

**GUÍA DE RECOMENDACIONES BASADAS EN EVIDENCIA PARA EL
TRATAMIENTO DE TRASTORNOS NEUROLÓGICOS CON REALIDAD VIRTUAL**

INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE FISIOTERAPEUTA

KELLY ALEXANDRA PENAGOS MORA

(Autora)

CARLOS ALBERTO PÉREZ GÓMEZ

(Director)

ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN

ESCUELA DE FISIOTERAPIA

GRUPO DE INVESTIGACIÓN CAPACIDADES HUMANAS, SALUDE E INCLUSIÓN

FEBRERO DE 2021

BOGOTA

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen y palabras clave	5
Introducción	6
Trastornos neurológicos en el mundo y en Colombia	6
Avances tecnológicos	7
Avances tecnológicos en Colombia	9
Tipos de tecnología en rehabilitación	10
Alcance de la guía	13
Población	13
Ámbito de la aplicación de la guía	13
Usuarios de la guía	14
Aspectos clínicos cubiertos por la guía	14
Objeto de la toma de decisiones	14
Conceptos clave para el análisis de los tratamientos contemplados	15
Realidad Virtual	15
Terapia Convencional	15
Sistemas (Inmersivo, semiinmersivo)	15
Sistema no inmersivo	16
Método	18
Niveles de evidencia y grados de Recomendación	19
Transformación al Sistema PICO	22
Resultados	23
Tabla de síntesis de resultados	26
Discusión	35
Conclusiones	40
Referencias	42
Anexos	47

Índice de Tablas

Tabla 1 Componentes de la pregunta PICO	133
Tabla 2 Clasificación Oxford de niveles de evidencia. Se recopila la puntuación para cada estudio en el Anexo A al final.	199
Tabla 3 Delimitación final de la pregunta PICO.	222
Tabla 4 Resumen de los resultados obtenidos en los estudios incluidos (Revisiones sistemáticas y Ensayos Clínicos Aleatorizados. En el Anexo B al final se recopila las principales intervenciones con Realidad Virtual.	288

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de identificación y selección de artículos	138
---	-----

Agradecimientos

Gracias a la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación por acogerme, por la clase de profesionales que me brindaron de sus conocimientos y experiencias como fisioterapeutas que aportaron a mi formación profesional y crecimiento personal.

Agradezco también a mi tutor de proyecto de investigación Carlos Alberto Pérez Gómez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad de conocimiento científico e investigativo, así como también haberme tenido toda la paciencia para guiarme durante todo el proceso de este proyecto.

Y para finalizar, también agradezco a todos mis colegas por ser parte de este gran momento, haber compartido en cada paso de la carrera y ante todo a mi familia, padres y hermanos que por ellos soy quien soy y cada logro se lo debo a ellos.

Resumen

La siguiente guía se basa en brindar recomendaciones para dar un apoyo a las terapias alternativas en el campo de la rehabilitación haciendo uso de la tecnología, como lo es la realidad virtual en pacientes con trastornos neurológicos, esta guía se lleva a cabo por medio de una revisión sistemática con un alto nivel de evidencia la cual se desarrolla como opción de grado. La guía busca dar un soporte científico y así mismo contribuir a la recuperación de los pacientes, educación de los profesionales y dar a conocer la mejor evidencia disponible para la asistencia clínica-terapéutica en Colombia. En la guía se puede encontrar datos sobre los trastornos neurológicos en el mundo y en Colombia, los avances que se han llevado a cabo a través de la tecnología tanto en Colombia como en otros países, los interrogantes para la realización de la guía, análisis de los resultados y recomendaciones finales, entre otros.

Palabras Clave: Virtual Reality, Realidad Virtual, Realidade Virtual, Systematic Review, Revisión Sistemática, Revisão Sistemática, Physical Therapy, Fisioterapia, Engineering, Tecnología y Trastornos de origen neurológico.

Introducción

Los trastornos neurológicos según la OMS se definen como: “enfermedades del sistema nervioso central y periférico, es decir, del cerebro, la médula espinal, los nervios craneales y periféricos, las raíces nerviosas, el sistema nervioso autónomo, la placa neuromuscular, y los músculos” (OMS, 2005). Dependiendo de las características de los trastornos neurológicos pueden cursar con pérdida de la función motora tanto en los miembros superiores como en miembros inferiores, y este desenlace se constituye en una causa importante de discapacidad en el mundo y su desarrollo está asociado tanto a factores propios del paciente (enfermedades vasculares, metabólicas, cáncer), como de su entorno, ya sea específicamente trauma civil (accidentes de tránsito, deportivos) como armado (minas anti personas, heridas por arma de fuego).

Diferentes trastornos neurológicos como la EM (esclerosis múltiple), el accidente cerebro vascular, la EP (enfermedad de Parkinson), entre otros; resultan en situaciones bastante complejas en la atención sanitaria. “Los signos y síntomas varían según el tipo de trastorno funcional y pueden tener patrones específicos. Estos trastornos afectan el componente motor y sensitivo, como la capacidad para caminar, comer, ver u oír” (Martínez-Altarriba, 2014, p. 5), y la gravedad de los síntomas puede variar y estos pueden ser de corta o larga duración.

Trastornos neurológicos en el Mundo y en Colombia

Cientos de millones de personas en todo el mundo sufren trastornos neurológicos. Más de 6 millones de personas mueren cada año por accidentes cerebrovasculares y más del 80% de estas muertes se producen en países de ingresos bajos o medianos. Existen 1.3 millones de personas afectadas por una de las enfermedades que más se presentan y es la esclerosis múltiple; sin embargo, en países nórdicos, la incidencia es mayor, y en Latinoamérica se encuentra que es la enfermedad que más afecta a las personas, un estimado es aproximadamente de 50 mil personas.

En Colombia se presenta de cada 100.000 habitantes, 4 padecen esta enfermedad, alrededor de 1840 personas, afectando a dos mujeres por cada hombre. Dentro de los estudios realizados y las investigaciones previas, indican que el comienzo temprano de la terapia, reduce el riesgo de la progresión de la discapacidad en un 40%. La edad promedio en que se desencadena esta enfermedad son los 29 años. En el mundo, el tiempo promedio entre la presentación inicial y la confirmación del diagnóstico varía entre 4 y 48 semanas. Por otro lado, de acuerdo con la Asociación Colombiana de Neurología, anualmente en Colombia 45.000 personas presentan nuevos episodios de ACV, y más de 200.000 padecen párkinson. Estas enfermedades dejan como secuelas, afectaciones en su función motriz, la movilidad, el lenguaje y otras funciones mentales, impacta e influye negativamente en la independencia funcional de las personas.

En cuanto a las opciones de abordaje, las denominadas tecnologías en rehabilitación hacen parte de las estrategias que facilitan la integración de la persona en situación de discapacidad a la definición planteada por Gaynor (2019), quien la concibe como el “Conjunto de medios creados por personas para facilitar el esfuerzo humano. En los términos más breves posibles, la tecnología puede considerarse como capacidad creada” (p. 2)

Avances Tecnológicos

A medida que evolucionan los humanos y todo lo que los rodea, así mismo pasa con la tecnología, que incluso avanza con mayor rapidez. La promesa del mañana depende de cuánto avance la realidad tecnológica y para nadie es un secreto que en el futuro puede ser justamente la tecnología la que reemplace todo lo que se conoce hasta ahora.

Más allá del auge o de la tendencia que producen los cambios tecnológicos y sus avances, se reconoce el impacto que estos generan para el desarrollo de un país y para toda una sociedad, se habla de un crecimiento y un desarrollo en muchos aspectos fundamentales para la sostenibilidad

de las personas. La Organización para las Naciones Unidas (ONU) menciona que “sin unas políticas de ciencia, tecnología e innovación adecuadas, las tecnologías, ya sean antiguas o nuevas, tienen pocas probabilidades de contribuir al desarrollo mundial”. Se hace énfasis en un progreso continuo en diferentes sectores como; seguridad alimentaria, la nutrición y el desarrollo agrícola, el acceso a la energía y la eficiencia energética, la diversificación y la transformación económicas, la productividad y la competitividad, la inclusión social, el acceso a la enseñanza y los recursos educativos, mercado de trabajo y empleo, el factor socioeconómico, y por último uno de los aspectos más importantes la lucha contra las enfermedades y contribución al sector de la salud.

Específicamente en el campo de la salud:

Egipto ha transformado un proyecto piloto de telemedicina en una iniciativa nacional en la que se emplea un sistema global de tecnología de la información y las comunicaciones para suministrar servicios médicos poniendo en contacto a los especialistas en salud con los médicos y expertos. Por otro lado, Letonia es pionera en el uso de la inteligencia artificial para el tratamiento individualizado del melanoma metastásico; y la administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos de América (FDA) está estudiando la posibilidad de aplicar tecnologías emergentes, como las cadenas de bloques, como mecanismo de intercambio de datos que permita acceder inmediatamente a información sobre los pacientes, los suministros y las intervenciones de urgencia en casos de emergencia de salud pública. (UNCTAD, Technology and Innovation Report 2018, pág. 6).

Estos avances en tecnología indudablemente hacen que una sociedad sea identificada como potencia y que contribuyan a un crecimiento como país o nación. Sin embargo, dentro de todo el abanico de posibilidades tecnológicas en salud, es objeto de este documento la tecnología en rehabilitación, lo que lleva a preguntarse ¿qué cambios, que avances y qué tecnologías, se han

fortalecido para el tratamiento y apoyo a todos los profesionales de esta área? En un último estudio para la revista Funds&Markets, se habló de la rehabilitación física como futuro haciendo uso de la realidad virtual, los centros de rehabilitación, entrenamiento e instituciones en pro de la recuperación física también están en un constante avance tecnológico. Se difunde esta tecnología como; “diseñados para su uso a través del juego y ramificación” (Khin Center, 2019).

Algunos ejemplos que se pueden documentar como avances en el área de la rehabilitación que se pueden documentar son:

1. **Icaros** (Se trata de un simulador de vuelo de realidad virtual, en el que el usuario puede trabajar y mejorar la activación y control de todo su cuerpo).
2. **Fit 3d** (Este escáner de vanguardia permite obtener datos precisos y en 3D del estado y los progresos de la composición corporal y postura del paciente).
3. **Dinamometría K-Force** (Permite evaluar el estado del sistema neuromuscular para identificar posibles desequilibrios y asimetrías que reduzcan el rendimiento deportivo, produzcan dolor o aumenten el riesgo de lesión).

