en el cálculo de la puntuación final.

INTERPRETACIÓN: Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 en la escala PEDro tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica.

10. Referencias bibliográficas

1. Cohen SP, Vase L, Hooten WM. Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. *Lancet*. 2021 May 29;397(10289):2082-97.
2. Murray CJ, Atkinson C, Bhalla K, et al. The state of US health, 1990-2010: burden of diseases, injuries, and risk factors. *JAMA* 2013;310:591–608.
3. Hoy DG, Protani M, De R, Buchbinder R. The epidemiology of neck pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 Dec;24(6):783-92.
4. Kazeminasab S, Nejadghaderi SA, Amiri P, Pourfathi H, Araj-Khodaei M, Sullman MJM et al. Neck pain: global epidemiology, trends and risk factors. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022 Jan 3;23(1):26.
5. Kim R, Wiest C, Clark K, Cook C, Horn M. Identifying risk factors for first-episode neck pain: A systematic review. *Musculoskelet Sci Pract*. 2018 Feb;33:77-83.
6. Jahre H, Grotle M, Smedbråten K, Dunn KM, Øiestad BE. Risk factors for non-specific neck pain in young adults. A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Jun 9;21(1):366.
7. Popescu A, Lee H. Neck Pain and Lower Back Pain. *Med Clin North Am*. 2020 Mar;104(2):279-92.
8. Vasseljen O, Woodhouse A, Bjørngaard JH, Leivseth L. Natural course of acute neck and low back pain in the general population: the HUNT study. *Pain*. 2013 Aug;154(8):1237-44.

9. Blanpied PR, Gross AR, Elliott JM, Devaney LL, Clewley D, Walton DM et al. Neck Pain: Revision 2017. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017 Jul;47(7):A1-A83.
10. Beltran-Alacreu H, López-de-Uralde-Villanueva I, Calvo-Lobo C, Fernández-Carnero J, La Touche R. Clinical features of patients with chronic non-specific neck pain per disability level: A novel observational study. *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2018 Aug;64(8):700-9.
11. Rudolfsson T, Björklund M, Djupsjöbacka M. Range of motion in the upper and lower cervical spine in people with chronic neck pain. *Man Ther.* 2012 Feb;17(1):53-9.
12. Sarig-Bahat H, Weiss PL, Sprecher E, Krasovsky A, Laufer Y. Do neck kinematics correlate with pain intensity, neck disability or with fear of motion? *Man Ther.* 2014 Jun;19(3):252-8.
13. Lin RF, Chang JJ, Lu YM, Huang MH, Lue YJ. Correlations between quality of life and psychological factors in patients with chronic neck pain. *Kaohsiung J Med Sci.* 2010 Jan;26(1):13-20.
14. Hoy D, March L, Woolf A, Blyth F, Brooks P, Smith E et al. The global burden of neck pain: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014 Jul;73(7):1309-15.
15. Cohen SP. Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc.* 2015 Feb;90(2):284-99.

16. Kay TM, Gross A, Goldsmith C, Santaguida PL, Hoving J, Bronfort G; Cervical Overview Group. Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005 Jul 20;(3):CD004250.
17. Southerst D, Nordin MC, Côté P, Shearer HM, Varatharajan S, Yu H, Wong JJ et al. Is exercise effective for the management of neck pain and associated disorders or whiplash-associated disorders? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Spine J.* 2016 Dec;16(12):1503-23.
18. Miller J, Gross A, D'Sylva J, Burnie SJ, Goldsmith CH, Graham N et al. Manual therapy and exercise for neck pain: a systematic review. *Man Ther.* 2010 Aug;15(4):334-54.
19. Hoffman HG, Boe DA, Rombokas E, Khadra C, LeMay S, Meyer WJ et al. Virtual reality hand therapy: A new tool for nonopioid analgesia for acute procedural pain, hand rehabilitation, and VR embodiment therapy for phantom limb pain. *J Hand Ther.* 2020 Apr-Jun;33(2):254-62.
20. Slater M, Spanlang B, Sanchez-Vives MV, Blanke O. First person experience of body transfer in virtual reality. *PLoS One.* 2010 May 12;5(5):e10564.
21. 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.* 2019 Jul 3;12:2053-85.
22. Pourmand A, Davis S, Marchak A, Whiteside T, Sikka N. Virtual Reality as a Clinical Tool for Pain Management. *Curr Pain Headache Rep.* 2018 Jun 15;22(8):53.

23. Lier EJ, de Vries M, Stegink EM, Ten Broek RPG, van Goor H. Effect modifiers of virtual reality in pain management: a systematic review and meta-regression analysis. *Pain*. 2023 Mar 22.
24. 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*. 2022 Mar 29;19(7):4071.
25. 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.
26. Ahern MM, Dean LV, Stoddard CC, Agrawal A, Kim K, Cook CE et al. The Effectiveness of Virtual Reality in Patients With Spinal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Pract*. 2020 Jul;20(6):656-75.
27. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71.
28. 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.

