

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ACERCA DE LOS BENEFICIOS QUE
TIENE LA REHABILITACIÓN A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL
RESPECTO A LOS PACIENTES ENTRE 10 A 15 AÑOS CON
PARÁLISIS CEREBRAL**



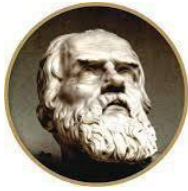
Que Presenta

SAMANTHA MARÍA MEDINA VERGARA

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala. Junio 2023





Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

**REVISION BIBLIOGRÁFICA ACERCA DE LOS BENEFICIOS QUE
TIENE LA REHABILITACIÓN A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL
RESPECTO A LOS PACIENTES ENTRE 10 A 15 AÑOS CON
PARÁLISIS CEREBRAL.**



Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

Samantha María Medina Vergara

Ponente

Lic. Salomón Fuentes Cruz

Director de Tesis

Dra. Herlinda Canto Valencia

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. Junio 2023

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente

Samantha María Medina Vergara

Director de Tesis

Lic. Salomón Fuentes Cruz

Asesor Metodológico

Dra. Herlinda Canto Valencia



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2023

Estimado alumno:
Samantha María Medina Vergara

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a los pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

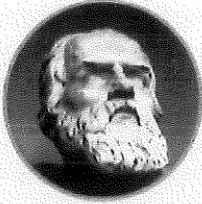
Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Josué Roderico
Paniagua González
Secretario

Lic. Laura Marcela
Fonseca Martínez
Presidente

Lic. Diana Paola Rojas
Gómez
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 12 de mayo 2021

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **Samantha María Medina Vergara** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **"Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a los pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral"** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

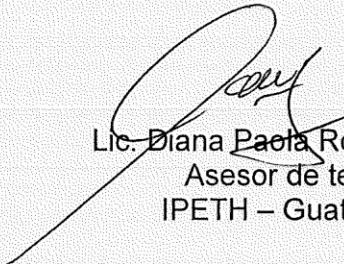
Guatemala, 11 de mayo 2021

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a los pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral”** de la alumna **Samantha María Medina Vergara**.

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, la autora y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente



Lic. Diana Paola Rojas Gómez
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESIS
DIRECTOR DE TESIS**

| |
|---|
| Nombre del director: Lic. Salomón Fuentes Cruz. |
| Nombre del Estudiante: Samantha María Medina Vergara |
| Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a los pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral. |
| Fecha de realización: Octubre 2022 |

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

| No | Aspecto a Evaluar | Registro de Cumplimiento | | Observaciones |
|-----|--|--------------------------|----|---------------|
| | | Si | No | |
| 1. | El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura. | X | | |
| 2. | Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente. | X | | |
| 3. | La identificación del problema es la correcta. | X | | |
| 4. | El problema tiene relevancia y pertinencia social. | X | | |
| 5. | El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida. | X | | |
| 6. | Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema. | X | | |
| 7. | El proceso de investigación es adecuado. | X | | |
| 8. | El resumen es pertinente al proceso de investigación. | X | | |
| 9. | Los objetivos tanto generales como particulares han sido expuestos en forma correcta, no dejan de lado el problema inicial, son formulados en forma precisa y expresan el resultado de la labor investigativa. | X | | |
| 10. | Justifica consistentemente su propuesta de estudio. | X | | |

| | | | | |
|-----|---|---|--|--|
| 11. | Planteó claramente en qué consiste su problema. | X | | |
| 12. | La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico. | X | | |
| 13. | El marco teórico se fundamenta en: antecedentes generales y antecedentes particulares o específicos, bases teóricas y definición de términos básicos. | X | | |
| 14. | La pregunta es pertinente a la investigación. | X | | |
| 15. | Organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación. | X | | |
| 16. | Sus objetivos fueron verificados. | X | | |
| 17. | Los aportes han sido manifestados en forma correcta. | X | | |
| 18. | El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto. | X | | |
| 19. | Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado. | X | | |
| 20. | Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables. | X | | |
| 21. | Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado | X | | |
| 22. | El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes. | X | | |
| 23. | El planteamiento es claro y preciso. | X | | |
| 24. | El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener. | X | | |
| 25. | En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación. | X | | |
| 26. | El capítulo III se realizó en base al tipo de estudio, enfoque de investigación y método de estudio y diseño de investigación señalado. | X | | |
| 27. | El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada. | X | | |
| 28. | Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo. | X | | |

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Lic. Salomón Fuentes Cruz



**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESIS
ASESOR METODOLÓGICO**

| |
|---|
| Nombre del Asesor: Dra. Herlinda Canto Valencia |
| Nombre del Estudiante: Samantha María Medina Vergara |
| Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a los pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral. |
| Fecha de realización: Octubre 2022 |

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

| No. | Aspecto a evaluar | Registro de cumplimiento | | Observaciones |
|----------|---|--------------------------|----|---------------|
| | | Si | No | |
| 1 | Formato de Página | | | |
| a. | Hoja tamaño carta. | X | | |
| b. | Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm. | X | | |
| c. | Margen izquierdo a 2.5 cm. | X | | |
| d. | Orientación vertical excepto gráficos. | X | | |
| e. | Paginación correcta. | X | | |
| f. | Números romanos en minúsculas. | X | | |
| g. | Página de cada capítulo sin paginación. | X | | |
| h. | Inicio de capítulo centrado, mayúsculas y negritas. | X | | |
| i. | Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja. | X | | |
| j. | Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas. | X | | |
| k. | Times New Roman (Tamaño 12). | X | | |
| l. | Color fuente negro. | X | | |
| m. | Estilo fuente normal. | X | | |
| n. | Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones. | X | | |
| o. | Texto alineado a la izquierda. | X | | |
| p. | Sangría de 1.25 cm. Al iniciar cada párrafo. | X | | |
| q. | Interlineado a 2.0 | X | | |
| r. | Resumen sin sangrías. | X | | |

| | | | | |
|-----------|---|-----------|-----------|----------------------|
| s. | Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha. | X | | |
| t. | Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts. | X | | |
| u. | Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts. | X | | |
| v. | Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts. | X | | |
| 2. | Formato Redacción | Si | No | Observaciones |
| a. | Sin faltas ortográficas. | X | | |
| b. | Sin uso de pronombres y adjetivos personales. | X | | |
| c. | Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado. | X | | |
| d. | Continuidad en los párrafos. | X | | |
| e. | Párrafos con estructura correcta. | X | | |
| f. | Sin uso de gerundios (ando, iendo) | X | | |
| g. | Correcta escritura numérica. | X | | |
| h. | Oraciones completas. | X | | |
| i. | Adecuado uso de oraciones de enlace. | X | | |
| j. | Uso correcto de signos de puntuación. | X | | |
| k. | Uso correcto de tildes. | X | | |
| | Empleo mínimo de paréntesis. | X | | |
| l. | Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados. | X | | |
| m. | Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones. | X | | |
| n. | Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera. | X | | |
| o. | Indicación de grupos con números romanos. | X | | |
| p. | Sin notas a pie de página. | X | | |
| 3. | Formato de Cita | Si | No | Observaciones |
| a. | Empleo mínimo de citas. | X | | |
| b. | Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas. | X | | |
| c. | Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes. | X | | |
| d. | Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original. | X | | |
| e. | Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones. | X | | |
| 4. | Formato referencias | Si | No | Observaciones |
| a. | Correcto orden de contenido con referencias. | X | | |
| b. | Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía. | X | | |
| c. | Correcta aplicación del formato APA 2016. | X | | |
| 5. | Marco Metodológico | Si | No | Observaciones |

| | | | | |
|----|--|---|--|--|
| a. | Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación. | X | | |
| b. | Reunió información a partir de una variedad de sitios Web. | X | | |
| c. | Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación. | X | | |
| d. | Revisó su búsqueda basado en la información encontrada. | X | | |
| e. | Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza. | X | | |
| f. | Pensó acerca de la actualidad de la información. | X | | |
| g. | Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión. | X | | |
| h. | Tuvo cuidado con la información sesgada. | X | | |
| i. | Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes. | X | | |
| j. | Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta. | X | | |
| k. | Comunicó claramente su información. | X | | |
| l. | Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto. | X | | |
| m. | El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación. | X | | |
| n. | Los materiales utilizados fueron los correctos. | X | | |
| o. | El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes. | X | | |
| p. | El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación. | X | | |

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Dra. Herlinda Canto Valencia
Asesor Metodológico

DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 12 del mes de mayo del año 2021.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

Director de Tesina
Función

Lic. Salomón Fuentes Cruz



Asesor Metodológico
Función

Dra. Herlinda Canto Valencia



Coordinador de Titulación
Función

Licenciado Diego Estuardo Jiménez



Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a los pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral.

Realizada por el Alumno:

Samantha María Medina Vergara

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Profesional y de esta forma poder obtener el Título y Cédula Profesional como Licenciado en Fisioterapia.



Firma y Sello de Coordinación de Titulación
IPETH®
Titulación Campus Guatemala

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicárselos a mis padres y a mi hermana, Alfredo Giovanni Medina Santizo y Karen Iveth Vergara Reyes. Quiero que sepan que estoy agradecida por el apoyo que me brindaron en todo momento, gracias a ellos por sus esfuerzos y por siempre querer lo mejor para mí. Quiero que sepan que es el primer logro de muchos y que gracias a ellos soy la persona que soy y voy a seguir cumpliendo todas las metas que me proponga siempre con su apoyo, quiero hacerlos sentir orgullosos de mis logros.

A mi hermana, Natalie Yolanda Medina Vergara, le agradezco por siempre ser la persona que siempre creyó en mí en todo momento, la que siempre me apoyo en todo momento, a ti te dedico esta tesis porque sé que soy la primera en finalizar la carrera universitaria, pero tú serás la mejor al acabar tu carrera universitaria.

A mi novio, José Andrés Motta, que siempre fue mi acompañante en mis desveladas y siempre me brindo ese apoyo, esa paciencia en todo este proceso y el ayudante en mis trabajos de la universidad.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi mejor amiga Christel Andrea García, a María José Montenegro Celada por siempre ser las personas que me brindaron su apoyo en momentos de estrés, en los momentos más difíciles en este proceso, por ser las personas más leales y que a pesar de la distancia seguían demostrándome su cariño.

Quiero agradecer a mis padres, que siempre estuvieron atentos a mí, siempre me dieron esos ánimos, aunque no los tuviera del todo, siempre dándome esperanzas y fortaleza para toda situación. Gracias por ser esos padres que dan todo por la seguridad y la estabilidad de un hijo, son unos padres bondadosos, cariñosos y estrictos en algunas cosas. Por ustedes soy la persona que ahora soy, no soy perfecta, pero por ustedes soy una persona recta, madura, humilde y solidaria.

También quiero agradecer a mi asesora de tesis Herlinda Canto Valencia que siempre fue la persona que nos incentivó a ser mejores, a dar todo nuestro esfuerzo en cada capítulo de este trabajo y a dar lo mejor de nosotros.

Por último, a mi hermana, que aunque fue un proceso difícil de separación para las dos, siempre estuviste para escucharme, aunque era mutuo, por siempre ser la que me buscaba para saber cómo estaba y para contarme sus cosas, siempre fuiste la que me dio esperanza.

PALABRAS CLAVE

- Realidad virtual
- Paciente con parálisis cerebral
- Rehabilitación
- Fisioterapia complementaria
- Neuroanatomía

INDICE PROTOCOLARIO

| | |
|--|------|
| Portada | |
| Portadilla | |
| Investigadores responsables..... | ii |
| Hoja de autoridades y terna externa..... | iii |
| Carta de aprobación del asesor | iv |
| Carta de aprobación del metodólogo | v |
| Lista de cotejo asesor..... | vi |
| Lista de cotejo metodólogo..... | viii |
| Hoja de dictamen de tesis | xi |
| Dedicatoria..... | xi |
| Agradecimiento..... | xiii |
| Palabras clave | xiv |