Avances tecnológicos en Colombia

La salud, la educación, la ciencia y la tecnología siempre han sido un reto a nivel mundial. En Colombia específicamente estos aspectos siempre se han tornado un desafío por el mismo sistema político que rige al país, hablando de oportunidades, presupuesto e igualdad de condiciones. No obstante, existen entidades a favor y encargadas en la transformación constante de la tecnología en pro de la recuperación de las personas en condición de discapacidad, con ayuda de profesionales; fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, médicos deportólogos, ortopedistas, entre otros. Dentro de lo mencionado, se encuentra la corporación **CECAN** en alianza con **EXOTECHNO** (Empresa de desarrollo tecnológico para la discapacidad física), empezaron su proyecto en el año 2017 con

un proyecto enfocado en la “**transformación de vidas reviviendo emociones perdidas**” de la población en condición de discapacidad física, haciendo uso de sillas de ruedas y/o equipos diseñados, fabricados, patentados y comercializados en el país, que permiten cambiar de posición de sedente (sentado) a bípedo (de pie) y el desplazamiento asistido, autónomo o electrónico; además de equipos de asistencia de marcha (Exoesqueletos), cicloergómetros (pedaleras electrónicas), entre otros; todos diseñados con un enfoque terapéutico y de rehabilitación de alto impacto en la salud orgánica y psicoemocional de la persona en condición de discapacidad física.

Tipos de Tecnología en rehabilitación

Cuando se habla de tecnología, técnica o ciencia, se hace referencia aquellas ayudas, herramientas y/o dispositivos que pueden contribuir al tratamiento de aquellas personas en condición de discapacidad, cuyas secuelas hayan afectado sus funciones físicas, intelectuales o mentales. Estos dispositivos o herramientas contribuyen a que las personas se desenvuelven con más facilidad en sus rutinas diarias. La tecnología en rehabilitación "remite a las herramientas que ayudan a las personas a recuperar sus funciones después de una lesión o una enfermedad" (NICHD Centro Nacional para la Investigación de la Rehabilitación Médica, 2019).

Dentro de los diferentes tipos de tecnología se puede encontrar:

1. Robótica.
2. Realidad virtual.
3. Modelos y simulaciones musculo esqueléticos.
4. Estimulación magnética transcraneal (Transcranialmagneticstimulation, TMS).
5. Estimulación transcraneal de corriente directa (Transcranialdirectcurrentstimulation, TDCS).
6. Análisis de movimiento. El análisis de movimiento captura videos del movimiento humano con un software informático especializado.

Ahora bien, tomando como idea central la incorporación de la tecnología para la atención en rehabilitación de personas con eventos de origen neurológico, y respondiendo a la necesidad de contar con soportes de alta calidad para la toma de decisiones terapéuticas, se realiza esta Guía de recomendaciones clínicas basadas en evidencia para el tratamiento y rehabilitación de la función motora en personas con lesiones neurológicas (déficits o trastornos) por medio de la tecnología. Su desarrollo tiene sustento en las políticas públicas para favorecer la calidad de vida de las personas y colectivos. Las políticas nombradas en octubre del 2019 como la política pública de ciencia, tecnología e innovación, que menciona como propósito principal adaptar, generar y/o difundir innovaciones tecnológicas en un territorio específico, aprovechando una infraestructura particular con ayuda de redes, agentes públicos, privados y educacionales. Como punto central que justifica la necesidad de soportes conceptuales para el uso de tecnología, se reconoce que en Colombia se asumieron en mayo de 2019, las recomendaciones del informe mundial sobre Discapacidad. En los artículos 6 y 10 de la Ley 1751 del 2015 que hablan sobre “acceder a los servicios y tecnologías de la salud, que garanticen una atención integral, oportuna y de alta calidad ”.

Con la intención de proponer una pregunta de investigación que diera proyección a la construcción de una guía de recomendaciones, se propuso como estrategia de orientación una pregunta PICO que se elaboró a partir de los componentes presentados en la tabla 1, y que será el norte para rastrear la evidencia científica.

Tabla 1.

Componentes de la pregunta PICO

P	Personas con trastornos neurológicos
I	Realidad Virtual
C	Otras modalidades terapéuticas
O	Diversos desenlaces documentados en la literatura

¿Cuáles son los efectos de la Realidad Virtual (I) Vs otras modalidades terapéuticas (C) reportados en la literatura científica y que cuentan con la mejor evidencia disponible para incorporar en una guía de práctica clínica para el abordaje de diversos desenlaces (O) de interés Fisioterapéutico derivados de trastornos neurológicos (P)?

A partir de la pregunta PICO, se decide sistematizar el proceso a partir del planteamiento de un objetivo general dirigido a documentar en una Guía de Recomendaciones Basada en la Evidencia para el Tratamiento y Rehabilitación de Trastornos Neurológicos por medio de la Realidad Virtual, los efectos reportados en la literatura científica con mejor evidencia de la Realidad Virtual (I) Vs otras modalidades terapéuticas (C) para el abordaje de diversos desenlaces (O) de interés Fisioterapéutico derivados de trastornos neurológicos (P).

Así mismo, se proponen como objetivos específicos: a) Documentar la evidencia que soporta las estrategias de Realidad Virtual para mejorar la función motora; b) Caracterizar la evidencia que soporta las acciones fisioterapéuticas vs la realidad virtual en el tratamiento de personas con lesiones neurológicas; y c) delimitar los grados de recomendación de las diferentes alternativas terapéuticas en pro de la mejoría de la función motora o el aprendizaje motor desde la Realidad virtual.

Alcance de la Guía

Esta guía va dirigida a terapeutas que realizan abordajes de personas con secuelas neurológicas debido a trastornos, enfermedades o lesiones en el sistema nervioso central sea por encefalopatías por virus, procesos bacterianos, traumatismos cráneo-encefálicos y/o vasculares. Con esta GPC se pretende aportar al tratamiento fisioterapéutico en la recuperación y atención oportuna de las personas que cursan con un evento de origen neurológico por medio de la tecnología y de estrategias poco convencionales, como lo es la tecnología y realidad virtual. Esta guía permitirá aumentar las alternativas de atención dirigidas a la recuperación de la función motora y capacidades de las personas, la rehabilitación de consecuencias derivadas de eventos neurológicos, así como la prescripción y la disminución de la morbilidad asociada.

Población

La guía desarrollará recomendaciones para la atención de pacientes mayores de 18 años con secuelas de origen neurológico que repercuten en su función motora o aprendizaje motor por causa (isquemia crítica por enfermedades vasculares) o traumática, etc. Incluye; ACV, enfermedad de Parkinson, Esclerosis Múltiple, infarto cerebral, entre otras. No están incluidos los pacientes menores de 18 años, o aquellos con afecciones o patologías congénitas, de etiología oncológica y/o amputaciones. La guía va dirigida a la población colombiana y residentes en el territorio nacional.

Ámbito de la Aplicación de la Guía

Esta guía dará recomendaciones para la atención y tratamiento en servicios de mediana y alta complejidad, del sistema de salud en los que se pueda realizar la atención de los eventos, tratamiento de las secuelas y rehabilitación integral con equipos interdisciplinarios, así como la prescripción de los sistemas y/o equipos que se tengan al alcance, para la población.

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

- Evaluación Fisioterapéutica
- Intervención Fisioterapéutica
- A partir de la evidencia y la toma de decisión de la mejor práctica clínica y la optimización de la atención.

Usuarios de la guía

Fisioterapeutas, médicos especialistas en medicina física y rehabilitación, médicos certificados en la prescripción de equipos y tecnología en rehabilitación, terapeutas ocupacionales, y demás profesionales que traten estos pacientes y tecnología.

Aspectos clínicos cubiertos por la Guía

Esta guía pretende ser de apoyo para el abordaje de eventos de origen neurológico como: a) ACV; b) Esclerosis Múltiple; c) Enfermedad de Parkinson; d) Lesión Cerebral Traumática; y e) otros de origen neurológico (en función de la literatura). Así mismo se contemplan como desenlaces de interés: a) marcha; b) aprendizaje Motor; c) función motora en Miembros superiores; d) déficit cognitivo; y e) equilibrio.

Objeto de la toma de decisiones

Determinar el mejor tratamiento por medio de la tecnología en rehabilitación en los pacientes que requieren recuperación de su función motora ya sea en miembros superiores o miembros inferiores por las causas médicas o traumáticas incluidas en esta guía para producir un mejor desenlace en términos de calidad de vida y confort.

Conceptos clave para el análisis de los tratamientos contemplados

Realidad Virtual y Terapia Convencional

Actualmente, una de las definiciones más aceptadas de la Realidad Virtual es una simulación de un entorno real generado por un ordenador, en la que a través de una interfaz hombre-máquina se va a permitir al usuario interactuar con ciertos elementos dentro del escenario simulado (Riener,2018)

La Realidad Virtual también se presenta con un futuro prometedor, ya que cada vez es menos costosa, permite realizar tratamientos más intensivos, y no necesita supervisión constante por parte de los terapeutas. Se usa con el objetivo de mejorar las capacidades funcionales. El entorno de RV generado, depende del equipo y del programa informático utilizado.

Por otra parte, cuando se habla de la terapia convencional, se hace mención a las estrategias y acciones por parte del fisioterapeuta para la curación y paliación de síntomas y dolencias, tanto agudas como crónicas. Es el conjunto de técnicas que componen un plan de tratamiento, en el cual se incluyen; estiramientos, movilizaciones, manipulaciones, ejercicios terapéuticos, entre otros.

Sistema Inmersivo

Las simulaciones totalmente inmersivas pueden proporcionar experiencias al usuario muy realistas al ofrecer un amplio campo de visión, altas resoluciones, mayores tasas de actualización y altos niveles de contraste en el dispositivo, ya que estimula todos los sentidos del usuario-paciente. Es la interacción total en un mundo de realidad virtual por medio de un headset o software.

Sistema Semi- inmersivo

Este sistema brinda una experiencia en la que el usuario está parcialmente pero no totalmente inmerso en un entorno virtual. Las simulaciones semi inmersivas funcionan con sistemas de computación grafica de alto rendimiento, que algunas veces se combinan con sistemas de

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

proyectores de pantalla grande o múltiples sistemas. Es un balance entre ambos mundos (virtual y real).

Sistema No Inmersivo

Este sistema solo estimula un subconjunto de los sentidos del usuario, lo que permite una percepción periférica de la realidad virtual. Permite que los usuarios aprecien el ‘proyecto’ sin necesidad de utilizar ningún tipo de equipo especial para ello.