29. 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.
30. Rezaei I, Razeghi M, Ebrahimi S, Kayedi S, Rezaeian Zadeh A. A Novel Virtual Reality Technique (Cervigame®) Compared to Conventional Proprioceptive Training to Treat Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Biomed Phys Eng*. 2019 Jun 1;9(3):355-66.
31. Sarig-Bahat H, Takasaki H, Chen X, Bet-Or Y, Treleaven J. Cervical kinematic training with and without interactive VR training for chronic neck pain - a randomized clinical trial. *Man Ther*. 2015 Feb;20(1):68-78.
32. Sarig-Bahat H, Croft K, Carter C, Hoddinott A, Sprecher E, Treleaven J. Remote kinematic training for patients with chronic neck pain: a randomised controlled trial. *Eur Spine J*. 2018 Jun;27(6):1309-23.
33. Sarig-Bahat H, German D, Palomo G, Gold H, Nir YF. Self-Kinematic Training for Flight-Associated Neck Pain: a Randomized Controlled Trial. *Aerosp Med Hum Perform*. 2020 Oct 1;91(10):790-7.
34. Tejera DM, Beltran-Alacreu H, Cano-de-la-Cuerda R, Leon Hernández JV, 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*. 2020 Aug 16;17(16):5950.

35. Mukherjee M, Bedekar N, Sancheti P, Shyam A. Immediate and short-term effect of virtual reality training on pain, range of motion, and kinesiophobia in patients with cervical spondylosis. *Indian J Phys Ther Res* 2020 Jan;2(1):55-60.
36. Hughes DC, Ellefsen S, Baar K. Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018 Jun 1;8(6):a029769.
37. Gross AR, Paquin JP, Dupont G, Blanchette S, Lalonde P, Cristie et al. Cervical Overview Group. Exercises for mechanical neck disorders: A Cochrane review update. *Man Ther*. 2016 Aug;24:25-45.
38. Hidalgo B, Hall T, Bossert J, Dugeny A, Cagnie B, Pitance L. The efficacy of manual therapy and exercise for treating non-specific neck pain: A systematic review. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2017 Nov 6;30(6):1149-69.
39. Fredin K, Lorås H. Manual therapy, exercise therapy or combined treatment in the management of adult neck pain - A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Sci Pract*. 2017 Oct;31:62-71.
40. Tosi G, Parmar J, Dhillon I, Maravita A, Iaria G. Body illusion and affordances: the influence of body representation on a walking imagery task in virtual reality. *Exp Brain Res*. 2020 Oct;238(10):2125-36.
41. Slater M, Sánchez-Vives MV. Transcending the Self in Immersive Virtual Reality. *Computer*. 2014 Jul;47(7):24–30.

42. Vittersø AD, Halicka M, Buckingham G, Proulx MJ, Bultitude JH. The sensorimotor theory of pathological pain revisited. *Neurosci Biobehav Rev.* 2022 Aug;139:104735.
43. De Ridder D, Vanneste S, Smith M, Adhia D. Pain and the Triple Network Model. *Front Neurol.* 2022 Mar 7;13:757241.
44. Guerra-Armas J, Flores-Cortes M, Pineda-Galan C, Luque-Suarez A, La Touche R. Role of Immersive Virtual Reality in Motor Behaviour Decision-Making in Chronic Pain Patients. *Brain Sci.* 2023 Apr 5;13(4):617.
45. Trost Z, France C, Anam M, Shum C. Virtual reality approaches to pain: toward a state of the science. *Pain.* 2021 Feb 1;162(2):325-31.
46. Martini M, Perez-Marcos D, Sanchez-Vives MV. What Color is My Arm? Changes in Skin Color of an Embodied Virtual Arm Modulates Pain Threshold. *Front Hum Neurosci.* 2013 Jul 31;7:438.
47. Martini M, Perez-Marcos D, Sanchez-Vives MV. Modulation of pain threshold by virtual body ownership. *Eur J Pain.* 2014 Aug;18(7):1040-8.
48. Riva G, Baños RM, Botella C, Mantovani F, Gaggioli A. Transforming Experience: The Potential of Augmented Reality and Virtual Reality for Enhancing Personal and Clinical Change. *Front Psychiatry.* 2016 Sep 30;7:164.

49. Triberti S, Repetto C, Riva G. Psychological factors influencing the effectiveness of virtual reality-based analgesia: a systematic review. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*. 2014 Jun;17(6):335-45.
50. Wang S, Sun, J, Yin X, Li H. Effect of virtual reality technology as intervention for people with kinesiophobia: A meta-analysis of randomised controlled trials. *J. Clin. Nurs*. 2022, 1–13.
51. Slater M, Sánchez-Vives MV. Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI* 2016;3:74.
52. Riva G, Wiederhold, B. K, Mantovani, F. Neuroscience of virtual reality: From virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*. 2019;22(1), 82–96.