INDICE TEMÁTICO

| | |
|--|-------|
| Portada | |
| Portadilla | |
| Investigadores Responsables | ii |
| Lista de cotejo del Director de Tesis | iii |
| Lista de cotejo del Asesor metodológico | v |
| Hoja de dictamen de tesis | vii |
| Dedicatoria..... | xii |
| Agradecimientos | xiii |
| Palabras clave | xiv |
| Índice temático | xvi |
| Índice de tablas | xviii |
| Índice de figuras | xix |
| Resumen | 1 |
| Capítulo I..... | 1 |
| Marco teórico..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes generales..... | 1 |
| 1.1.1 Divisiones del sistema nervioso central..... | 1 |
| 1.1.2 Definición | 18 |
| 1.1.3 Áreas comprometidas en el SNC..... | 21 |
| 1.1.4 Cuadro clínico..... | 19 |
| 1.1.5 Etiología..... | 24 |
| 1.1.6 Clasificación. | 25 |
| 1.1.7 Comorbilidades..... | 28 |
| 1.1.8 Epidemiología..... | 30 |
| 1.1.9 Fisiopatología | 29 |
| 1.2 Antecedentes específicos | 32 |
| 1.2.1 Origen de la técnica | 32 |
| 1.2.2 Funciones de la realidad virtual..... | 35 |
| 1.2.3 Forma de aplicación..... | 35 |
| 1.2.4 Indicaciones | 37 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1.2.5 Costos | 38 |
| Capítulo II..... | 39 |
| Planteamiento del problema | 39 |
| 2.1 Planteamiento del Problema | 39 |
| 2.2 Justificación. | 43 |
| 2.3 Objetivos..... | 44 |
| 2.3.1 Objetivo General..... | 44 |
| 2.3.2 Objetivos particulares | 45 |
| Capítulo III | 46 |
| Marco Metodológico | 46 |
| 3.1 Material..... | 46 |
| 3.2 Métodos | 50 |
| 3.2.1 Enfoque de investigación..... | 50 |
| 3.2.2 Tipo de estudio | 50 |
| 3.2.3 Diseño de investigación. | 51 |
| 3.2.4 Método de Estudio..... | 51 |
| 3.2.5 Criterios de Selección. | 52 |
| 3.7 Operativización de variables..... | 53 |
| 3.7.1 Variables..... | 53 |
| Capítulo IV | 56 |
| 4.1 Resultados..... | 56 |
| 4.2 Discusión | 70 |
| 4.3 Conclusiones..... | 72 |
| 4.4 Perspectivas | 72 |
| Referencias | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación de Neuronas estructurales | 12 |
| Tabla 2. Clasificación Funcional de la neurona..... | 13 |
| Tabla 3. Clasificación de las neuroglías..... | 14 |
| Tabla 4. Signos y síntomas según el tipo de parálisis cerebral | 20 |
| Tabla 5. Alteraciones de la parálisis cerebral según su clasificación..... | 28 |
| Tabla 7. Criterios de selección de información..... | 52 |
| Tabla 8. Operativización de variables..... | 54 |
| Tabla 9. Resultados de artículos científicos encontrados para pacientes de 10 a 15 años con parálisis cerebral que fueron intervenidos por medio de la realidad virtual como técnica de rehabilitación | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Desarrollo del encéfalo... | 3 |
| Figura 2. Composición del SNC..... | 5 |
| Figura 3. Núcleos basales | 8 |
| Figura 4. Estructura general de la neurona | 11 |
| Figura 5. Tipos de neuroglías | 16 |
| Figura 6. Sistema nervioso periférico..... | 17 |
| Figura 7. Gafas LCD estereoscópicas..... | 33 |
| Figura 8. Gafas Oculus Rift..... | 34 |
| Figura 9. Formas de uso de la realidad virtual | 36 |
| Figura 10. Marcas de dispositivo de realidad virtual..... | 38 |
| Figura 11. Fuentes de recolección de datos en porcentajes | 48 |

RESUMEN

El presente trabajo posee un enfoque cualitativo con un tipo de investigación de forma descriptiva de diseño no experimental con un método analítico. Fue un trabajo que utilizó todas las cualidades para buscar información sobre la parálisis cerebral, sus características clínicas, etiología y su intervención fisioterapéutica. La parálisis cerebral es una patología que afecta a muchos niños y más a niños prematuros. Esta patología corresponde a la primera causa de discapacidad física en niños y es la más común de espasticidad, lo que comprende un grupo variado de patologías permanentes del movimiento y la postura que limitan el desempeño de las actividades básicas diarias de los afectados. Estos pacientes presentan en conjunto diversas manifestaciones clínicas asociadas como trastornos sensoriales, perceptivos, cognitivos, comunicacionales, conductuales, epilepsias y otros desordenes musculoesqueléticos, aunque dependen del área comprometida en el SNC. Esto puede generar complicaciones severas a un futuro para estos pacientes. Existen diversas intervenciones para estos pacientes, pero, la realidad virtual ha dado excelentes datos y cantidad de información que evidencia sobre el beneficio que se puede tener como uso en el tratamiento fisioterapéutico y puede adecuarse con una terapia convencional llega a tener buenos resultados beneficiosos para mejorar la calidad de vida de estos pacientes. En conclusión, la realidad virtual de forma conjunta con terapia convencional puede brindarles a los pacientes con parálisis cerebral beneficios correctos para una mejor vida

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En este apartado se da a conocer la importancia que tiene realidad virtual respecto a la parálisis cerebral, así como los estudios más recientes que hay respecto a este tema de investigación. Se hace una recopilación teórica en torno al tema que concierne a los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a pacientes entre 10 a 15 años de edad con parálisis cerebral.

1.1 Antecedentes generales

En este subtema se describen las divisiones del sistema nervioso central, se define la parálisis cerebral, se describen las áreas comprometidas, el cuadro clínico, la etiología y la clasificación de la parálisis cerebral.

1.1.1 Divisiones del sistema nervioso central.

1.1.1.1 Médula. La médula está situada dentro del conducto vertebral de la columna vertebral, rodeada de tres meninges: la duramadre, aracnoides y la piamadre. El líquido cefalorraquídeo, que la baña en el espacio subaracnoideo, le brinda protección adicional.

La médula tiene una forma más o menos cilíndrica que comienza en el foramen magno (agujero occipital) del cráneo, donde se continúa con el bulbo raquídeo del encéfalo, y termina en la región lumbar. En su extremo inferior la médula espinal

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

adquiere forma de huso en el cono medular, desde cuyo vértice desciende una prolongación de la piamadre, el *filum* terminal, que se inserta en la parte posterior del cóccix. A lo largo de toda la médula se encuentran 31 pares de nervios espinales unidos por las raíces anteriores o motoras y las raíces posteriores o sensitivas. Cada raíz está unida a la médula por una serie de raicillas, que se extienden en toda la longitud del segmento medular. Cada raíz nerviosa posterior posee un ganglio de la raíz posterior, cuyas células dan origen a fibras nerviosas periféricas y centrales (Snell, 2018).

1.1.1.2 Estructura de la médula. Está compuesta por un centro de sustancia gris, rodeado por una cubierta externa de sustancia blanca. La sustancia blanca se puede dividir en las columnas blancas anteriores, laterales y posteriores. (Snell, 2018).

1.1.1.3 Encéfalo. Se encuentra en la cavidad craneal y se continúa con la médula espinal a través del foramen magno. Está rodeado por tres meninges, la duramadre, aracnoides y la piamadre, y éstas continúan con las meninges que corresponden a la médula. El líquido cefalorraquídeo rodea al encéfalo en el espacio subaracnoideo (Snell, 2018).

Las paredes de estas regiones encefálicas se desarrollan en el tejido nervioso del encéfalo, mientras que el interior hueco del tubo se transforma en las distintas vesículas (espacios llenos de líquido) del encéfalo. De esta manera es como se va desarrollando el encéfalo.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

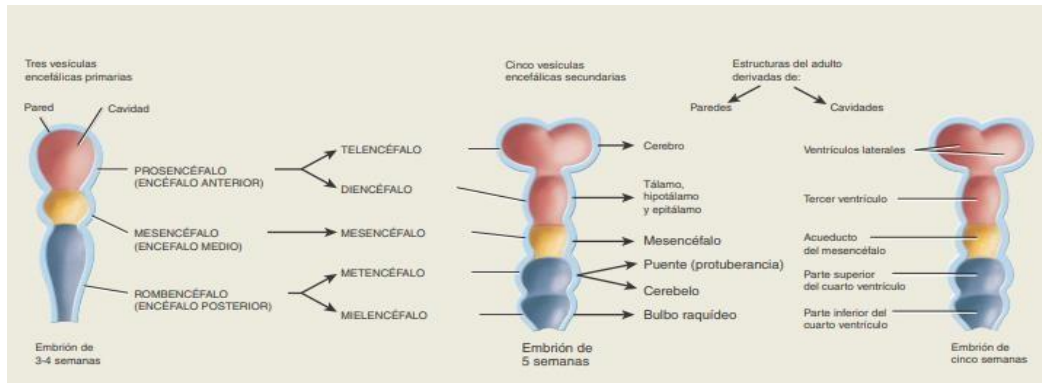


Figura 1. Desarrollo del encéfalo (Tortora, 2013).

1.1.1.4 Rombencéfalo. El rombencéfalo se subdivide en el bulbo raquídeo, protuberancia y cerebelo (Snell, 2018).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.4.1 Bulbo raquídeo. El bulbo raquídeo tiene forma cónica y conecta la protuberancia por arriba con la médula espinal por abajo. Contiene muchas colecciones de neuronas llamadas núcleos, y sirve como conducto para las fibras nerviosas ascendentes y descendentes (Snell, 2018).

1.1.1.4.2 Protuberancia. La protuberancia se ubica en la cara anterior del cerebelo, por debajo del mesencéfalo y por arriba del bulbo raquídeo. Contiene un gran número de fibras transversas sobre su cara anterior que conectan los dos hemisferios cerebelosos. También contiene muchos núcleos y fibras nerviosas ascendentes y descendentes (Snell, 2018).

1.1.1.4.3 Cerebelo. El cerebelo se encuentra sobre la fosa craneal posterior, por detrás de la protuberancia y el bulbo raquídeo. Consiste en dos hemisferios ubicados lateralmente y conectados por una porción media, el vermis. El cerebelo se conecta con el mesencéfalo mediante los pedúnculos cerebelosos superiores; con la protuberancia, por medio de los pedúnculos cerebelosos medios y con el bulbo raquídeo por medio de los pedúnculos cerebelosos inferiores. Los pedúnculos están compuestos por grandes haces de fibras nerviosas que conectan el cerebelo con el resto del sistema nervioso (Snell, 2018).

1.1.1.5 Mesencéfalo. El mesencéfalo es la parte estrecha del encéfalo que conecta el prosencéfalo con el rombencéfalo. La cavidad estrecha es el acueducto cerebral, que conecta el tercer ventrículo con el cuarto ventrículo. Este contiene muchos núcleos y haces de fibras nerviosas ascendentes y descendentes (Snell, 2018).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.6 Diencéfalo. El diencéfalo está casi totalmente oculto de la superficie del encéfalo y consiste en un tálamo dorsal y un hipotálamo ventral (Snell, 2018).

1.1.1.7 Tálamo. El tálamo es una gran masa de sustancia gris con forma de huevo que se ubica a cada lado del tercer ventrículo. El extremo anterior del tálamo forma el límite posterior del foramen interventricular, el orificio entre el tercer ventrículo y los ventrículos laterales. El hipotálamo forma la porción inferior de la pared lateral y el piso del tercer ventrículo (Snell, 2018).

1.1.1.8 Cerebro. Porción más grande del encéfalo, está compuesto por dos hemisferios conectados por una masa de sustancia blanca llamada cuerpo calloso. Cada hemisferio cerebral se extiende desde el hueso frontal hasta el hueso occipital, por encima de las fosas craneales anterior y media (Snell, 2018).

Igualmente, todas las estructuras del sistema nervioso central que son específicamente: el cerebro, prosencéfalo, mesencéfalo, rombencéfalo (bulbo raquídeo, protuberancia y cerebelo) y médula espinal.

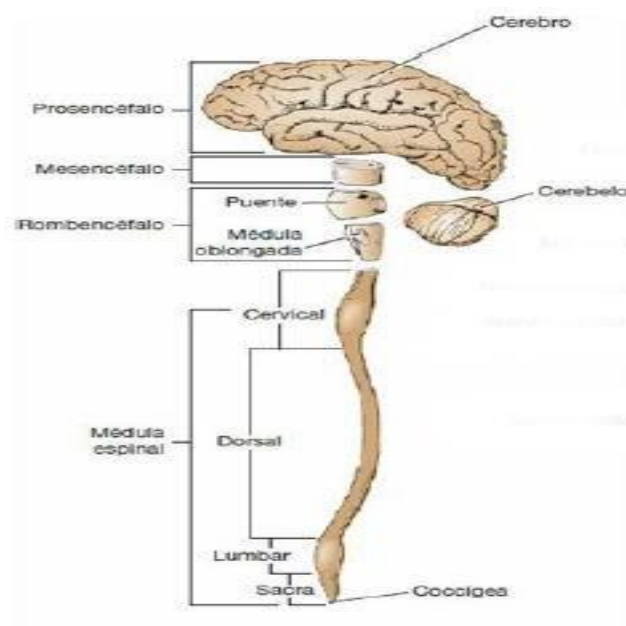


Figura 2. Composición del SNC (Snell, 2019)

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.9 Hemisferios. Los hemisferios están separados por una hendidura profunda, la fisura longitudinal, hacia la cual se proyecta la hoz del cerebro (Snell, 2018).

1.1.1.10 Sustancia gris. La sustancia gris consta de los cuerpos de las neuronas incluidas en la neuroglia; tiene un color gris (Snell, 2018).

1.1.1.11 Sustancia blanca. Consta de fibras nerviosas incluidas en la neuroglia; tiene un color blanco debido a la presencia de material lipídico en las vainas de mielina de las fibras nerviosas (Snell, 2018).

1.1.1.12 Ganglios basales. Se aplica a una colección de masas de sustancia gris situada en cada hemisferio cerebral. Son el cuerpo estriado, el cuerpo amigdalino y el claustró (Snell, 2018).

1.1.1.12.1 Funciones de los núcleos basales.

- Una función importante en la iniciación y en la finalización del movimiento. Dos regiones de los núcleos basales, el núcleo caudado y el putamen, reciben aferencias de las áreas sensitivas, de asociación y motora de la corteza cerebral. Las eferencias de los núcleos basales parten del globo pálido y la sustancia negra, que envían señales de retroalimentación a la corteza motora superior, a través del tálamo.
- Los núcleos basales suprimen movimientos no deseados mediante sus efectos inhibitorios sobre el tálamo y el colículo superior.
- Los núcleos basales influyen en el tono muscular. El globo pálido envía a la formación reticular impulsos que reducen el tono muscular.
- Los núcleos basales inciden en muchos aspectos de la función cortical, como en las funciones sensitivas, límbica, cognitiva y lingüística (Tortora, 2013).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.12.2 Cuerpo estriado. El cuerpo estriado está situado por fuera del tálamo.

Está dividido casi por completo por una banda de fibras nerviosas, la cápsula interna, en el núcleo caudado y el núcleo lenticular (Snell, 2018).

1.1.1.12.3 Núcleo caudado. Una gran masa de sustancia gris en forma de C que está estrechamente relacionada con el ventrículo lateral se encuentra por fuera del tálamo. La superficie lateral del núcleo está relacionada con la cápsula interna, que la separa del núcleo lenticular (Snell, 2018).