Método

La elaboración de una guía de práctica clínica implica el uso de herramientas de los estudios documentales y de las revisiones sistemáticas. Como unidades de análisis se emplearon artículos de investigación que documentaran resultados de intervención, por tanto, se seleccionaron como unidades básicas estudios tipo ensayo clínico aleatorizado y revisiones sistemáticas elaboradas con ensayos clínicos. La figura 1 muestra el proceso de selección de en función del cumplimiento de los criterios de inclusión y las fuentes consultadas (ScienceDirect y Bireme). Ahora bien, luego de este proceso, se realizó un proceso de lectura crítica y de modo descriptiva se fue registrando en una matriz la información relacionada con los tipos de intervenciones con tecnología (Realidad Virtual), otros tratamientos fuera de lo convencional y así mismo los resultados detallados de cada uno. Después de realizar el registro en la matriz se continuo con la estructuración de la presente guía de forma narrativa y en las tablas correspondientes.

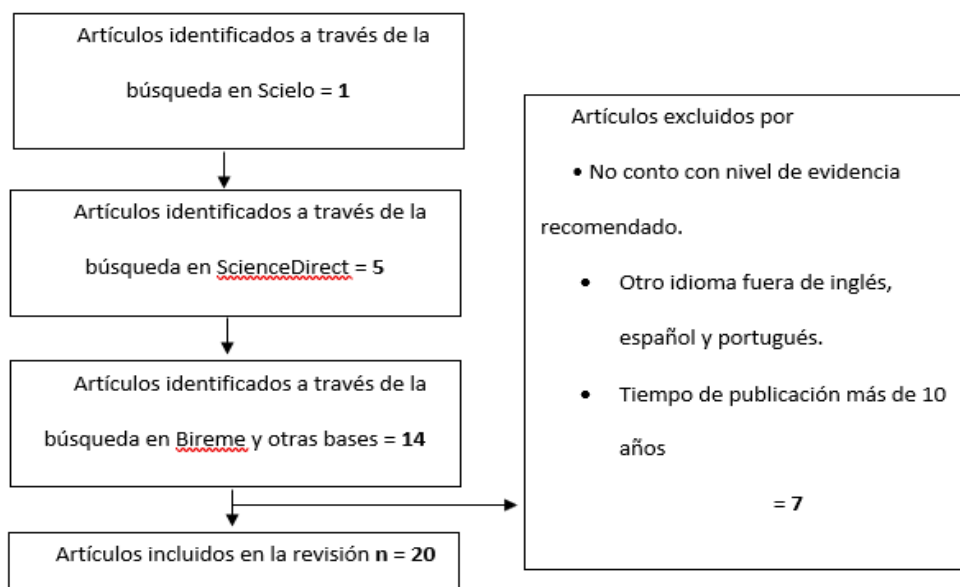


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de identificación y selección de artículos

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

Cabe mencionar que la búsqueda de información científica en bases documentales de calidad, se evaluó mediante PRISMA y CONSORT. Cada uno de los artículos obtenidos fue categorizado según el nivel de evidencia basados en la clasificación presentada en la tabla 2:

Niveles de evidencia y grados de Recomendación

En la presente Guía, se siguieron los pasos para elaboración de guías de práctica clínica basadas en evidencia propuestos en el documento denominado “Guía Metodológica para la elaboración de Guías de Práctica Clínica con Evaluación Económica en el Sistema General de Seguridad Social en Salud Colombiano” (Ministerio de salud y protección social, 2014). Los niveles de evidencia y grados de recomendación fueron evaluados de acuerdo con la clasificación de los niveles de evidencia de Oxford (OCEBM). Esta clasificación fue pionera y ha servido de base para el desarrollo de clasificaciones más completas.

Tabla 2.

Clasificación Oxford de niveles de evidencia. Se recopila la puntuación para cada estudio en el Anexo A al final.

Grado de Recomendación	Nivel de evidencia	Tratamiento, Prevención, Etiología y Daño	Pronóstico e historia Natural	Diagnóstico	Diagnóstico diferencial y estudios de prevalencia	Estudios económicos y análisis de decisión
A	1a	RS con homogeneidad de EC controlados con asignación aleatoria	RS de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables, en la misma dirección y validadas en diferentes poblaciones	RS de estudios diagnósticos de nivel 1 (alta calidad), con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección y en diferentes centros clínicos	RS con homogeneidad de estudios de cohortes prospectivos	RS con homogeneidad de estudios económicos de nivel 1
	1b	EC individual con intervalo de confianza estrecho	Estudios de cohortes individuales con un seguimiento mayor de 80% de la cohorte y validadas en una sola población	Estudios de cohortes que validen la calidad de una prueba específica, con estándar de referencia	Estudio de cohortes prospectiva con buen seguimiento	Análisis basado en costes o alternativas clínicamente sensibles; RS de la evidencia; e incluyendo

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

B				adecuado (independientes de la prueba) o a partir de algoritmos de estimación del pronóstico o de categorización del diagnóstico o probado en un centro clínico		análisis de la sensibilidad
	1c	Eficiencia demostrada por la práctica clínica. Considera cuando algunos pacientes mueren antes de ser evaluados	Resultados a partir de la efectividad y no de su eficiencia demostrada a través de un estudio de cohortes. Series de casos todos o ninguno	Pruebas diagnósticas con especificidad tan alta que un resultado positivo confirma el diagnóstico y con sensibilidad tan alta que un resultado negativo descarta el diagnóstico	Series de casos todos o ninguno	Análisis absoluto en términos de mayor valor o peor valor.
	2a	RS de estudios de cohortes, con homogeneidad	RS de estudios de cohorte retrospectiva o de grupos controles no tratados en un EC, con homogeneidad	RS de estudios diagnósticos de nivel 2 (mediana calidad) con homogeneidad	RS (con homogeneidad de estudios 2b y mejores	RS (con homogeneidad) de estudios económicos con nivel mayor a 2
	2b	Estudio de cohortes individual con seguimiento inferior a 80% (incluye EC de baja calidad)	Estudio de cohorte retrospectiva o seguimiento de controles no tratados en un EC, o GPC no validadas	Estudios exploratorios que, a través de una regresión logística, determinan factores significativos, y validados con estándar de referencia adecuado (independientes de la prueba)	Estudios de cohortes retrospectivas o de seguimiento insuficiente	Análisis basados en costes o alternativas clínicamente sensibles; limitado a revisión de la evidencia; e incluyendo un análisis de sensibilidad
	2c	Estudios ecológicos o de resultados en salud	Investigación de resultados en salud		Estudios ecológicos	Auditorías o estudios de resultados en salud
	3a	RS de estudios de casos y controles, con homogeneidad		RS con homogeneidad de estudios 3b y de mejor calidad	RS con homogeneidad de estudios 3b y mejores	RS con homogeneidad de estudios 3b y mejores

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

C	3b	Estudios de casos y controles individuales		Comparación enmascarada y objetiva de un espectro de una cohorte de pacientes que podría normalmente ser examinado trastorno, pero el estándar de referencia no se aplica a todos los pacientes del estudio. Estudios no consecutivos o sin la aplicación de un estándar de referencia		Estudio no consecutivo de cohorte, o análisis muy limitado de la población basado en pocas alternativas o costes, estimaciones de datos de mala calidad, pero incluyendo análisis de la sensibilidad que incorporan variaciones clínicamente sensibles
	4	Serie de casos, estudios de cohortes, y de casos y controles de baja calidad	Serie de casos y estudios de cohortes de pronóstico de poca calidad	Estudio de casos y controles, con escasos o sin estándares de referencia independiente	Series de casos o estándares de referencia obsoletos	Análisis sin análisis de sensibilidad
	5	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica o basado en teoría económica o en “principios fundamentales”
D						

GPC: Guía de práctica clínica. Estudios con homogeneidad: se refiere a que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.

Resumen de Recomendaciones. Preguntas PICO

1. ¿Cuáles son los efectos de la Realidad Virtual (I) Vs otras modalidades terapéuticas (C) reportados en la literatura científica y que cuentan con la mejor evidencia disponible para incorporar en una guía de práctica clínica para el abordaje de diversos desenlaces (O) de interés Fisioterapéutico derivados de trastornos neurológicos (P)?

Transformación al Sistema PICO

La tabla 3 presenta el ajuste de la pregunta central de la guía al sistema PICO

Tabla 3.

Delimitación final de la pregunta PICO.

1. ¿Cuáles son los efectos de la Realidad Virtual y otras modalidades terapéuticas en el tratamiento de diversos desenlaces de interés Fisioterapéutico derivados de trastornos neurológicos?		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	DESENLACES
Pacientes mayores de 18 años con secuelas de origen neurológico que repercute en su función motora o aprendizaje motor por causa (isquemia crítica por enfermedades vasculares) o traumática.	Sistema de salud en los que se pueda realizar la atención de los eventos, tratamiento de las secuelas y rehabilitación integral con equipos interdisciplinarios, así como la prescripción de los sistemas y/o equipos que se tengan al alcance, para la población. • ACV • Esclerosis Múltiple • Enfermedad de Parkinson • Lesión Cerebral Traumática • Otros de origen neurológico	Marcha Aprendizaje Motor Función motora en Miembros superiores Déficit cognitivo Equilibrio

Resultados

Se encontró un total de 56 artículos, en los cuales 20 fueron escogidos por calidad metodológica, grado de recomendación y nivel de evidencia, en su mayoría revisiones sistemáticas. Dentro de los estudios, las variables analizadas fueron las enfermedades que predominan de origen neurológico para el uso de terapia con realidad virtual, tipo de estudio, objetivos de investigación, terapia convencional utilizada, sistema de RV utilizado, duración del tratamiento y pruebas / escalas utilizadas.

La totalidad de los estudios sobre Realidad Virtual con fines terapéuticos tuvieron como objetivo principal mejorar la función motora tanto en miembros superiores como en miembros inferiores, el rendimiento de las AVD (actividades básicas de la vida diaria), la marcha, así como el equilibrio estático y dinámico.

Viñas y Prieto (2016) publicaron su estudio, una revisión sistemática con 25 referencias, en la cual mencionan que existe una gran variedad de interfaces para interactuar con el entorno virtual, que van desde dispositivos comunes (mouse, teclado, joystick) hasta dispositivos más complejos con sistemas de captura de movimiento o incluso dispositivos hápticos, que brindan retroalimentación táctil y hacen que los usuarios se sientan como están manipulando objetos reales. Los sistemas inmersivos más utilizados en la actualidad son Glasstrom, IREX y PlayStation EyeMotion y los sistemas no inmersivos más utilizados son Virtual Teacher, Cyberglobe, Virtual RealityMotion, Pneumoglobe y Nintendo-Wii. Estos autores concluyeron que los estudios incluidos en la revisión muestran niveles óptimos de evidencia y grados de recomendación, pero se necesitan más estudios con tamaños de muestra más grandes para sacar conclusiones más confiables y sólidas.

Peñasco, Reyes, Gil, Bernal, Pérez y Peña (2010) analizaron su estudio en la neurorrehabilitación mediante RV, colocando especial énfasis en experiencias que hayan

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

demostrado una aplicación clínica en patologías como el ictus, lesión medular, esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson y daño cerebral adquirido de causa traumática. De igual forma hablan de tres elementos clave en la neurorrehabilitación y son la repetición, el feedback y la motivación del paciente. La repetición es importante para el aprendizaje motor y para que tengan lugar los cambios corticales que los originan, pero no es la repetición por sí sola la que causa el aprendizaje motor, sino que debe ir ligada a un feedback sensorial sobre el resultado de cada una de las realizaciones. Este tipo de tecnología es ya una realidad, con un funcionamiento suficientemente contrastado, que se aplica a numerosos padecimientos de origen neurológico y que abre unas posibilidades enormes en la parcela terapéutica, de motivación y de evaluación de este tipo de pacientes.

Muñoz Boje y Calvo-Muñoz (2017) dentro de su estudio analizaron 9 artículos que utilizaron la RV con fines terapéuticos y tuvieron como objetivo, entre otros, mejorar la función motora del miembro superior. Todos los trabajos fueron ECA y presentaron grupo experimental y grupo control, en los cuales, el grupo experimental, recibieron terapia de RV sola o combinada con terapia convencional y los sujetos del grupo control recibieron solo terapia convencional. Concluyendo que la funcionalidad del miembro superior en pacientes con ictus crónico mejora tras la aplicación de la terapia de RV de forma aislada o combinada con la terapia convencional. Los estudios muestran beneficios en la movilidad, la fuerza, la calidad y la cantidad de movimiento del miembro superior en pacientes con ictus crónico.

Verdú, Sánchez, Cuerda y Jiménez (2019) hicieron énfasis en el abordaje mediante realidad virtual para pacientes con esclerosis múltiple (EM), en el cual mencionan que existen cinco aspectos importantes para favorecer los procesos de aprendizaje motor y producir efectos positivos en la marcha y el equilibrio. La intensidad, la repetición, la motivación, el feedback y especificidad de la tarea. Los estudios descritos en la revisión sistemática utilizaron realidad

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

virtual de tipo semiinmersiva y cuatro estudios utilizaron sistemas diseñados específicamente para la neurorrehabilitación. La dosificación fue heterogénea entre estudios; el tiempo medio por sesión fue de 20-70 min; el número medio de sesiones por semana fue rango: 1-5; el número medio de semanas fue de 4-12, y la dosificación media total fue de rango: 6-46,67 horas. Se concluyó que la realidad virtual la realidad virtual pudo poseer la misma eficacia para mejorar el equilibrio que el entrenamiento convencional en personas con Esclerosis Múltiple. Los datos recolectados sugieren que la realidad virtual carece de efectos significativos sobre la velocidad de la marcha en los pacientes con EM.

Corral aclaro en su estudio que en la actualidad, tanto neurofisiólogos y especialistas en rehabilitación como médicos rehabilitadores, fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales están empezando a interesarse por la Realidad Virtual como una herramienta de estudio del control motor para evaluar y tratar déficits motores, en los resultados obtenidos en la revisión, afirmo que existe una gran cantidad de literatura científica, tanto estudios experimentales como revisiones sistemáticas, que muestra un efecto positivo tras la aplicación de terapias basadas en sistemas de RV en las enfermedades neurológicas con afectación motora. Sin embargo, los efectos de alguno no están claro por el tipo de estudio empleado. Por lo general se han realizado estudios con un número muy pequeño de sujetos y con importantes limitaciones metodológicas, como la no existencia de controles o de aleatorización.

Por otro lado, uno de los estudios con mayor relevancia, fue el de Baur, Schättin, Bruin, Riener, Duarte y Wolf (2018), los cuales investigaron el efecto y lo beneficiosos que pueden llegar a ser

los juegos y la RV multijugador, es el único estudio que mencionó cómo influía el juego con varios usuarios al mismo tiempo. Los juegos multijugador incorporan interacción social para promover el disfrute de los jugadores involucrados. El entorno multijugador y la mecánica del juego relacionada pueden facilitar la interacción social, desde la conversación hasta la interacción

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

háptica. Los niveles de habilidad comparables evitan el aburrimiento o el estrés y dan como resultado un nivel de desafío significativo que conduce a un estado de fluidez durante el entrenamiento. Si se logra un mejor rendimiento en el juego mediante una mayor actividad física, también aumenta la intensidad del entrenamiento. En la terapia neuromuscular, la intensidad del entrenamiento, junto con el tratamiento temprano, el entrenamiento centrado en el usuario y orientado a la tarea, es uno de los factores clave en la neurorrehabilitación. Por lo tanto, los juegos

multijugador tienen un gran potencial para aumentar aún más los beneficios de la terapia neuromuscular asistida por robot y la terapia asistida por realidad virtual. Finalmente especifican que, en entornos con jugadores con habilidades diferentes, la mecánica de la interfaz individual puede garantizar que todos los jugadores se enfrenten a desafíos de acuerdo con su nivel de habilidad y, por lo tanto, puedan aumentar la experiencia del juego.

Alashram, Annino, Padua, Romagnoli y Mercuri (2019) centraron su estudio en el tratamiento por medio de la RV en pacientes con Lesión Cerebral Traumática (LCT), esta revisión mostró los efectos de la intervención en la función cognitiva y recomendación del mejor protocolo a seguir. Mencionan que una de las ventajas al utilizar la RV es la perspectiva de aprendizaje activo durante una actividad motivadora, la capacidad para controlar el grado de dificultad de la tarea y la capacidad de medir el comportamiento del individuo y su rendimiento. De acuerdo con los hallazgos actuales, es la primera revisión sistemática sobre influencia de la intervención de realidad virtual en la función cognitiva posterior a LCT. Los principales hallazgos mostraron que

la intervención de RV utilizando diferentes protocolos de tratamiento es útil para mejorar diversas funciones cognitivas y aspectos tales como; memoria, función ejecutiva y atención en pacientes con TCE. El protocolo más significativo se llevó a cabo en 10 a 12 sesiones 2 a 4 sesiones por semana, de 20 a 40 minutos de duración pueden mostrarlos máximos beneficios.

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

En el estudio de Keersmaecker, Lefeber, Geys, Jaspers y Kerckhof (2019) se evidencio la efectividad del entrenamiento de la marcha mejorado con RV en personas con trastornos del movimiento, esta revisión incluyó 18 estudios con un total de 337. Los dispositivos utilizados fueron una cinta de correr con un HMD, una cinta de correr con múltiples pantallas, un robot dispositivo (es decir, exoesqueleto Lokomat) con una pantalla. La duración del tratamiento osciló entre 3 y 8 semanas y el número de sesiones entre 9 y 40 con un tiempo de entrenamiento de 10 a

60 minutos. Concluyendo que la realidad virtual tiene el potencial de mejorar la marcha convencional. Esta revisión sistemática con metanálisis respalda que el entrenamiento de la marcha con apoyo de RV es un método eficaz para mejorar espacio-temporalmente los parámetros de la marcha y marcha funcional.

Juras, Brachman, Michalska, y colaboradores (2018) realizaron una revisión sistemática con el objetivo de determinar el efecto de los juegos de realidad virtual en la mejora del equilibrio en diferentes grupos de pacientes neurológicos. Muchos autores afirmaron que la aplicación de la realidad virtual al tratamiento como entrenamiento adicional a la rehabilitación convencional tiene más efectos positivos en los pacientes con accidente cerebrovascular que métodos tradicionales de rehabilitación por sí solos para mejorar su capacidad de equilibrio. Uno de los programas utilizados fue el programa placebo realidad virtual (VR) y robótica (RT), en el cual notaron mejoras significativas en el equilibrio y la capacidad de andar. Desafortunadamente, debido a la gran diversidad de las capacitaciones de realidad virtual implementadas y a la falta de pruebas clínicas se deja a la investigación futura.

Un ensayo controlado aleatorizado realizado en China por WaiLeung, AmbroseYuRong Mao, Le Li, AiHuaLin, Jiang Li Zhao, Ling y colaboradores (2017), quiso demostrar la eficacia de la RV en la mejora de la marcha, mejora funcional de miembros superiores e inferiores, función

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

motora global y mejora cognitiva. Sin embargo, dentro de sus resultados no se encontró eficacia en la intervención con RV, dando como recomendación que cada programa de entrenamiento puede tener una duración de 10 minutos (un total de 20 minutos de entrenamiento además de un descanso de 5 minutos, 5 días a la semana durante 3 semanas).

Como apoyo a la información presentada hasta este punto, se presenta en la tabla 4 una síntesis de los resultados que además de la información sumaria extraída de cada investigación consultada,

presenta además una delimitación de los desenlaces que fueron reportados por los investigadores y, además, los niveles de evidencia y los grados de recomendación. Esta información se considera clave para la toma de decisiones por cuanto le permite al terapeuta tener una referencia desde la clasificación de evidencia de Oxford, el tipo de estudio que soporta los hallazgos mencionados y así mismo, tener un referente de recomendación de las intervenciones reportadas.

Tabla 4.