1.1.1.12.4 Núcleo lenticular. Es una masa de sustancia gris en forma de cuña cuya base convexa y ancha se dirige hacia fuera y la punta hacia dentro. Está en la profundidad de la sustancia blanca del hemisferio cerebral, y se halla relacionado medialmente con la cápsula interna, que lo separa del núcleo caudado y del tálamo (Snell, 2018).

1.1.1.12.5 Cuerpo amigdalino. El cuerpo amigdalino está situado en el lóbulo temporal, cerca del uncus o gancho. El cuerpo amigdalino se considera parte del sistema límbico (Snell, 2018).

1.1.1.12.6 Claustro. El claustro es una fina lámina de sustancia gris que está separada de la superficie lateral del núcleo lenticular por la cápsula externa. Lateral al claustro se encuentra la sustancia blanca subcortical de la ínsula. (Snell, 2018).

1.1.1.12.7 Globo pálido. El globo pálido es el más próximo al tálamo y este participa en la regulación del tono muscular de determinados movimientos del cuerpo (Tortora, 2013).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.12.8 Putamen. Se encuentra más cerca de la corteza cerebral. La actividad de las neuronas del putamen precede a los movimientos corporales, y a la actividad de las neuronas del núcleo caudado anticipa los movimientos oculares (Tortora, 2013).

En la profundidad de cada hemisferio cerebral, se encuentran tres núcleos denominados en un solo conjunto ganglios basales. Los núcleos basales se dividen en los siguientes: globo pálido, putamen, núcleo lenticular, núcleo caudado, cuerpo estriado, claustro y cuerpo amigdalino.

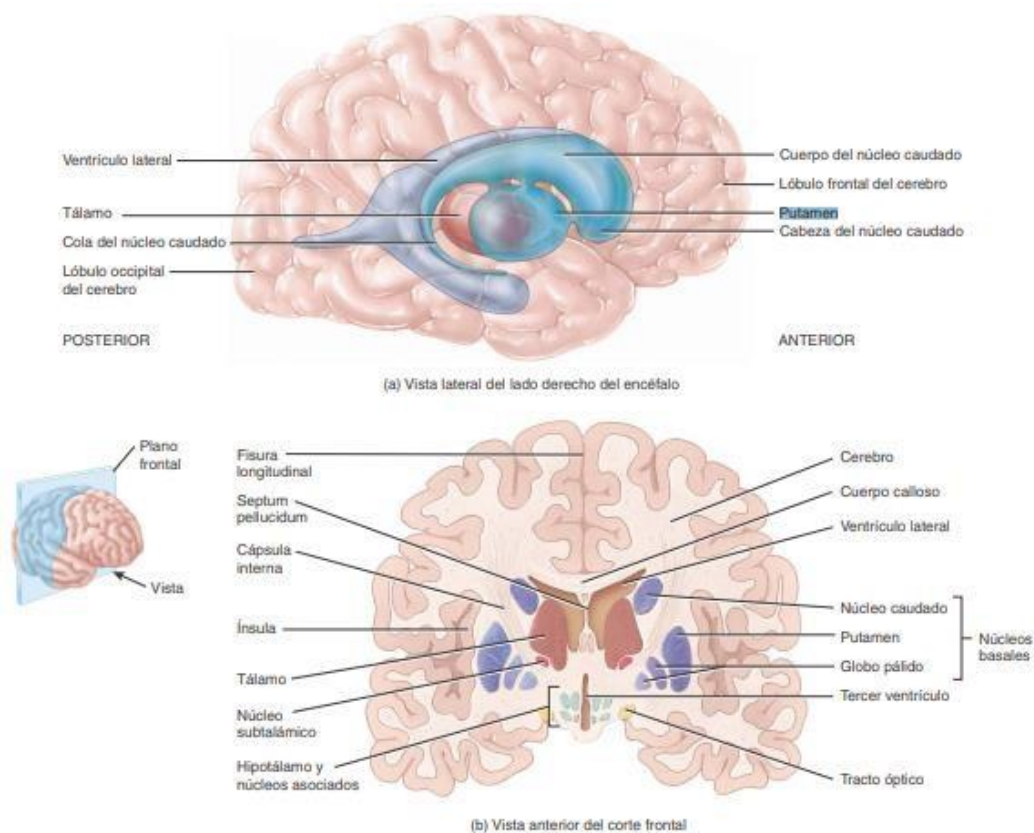


Figura 3. Núcleos basales (Tortora, 2013)

1.1.1.13 Corteza Cerebral. Está compuesta de sustancia gris. La corteza cerebral está modelada en pliegues, o circunvoluciones, separadas por surcos. De este modo, el área superficial de la corteza está muy aumentada. Un número importante de los grandes surcos son utilizados

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

convenientemente para subdividir la superficie de cada hemisferio en lóbulos (Snell, 2018).

1.1.1.13.1 Corteza motora. La corteza motora contiene grandes cantidades de células piramidales mientras que las áreas sensitivas se caracterizan principalmente por las células granulares.

1.1.1.14 Neuro plasticidad. Es la capacidad del cerebro para reorganizar sus patrones de conectividad neuronal, reajustando su funcionalidad. El proceso de neuroplasticidad provoca conexiones neuronales en respuesta a información proveniente tanto de experiencias ambientales, como de estimulación sensorial o como consecuencia del normal desarrollo (Medeiros, 2016).

1.1.1.15 Plasticidad cerebral. La plasticidad cerebral es una propiedad del sistema nervioso que persiste a lo largo de la vida y está presente en el envejecimiento normal, también en el daño cerebral adquirido e incluso en las demencias (Medeiros, 2016).

1.1.1.16 Neurociencia. La Neurociencia para el Aprendizaje es la disciplina que permite conocer cómo intervienen los procesos neurobiológicos en el aprendizaje, para así diseñar mejores métodos de enseñanza y políticas educativas. A través de ella se puede conocer cómo aprende, recuerda y olvida el cerebro procesos importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Parada, 2020).

Existen diferencias entre la Neurociencia desde la psicología clínica con la educativa. La primera es la que investiga cómo funciona el sistema nervioso, en especial el cerebro, con el fin de acercarse a la comprensión de los mecanismos que regulan el control de las reacciones nerviosas y su comportamiento (Parada, 2020).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

La neurociencia educativa nos ayuda a saber cómo es que funciona el cerebro y como interviene en los procesos neurobiológicos del aprendizaje, para favorecer que este sea más eficaz y óptimo (Parada, 2020).

Las imágenes de las neurociencias han podido integrar los conocimientos propios de la psicología cognitiva y de la psicolingüística, con la actividad cerebral originada en las percepciones visuales y fonológicas, por la memoria, el lenguaje y el pensamiento, lo cual ha mostrado una interesante convergencia. Las variaciones percibidas en las imágenes pueden ser espaciales, indicando los lugares cerebrales activados, o temporales, mostrando la secuencia y velocidad con que se desarrollan los cambios funcionales (Valdivieso, 2017).

1.1.1.17 Funciones del Sistema Nervioso.

- **Función sensitiva:** los receptores sensitivos detectan los estímulos internos, como el aumento de la tensión arterial, y los externos. Esta información sensitiva es transportada luego hacia el encéfalo y la médula espinal a través de los nervios craneales y espinales (Tortora, 2013).
- **Función integradora:** el sistema nervioso procesa la información sensitiva analizando y tomando decisiones para efectuar las respuestas adecuadas, actividad conocida como integración (Tortora, 2013).
- **Función motora:** una vez que la información sensorial ha sido integrada, el sistema nervioso puede generar una respuesta motora adecuada activando efectores (músculos y glándulas) a través de los nervios craneales y espinales. La estimulación de los efectores produce la contracción de un músculo o estimula una glándula para aumentar su secreción (Tortora, 2013).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.18 Neurona. Las neuronas son células excitables especializadas en la recepción de estímulos y en la conducción del impulso nervioso. Su tamaño y su forma varían ampliamente pero cada una posee un cuerpo celular desde cuya superficie se proyectan una o más prolongaciones denominadas neuritas (Snell, 2018).

Cada neurona posee un axón en donde está cubierto por vainas de mielina y células de Schwann, como axónico, cuerpo celular, núcleo y sus dendritas.

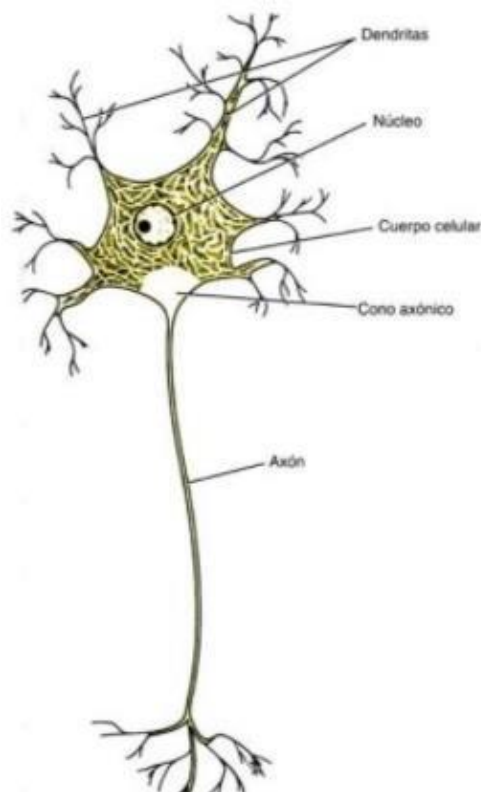


Figura: 5 Estructura general de la neurona
(Snell, 2018).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.18.1 Neuritas. Las neuritas son responsables de recibir la información y de conducirla hacia el cuerpo celular se denominan dendritas. La neurita tubular larga, única, que conduce los impulsos desde el cuerpo celular recibe la denominación de axón (Snell, 2018).

Hay miles de millones de neuronas está organizada en dos subdivisiones principales: el sistema nervioso central y sistema nervioso periférico. Dado a esto hay una forma de diferenciar cada una de las neuronas dadas a su estructura o funcionalidad. La clasificación según su estructura y su funcionalidad está dado por las siguientes divisiones:

Tabla 1

Clasificación de Neuronas estructurales

| Neuronas estructurales | Descripción |
|--|---|
| Neuronas unipolares o pseudounipolares | Son aquellas cuyos cuerpos celulares tienen una única neurita, que se divide a una corta distancia del cuerpo celular en dos ramas, una que se dirige a alguna estructura periférica, y otra que se introduce en el sistema nervioso central. |
| Neuronas bipolares | Poseen un cuerpo celular alargado, a partir de un extremo emerge un axón y del otro una dendrita. |
| Neuronas multipolares | Tienen una gran cantidad de neuritas que se originan a partir del cuerpo celular. Con la excepción del axón, que es único, el resto de las neuritas son dendritas. La mayoría de |

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

las neuronas del cerebro y de la médula espinal son de este tipo.

Nota. Fuente: Tortora, G. (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. Editorial Médica Panamericana Madrid-España.

Tabla 2

Clasificación Funcional de la neurona.

| <i>Neuronas Funcionales</i> | <i>Descripción</i> |
|---|--|
| <i>Neuronas sensitivas o aférentes</i> | <i>Contienen receptores sensitivos en sus extremos distales (dendritas) o se localizan inmediatamente después de los receptores sensitivos, que son células separadas. La mayoría de las neuronas sensitivas tienen una estructura unipolar.</i> |
| <i>Neuronas motoras o eferentes</i> | <i>Transmiten los potenciales de acción lejos del SNC hacia los efectores (músculos y glándulas) en la periferia (SNP), a través de los nervios craneales y espinales. Las neuronas motoras tienen una estructura multipolar.</i> |
| <i>Interneuronas o neuronas de asociación</i> | <i>Se localizan fundamentalmente dentro del SNC, entre las neuronas sensitivas y motoras. Las interneuronas integran (procesan) la información sensitiva entrante proveniente de las neuronas sensitivas y luego producen una respuesta motora, al activar las neuronas motoras adecuadas. La mayoría de las interneuronas tienen una estructura multipolar.</i> |

Nota. Fuente: Tortora, G. (2013). Principios de anatomía y fisiología. Editorial Médica Panamericana Madrid-España.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.19 Neuroglia. Las neuronas del sistema nervioso central se hallan sostenidas por diversas variedades de células no excitables que, en conjunto, reciben la denominación de neuroglia. Las células neurogliales son generalmente más pequeñas que las neuronas y las superan en número en cinco a diez veces; comprenden aproximadamente la mitad del volumen total del encéfalo y de la médula espinal (Snell, 2018).

Las neuroglías son importantes ya que también cumplen funciones de nutrición, protección de las neuronas. Estas se clasifican según la función que está dado por las siguientes divisiones:

Tabla 3

Clasificación de las neuroglías

| Neuroglías | Descripción |
|------------|---|
| Astrocitos | Estas células con forma de estrella tienen muchas prolongaciones celulares y son las más largas y numerosas de la neuroglia. Las funciones de los astrocitos son las siguientes: (1) Contienen microfilamentos que les dan una resistencia considerable y les permiten sostener las neuronas. (2) Las proyecciones de los astrocitos que envuelven los capilares sanguíneos aíslan las neuronas del SNC de diferentes sustancias potencialmente nocivas de la sangre, mediante la secreción de compuestos químicos que mantienen las características exclusivas de permeabilidad que tienen las células endoteliales de los capilares. |

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

| | |
|--------------------|--|
| Oligodendrocitos | Estas células se asemejan a los astrocitos, pero son más pequeñas y contienen menor cantidad de prolongaciones. Las prolongaciones de los oligodendrocitos son responsables de la formación y mantenimiento de la vaina de mielina que se ubica alrededor de los axones del SNC. |
| Microglía | Estas células de la neuroglia son pequeñas y tienen delgadas prolongaciones que emiten numerosas proyecciones con forma de espinas. La microglía cumple funciones fagocíticas. Como los macrófagos de los tejidos, eliminan los detritos celulares que se forman durante el desarrollo normal del sistema nervioso y fagocitan microorganismos y tejido nervioso dañado. Tienen forma cuboide o cilíndrica y están distribuidas en una monocapa con microvellosidades y cilios. Estas células tapizan los ventrículos cerebrales y el conducto central de la médula espinal (espacios que contienen líquido cefalorraquídeo, que protege y nutre al encéfalo y la médula). En cuanto a su función, las células endimarias producen, posiblemente monitorizan, y contribuyen a la circulación del líquido cefalorraquídeo |
| Células endimarias | |

Nota. Fuente: Tortora, G. (2013). Principios de anatomía y fisiología. Editorial Médica Panamericana Madrid-España.