Resumen de los resultados obtenidos en los estudios incluidos

Autor y Año	Síntesis de resultados
S. Viñas-Diza, M. Sobrido-Prieto (2016)	Se recomienda el uso de los siguientes test (Wolf Motor Function, test Fugl-Meyer, test Chedoke Arm, test Hand Activity Inventory, test Motricity Index, índice de Barthelmodificado, Functional Independence Measure, Manual Function Test). En los estudios analizados hay una gran heterogeneidad en cuanto a la duración de las terapias, desde 2 semanas hasta terapias de 12 semanas. La media en la duración de la terapia en la mayoría de los estudios es de 4-6 semana e intensidad del tratamiento (duración de las sesiones de RV desde 30 minutos hasta 1 hora) falta determinar si los efectos de la RV se mantienen a largo plazo, hay pocos estudios en los que se haga un seguimiento tras finalizar la terapia con RV.
Desenlace	La RV empieza a utilizarse en la rehabilitación/terapia física con el objetivo de mejorar la función motora de miembros superiores. Esta tecnología se aplica cada vez más en patologías de origen neurológico (ictus, enfermedad de Parkinson, lesiones medulares y parálisis cerebral infantil).
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

Peñasco, Reyes, Gil, Bernal, Pérez y Peña (2010)	Se sugiere una valoración funcional mediante el test de Jebsen. RV: Mínimo 3 semanas a 6 semanas máximo, de 6 a 13 sesiones por semana con una duración de 30 minutos a 2 horas máximo.
Desenlace	Objetivo de mejorar el control motor de miembros superiores (ictus, enfermedad de Parkinson, lesiones medulares y daño cerebral adquirido a causa traumática).
Grado de Recomendación	B
Nivel de Evidencia	2b
Muñoz Boje e I. Calvo-Muñoz (2017)	Se recomienda los test FuglMeyer Assessment [FMA], Wolf Motor Function Test [WMFT], Composite Spasticity Index [CSI], Box and Block Test [BBT], Jebsen-Taylor Hand Function Test [JTT], Manual Function Test [MFT], Functional Independence Measure [FIM], Stroke Impact Scale [SIS], tiempo y carga máxima. La duración mínima 3 semanas y máxima 8 semanas, con una intensidad de 3 sesiones a 20 sesiones semanales. Máximo de 45 a 60 minutos Se presenta con un mínimo y un máximo de 30 min por sesión y 60 min por sesión
Desenlace	Recuperación funcional del miembro superior (Ictus)
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a
Aznar Díaz, Juan Manuel Trujillo, R. Rodríguez (2018)	Se sugiere la búsqueda constante de información ya que hay muchas lagunas/falta de conocimiento sobre cómo los sistemas de RV influyen en la recuperación motora; además, no se conoce exactamente qué características de esos sistemas son imprescindibles y decisivos para que se produzcan efectos beneficiosos.
Desenlace	ámbito de la salud para tratar fobias y trastornos mentales.(Neurorrehabilitación)
Grado de Recomendación	C
Nivel de Evidencia	4
M. Moreno-Verdú, M.R. Ferreira-Sánchez, R. Cano-de-la-Cuerda. (2019)	Se recomienda para la evaluación del equilibrio: posturografía dinámica computarizada, escala de equilibrio de Berg, Timed Up and Go Test, Functional Reach Test y plataforma estabilométrica (análisis del centro de presiones). Para la marcha: análisis de parámetros temporo-espaciales (al menos, velocidad), laboratorio de análisis de la marcha, DynamicGaitIndex, test de los 10 metros de marcha, test de los 6 minutos de marcha, FunctionalAmbulationCategories y GaitAssessment and InterventionTool. De 8 a 12 semanas, con una intensidad de 5 a 2 veces por semana y una duración por sesión de 20 a 70 minutos de RV.
Desenlace	Realidad Virtual sobre el Equilibrio y la Marcha en Esclerosis Múltiple
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a
Corral Bergantiños Yohanna (2011)	Se sugiere dosificación por medio de los sistemas. Semi inmersivo: 4 semanas, 3 sesiones por semana con una duración de 45 a 2 horas.
Desenlace	Realidad virtual sobre la afectación motora en pacientes con Parálisis cerebral y ACV (accidente cerebrovascular)

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1c
Kilian Baur, Alexandra Schättin, Eling D. de Bruin, Robert Riener. (2018)	Se recomienda Los juegos multijugador y a que incorporan interacción social para promover el disfrute de los jugadores involucrados. El entorno multijugador y la mecánica del juego relacionada pueden facilitar la interacción social, desde la conversación hasta la interacción háptica. El modo del juego especifica si los jugadores compiten o cooperan entre sí, los niveles de habilidad comparables evitan el aburrimiento o el estrés y dan como resultado un nivel de desafío significativo que conduce a un estado de fluidez durante el entrenamiento. En la experiencia de juego positiva, los jugadores aumentan su rendimiento en el juego. Un mayor rendimiento en los juegos facilita la idea general de juegos serios, es decir, jugar con un propósito principal que no sea puro entretenimiento. Si se logra un mejor rendimiento en el juego mediante una mayor actividad física, también aumenta la intensidad del entrenamiento. En la terapia neuromuscular, la intensidad del entrenamiento, junto con el tratamiento temprano, el entrenamiento centrado en el usuario y orientado a la tarea es uno de los factores clave en la neurorrehabilitación.
Desenlace	Terapia neuromuscular asistida por robot y asistida por realidad virtual en la función motora deteriorada por déficits neurológicos (derrame cerebral, una lesión de la médula espinal y una lesión cerebral traumática).
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1ª
Olga Ochoa Gondar, Ángel Vila Rovira. (2020)	Se sugiere el juego o de carácter informativo sobre la salud, como, por ejemplo: “salud”, “estilo de vida”, y “deportes”. 3 sesiones cada dos días, durante 6 meses. Programas de tratamiento (sobre la destreza y coordinación manual, corrección de postura, ejercicios respiratorios y mejora de la calidad del gesto durante las AVD).
Desenlace	Tecnología en rehabilitación para secuelas después de un Ictus
Grado de Recomendación	B
Nivel de Evidencia	3ª
Anas R. Alashram Giuseppe Annino, Elvira Padua c, Cristian (2019)	Se recomienda 15 sesiones, 3 veces por semana durante 5 semanas, de 90 minutos de duración, con un descanso de 7 minutos después de 20 minutos de navegación. Durante 3 a 7 meses.
Desenlace	Rehabilitación cognitiva después de la lesión cerebral traumática a través de las Realidad Virtual
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1b
Emma De Keersmaecker, Nina Lefebber, Marion Geysa, Elise Jespersa (2019)	Se sugiere para los médicos y fisioterapeutas comprender el efecto que tiene el entrenamiento de la marcha mejorado con RV sobre la función de la marcha en personas con trastornos del movimiento del SNC respalda que el entrenamiento de la marcha mejorado con RV es un método eficaz para mejorar los parámetros de la marcha espacio-temporal y la marcha funcional en personas con accidente cerebrovascular y EM (esclerosis múltiple) después de 3 a 8 semanas de entrenamiento aumentos significativos en las fuerzas de la cadera y la rodilla después de la intervención de RV.

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

Desenlace	Efecto de la RV utilizada sobre la marcha en personas con trastornos del movimiento del SNC (sistema nervioso central).
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a
Grzegorz Juras, Anna Brachman, Justyna Michalska (2018)	Se recomienda la realización de pruebas de equilibrio funcional como Timed Up and Go [TUG], la prueba de alcance funcional y la prueba de escala de 10 pasos) o baterías de pruebas de equilibrio como Berg Balance Scale [BBS], Tinetti Test, escala de calificación de la enfermedad de Parkinson unificada[UPDRS] y prueba de Bruininks-Oseretsky de rendimiento motor 2 [BOT-2]. Modalidad de entrenamiento con RV: La prescripción de la VR fue de 60 minutos de duración, 3 a 4 sesiones a la semana, durante 4 a 8 meses. La duración de una sola sesión osciló entre 20 y 90 minutos en el ictus, entre 20 y 50 minutos en la EP (enfermedad de Parkinson) y entre 30 y 50 minutos en la PC (parálisis cerebral).
Desenlace	Determinar el efecto de los juegos de realidad virtual (RV) en la mejora del equilibrio en diferentes grupos de pacientes neurológicos
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1b
Yuping Chen, HsinChen D Fanchiang, Ayanna Howard. (2018)	Se sugiere la RV como recurso terapéutico sobre la función del brazo, función de deambulación y control postural. El aprendizaje se optimiza si los alumnos no solo repitieran las tareas por sí solos, sino que también participaran cognitivamente en la resolución de problemas de la tarea motora. Además, si el aprendizaje motor ocurrió cuando las condiciones de práctica son tan similares a los contextos donde se realizaría la tarea, se promoverá el aprendizaje con mejor efecto de retención. La capacitación en realidad virtual se enfatiza principalmente en el espacio de interacción y requerir algo de trabajo (por ejemplo, aumentar gradualmente la dificultad de la tarea, cambiar las demandas y los contextos de la tarea) para transferirla a la participación en el mundo real. cuanto mayor es la dosis diaria, mayor es el efecto de RV, la dosis de práctica intensiva en el entrenamiento de la función de las extremidades superiores en niños con parálisis cerebral tiene un mejor efecto que la dosis de práctica baja. El plan de entrenamiento se ejecuta de 45 a 90 minutos de 3 a 6 sesiones por semana, una duración de 8 a 12 meses.
Desenlace	Función motora en Parálisis cerebral por medio de Realidad Virtual
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a
Wai Leung Ambrose Lo, Yu Rong Mao, Ai Hua Lin. (2017)	Se recomienda aplicar prueba de brazo de investigación de acción (ARAT), actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD), análisis de la marcha, análisis de movimiento de las extremidades superiores con ViconMotionSystems, Concentración de memoria de orientación corta El SOMCT una medida validada para el deterioro cognitivo, mini examen del estado mental (MMSE), evaluación Flug Meyer de la recuperación motora, escala de equilibrio de Borg, la velocidad de la marcha y la prueba de marcha de 10 m, siendo la medida de resultado principal. El entrenamiento de la marcha se proporcionó mediante el uso del sistema GaitWatch (JumHo, China). Rehabilitación de 'rutina' (convencional) más el uso de

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

	RV; 5 días a la semana por 6 semanas. La coordinación de las extremidades y la función motora gruesa se entrenaron mediante el uso de Microsoft Xbox 360 Kinect a través de los juegos Adventures y FruitNinja. Los participantes realizaron tareas que se mostraron en la pantalla con dificultades progresivas. Las funciones motoras finas de las extremidades superiores se entrenaron utilizando el guante HandTuto con el software Medi-Tutor (Meditouch Ltd., Roté Industrial Park, MP Arava, Israel). El dispositivo ofrece entrenamiento a través de juegos personalizados. Los guantes capturan los movimientos biomecánicos de los dedos y las muñecas.
Desenlace	Velocidad de la marcha, las funciones motoras de las extremidades inferiores y las funciones motoras gruesas y finas de las extremidades superiores, en pacientes con accidente cerebrovascular.
Grado de Recomendación	B
Nivel de Evidencia	2^a
Guillermo Palacios-Navarro, Sergio Albiol-Pérez, Iván García. (2015)	Se sugiere la rehabilitación virtual como una nueva forma de intervención que tiene muchas ventajas sobre los enfoques de rehabilitación tradicionales. Esta tecnología proporciona la capacidad de crear un entorno en el que la intensidad de la retroalimentación y el entrenamiento pueden manipularse y mejorarse sistemáticamente para crear el paradigma de aprendizaje motor individualizado más apropiado. Uno de los puntos fuertes de la realidad virtual como herramienta de formación en entornos clínicos está relacionado con la experiencia multisensorial la cual demostró que el uso de señales auditivas rítmicas mejoraba la longitud de la zancada y la velocidad de la marcha. La frecuencia y duración de las intervenciones variaron entre los estudios; de dos días consecutivos a seis semanas. Algunos de los estudios no especificaron un período de tiempo, sino más bien el número de pruebas realizadas.
Desenlace	Rehabilitación motora virtual en pacientes con diferentes trastornos neurológicos
Grado de Recomendación	B
Nivel de Evidencia	2^a
Jorge Diego Mendoza, Márquez Domínguez. (2016)	Se recomienda a los usuarios el sistema Kinect, para el desarrollo de sus rutinas de ejercicios libremente. Durante las pruebas, el usuario tendrá que extender los brazos de acuerdo a la rutina que aparezca en el software (la duración de cada rutina es de 20 segundos). Al término de éstos, el sistema proporciona 5 segundos de descanso para que el usuario se relaje y pueda continuar con la siguiente hasta terminar la prueba. Al finalizar la prueba, el sistema generará un informe sobre los movimientos realizados por el usuario.
Desenlace	Tratamientos de Rehabilitación Motriz por medio de Tecnología Informática.
Grado de Recomendación	B
Nivel de Evidencia	3b
Cabezuelo-González, Alba (2016)	Se sugiere 1 hora de fisioterapia, 30 minutos de terapia ocupacional y 30 minutos de realidad virtual (juegos virtuales que permitían ejercicios de hombro, codo y muñeca). La evaluación de la función motora del miembro superior, las actividades de la vida diaria y la calidad de vida se puede efectuar de cuatro escalas: Upperlimb score in the Fugl-Meyer assessment

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

	(U-FMA), Wolf Motor Function Test (WMFT), índice modificado de Barthel (MBI) y la SF-36. Dentro del tratamiento convencional se recomienda ejercicios de equilibrio, electro estimulación para mejorar el rendimiento en las actividades diarias después del ACV, hidroterapia para mejorar la actividad de ciertos músculos y los parámetros de la marcha, método Bobath para el control del equilibrio y el manejo de la espasticidad, ejercicio aeróbico que mejora la capacidad cardiorrespiratoria y reduce el riesgo de sufrir un nuevo evento isquémico, ejercicios de potenciación que aumentan la fuerza, mejorar la actividad y no aumentan la espasticidad, Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP), taping neuromuscular para disminuir el tono anormal de la musculatura y mejorar el equilibrio estático, terapia de espejo y ejercicios de estabilización lumbar.
Desenlace	Terapia de realidad virtual en pacientes con accidente cerebrovascular. (sobre la marcha y el equilibrio).
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1ª
Paula Benítez García. (2018)	Se recomienda el uso de la robótica y la realidad virtual. El uso de RT en neurorrehabilitación ayuda a controlar de forma más precisa posibles movimientos incontrolados y optimizar el patrón de movimiento requerido en una tarea motriz compleja. El robot actúa como un sensor de la posición y la fuerza del movimiento realizado por el paciente; y como un inductor de movimiento, a través de la transmisión de las fuerzas resultantes de su interacción en un entorno dado. De esta forma, el paciente puede percibir y controlar objetos, ya sea en un entorno virtual o real. En la recuperación de habilidades motoras, han de tomar parte tanto el sistema aferente como eferente, con el fin de lograr un movimiento lo más efectivo posible. Por el contrario, el feedback que el sistema virtual aporta al paciente puede venir dado de forma visual, auditiva o táctil, e incluso a través del olfato o del movimiento. Esta retroalimentación es transmitida por medio de diferentes tipos de dispositivos, desde un joystick o ratón, hasta cámaras, sensores o sistemas hápticos. El rango varía entre las 12 y 40 horas de RT, con frecuencias de sesión de entre 3 y 5 días por semana de 40 a 90 minutos de duración y el entrenamiento en RV varía entre las 10 y 20 horas.
Desenlace	La paresia, la pérdida del movimiento fraccionado, el tono muscular anormal y las alteraciones somato sensoriales, son los principales déficits que llevan a la pérdida de funcionalidad de la extremidad superior tras el ACV y fueron los intereses de esta investigación
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1ª
Marcos Martínez Pino. (2018)	Se sugiere la administración de un programa intensivo de rehabilitación con realidad virtual durante al menos 3 meses como complemento del tratamiento de la terapia convencional habitual para acelerar la recuperación motora del miembro superior afectado por parálisis. se demostró que el programa de ejercicios interactivos produjo efectos positivos en la recuperación del movimiento de los dedos y de la función motora de la mano. Estos hallazgos son coherentes con otras investigaciones que han evaluado la eficacia de los parámetros configurables del sistema, como, por ejemplo, la velocidad y el nivel de precisión que permitió la correcta ejecución de los ejercicios de rehabilitación.

Martha Torres Narváez, Juanita Sánchez Romero, Andrea Pérez. (2017)	Se recomienda al fisioterapeuta gestionar el aprendizaje motor a través de la parametrización de la actividad y a partir de la definición de variables como intensidad, frecuencia, repetición y variabilidad del estímulo enviado. Los datos del desempeño del paciente se obtienen de forma sistemática en un contexto de seguridad mediado por un ambiente controlado y en el que se genera una continua realimentación al usuario de acuerdo con el objetivo terapéutico y con su desempeño durante la tarea motora. Estas estrategias suelen abordarse mediante la integración de tecnologías como la computación gráfica en particular la animación 3D en tiempo real, los sistemas de captura de movimiento, los sistemas de seguimiento no basados en visión por computador y la tecnología háptica.
Desenlace	Ambientes terapéuticos en el continuo de la realidad a la virtualidad en el entrenamiento motor de pacientes con accidente cerebrovascular y enfermedad de Parkinson.
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a
Desenlace	Terapia de realidad virtual y su eficacia en la recuperación motora de la mano en pacientes que han sufrido un ACV.
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1b
Henrique Souza Silva Gleyson Luiz Bezerra Lopes Kim Mansur Yano. (2015)	Se sugiere aplicar independencia funcional (FIM) para evaluar la funcionalidad posterior al ictus y Berg Balance Scale (BBS) para evaluar el equilibrio en condiciones estáticas y dinámicas. Las sesiones de 60 minutos que incluían ejercicios de kinesioterapia (15 minutos), Nintendo Wii (30 minutos) y Transferencia de aprendizaje (15 minutos).
Desenlace	Realidad virtual (RV) además de la terapia convencional para la mejora del equilibrio (escala BERG) y la independencia funcional (escala FIM) en pacientes con ictus crónico.
Grado de Recomendación	A
Nivel de Evidencia	1^a

Nota: Se presenta un resumen de los resultados de cada estudio incluido en la presente Guía, con nivel de evidencia, grado de recomendación según OXFORD y el desenlace al que apuntaba cada estudio en la intervención. TC: Terapia Convencional, RV: Realidad Virtual y RT: Robótica. En el Anexo B al final se recopila las principales intervenciones con Realidad Virtual.

Discusión

Dentro de los sistemas de Realidad Virtual diseñados específicamente con fines terapéuticos se encuentran una gran variedad de videojuegos de bajo costo que brindan una forma alternativa de generar entornos virtuales, con la posibilidad de ser estos utilizados en un ámbito clínico.

Se encuentra implícito dentro de los documentos revisados que los 4 elementos fundamentales para obtener una recuperación funcional en pacientes con secuelas de trastornos neurológicos por medio de la Realidad Virtual son; el aprendizaje motor, las altas intensidades de terapia, el feedback positivo entre estímulo-respuesta y la motivación por parte del paciente. Algunas investigaciones evidenciaron que existía un aprendizaje y re-aprendizaje motor al producirse cambios en la estructura neuronal y que la actividad generada en la corteza prefrontal y en el cerebelo es la responsable de la recuperación motora asociada a este tipo de terapia.

Según Añez y colaboradores (2019) se puede sintetizar en fórmulas, y explica que el cerebro tras recibir un estímulo, codifica la información, la procesa y toma una decisión al respecto, siendo ésta tomada por el aprendizaje adquirido durante el tiempo y es almacenada en lóbulo temporal. Así mismo, Velásquez y colaboradores (2019), refieren que el aprendizaje se considera un aspecto de la plasticidad neuronal, puesto que es la modificación de la conducta de la persona a partir de experiencias previas; ello indica que el cerebro aprende y debido a su plasticidad se modifica.

El analizar los principios neurobiológicos que soportan el uso de la realidad virtual, permite guiar las actividades o entornos virtuales a actividades funcionales de manera consecutiva y recompensada en el tiempo. Así mismo en las personas o pacientes que sufren de un trastorno neurológico el tener en cuenta el nivel de habilidad del individuo no solo es importante para la experiencia del juego, sino también para el aprendizaje motor. Varios estudios rectificaron que el aprendizaje motor depende de la cantidad de información interpretable, un aumento en la

dificultad de la tarea puede aumentar la cantidad de información disponible. No obstante, el potencial de aprendizaje solo aumenta cuando la información aún se puede interpretar y no sobrecarga al individuo. Ahora bien, en entornos con jugadores con diferentes habilidades, la mecánica de la interfaz individual puede garantizar que todos los jugadores se enfrenten a desafíos de acuerdo con su nivel de habilidad y, por lo tanto, puedan aumentar la experiencia del juego. Sin embargo, para Pérez, Montoya y Henao (2020) en los procesos de rehabilitación se debe ser cuidadosos con el diseño de los ambientes, puesto que espacios extremadamente detallados pueden llevar que el usuario se distraiga de la tarea específica prescrita como parte de la rehabilitación funcional.

La Realidad Virtual tiene la posibilidad de crear entornos de tratamiento individualizados y apropiados para cada usuario, manipulando y regulando la interacción con el medio ambiente, así mismo, la terapia de RV en combinación con la terapia convencional mostró un método de tratamiento que produce mejores cambios frente a la terapia convencional, se estima como una alternativa fiable para el tratamiento de miembros superiores. La funcionalidad del miembro superior mejora tras la aplicación de la terapia de RV de forma aislada o combinada con la terapia convencional. Los estudios evidenciaron las ventajas en la movilidad, la fuerza, la calidad y la cantidad de movimiento del miembro superior. A pesar de que existe muy poca evidencia sobre la comparación de terapias convencionales y las basadas en Realidad Virtual, la RV inmersiva, resulta tan efectiva en el entrenamiento de miembros superiores como las convencionales mientras que la no inmersiva no lo es.