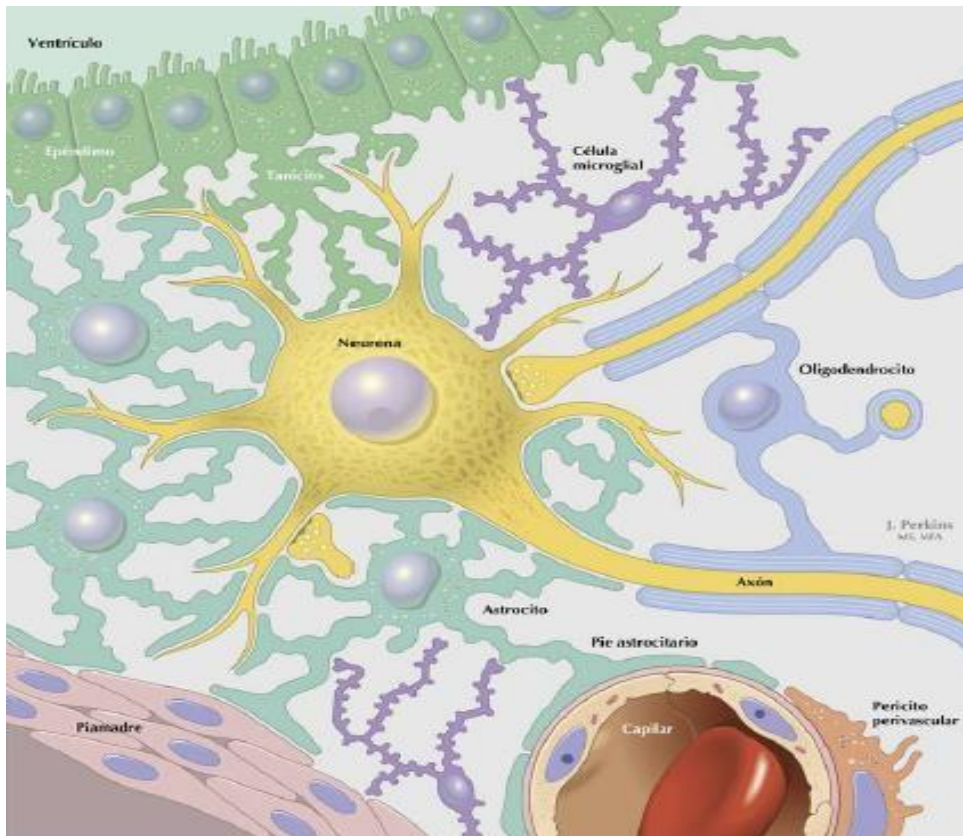


Figura 6. Tipos de Neuroglia (Netter, 2019)

1.1.1.20 Sistema nervioso periférico. En el sistema nervioso periférico, los nervios craneales y raquídeos, que constan de fascículos de fibras nerviosas o axones, conducen información desde y hasta el sistema nervioso central. Aunque los nervios están rodeados por vainas fibrosas a medida que se dirigen hacia las diferentes partes del cuerpo, se hallan relativamente desprotegidos y se dañan con frecuencia por traumatismos (Snell, 2018).

El SNP puede ser subdividido, a su vez, en sistema nervioso somático (soma, cuerpo), sistema nervioso autónomo, sistema nervioso entérico. Doce pares de nervios craneales emergen del encéfalo y 31 pares de nervios espinales emergen de la médula espinal. Cada nervio sigue un camino definido e inerva una región del cuerpo (Tortora, 2013).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

El sistema nervioso periférico está constituido por varios nervios craneales, nervios espinales, ganglios, plexos y receptores sensitivos de la piel, los cuales se conectan con el sistema nervioso central para producir una respuesta.

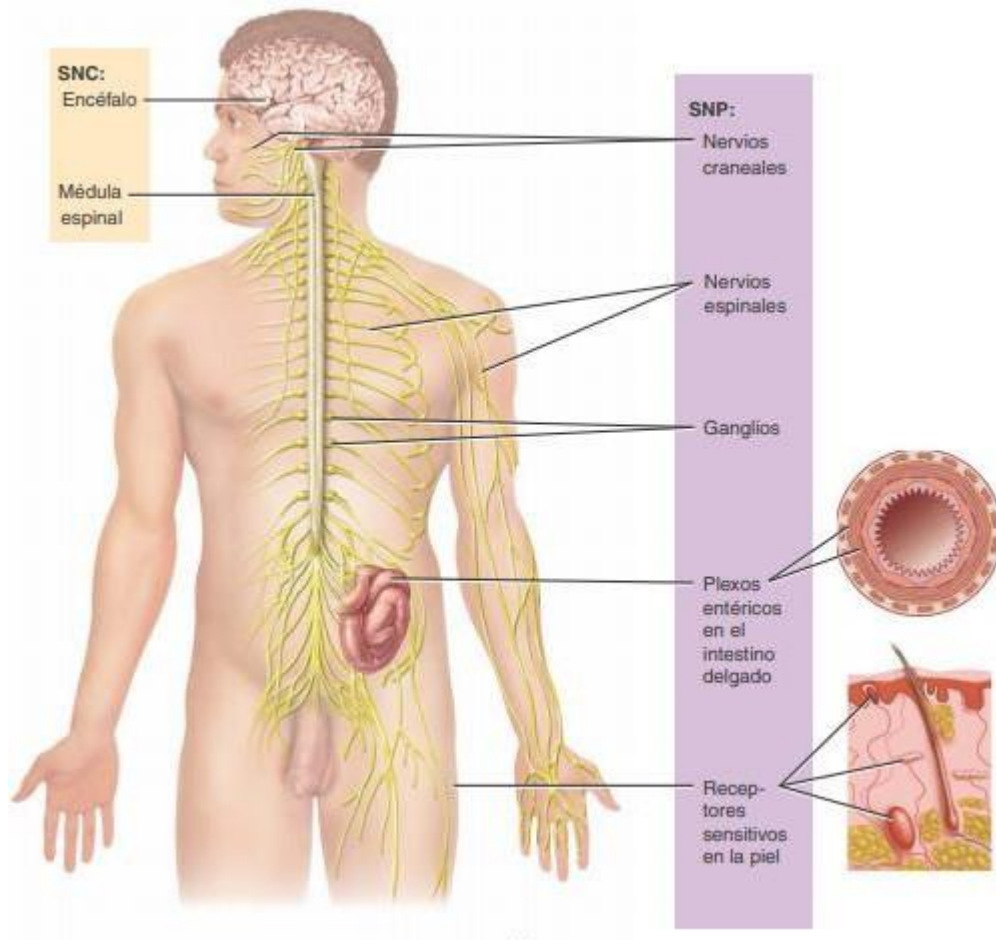


Figura 7. Sistema Nerviosa Periférico (Tortora, 2013).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.1.20.1 Neuroglia del Sistema nervioso periférico. La neuroglia del SNP rodea por completo los axones y los cuerpos celulares. Los dos tipos de células gliales que se hallan en el SNP son las células de Schwann y las células satélite (Tortora, 2013).

1.1.1.20.2 Células de Schwann. Estas células rodean los axones del SNP. Como los oligodendrocitos, forman la vaina de mielina que envuelve los axones. Cada célula de Schwann mieliniza un único axón (Tortora, 2013).

1.1.1.20.3 Células satélite.

Estas células aplanadas rodean los cuerpos celulares de las neuronas de los ganglios del SNP. Además de dar soporte estructural, las células satélites también regulan los intercambios de sustancias entre los cuerpos de las neuronas y el líquido intersticial.

1.1.1.21 Historia. La PCI es una enfermedad que se presume acompaña a la humanidad desde sus inicios existiendo pruebas en momias y estelas egipcias, siendo descrita en la antigua Grecia por Hipócrates (460-370 A.C.) y Sorano (98-13 D.C.), así como en Roma por historiadores como Suetonius (70-126 D.C.) La PCI ha sido objeto de investigación en la era contemporánea donde se han sentado las bases de su definición y etiología, algunos de sus antecedentes surgieron en Francia entre 1820-1827, con reportes de hemiatrofia cerebral que fueron relacionadas con hemiplejía en estudios post mortem. No obstante, es el Dr. William Little entre 1843-1844 en sus series de publicaciones denominadas “Deformities of the Human Frame” (en inglés), donde describe una enfermedad con un conjunto de deformidades causadas por la espasticidad y parálisis muscular, indicando que su causa eran daños cerebrales durante la infancia por asfixia perinatal, aunque nunca utilizó el término como tal. Por otro lado, el Dr. Von Heine (1799-1879), cirujano ortopédico alemán, describió síndromes clínicos de PCI resultantes de procesos infecciosos, siendo considerado el primero en distinguir la parálisis flácida

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

por poliomielitis de la PCI. Por estos antecedentes esta patología fue denominada “Enfermedad de Little” por muchos años y no fue hasta 1889 que el Dr. William Osler (1849-1919) acuñara el término actualmente conocido en su reporte de 151 pacientes denominado “*The Cerebral Palsies of Children*” (en inglés), clasificando la PCI en: 1) hemiplejía infantil; 2) hemiplejía espástica bilateral o diplejía; y 3) paraplejía espástica. Por su parte, Sigmund Freud (1856-1939) también contribuyó en la descripción de la PCI durante el siglo XIX previo a su introducción en el área psiquiátrica y del comportamiento, estudiando pacientes con hemiplejía y diplejía, creando la distribución de los factores de riesgo que siguen en uso, siendo estos: 1) congénito o prenatal; 2) adquirido durante el parto (perinatal); 3) adquirido después del parto (postnatal). (Espinoza, Maroto, Barrionuevo, Espinosa, Acosta, Procel, Rivera, Jaya., 2019).

1.1.2 Definición. La parálisis cerebral infantil (PCI) es la causa más frecuente de discapacidad motora durante la niñez y comprende un grupo heterogéneo de patologías permanentes del movimiento y la postura que limitan el desempeño de las actividades básicas diarias de los afectados, en conjunto a otras manifestaciones clínicas asociadas como trastornos sensoriales, perceptivos, cognitivos, comunicacionales, conductuales, epilepsia u otros desórdenes musculoesqueléticos secundarios (Espinoza, Maroto, Barrionuevo, Espinosa, Acosta, Procel, Rivera, Jaya., 2019).

1.1.3 Áreas comprometidas en el SNC. En la parálisis cerebral ocurre una lesión permanente estática de la corteza motora, sin embargo, debido a la neuro plasticidad del cerebro, sus manifestaciones clínicas varían a medida que el niño crece y las habilidades motoras mejoran. Por otro lado, las zonas más susceptibles al daño son: la sustancia blanca periventricular, ganglios basales y por último lesión del cerebelo (Rodríguez., Suárez., Akel., Tracasas., 2018).

1.1.4 Cuadro clínico.

A continuación, se presenta una tabla con la descripción de los tipos de parálisis cerebral, según los signos y síntomas que se presentan en cada paciente. Es importante saber cuáles son las diferencias de cada tipo.

Tabla 4

| Signos y síntomas según el tipo de parálisis cerebral | |
|---|---|
| Tipos | Descripción |
| Espástica - Diplejía | <ul style="list-style-type: none">• Pueden no tener compromiso cognitivo, la epilepsia no es común.• Alteración de la percepción visual y estrabismo. Las radiaciones ópticas pasan por la zona periventricular, por lo que se pueden dañar.• Se comprometen las cuatro extremidades, de predominio las EEII. Se sienta a los 2 años y por lo general puede caminar a los 4 a 7 años.• Puede haber alteración de destreza y el control motor fino dependiendo de la extensión de la lesión.• Resonancia magnética cerebral: Leucomalacia periventricular (LPV). Es la secuela principal del prematuro.• Leucomalacia periventricular (LPV). Es la secuela principal del prematuro. |

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

| | |
|---------------------------------------|---|
| <i>Espástica – Tetraplejía</i> | <ul style="list-style-type: none">• La disfunción cerebral es más extensa, y el pronóstico funcional es peor.• Disfunción de varias áreas del SNC, alteraciones cognitivas, convulsiones, habla y deglución, déficit visual, estrabismo, sialorrea, disfagia, disartria.• Reflejos primitivos persisten toda la vida.• Sólo 15% tienen la posibilidad de caminar. |
| <i>Espástica – Hemiplejía</i> | <ul style="list-style-type: none">• Convulsión, déficit del campo visual y pérdida propiocepción.• Logran caminar de forma independiente a los 3 años.• Pronóstico funcional para la vida independiente es bueno |
| <i>Discinética</i> | <ul style="list-style-type: none">• Es difícil realizar el diagnóstico coreo atetóide-distónica, disartria, disfagia, sialorrea (mucho compromiso motor, compleja interacción).• Inteligencia generalmente normal, sin embargo, con disartria grave, alteraciones muy notorias. Como se comunican mal, es difícil la comunicación con ellos.• Movimientos involuntarios de miembros.• Etiología: hiperbilirrubinemia o anoxia grave |
| <i>Parálisis cerebral atáxica</i> | <ul style="list-style-type: none">• Signos y síntomas cerebelosos presentes.• No puede coordinar sus movimientos o mantener el equilibrio.• Tiene todo el síndrome atáxico.• La mayoría suelen presentar hipotonía en la época de lactante y retraso madurativo motor.• Temblor intencional.• Oscilación del tronco para intentar.• Mantener la sedestación.• La ataxia se hace evidente a la edad de 2 a 3 años (al comenzar a caminar) |
| <i>PCI Tipo Hipotonía</i> | <ul style="list-style-type: none">• Es poco frecuente y los lactantes presentan hipotonicidad y debilidad de las piernas. |
| <i>Congénita</i> | |
| <i>PCI Mixtas</i> | <ul style="list-style-type: none">• Presentan signos y síntomas espásticos y extrapiramidales. Los patrones de afectación motora son consecuencia del compromiso de amplias zonas encefálicas, con secuelas de deterioro de ganglios basales, corteza y región subcortical. |

Nota. Fuente: Perret, C, Pérez, C. (2020). Manual de pediatría. INNOVADOC, de la Pontificia

Universidad Católica de Chile.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.5 Etiología. En muchos casos se desconoce su desencadenante exacto. Los factores que pueden provocar problemas en el desarrollo cerebral incluyen los siguientes:

- Mutaciones genéticas que ocasionan un desarrollo anormal del cerebro.
- Infecciones maternas que afectan el desarrollo fetal.
- Ataque cerebral prenatal, una interrupción del suministro de sangre al cerebro en desarrollo.
- Infecciones neonatales que provocan inflamación en el cerebro o a su alrededor.
- Traumatismo encéfalo craneano en el bebé a consecuencia de un accidente de tránsito o una caída.
- Falta de llegada de oxígeno al cerebro (asfixia) relacionada con problemas en el trabajo de parto o el parto.