La eficacia de la realidad virtual es en cierta medida, comparable con la del entrenamiento convencional. Evidenciando cambios de igual manera en la marcha, sin embargo, la realidad

virtual no influyo en el parámetro velocidad, en comparación con el resto de intervenciones evaluadas.

Las revisiones sistemáticas sugirieron que los efectos sobre el equilibrio y la marcha de las intervenciones fisioterapéuticas tradicionales (entrenamiento específico del equilibrio, entrenamiento aeróbico y de resistencia, abordajes neurofisiológicos y otros) carecen de efectividad o, cuando la poseen, el tamaño del efecto es reducido. En un estudio realizado por Chang et al (2015) se encontró que tanto la amplitud de la oscilación postural como la activación cortical son influenciadas por la RV generando mejor respuesta al desplazamiento del centro de gravedad tanto anterior como posterior.

La Realidad Virtual frente al entrenamiento tradicional demostró que ambas intervenciones mejoran, de forma estadísticamente significativa, el equilibrio. Igualmente, la Realidad Virtual, cuando se compara con la no intervención, parece no ser significativamente superior o varían sustancialmente en función de la escala utilizada. Cuando se compara con el entrenamiento convencional específico del equilibrio, la realidad virtual tiene, al menos, una eficacia comparable.

Por otro lado, los beneficios ofrecidos por la tecnología de la realidad virtual, con respecto a la marcha, son más cualitativas, relacionadas con la ejecución de dobles tareas, resolución de problemas o mejoras atencionales que cuantitativas, y las escalas utilizadas no han detectado este tipo de efectos o cambios. Desde las fases iniciales de recuperación, donde se trabaja el control cefálico y de tronco en sedestación, hasta fases más avanzadas donde se entrena el equilibrio dinámico en bipedestación incluyendo el manejo de varios ítems simultáneos. Lloréns y Colomer (2013) mencionan en su estudio que el sustrato neurofisiológico que sustenta la mejoría clínica observada con algunas de estas intervenciones y, en concreto, los cambios plásticos que estos programas potencian en el cerebro de pacientes que han sufrido una lesión adquirida, apenas han

sido estudiados y que recientemente, se ha reportado una reorganización del córtex sensitivo-motor en sintonía con la mejoría clínica.

Ortiz y García (2017) realizaron su investigación centrados en la marcha y el balance en el que concluían que actualmente muchas disciplinas en salud están usando la realidad virtual como método de entrenamiento a sus profesionales y para la intervención de sus pacientes, y que las más usadas son las terapias cognitivas o conductuales. La evidencia experimental sugiere que desde los años 90 la tecnología en realidad virtual tiene un gran potencial para el desarrollo de nuevas estrategias en neurorrehabilitación y para el entrenamiento sensorio motor.

Dentro de los contextos en los cuales se hace partícipe solo la terapia convencional es indudable los cambios generados y los resultados a partir de una prescripción y una dosificación tanto a corto como a largo plazo, aquellos resultados son reportados y evidenciados dependiendo de la patología y progreso de cada paciente. Se hace énfasis en que la terapia convencional desde su existencia e uso siempre ha generado resultados significativos y cambios benéficos.

Muthalib y Yamin (2016), mencionaron que cuando se compara la terapia convencional y al mismo tiempo los ambientes virtuales personalizados y los juegos convencionales usados en rehabilitación, se ha comprobado en otras investigaciones que la RV es más efectiva que la terapia convencional, pero los entornos virtuales y juegos convencionales no presentan diferencias en los componentes de función corporal, actividades de la vida diaria y participación.

La teoría también aporta que la realidad virtual ofrece al terapeuta diversas formas de modular la reorganización cerebral, a través del uso de la retroalimentación visual, somato-sensorial (tacto) y auditiva. Así como lo reportan estudios que para mejorar problemas vestibulares le daban al paciente la estimulación visual con realidad virtual y la oportunidad de un pequeño estímulo táctil para disminuir las oscilaciones durante la marcha. La manipulación inteligente de estos parámetros

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

puede ofrecer al fisioterapeuta un nivel de control sobre la eficacia terapéutica de la intervención aplicada.

Conclusiones

Los avances tecnológicos a través de la historia han hecho un aporte a muchos campos a nivel mundial y específicamente al de la salud es un reto constante que debemos tener todos los profesionales sanitarios. Estos avances clínicos nos dejan a la mira de contribuir a una mejor comprensión del sistema nervioso y como dar una respuesta rápida a las lesiones y sus secuelas generando un potencial en el campo de la neurorrehabilitación. De acuerdo con la evidencia actual, gracias a la tecnología se aumenta la productividad de los servicios hospitalarios, así como el rendimiento del sistema de salud y capacita al paciente.

Algunos de los aspectos fundamentales para el buen uso de la realidad virtual es tener en cuenta una señalización virtual brindando un enfoque prometedor para mejorar el aprendizaje motor, proporcionando una vía de intervención que en lo posible no haga uso de los medicamentos en diferentes trastornos neurológicos. Se necesitan estudios que profundicen en cuáles son los cambios generados en la reorganización cortical y determinar si los resultados se mantienen a largo plazo. Eso a su vez empleando que concepto le dan a la terapia convencional en los diferentes orígenes en donde se desarrollan los estudios y cuál es la mejor para sumarle a RV dependiendo de la patología o trastorno neurológico. Una limitación importante para el acceso a información local es la carencia de estudios nacionales frente a los cambios fisiológicos y de tecnología en la neurorrehabilitación, la mayoría de estudios son de origen internacional.

Finalmente, se necesitan más estudios que utilicen grupos de pacientes más grandes y homogéneos para confirmar los hallazgos.

A partir del desarrollo de esta investigación surgen nuevos interrogantes para ampliar la guía en un estudio futuro. ¿Qué tipos de realidad virtual se han implementado en Colombia con mayor evidencia, como hacer uso de la tecnología en este caso de la realidad virtual para otras patologías

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

de origen neurológico u otras; y ¿Qué otros tipos de tecnología podrían estar al alcance de los profesionales y pacientes? La resolución de estas preguntas puede ampliar la visión y la proyección sobre el uso de alta tecnología para la rehabilitación de personas con diferentes tipos de eventos de origen neurológico, y ampliará la gama de opciones con que cuentan los profesionales, de modo que se logren mejores resultados terapéuticos y una mayor adherencia a los tratamientos.

Referencias

- Alashram AR, Annino G, Padua E, Romagnoli C, Mercuri NB. (2019). Cognitive rehabilitation post traumatic brain injury: A systematic review for emerging use of virtual reality technology. J ClinNeurosci. doi: 10.1016/j.jocn.2019.04.026. Epub 2019 May 10. PMID: 31085075.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31085075/>
- Aznar, Trujillo y Romero, I. J. J. (2016, junio). Estudio bibliométrico sobre la realidad virtual aplicada a la neurorrehabilitación y su influencia en la literatura científica
Bibliometricstudyabout virtual realityapplied to neurorehabilitation and itspresence in scientificliterature. Scielo, 29(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132018000200009
- Baur, K., Schättin, A., Bruin, E., Riener, R., Duarte, J., & Wolf, P. (2018, 19 noviembre). Trends in robot-assisted and virtual reality-assisted neuromuscular therapy: a systematic review of health-related multiplayer games. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation BMC, 107.
<https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-018-0449-9>
- Benéitez, P., & Santisteban, L. (2018, 14 mayo). Neurorrehabilitación: robótica y realidad virtual en accidente cerebrovascular. Reeduación del miembro superior. Medikuntza.
https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/31072/TFG_Beneitez_Garcia_Rev.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chen Y, Fanchiang HD, Howard A. Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: Junio 2018. A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. PhysTher. 2018 Jan 1;98(1):63-77. doi: 10.1093/ptj/pzx107. PMID: 29088476; PMCID: PMC6692882. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29088476/>

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

- Corral, Y. (2011, mayo). Revisión sistemática sobre la aplicación de la Realidad Virtual en enfermedades neurológicas con afectación motora. Coruña, 56(2).
<https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/8263/TFG.Yoanna.Corral.pdf?sequence=5&isAllowed=>
- De Keersmaecker E, Lefeber N, Geys M, Jespers E, Kerckhofs E, Swinnen E. 2019 Virtual reality during gait training: does it improve gait function in persons with central nervous system movement disorders? A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*.;44(1):43-66. doi: 10.3233/NRE-182551. PMID: 30814368. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30814368/>
- Dirigentes, G. (2019, 21 mayo). La rehabilitación física del futuro utilizará la realidad virtual. Dirigentes Digital. <https://dirigentesdigital.com/lifestyle/la-rehabilitacion-fisica-del-futuro-utilizara-la-realidad-virtual-AI1039277>
- Hayes Cruz, T. (2019). Request Rejected. Centro Nacional para la Investigación de la Rehabilitación Médica (NCMRR). <https://espanol.nichd.nih.gov/acerca/organizacion/ncmrr>
- Juras G, Brachman A, Michalska J, Kamieniarz A, Pawłowski M, Hadamus A, Białoszewski D, Błaszczuk J, Słomka KJ. Abril 2019. Standards of Virtual Reality Application in Balance Training Programs in Clinical Practice: A Systematic Review. *Games Health J*. 2019 Apr;8(2):101-111. doi: 10.1089/g4h.2018.0034. Epub 2018 Sep 21. PMID: 30239217.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30239217/>
- Llorens, R., Colmer, C., Alcañiz, M., & Noe, E. (2013, 1 junio). BioTrak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral. *ScienceDirect*, 28(5).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485312001661>

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

- Lo WL, Mao YR, Li L, Lin AH, Zhao JL, Chen L, Lin Q, Li H, Huang DF. Abril 2017. Prospective clinical study of rehabilitation interventions with multisensory interactive training in patients with cerebral infarction: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2017 Apr 11;18(1):173. doi: 10.1186/s13063-017-1874-y. PMID: 28399935; PMCID: PMC5387359. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28399935/>
- Mendoza, J., Márquez, A., Sabino, B., Sánchez, M., & Servín, F. (2016). Validación de movimientos de coordinación en extremidades superiores para rehabilitación virtual usando pendientes lineales Validation coordinating movements in upper limbs for virtual rehabilitation using slopes. *Scielo*, 8(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592016000100002
- Ministerio de salud y protección social (2014). Guía Metodológica para la elaboración de Guías de Práctica Clínica con Evaluación Económica en el Sistema General de Seguridad Social en Salud Colombiano. Recuperado de: http://gpc.minsalud.gov.co/recursos/Documentos%20compartidos/Guia_Metodologica_Web.pdf
- Moreno, Ferreira, Cano y Jimenez, M. M. R. C. (2019, 1 mayo). Eficacia de la realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en esclerosis múltiple. Revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados. *Neurología*, 68(9). <https://www.neurologia.com/articulo/2018350>
- Mukhisa Kituyi. (2018). Technology and innovation report | UNCTAD. UNCTAD Prosperity for all. <https://unctad.org/topic/science-technology-and-innovation/technology-innovation-report#:~:text=The%20series%20seeks%20to%20address,policy%2Drelevant%20analysis%20and%20conclusions.>
- Muñoz Boje y Calvo, R. I. (2017, 1 septiembre). Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: revisión sistemática Effects of virtual

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

realitytherapyfortheupperlimb in strokepatients: a systematicreview. ScienceDirect, 52(1).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004871201730097X>

O.M.S. (2016). TRASTORNOS NEUROLÓGICOS desafíos para la salud pública (3.a ed.) [Libro electrónico]. OMS. https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2008/Trastornos_neurologicos.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2016, mayo). Organización Mundial de la Salud.