Existe un número de factores relacionados con el aumento del riesgo de parálisis cerebral.

- Salud de la madre. Ciertas infecciones o problemas de salud durante el embarazo pueden aumentar significativamente el riesgo de parálisis cerebral para el bebé. Estas son algunas de las infecciones de especial interés:
- Sarampión alemán (rubeola). La rubeola es una infección viral que puede provocar defectos congénitos graves. Se puede prevenir con vacunación.
- Varicela. La varicela es una infección viral contagiosa que causa picazón y erupciones, y puede provocar complicaciones en el embarazo. También puede prevenirse con vacunación.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

- Citomegalovirus. El citomegalovirus es un virus común que causa síntomas parecidos a los de la gripe y puede producir defectos congénitos si la madre experimenta su primera infección activa durante el embarazo.
- Herpes. El herpes es una infección que puede ser transmitida de la madre al niño durante el embarazo y afecta el vientre y la placenta.
- Toxoplasmosis. La toxoplasmosis es una infección causada por un parásito que se encuentra en los alimentos contaminados, la tierra y las heces de gatos infectados.
- Sífilis. La sífilis es una infección bacteriana que se transmite por vía sexual.
- Exposición a toxinas. La exposición a toxinas, como el metilmercurio, puede aumentar el riesgo de defectos congénitos.
- Infección por el virus zika. Los bebés que, a causa de la infección por zika a través de la madre, tienen microcefalia pueden padecer parálisis cerebral.
- Otras afecciones. Hay otras afecciones que pueden aumentar el riesgo de parálisis cerebral, como los problemas de tiroides, las discapacidades intelectuales o las convulsiones. (Velázquez, 2018).

1.1.6 Clasificación. Hay diversos tipos de PC dependiendo de los desórdenes cerebrales que pueden producirse o no se producen correctamente. Muchas personas con parálisis cerebral tienen una combinación de dos o más tipos. También depende del daño, existe una gran sobreposición entre las áreas afectadas. Según el tipo de déficit neuromuscular se clasifican en:

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

1.1.6.1 Tipo espástico. Parálisis cerebral tipo espástica este es el tipo más común de parálisis cerebral. Ocurre en 70 al 80% de todos los casos. Este tipo también acompaña casi un tercero de otros tipos de parálisis cerebral también (Mandal, 2021).

Las características de este tipo de parálisis cerebral incluyen el tono creciente del músculo. El daño repara en el trecho corticospinal o la corteza de motor. Esta parte afecta a las áreas que reciben el ácido butírico amino gamma o GABA que son un neurotransmisor inhibitorio (Mandal, 2021).

Se divide más a fondo en 4 tipos según las áreas que afecta son:

1.1.6.2 Hemiplejía espástica un lado del cuerpo es afectado. Ocurre cuando el daño a los músculos o nervios controlados por el lado izquierdo del cerebro causará un déficit incorrecto al cuerpo. Estos pacientes tienen una cantidad no despreciable de capacidad a moverse alrededor (Mandal, 2021).

1.1.6.3 Diplejía espástica. La zona periventricular por leucomalacia, la parte superior de la región prerrolándica en la zona limítrofe de la irrigación de las arterias cerebrales media, anterior y posterior. También está relacionada con el ventrículo lateral, en el brazo posterior de la cápsula interna (alteraciones de la vía piramidal). La inteligencia de una persona con diplejía espástica es inafectada por la condición (Mandal, 2021).

1.1.6.4 Tetraplejía espástica. Las cuatro extremidades se afectan igualmente. se asocia a las cavidades intracerebrales que se comunican con los ventrículos (quiste porencefálico) en forma bilateral, la sustancia blanca por lesiones quísticas múltiples, y la estructura cortical por atrofia difusa e hidrocefalia. Se pueden presentar variedades de cuadriparesia como la hipotónica y la coreoatetósica. En la primera se ven afectados el

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

cerebelo y las vías cerebrales y en la segunda los ganglios basales (Malagon., Valdez, 2007).

1.1.6.5 Tipo atáxico. Ocurre debido dañar al cerebelo o a la parte más inferior del cerebro en el dorso de la culata de cilindro. Esta área se ocupa normalmente del movimiento, del paso y de la coordinación. Este es de los tipos menos frecuentes de la parálisis cerebral que forman alrededor del 10% de todos los casos. Estos niños tienen problemas con otras habilidades de motor como la escritura, pulsando, usando sus dedos para los movimientos finos, así como tienen problemas del balance mientras que recorren. Pueden también tener problema con la tramitación visual y/o auditivo (Mandal, 2021).

1.1.6.6 Tipo discinético/ atónica. En este tipo el tono es mezclado, a veces puede estar hipotónico o hipertónico. La hipotonía ocurre generalmente antes de 1 año. El tono muscular aumenta con edad y progresión a la hipertonía. El daño ocurre al sistema extrapiramidal del motor o al trecho piramidal y a los ganglios basales. Ocurre en el por ciento del 10% a del 20% de todos los casos. La parálisis cerebral de Atónica se puede considerar en los recién nacidos que han tenido ictericia y *kernicterus* severos (Mandal, 2021).

1.1.6.7 Tipo mixto.

Sucede una combinación de varios tipos. El tipo más común de parálisis cerebral mixta es parálisis cerebral espástico-discinética (Mandal, 2021).

1.1.6.8 Topografía.

- Tetraplejia- Hemiplejía doble.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

- Paraplejía: sobre todo MMII.
- Hemiplejía.
- Monoplejía (Espinoza, Maroto, Barrionuevo, Espinosa, Acosta, Procel, Rivera, Jaya., 2019).

1.1.6.9 Severidad.

- PC Ligera: Hallazgos físicos consistentes, pero sin limitación en las actividades ordinarias.
- PC Moderadamente Severa: Dificultades en las tareas diarias, necesidad de
- medios de asistencia o apoyos.
- PC Severa: Moderada o gran limitación en las actividades diarias (Espinoza, Maroto, Barrionuevo, Espinosa, Acosta, Procel, Rivera, Jaya., 2019).

1.1.7 Comorbilidades. En la siguiente tabla se encuentran las diversas alteraciones que se pueden presentar al diagnosticarse la parálisis cerebral, estos problemas pueden ser más graves para el niño que un compromiso El 75% de los niños con parálisis cerebral tienen asociado otro déficit como son algunos.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Tabla 5

Alteraciones de la parálisis cerebral según su clasificación

| Alteraciones | Descripción |
|---|--|
| <i>Deterioro cognitivo</i> | <ul style="list-style-type: none">• Déficit intelectual hasta en 30% de casos.• Niños con tetraplejia espástica tienen mayor deterioro cognitivo que en hemiplejia espástica. |
| Alteraciones visuales o de motilidad después ocular en 30% de los casos | <ul style="list-style-type: none">• Estrabismo, ambliopía, nistagmus, atrofia óptica, errores de refracción.• Niños con leucomalacia periventricular tienen mayor probabilidad de tener problemas de percepción visual. <p>Problemas auditivos:</p> <ul style="list-style-type: none">• 15% de niños con PC.• Más común si causa de PC es por bajo peso de nacimiento, kernicterus, meningitis neonatal o daño hipóxico isquémico. |
| Epilepsia | <ul style="list-style-type: none">• 35 a 60% de niños con PC.• Niños con cuadriplejia espástica o hemiplejia tienen mayor incidencia de epilepsia que pacientes con diplejía o PC atáxica. |

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

| | |
|--------------------------------|---|
| Trastorno del habla y lenguaje | <ul style="list-style-type: none">• El habla se afecta por disfunción corticobulbar bilateral y oromotora.• Son comunes tanto déficit en lenguaje comprensivo como expresivo y van de la mano con discapacidad intelectual.• Trastornos de articulación y lenguaje están presentes hasta en un 40% de los pacientes con PC. |
| Problemas oromotores | Con dificultades en alimentación, trastornos de deglución, salivación excesiva. Esto puede crear problemas nutricionales con alteración de crecimiento. |
| Problemas psiquiátricos | Como la ansiedad, depresión, trastornos de conducta, hiperkinesia e inatención (60% de niños de 6 a 10 años con PC). |

Nota. Fuente: Perret, C, Pérez, C. (2020). Manual de pediatría. INNOVADOC, de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

1.1.8 Epidemiología. La parálisis cerebral posee una incidencia estable a lo largo del tiempo, de 2 a 2.5 por 1000 recién nacidos vivos. Existe una mayor incidencia en prematuros que en niños de término. Pese a los avances actuales en el manejo neonatal y cuidado obstétrico, no se ha logrado disminuir la cantidad de niños que nacen con parálisis cerebral. En las últimas décadas la principal causa de PC se debe a una mayor sobrevivencia de los prematuros que antes eran inviábiles, sin embargo, tienen mayores

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

secuelas neurológicas. Corresponde a la primera causa de discapacidad física en niños y es la causa más común de espasticidad. La mayoría de los niños con parálisis cerebral presentan espasticidad (75-80%). Según la OMS a nivel mundial la incidencia de la Parálisis Cerebral en los países desarrollados oscila entre el 2 a 2,5 casos por cada 1,000 nacidos. También se estima en México que dos de cada 1,000 niñas y niños recién nacidos desarrollarán parálisis cerebral. Y aproximadamente el 40% de los nacidos con parálisis cerebral será un caso grave (Perret, 2020).

1.1.9 Fisiopatología. La parálisis cerebral es una lesión permanente estática de la corteza motora, sin embargo, debido a la neuro plasticidad del cerebro, sus manifestaciones clínicas varían en la medida que el niño crece y las habilidades motoras mejoran. Por otro lado, existen zonas del cerebro más susceptibles al daño, en prematuros (26 – 34 semanas de edad gestacional) habitualmente se ve afectada la sustancia blanca periventricular (leucomalacia periventricular; produce diplejía espástica), mientras que en recién nacidos de término (38 – 40 semanas EG) generalmente se afectan los ganglios basales. Esto se basa en que el cerebro posee una vulnerabilidad selectiva. El daño en la neurona motora primaria disminuye el input cortical a los tractos retículo espinal y corticoespinal, lo que afecta el control motor, disminuye número de unidades motoras efectivas y produce control muscular anormal y debilidad. Al mismo tiempo la pérdida de input inhibitorio descendente a través de tracto retículo espinal y otras vías aumenta excitabilidad de neuronas gamma y alfa, lo que produce espasticidad. La espasticidad se define como la resistencia que ofrecen los músculos al estiramiento pasivo, lo que origina una actividad muscular excesiva, inapropiada e involuntaria asociada lesión de la

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

primera moto neurona. Clínicamente los pacientes adoptan postura en flexión y hay disminución de los rangos de movimientos (Perret, 2020).

- Signos positivos: aumento tono muscular, hiperreflexia, reflejo plantar extensor, *clonus* (Perret, 2020).
- Signos negativos: pérdida de agilidad, pérdida del control motor selectivo, pobre coordinación (Perret, 2020).
- Postura más común
- EESS: rotación interna del hombro, flexión del codo, pronación del antebrazo, flexión de la muñeca, flexión de los dedos y el pulgar en palma (Perret, 2020).
- EEII: flexión y aducción de la cadera, flexión de la rodilla, tobillo equino, retropié, flexión de los dedos del pie (Perret, 2020).

1.2 Antecedentes específicos

En este apartado, se describe el origen de la realidad virtual, sus funciones, la forma en que se aplica, las indicaciones y los costos del tratamiento.

1.2.1 Origen de la técnica. El origen de la realidad virtual probablemente el primer dispositivo 3D surgió en 1956 llamada Sensorama. A pesar de su elemental apariencia ya contaba con innovadores conceptos como un generador de olores, un asiento vibratorio en relación con lo aparecido en pantalla, sonido estéreo e imagen 3D. Se produjeron algunas películas cortas. Unos años más tarde, en 1961, se desarrollaron unas primeras gafas llamadas *Headsight* basadas en una pequeña pantalla con un casco, con sistema de seguimiento magnético, todo ello ligado a un Circuito cerrado de televisión. Fue creado por militares en un ámbito muy restringido y secreto por los

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

ingenieros de la Philco corporation para experimentar de primera mano y a distancia algunas situaciones peligrosas (Croft, 2018).

Cinco años más tarde, en 1966, surgieron las GAF *Viewmaster* que mediante la mezcla de dos imágenes muy parecidas a través de un estereoscopio rojo creaba la sensación al usuario de estar en otro mundo (Croft, 2018).

En 1968 el mítico MIT Lincoln Laboratory, cambio la cámara por un ordenador y añadir pesadas partes que debían ser sujetadas en el aire por un brazo mecánico. El dispositivo quedo nombrado como “*Sword of Damocles*” (Croft, 2018).

Poco tiempo después, en 1980 Steve Mann creó *Eye Tap*, un ordenador sujeto a una mochila conectado a un casco con visera y cámara incorporada. Más que virtual este dispositivo sirvió para reproducir imágenes mediante la Realidad Aumentada, pero aun así ayudó en gran medida a futuros prototipos y modelos (Croft, 2018).

En 1984 *Reality Build for Two* o RB2 fue el primer sistema de realidad virtual distribuido comercialmente, aunque su precio alcanzaba unas cotas entre los \$50.000 y \$100.000 solo al alcance de unos pocos. La NASA también quiso desarrollar su propio dispositivo al combinar LEDs, pantallas de cristal líquido y un amplio grado de ópticas para asegurar un efecto conseguido (Croft, 2018).

Fue en 1993 cuando surgieron las primeras gafas de RV en los videojuegos de la mano de la compañía japonesa SEGA, llamadas Sega VR y acompañadas de cuatro juegos principales. A pesar de tratarse de un proyecto interesante, los usuarios no tardaron en quejarse de dolores de cabeza y mareos a los aproximadamente veinte minutos de juego (Croft, 2018).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Haciendo crecer físicamente el espacio disponible para proyectar la RV, CAVE *Automatic Virtual Enviroment* usó gafas con obturador LCD estereoscópicas y proyecciones en tres paredes, permitiendo así que todo el que se encontrara dentro de la caja pudiera disfrutar de la experiencia. Fue desarrollado por un grupo de estudiantes de la Universidad de Illinois (Croft, 2018).



Figura 8. Gafas LCD estereoscópicas. (Pascual, J. A., 2019).

En la era más actual en el 2009 el detalle de las pioneras gafas *Oculus Rift* gracias a un proyecto Kickstarter que permitió a su creador Palmer Luckey, llevar a cabo el desarrollar uno de los dispositivos que más ha triunfado en la industria de los videojuegos (Croft, 2018).



Figura 9. Gafas Oculus Rift. (Otero, C. 2016).

1.2.2 Funciones de la realidad virtual. El software de realidad virtual puede proporcionar retroalimentación visual al paciente y al terapeuta durante actividades específicas, lo que permite personalizar los planes de tratamiento según las necesidades del paciente. El beneficio de la realidad virtual es que puede llegar a crear nuevos espacios de realidad, en donde se puede aplicar cualquier objeto en el cual puede ayudar a un objetivo en particular, como para la medicina ayuda a la rehabilitación de personas post trauma. (Franklin, 2021).

1.2.3 Forma de aplicación. Uno de los aspectos más importantes es el del Campo de visión, cuanto más amplio sea este mayor será la sensación de inmersión del jugador. Existen dos tipos de campos de visión para conformar conjuntamente la visión humana: la monocular (entendida cómo la vista por uno de los ojos) y la binocular, es decir, la vista conformada por ambos campos monoculares. En su totalidad proporciona un área de 200°-220° y es el grado que se intenta recrear en la realidad virtual, al menos en los modelos más avanzados. La percepción de profundidad

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

funciona en el cerebro humano a través de tres construcciones mentales. La primera es conocer el tamaño de los objetos y por ello su distancia respecto a nuestra posición y la segunda es la velocidad a la que se mueven los objetos según su distancia (Croft, 2018).

Las proyecciones que vemos en la pantalla LCD (o pantallas si hay una para cada ojo) de las gafas llegan mediante un cable HDMI conectado al PC o consola que esté reproduciendo las imágenes. En el caso de cascos como Google *Daydream* o Samsung Gear es nuestro móvil el que hará a la vez de reproductor y de pantalla. En cualquiera de ellos se nos dará la opción de regular la visión o distancia para ajustarlas a nuestros ojos (con su separación correspondiente) y a la forma de nuestra cabeza (Croft, 2018).

En cuanto al mencionado campo de visión, las gafas suelen proporcionar entre 100 y 110 grados, aunque algunas como las de Pimax ya han prometido alcanzar los 200 en su nueva versión de este 2018. Para mejorar la sensación de inmersión sin duda el campo de visión es uno de los puntos más importantes (Croft, 2018).

La resolución de imagen también es esencial en el momento de sentirnos dentro de un mundo distinto, ya que si no están asegurados un mínimo de 60 fps el usuario acabará mareado con mayor facilidad. Actualmente las Oculus se sitúan, de media y teniendo en cuenta las variaciones dependiendo del dispositivo donde lo reproduzcamos, a 90 fps, mientras que las PlayStation VR de Sony llegan hasta los 120 fps (Croft, 2018).

A esto se le puede añadir el sistema de seguimiento de cabeza, es decir, cómo el sistema responde a nuestros movimientos y cuán rápido abre el campo de vista y cambia la imagen visible. El sistema llamado 6DoF (6 degrees of freedom o 6 grados de libertad) se basa en los ejes X, Y y Z para medir los movimientos de la cabeza entre delante y atrás, lado a lado y las rotaciones que de ello se derivan (Croft, 2018).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

En las gafas de *Oculus Rift* fue desarrollado por Palmer Luckey y para funcionar debe conectarse a un PC con unas prestaciones bastante altas (gráfica, procesador y demás) si queremos que funcione bien. Rift usa una resolución de 2160x1200 y funciona a 233 millones de píxeles por segundo con una frecuencia de actualización de 90Hz (Croft, 2018).

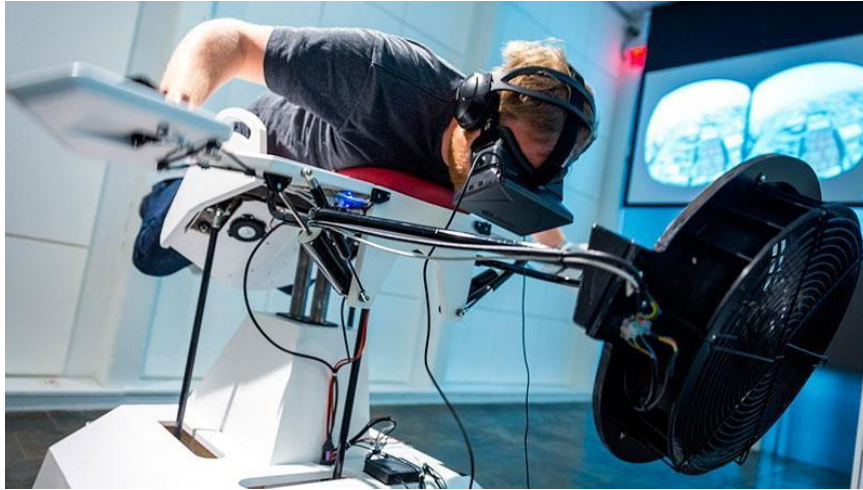


Figura 10. Formas de uso de la realidad virtual. (Teseo, 2017).

1.2.4 Indicaciones. La realidad virtual ha sido implementada en varias patologías como lo son: la obesidad, Alzheimer, autismo, reducción del dolor del miembro fantasma, reducción y lucha contra las fobias, síndrome de Down y parálisis cerebral (Pardos, 2021).

Asimismo, en el Alzheimer el objetivo de la realidad virtual es potenciar la concentración del paciente y mejorar su actitud, ya que la apatía o la falta de concentración son problemas que derivan de esta enfermedad. Estos métodos se realizan a través de la reproducción de eventos, experiencias o reuniones familiares que pueden estimular la memoria del paciente (Pardos, 2021).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

De igual manera en la reducción y lucha contra las fobias la realidad virtual se aplica con el fin de exponer al paciente, de forma progresiva a sus miedos en un ambiente artificial. (Pardos, 2021).

Para combatir la obesidad se ha implementado en la realidad virtual que el paciente puede ver una porción de comida aumentada con ayuda de la realidad virtual. Esa porción irá aumentando de tamaño, pero en la realidad seguirá teniendo el trozo original en la mano. Como resultado se engaña al cerebro, haciéndole pensar que estamos comiendo algo más grande de lo que realmente es (Pardos, 2021).

De igual forma se ha utilizado la realidad virtual para niños con autismo y con esta herramienta los pacientes pueden aprender a desenvolverse en este tipo de situaciones. Primero lo hacen en un entorno virtual, para después intentar superar estos retos en el entorno real (Pardos, 2021).

En la reducción del dolor del miembro fantasma, la realidad virtual permite que el paciente pueda restaurar el estado cerebral anterior a la amputación. El sistema se lleva a cabo con un monitor, una cámara y colocando un marcador en el muñón. El paciente ve los movimientos en el monitor gracias a unos electrodos que captan la actividad eléctrica de los músculos (Pardos, 2021).

1.2.5 Costos. Al usar los lentes de realidad virtual como una herramienta de ayuda es necesario ver que tan rentables son, necesitamos entender que dependiendo el tipo de ayuda o de tratamiento el precio va a variar. Unos lentes de realidad virtual llegan a costar desde los 8.99 euros, hasta un total de 1,199.99 euros, por lo que el precio varía mucho. Si el tratamiento es únicamente visual, ya que el ejercicio no requiere ningún sensor de movimiento puede que los lentes que necesitas son de alrededor de 8.99 euros a los 29.99 euros. Pero si tu ejercicio requiere algo más complejo y que el

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

aparato lleve un registro de los movimientos para completar, el precio de los lentes subirá hasta desde los 249.99 euros hasta los 1,199.99 euros, por lo que llevará un poco más de sacrificio económicamente. (Rodríguez, 2021).



Figura 10. Marcas de dispositivos de realidad virtual (Statista, 2018)

Capítulo II

Planteamiento del problema

En este capítulo se da a conocer la información de la Parálisis Cerebral abordando la causa de forma global de cómo puede adquirirse, cuadro clínico y como estos pacientes tienden a tener algún tipo de problema funcional en su vida. Se da a describir diferentes beneficios que la realidad virtual proporciona como tratamiento a los pacientes con parálisis cerebral.

2.1 Planteamiento del Problema

La Parálisis Cerebral es un síndrome causado generalmente por un daño cerebral no progresivo y defectos en el desarrollo durante el período de concepción hasta la infancia. Asimismo, afecta el tono muscular, el movimiento y las habilidades motoras. (Ravi, D. K., et al. 2017). Según la Organización Mundial de la Salud a nivel mundial la incidencia de la Parálisis Cerebral en los países desarrollados oscila entre el 2 a 2,5 casos por cada 1,000 nacidos. También se estima en México que dos de cada 1,000 niñas y niños recién nacidos desarrollarán parálisis cerebral. Y aproximadamente el 40% de los nacidos con parálisis cerebral será un caso grave, por lo que se ha convertido en un gran problema de salud pública (Velázquez, D. 2018).

Por otra parte, el síntoma con más frecuencia es un trastorno de movimiento espástico que está presente en el 72-91% de los niños con parálisis cerebral. Además, en el 40% de los casos se desconoce la causa que la origina, mientras tanto en un 20% se asocia con la prematuridad, que se presenta al momento del nacimiento. En cambio, el 60% de los casos

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

corresponden a una parálisis cerebral de tipo espástica porque conlleva un daño neurológico en la corteza cerebral (Velázquez, D. 2018).

Por lo tanto, el daño al sistema nervioso central avanzado de los niños con parálisis cerebral puede causar lesiones secundarias, como los espasmos físicos, deformidad esquelética, miastenia y trastorno de la coordinación del desarrollo que limitan la capacidad de movimiento de los niños, lo que conlleva a una afectación del desarrollo de la motricidad gruesa. (Espinoza Díaz, C., Maroto, G., et al. 2019). Las investigaciones han demostrado que la falta de identificación oportuna y de completar el desarrollo de las habilidades motoras gruesas de los niños puede proceder a las deficiencias en la capacidad motora y en otros aspectos. Además, los estudios han demostrado que el trastorno de la motricidad gruesa es un factor importante que obstruye que los niños con parálisis cerebral participen en actividades físicas. Por lo que la dificultad que los niños lleven a cabo una actividad física puede producir un mayor riesgo de problemas psicológicos secundarios como dolor, depresión, fobia social y fatiga, y sus capacidades físicas se ven comprometidas a comparación de un niño normal (Ren, Z., & Wu, J., et al. 2019).

A pesar de que la parálisis cerebral actualmente no tiene curación, los niños/as que la padecen pueden mejorar sus capacidades si reciben el tratamiento adecuado. Sin embargo, si requiere el abordaje de un equipo multidisciplinario y dinámico, la variabilidad de manifestaciones clínicas existentes es proporcional al grupo de especialistas necesarios, el objetivo principal es reducir la espasticidad muscular, minimizar los trastornos asociados y por ende mejorar la calidad de vida en niños con parálisis cerebral. Para cada uno de los niños se debe elaborar un plan de tratamiento adecuado a los síntomas y necesidades que presenta, así como las aptitudes que tiene

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

conservadas (Carriel, M. 2018). Por lo que el plan de tratamiento de los niños se irá cambiando según vayan creciendo y evolucionando.