<https://www.who.int/features/qa/55/es/>

Ortiz, D., &Sanclemente, J. (2017). USO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA REHABILITACIÓN DE LA MARCHA Y EL BALANCE: REVISIÓN EXPLORATORIA. biblioteca digital. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/10530/CB-0573317.pdf?sequence=1>

Palacios-Navarro G, Albiol-Pérez S, García-Magariño García I. Abirl 2016. Effects of sensory cueing in virtual motor rehabilitation. A review. J Biomed Inform. 2016 Apr;60:49-57. doi: 10.1016/j.jbi.2016.01.006. Epub 2016 Jan 27. PMID: 26826454. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26826454/>

Peñasco, Reyes, Gil, Bernal, Pérez y Peña, B.. (2010, 28 mayo). Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. Neurología, 51(8). <https://www.neurologia.com/articulo/2009665>

Segundo Congreso Iberoamericano en Neurorehabilitación. (2020). Avances científicos y nuevas tecnologías en neurehabilitacióntransdisciplinaria (2.a ed.) [Libro electrónico]. CMUCH. <http://www.redneurorehabilitacion.net/publicaciones.php>

Souza, H., Bezerra, L., Yano, K., Araújo, N., Oliveira, I., & Costa, F. (2015, septiembre). Effect of a rehabilitationprogramusing virtual realityfor balance and functionality of chronicstrokepatientsEfeito de um programa de reabilitação utilizando realidade virtual para o equilíbrio e funcionalidade de pacientes com AVC crônico. Scielo, 21(3).

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198065742015000300237&lng=en&tlng=en

Torres, D. (2016, mayo). Efectividad de la realidad virtual en el tratamiento del accidente cerebrovascular: una revisión sistemática. Ciencias de la Salud.

http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/3057/1/TFG%20CABEZUELO_GONZ%C3%81LEZ_ALBA.pdf

Torres, N., Sánchez, J., Pérez, A., Betancu, E., Villamil, J., & Valero, K. (2017, 24 enero).

Entrenamiento motor en el continuo de la realidad a la virtualidad Motor Training from reality to virtuality. Universidad de Nacional, Facultad de Medicina, 66(1).

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/59834>

United Nations. (2017). Influencia de las tecnologías digitales | Naciones Unidas.

<https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>

Vidaz y Sobrido, S. M. (2016, 29 abril). Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: A systematic review.

Journals & Books, 31(4). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485315001632>

Vila, A., Guardiola, I., Ochoa, O., Rovira, A., Aragón, M., & Satué, E. (2020, 7 septiembre).

Incidencia poblacional de neumonía neumocócica hospitalizada en adultos con distintos niveles de riesgo en Cataluña durante 2015, estudio EPIVAC Population-based incidence of hospitalised pneumococcal pneumonia in adults with distinct baseline risk strata in Catalonia throughout 2015, the EPIVAC study. Scielo, 93.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272019000100094

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

En el anexo A se evidencia la puntuación para la clasificación metodológica que se le aplicó a cada estudio. En el anexo B se hace una recopilación de las principales intervenciones con Realidad Virtual.

Anexo A

Proyecto de Grado: *Guía de Práctica Clínica Basada en Evidencia*

Tema Central: *Tecnología en Rehabilitación*

Tema Específico: *Realidad Virtual otras Modalidades Terapéuticas*

Selección de Artículos

Primera Búsqueda: 20 en total (Matriz)

Ítems PRISMA

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X		X	X			X		X	X	X	X
2	X	X	X	X		X	X							X	X	X	X	X		X	X		X	X	X		X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
6	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X			X	X		X	X		X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
9	X	X	X	X		X		X	X	X				X			X	X		X	X		X	X		X	
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
11		X	X			X	X		X				X	X								X	X	X		X	
12		X	X	X		X	X	X	X		X			X			X	X		X	X		X	X			
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X
16	X	X	X	X			X		X	X				X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X			X		X	X				X						X	X	X	X	X	X	X	X
19		X	X	X		X	X	X	X					X		X				X	X	X	X	X		X	X

Artículo

#	Patologías	Tipo de estudio	Calidad Metodológica	Resultados	Intervención
1	ICTUS (MS)	Revisión Sistemática	PRISMA	19/27	Realidad Virtual + TC
2	Déficits neurológicos	“Revisión Sistemática”	PRISMA	16/27	Realidad Virtual
3	ICTUS (MS)	Revisión Sistemática	PRISMA	17/27	Realidad Virtual + TC

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

4	Déficits neurológicos	Estudio Bibliométrico			Realidad Virtual
5	Esclerosis Múltiple	Revisión Sistemática	PRISMA	23/27	Realidad Virtual + TC
6	ACV	Revisión Sistemática	PRISMA	26/27	Realidad Virtual
7	Déficits neurológicos	Revisión Sistemática	PRISMA	21/27	RV + Asistencia Robótica
8	ICTUS	“Revisión Sistemática”	PRISMA / OXFORD	15/27	Apps Móviles
9	Lesión Cerebral Traumática	Revisión Sistemática	PRISMA	20/27	Realidad Virtual
10	Trastornos del movimiento del SNC.	Revisión Sistemática	PRISMA	26/27	Realidad Virtual + TC
11	Trastornos del movimiento del SNC	Revisión Sistemática	PRISMA	19/27	Realidad Virtual
12	Parálisis cerebral	Revisión Sistemática	PRISMA	26/27	Realidad Virtual + TC
13	Infarto Cerebral	Ensayo Clínico Aleatorizado	CONSORT	19/25	Realidad Virtual + TC
14	Trastornos neurológicos	“Revisión Sistemática”	PRISMA / OXFORD		Realidad Virtual
15	Trastornos neurológicos (MS)				Tecnología Informática
16	ACV	Revisión Sistemática	PRISMA	26/27	Realidad Virtual + TC
17	ACV (MS)	Trabajo de Grado			Realidad Virtual + Robótica
18	Agudos postictus (MANO)	“Revisión Sistemática”	PRISMA	18/27	Dispositivos Exoesqueletos con Realidad Virtual
19	ACV y Enfermedad de Parkinson	“Revisión Sistemática”	PRISMA	16/27	Realidad Virtual + TC
20	Accidente cerebrovascular crónico				Realidad Virtual + TC

- **TC:** Terapia Convencional - **MS:** Miembro superior

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN	SISTEMA	DOSIFICACIÓN	DESENLANCE
CyberGlove	para las aplicaciones en las que necesita monitorizar la posición de la mano y obtener datos cinemáticos	Semi inversivo	Combinado con la terapia tradicional, durante un período cinco meses, cinco horas de terapia al día, de las cuales 1,5 horas son con RV	Ictus
Rutgers Master II	proporciona un feedback háptico al usuario, permitiendo, además, la obtención de información sobre la fuerza ejercida.	Semiinversivo	Combinado con la terapia tradicional, durante un período cinco meses, cinco horas de terapia al día, de las cuales 1,5 horas son con RV	Ictus (el rango de movimiento de los dedos, la velocidad, el fraccionamiento (capacidad de mover los dedos de forma independiente) y la fuerza).
Gafas de RV + equipos PHANTOM	proporciona un feedback táctil	Inmersivo	12 sesiones de 1-2 horas durante tres semanas	rehabilitación de las extremidades superiores
IREX de GestureTek	consta de una serie de juegos en los que el usuario debe inclinarse hacia uno u otro lado para parar balones, eliminar bolas de la pantalla o conducir un automóvil.	Inmersivo	12 semanas, con un total de 20 sesiones.	Entrenamiento del equilibrio
Balance Near Automatic Virtual Environment (BNAVE).	Imágenes estereoscópicas, en el que se proyecta el entorno virtual sobretodo el campo de visión del paciente, quien se encuentra colocado sobre una plataforma de fuerzas en el centro de la ‘habitación virtual’.	Inmersivo		Equilibrio
ArmeoSenso	Sistema de entrenamiento para la rehabilitación física que captura el		Durante 2 meses	

RECOMENDACIONES PARA TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

	movimiento de los miembros superiores y tronco en tiempo real mediante sensores portátiles	Semi inversivo		Función Motor tras un Ictus.
Lokomat		Semi inversivo	70 min/sesión, 5 días/semana, 8 semanas.	Función Motora. Esclerosis Múltiple
Sistema CAREN	Entrenamiento del equilibrio mediante RV Descansos de 3-4 min (no incluidos en el tiempo de entrenamiento)	Semi inversivo	30 min/sesión, 2 días/semana, 6 semanas.	Función Motora. Esclerosis Múltiple
Xbox Kinect	Entrenamiento convencional de equilibrio y marcha	Semi inversivo	60 min/sesión, 1 día/semana, 10 semanas.	Función Motora. Esclerosis Múltiple
Biodex Balance System		Semi inversivo	20 min/sesión, 2 días/semana, 12 semanas	Función Motora. Esclerosis Múltiple
Wii Fit Plus		Semi inversivo	30 min/sesión, 2 días/semana, 6-7 semanas (total 12 sesiones)	Función Motora. Esclerosis Múltiple
Wii Fit Balance Board		Semi inversivo	40-60 min/sesión, 2 días/semana, 4 semanas	Función Motora. Esclerosis Múltiple
'MidtownMadness 2 0'; (Microsoft Game Studios)	Simulador de conducción informático		15 sesiones, 3 veces / semana, 1,5 h de duración, con 7-min descanso después de 20 min de navegación	Lesión Cerebral Traumática
Plataforma 3D en línea, el motor de juego Unity 2.5	Semicomercial; simulador de montar en bicicleta.	Semi inversivo	12 sesiones, 3 veces / semana, durante 4 semanas, 25 min duración	Lesión Cerebral Traumática.