De este modo, la realidad virtual es una especie de video juego interactivo para todo el cuerpo con la particularidad de que las personas pueden concentrarse físicamente en un mundo no físico a través de una pantalla tridimensional en casa o en un centro de rehabilitación. Así como es una experiencia que requiere de gran concentración en un ambiente seguro y agradable, y el ambiente lúdico relaciona con menos fatiga y más relajación, lo que puede atraer a los niños con parálisis cerebral. Además, la interacción del cuerpo completo en el hogar o en el centro permite una mayor experiencia somato sensorial de esta técnica, donde los factores como la duración, la intensidad y la repetición de las actividades de los niños pueden dirigir a una mejora en su condición (Ren, Z., & Wu, J., et al. 2019).

La rehabilitación de realidad virtual es una terapia emergente para la rehabilitación motora de niños con parálisis cerebral. Por tanto, la terapia se proporciona a través de la vista, el oído, el olfato y el tacto. Los juegos en realidad virtual como dispositivos auxiliares de ejercicios interactivos pueden mantener a los niños interesados y motivados para realizar ejercicios de rehabilitación repetidos, de hecho la terapia en realidad virtual se puede realizar en una habitación pequeña, y la interacción del dispositivo de realidad virtual proporciona un entorno desafiante, alentador y seguro, por lo que los niños con parálisis cerebral tienden a tener más motivación por mejorar sus capacidades funcionales (Ren, Z., & Wu, J., et al. 2019).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Además de la motivación, la terapia virtual también mejora la reorganización neuronal, que parece optimizar los resultados de rehabilitación de niños con parálisis cerebral. Siendo eficaz para mejorar la fuerza muscular, así como mejorar las actividades de equilibrio, marcha, velocidad de marcha, resistencia y promover una mejor ambulación (Ghai, S., Ghai., I. 2019).

Las tecnologías de realidad virtual varían mucho en inmersión, costo y complejidad. La interfaz interactiva puede ser cualquier cosa, desde un simple joystick, una cámara de movimiento compleja y el hardware de pantalla incluye pantallas de computadora o televisión estándar y pantallas de montaje en la cabeza (Franklin, 2021).

El software de realidad virtual puede proporcionar retroalimentación visual al paciente y al terapeuta durante actividades específicas, lo que permite personalizar los planes de tratamiento según las necesidades del paciente. El beneficio de la realidad virtual es que puede llegar a crear nuevos espacios de realidad, en donde se puede aplicar cualquier objeto en el cual puede ayudar a un objetivo en particular, como para la medicina ayuda a la rehabilitación de personas post trauma (Franklin, 2021).

De tal modo, se concluyó con la siguiente pregunta de investigación, ¿Cuáles son los beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a pacientes entre 10 a 15 años de edad con parálisis cerebral?

2.2 Justificación.

La presente investigación se desarrolla mediante un análisis de información y revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a pacientes entre 10 a 15 años de edad con parálisis cerebral de enero a junio del 2021. Este tema es importante debido al nuevo uso de esta nueva técnica para la rehabilitación y motivación en la recuperación de los pacientes con parálisis cerebral.

Los datos que hay desde la perspectiva de la epidemiología respecto a la parálisis cerebral la OMS indica que a nivel mundial la incidencia de la Parálisis Cerebral en los países desarrollados oscila entre el 2 a 2,5 casos por cada 1,000 nacidos. También se estima en México que dos de cada 1,000 niñas y niños recién nacidos desarrollarán parálisis cerebral. Y aproximadamente el 40% de los nacidos con parálisis cerebral será un caso grave, por lo que se ha convertido en un gran problema de salud pública. Por otra parte, el síntoma con más frecuencia es un trastorno de movimiento espástico que está presente en el 72-91% de los niños con parálisis cerebral. Además, en el 40% de los casos se desconoce la causa que la origina, mientras tanto en un 20% se asocia con la prematuridad, que se presenta al momento del nacimiento. En cambio, el 60% de los casos corresponden a una parálisis cerebral de tipo espástica porque conlleva un daño neurológico en la corteza cerebral.

Con base en la investigación, se ha encontrado que la rehabilitación a través de la realidad virtual que existe en torno a los pacientes que tienen parálisis cerebral, estos representan en la actualidad un aumento de casos debido a los factores de riesgo que existen; motivo por el cual es importante que se lleve a cabo un estudio sobre el uso de esta nueva técnica, que ha sido funcional en la recuperación de estos pacientes y en la motivación en su tratamiento.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

La parálisis cerebral es una enfermedad que no puede desaparecer del paciente, por lo que se busca que el paciente sea funcional y los síntomas que presente disminuyan o permanezcan en equilibrio por medio de fármacos y la rehabilitación fisioterapéutica va de la mano también, debido a que lo que se busca es que el paciente tenga movimientos funcionales y que él pueda desarrollarse en su entorno.

Se ha demostrado que la realidad virtual es una técnica que ayuda no solamente a la motivación de la rehabilitación de los pacientes en sus tratamientos; sino también ayuda mejorar las habilidades motoras gruesas, equilibrio, crear una nueva neuro plasticidad y otros padecimientos, así como la rehabilitación fisioterapéutica juega un papel importante en aquellos pacientes que padecen de la parálisis cerebral.

A pesar de que es una revisión bibliográfica y no así un estudio de campo, se puede realizar una indagación con un grupo de personas o una población determinada para que se pueda observar los comportamientos que tienen los pacientes a través de la rehabilitación por medio de la realidad virtual en pacientes que presentan parálisis cerebral, lo que haría que la rehabilitación por medio de la realidad virtual tenga una mayor difusión y de una manera los estudios del tema puedan obtener una información reciente y fidedigna.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General.

- Identificar los beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a pacientes entre 10 a 15 años de edad con parálisis cerebral.

2.3.2 Objetivos particulares.

- Describir la mejora que presenten los pacientes con parálisis cerebral que son intervenidos con realidad virtual para dar a conocer los beneficios respecto a la rehabilitación.
- Identificar los resultados y recomendaciones reportados de la realidad virtual como rehabilitación para el entrenamiento de la marcha y el balance en pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.
- Enunciar los beneficios de la rehabilitación fisioterapéutica por medio de la realidad virtual para pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

Capítulo III

Marco Metodológico

Este capítulo detalla la metodología empleada para esta investigación se encuentra el enfoque, el tipo de estudio, el método, el diseño y los criterios de selección. Se menciona donde fue la recopilación de la información a utilizar y definir como fue llevado a cabo el estudio y como ha sido ejecutado el problema.

3.1 Material

La investigación de tipo documental es una técnica que consiste en la búsqueda y recopilación de información a través de la crítica de documentos, materiales bibliográficos, bibliotecas, centros de documentación e información en relación con el tema de estudio con el fin de obtener una respuesta específica. (Baena, 2017).

La presente investigación se define de tipo documental, ya que se ha llevado a cabo una detallada recopilación de información en diversas bases de datos con la finalidad de identificar a la realidad virtual como un tratamiento innovador y su prevalencia en el proceso de rehabilitador en la parálisis cerebral.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

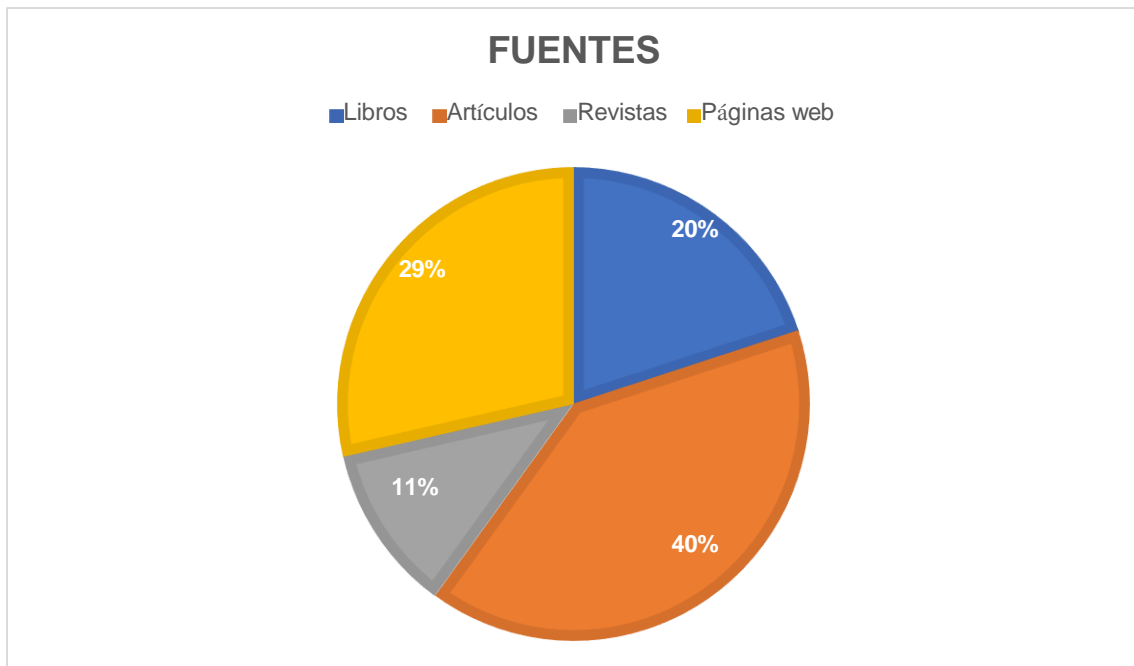
Para la ejecución de la presente investigación denominado “Revisión bibliográfica acerca de los beneficios que tiene la rehabilitación a través de la realidad virtual respecto a pacientes entre 10 a 15 años de edad con parálisis cerebral“ se utilizó la siguiente recopilación de datos principalmente de:

1. Artículos científicos de revistas como lo son PubMed, Elsevier, Read by QxMD, etc.
2. Los parámetros de búsqueda se establecieron de diez años a la fecha para libros y cinco a la fecha para los artículos y revistas.
3. Revistas académicas.
4. Páginas Web confiables.
5. Libros de medicina.

Los datos recolectados en la investigación se basan en información de bases bibliográficas, revistas de investigación que incluya información confiable y actual para poder comprender los beneficios que está produce. Las fuentes de información empleadas fueron los siguientes buscadores, que fueron un total de 23 fuentes recolectadas que fueron distribuidas de la siguiente manera:

- Libros (7) (20%)
- Artículos (14) (40%)
- Revistas (4) (11%)
- Páginas Web (10) (29%).

Tabla 7. Fuentes de recolección de datos en porcentajes.



Palabras clave: Rehabilitación, realidad virtual, parálisis cerebral, beneficios, neurociencia.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Tabla 8.

Referencias con descripción del tipo de buscador donde se encontró la información.

| Buscador | Definición | Responsable |
|------------------|---|---|
| Scielo | Es una gran red de información científica pionera en el acceso abierto que cubre 14 países iberoamericanos y Sudáfrica, indica más de 1440 revistas de todas las disciplinas, 452 del área de salud y da acceso más de 7000 artículos, desarrollándose al modo que generen más de 40000 artículos por año y 1.5 millones de descargas al día. | Bojo, Fraga y Primo, 2020 |
| Google Académico | Es la base de Google en cuanto a búsquedas especializadas en temas académicos. Da acceso a recursos, artículos y documentos de temas escolares. | 2005 Google, all rights reserved. |
| PubMed | Es un motor de búsqueda muy utilizado en la actualidad, respaldado por el Centro Nacional de Información Biotecnológica de los Estados Unidos brinda acceso a más de 28 millones de artículos académicos, se calcula que en promedio se agregan 2 artículos por minuto. | Fiorini et al., 2018. |
| Read by QxMD. | Es una aplicación gratuita y un servicio web que funciona como una ayuda para la conciencia personal, proporcionando un lugar único para que los proveedores de atención médica se mantengan al día con las nuevas investigaciones médicas y científicas, lean reseñas de temas, busquen PubMed y agreguen palabras clave a seguir. | Journal of the medical Library Association, 2020. |

Nota. Elaboración propia.

3.2 Métodos

3.2.1 Enfoque de investigación. El enfoque de la presente investigación es de índole cualitativa, ya que se utiliza para la recolección y análisis de los datos para descubrir y precisar la pregunta de investigación o hallar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández, Fernández y Baptista, 2016).

Dicha investigación, se considera cualitativa debido a que se realiza un análisis detallado de los beneficios de la realidad virtual en pacientes de 10 a 15 años con parálisis cerebral, para comprobarlo era necesario tomar información de fuentes confiables para tener una extensa cantidad de información que pueda respaldar dicha investigación. Esto corresponde a las descripciones de la técnica y el beneficio que está produce según la información adquirida.

3.2.2 Tipo de estudio. La investigación presenta un alcance descriptivo, ya que busca detallar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se somete a un análisis (Sampieri, Fernández y Baptista, 2016).

Se puede definir que el tipo de estudio de la presente investigación es de tipo descriptiva, ya que se describe todo en torno a la parálisis cerebral, desde su cuadro clínico, etiología, áreas comprometidas, clasificación, fisiopatología, prevalencia, incidencia, factores de riesgo, comorbilidades, sin embargo, permite crear nuevos dilemas en cuestión al tratamiento para el proceso rehabilitador, por lo que será fundamental para la investigación de nuevas técnicas o métodos como en cuyo caso de la realidad virtual, que a pesar que ya presenta estudios con resultados beneficiosos, aun es un tema de interés para los científicos ya que la tecnología va avanzando y sigue siendo examinado para su correcta aplicación.

3.2.3 Diseño de investigación. Por esta razón esta investigación es de tipo no experimental, debido a que no se está realizando un trabajo de campo, con pacientes de 10 a 15 años que manifiesten parálisis cerebral, para la recolección de la información utilizada en el desarrollo de la misma.

La investigación no experimental se realiza sin manipular deliberadamente variables se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables (Sampiere, Fernández y Baptista, 2016).

Esta investigación al no ser de tipo experimental muestra que al llevarse a cabo el trabajo no se realiza ningún tipo de experimentación o que se abarque en el trabajo realizado por especialistas. Como por ejemplo, se procede a una búsqueda sobre los beneficios de la realidad virtual como una técnica rehabilitadora y como debe ejecutarse con el paciente, pero no se tuvo contacto con ningún paciente, ni se realizó ninguna técnica físicamente, toda la información fue tomada de artículos donde especialistas en el área indican como realizaron el trabajo y como fueron los resultados en comparación con terapias convencionales o como se puede acompañar esta técnica.

Por lo tanto, dicha investigación es de corte transversal debido a que toma datos de una ocasión y los analiza para poder definir sus variables y describir su relación. Ubica una y varias variables en un grupo poblacional y genera una descripción (Hernández, 2014).

3.2.4 Método de Estudio. En este trabajo se recurre a un método analítico sintético ya que tiene utilidad para la búsqueda y procesamiento de la información experimental, teórica y metodológica. El análisis de información posibilita descomponerla en busca de lo que es esencial en relación con el objeto de estudio,

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

mientras que la síntesis puede llevar a la difusión que contribuyan a la solución del problema científico (Rodríguez y Pérez 2017, p. 9).

En esta presente investigación se realiza un método analítico sintético, ya que en base a la recopilación de datos con respecto a la realidad virtual y la parálisis cerebral esta información es estudiada, investigada y sintetizada, para poder asociar y establecer los beneficios que tiene la realidad virtual en pacientes entre 10 a 15 años de edad con parálisis cerebral, comprendiendo las causas y la importancia que esta tiene en la rehabilitación.

3.2.5 Criterios de Selección. Son aquellos que se abordan dentro de la investigación con base en los materiales que se utilizan para recaudar la información adecuada respecto al tema “parálisis cerebral”, con la finalidad de obtener la información actual respecto a los beneficios que tiene la rehabilitación por medio realidad virtual para pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral.

3.2.5.1 Criterios de inclusión. Los criterios de inclusión son aquellos que permiten definir y caracterizar la población de estudio (Ruiz, Morillo, 2004).

3.2.5.2 Criterios de exclusión. Con base a el tema de la presente investigación se enumeran los siguientes criterios de inclusión y exclusión en la siguiente Tabla 9:

Tabla 9

Criterios de selección de información.

Criterios de inclusión

Criterios de exclusión

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

-
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Páginas de Scielo, PubMed, Google académico, Read by QxMD.• Tesis y tesinas que no sobrepasen los 5 años de antigüedad.• Páginas Webs que hagan referencia a los beneficios de la rehabilitación por medio de la realidad virtual en pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral.• Revistas académicas que hablen de las características de la parálisis cerebral y de la realidad virtual.• Artículos científicos recientes que no sobrepasen los 5 años de antigüedad.• Libros acerca de la parálisis cerebral. | <ul style="list-style-type: none">• Artículos que no hablen acerca de los beneficios de la rehabilitación por medio de la realidad virtual en pacientes entre 10 a 15 años con parálisis cerebral.• Libros que no hablen de parálisis cerebral.• Tesis y tesinas que no aborden el tema de parálisis cerebral.• Revistas académicas que no aborden el tema de parálisis cerebral y de realidad virtual.• 5. Páginas Web de visión colaborativa como Wikipedia o Blogs.• 6. Artículos científicos que sean mayor a 10 años. |
|--|---|
-

Nota: Elaboración propia.

3.7 Operativización de variables.

3.7.1 Variables. Una variable es una propiedad que puede cambiar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Hernández et al, 2014).

Hay dos tipos de variables:

3.3.1.1 Variable independiente. Está variable es la supuesta causa de los cambios observados al término del experimento en la variable dependiente (Bisquerra & Alzina, 2004).

3.3.1.2 Variable dependiente. Es aquella que recoge los efectos producidos por la variable independiente. Es la variable que está relacionada con el problema de investigación (Bisquerra & Alzina, 2004).

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

En la siguiente Tabla 10 se desarrolla la descripción y operativización de la variable dependiente (rehabilitación de pacientes con parálisis cerebral) y variable independiente (realidad virtual).

Tabla 10

Operativización de variables

| Variable | Definición Conceptual | Definición operacional |
|--|--|--|
| Variable independiente Realidad virtual | El uso de simulaciones interactivas creadas con hardware y software de computadora para presentar a los usuarios oportunidades para participar en entornos que parecen ser y se sienten similares a objetos y eventos del mundo real. Las aplicaciones de realidad virtual utilizan simulaciones interactivas que responden al movimiento de un usuario, de modo que un niño puede interactuar dentro de un entorno virtual mientras realiza actividades funcionales (Chen, Fanchiang, Howard, 2018) | El empleo de la terapia de realidad virtual como método terapéutico ha demostrado tener los siguientes beneficios en los niños con parálisis cerebral ya que mejoran sus habilidades motoras, incluso desde el lado del usuario, la realidad virtual mejora la resolución de problemas y el compromiso cognitivo durante el juego y mayor motivación y cambios de neuro plasticidad; y desde el elemento del apoyo personal, la realidad virtual ofrece apoyo social a los padres o familia del paciente y a los terapeutas. |

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

| | | |
|----------------------|---|--|
| Variable dependiente | La parálisis cerebral infantil (PCI) es la causa más frecuente de discapacidad motora durante la niñez y comprende un grupo heterogéneo de patologías permanentes del movimiento y la postura que limitan el desempeño de las actividades básicas diarias de los afectados, en conjunto a otras manifestaciones clínicas asociadas como trastornos sensoriales, perceptivos, cognitivos, comunicacionales, conductuales, epilepsia u otros desórdenes musculoesqueléticos secundarios (Espinoza, Maroto, Barrionuevo, Espinosa, Acosta, Procel, Rivera, Jaya., 2019). | En cuanto a la parálisis cerebral en pacientes de un rango de edad de 10 a 15 años se ha encontrado evidencia de los beneficios en cuanto a la mejora del equilibrio, mejor control de las extremidades y que mejora las habilidades motoras finas de las extremidades inferiores y habilidades motoras gruesas de las extremidades superiores, también hay un efecto positivo en cuanto la cognición ya que los prepara para situaciones que se les pueden presentar. |
|----------------------|---|--|

Nota: Elaboración propia

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo se tendrá información de distintos autores sobre la realidad virtual como técnica rehabilitadora, los resultados de los artículos que se investigaron, la discusión de los diferentes autores, conclusiones de la investigación y las perspectivas que van a dar una continuación a esta investigación brindando sugerencias sobre futuras investigaciones de este tema. Se tendrá opiniones de distintos autores que pueden aceptar o que puede ser aplicada con otra técnica de intervención.

4.1 Resultados

Para la realización de esta investigación se eligió un tipo de investigación no experimental debido a que se realiza la investigación sin cualquier manipulación de variables. A lo largo de la búsqueda de los artículos que dieran resultados, se buscó que se aplicaran con los objetivos particulares para esta investigación. Los artículos para investigar debían proporcionar información con una población que estuvo en rehabilitación por medio de la realidad virtual bajo un tratamiento fisioterapéutico, la duración de cuánto tiempo llegaban a demorar las terapias, cuantas veces a la semana se pueden recibir y que cumplieran la edad de los pacientes de 10 a 15 años; se identificó que tuvieron efectos generales y beneficios de la realidad virtual basados en las consolas

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

que se pueden utilizar; los artículos debían de tener un efecto en la marcha, en el balance, equilibrio o mejorías en las funciones motoras que acompañaran los segmentos del cuerpo que ayudaran a sus actividades de la vida diaria.

Los artículos no debían de tener una fecha de más de cinco años de haber sido publicados, todos fueron tomados de bases de datos científicas confiables en donde, se mencionaban los nombres de cada autor, año de publicación, en el artículo se debe de mencionar la editorial donde se elaboró finalmente. En la tabla 11 “Resultados de artículos científicos encontrados para pacientes de 10 a 15 años con parálisis cerebral que fueron intervenidos por medio de la realidad virtual como técnica de rehabilitación” de resultados se demuestra como concluye cada autor en sus investigaciones, dando un pequeño resumen de resultados que se obtuvieron, beneficios en la técnica, cantidad de pacientes, tiempo de evolución experimental de su investigación y como la realidad virtual logra ser de beneficio como en un uso fisioterapéutico.

Fueron recolectados tanto investigaciones de forma experimental como estudios observaciones. Se obtuvieron distintos archivos con investigaciones que fueron hechas por los autores como investigaciones que hicieron recolecciones de información de información de otras fuentes para poder profundizar en el tema. Finalmente, se optó por escribir los resultados beneficiosos a todos los pacientes con parálisis cerebral o si solo una cierta cantidad tuvo mejorías.

Tabla 11

Resultados de artículos científicos encontrados para pacientes de 10 a 15 años con parálisis cerebral que fueron intervenidos por medio de la realidad virtual como técnica de rehabilitación

| Nombre del artículo y autor | Año | Tipo de estudio | Resultados |
|---|------|-----------------|--|
| <p>Efectividad de la realidad virtual en niños con parálisis cerebral: revisión sistemática y metaanálisis de ensayos controlados aleatorios.</p> <p>Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A.</p> <p>Objetivo particular: Describir la mejora que presenten los pacientes con parálisis cerebral que son intervenidos con realidad virtual para dar a conocer los beneficios respecto a la rehabilitación.</p> | 2017 | Observacional | <p>En esta investigación resaltan 19 estudios que se utilizaron para la realización de este trabajo con el fin de encontrar la información acerca de la efectividad de la realidad virtual en niños con parálisis cerebral, en los cuales hubo 504 participantes. La edad promedio de los participantes estaba entre los 4,6 y 12,1 años que podrían tener un tipo de parálisis cerebral mixta, diplejía o hemiplejía. El sistema de realidad virtual más utilizado fue Nintendo Wii. El tiempo intervención por medio de la realidad virtual durante todo el estudio vario de 8 a 80 horas, y la dosis diaria por cada participante varió de 4 a 20 semanas, y la frecuencia del tratamiento varió 1 vez a la semana a 7 días a la semana, los datos variaban según la información de cada artículo. En</p> |

consecuencia, la intervención por medio de la realidad virtual mostro un fuerte efecto en la mejora de la función motora en los niños con parálisis cerebral, ya que se desempeñaron mejor con la RV que con la intervención convencional en la que los terapeutas podrían enfocarse más en las señales de atención interna pidiendo a los niños que muevan los brazos más rápido o que abran más las manos.

El entrenamiento en cinta de correr con realidad virtual mejora la marcha, el equilibrio y la fuerza muscular en niños con parálisis cerebral.

Chunhee Cho, Wonjeong Hwang, Sujin Hwang, Yijung Chung

Objetivo particular:

Identificar los resultados y recomendaciones reportados

En este estudio se busca encontrar los resultados que el entrenamiento en cinta de correr por medio de la realidad virtual produce en niños con parálisis cerebral, por lo que la muestra es de dos grupos de 9 niños, con un total de 18 participantes, los dos grupos tuvieron entrenamiento en una caminadora, con la variación que en uno de los grupos (VRTT) se utilizó un dispositivo de realidad virtual. Luego de 8 semanas de ejercicios en el grupo VRTT se pude ver una mejoría en la resistencia, en el

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

de la realidad virtual como rehabilitación para el entrenamiento de la marcha y el balance en pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

equilibrio, en la marcha y en el crecimiento de fuerza muscular en comparación con otro grupo. El grupo VR TT subió de 31.3 a 34.6 en cambio el grupo TT subió de 28.1 a 30.2 según la escala de equilibrio pediátrica, la velocidad al caminar en el grupo VR TT subió de 0.44 a 0.89 y en el grupo TT subió de 0.51 a 0.69. Esto demuestra la ayuda que da la realidad virtual en los ejercicios para personas con parálisis cerebral en especial para niños.

Efecto de la terapia de 2019 Observacional realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en niños con parálisis cerebral: una revisión sistemática

Warnier, N., Lambregts, S., & Port, I. V. D.

Objetivo particular:

En esta investigación se recaudaron 26 estudios del efecto de la terapia por medio de la realidad virtual en niños con parálisis cerebral, en donde se incluyeron un total de 420 pacientes y 14 estudios fueron de grupo control. La edad informada oscilo entre 6 a 18 años. la cantidad total de terapia de los estudios vario entre 60-4200 min, la duración de la sesión de terapia vario

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Identificar los resultados y recomendaciones reportados de la realidad virtual como rehabilitación para el entrenamiento de la marcha y el balance en pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

entre 15-90 min y el período de intervención varió entre 1 día a 20 semanas. Se tomaron dos metaanálisis, el de equilibrio se tomaron 5 estudios y se incluyeron un total de 69 pacientes que fueron intervenidos con realidad virtual y 71 pacientes en un grupo control, y el metaanálisis de la marcha que incluyó 4 estudios, en donde se tomaron un total de 54 pacientes intervenidos con realidad virtual y 54 pacientes en grupo control, por lo que ambos estaban a favor de la intervención por medio de realidad virtual. Además, la ubicación de la terapia difirió entre los estudios, algunas sesiones por medio de la realidad virtual fueron usadas de manera supervisada por un investigador o terapeuta, mientras que en otros estudios los participantes practicaron encasa. Un estudio combinó las sesiones supervisadas con la práctica en casa. En conclusión, no hay certeza de que usar RV sea mejor que usar terapia convencional. Por lo tanto, este estudio deja como

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

consejo utilizar RV complementario a la terapia convencional en este momento. Con la hipótesis de que la variedad en los juegos deja la posibilidad de hacer más diversa la sesión de terapia para mantener a los niños motivados para entrenar.

El efecto de los juegos de realidad virtual para mejorar las habilidades motoras para niños con parálisis cerebral: Un metaanálisis de ensayos controlados aleatoriamente.

2019 Observacional

En este estudio se recopiló información de 473 ensayos sobre los efectos que los juegos de realidad virtual producen en niños con parálisis cerebral, con un total de 473 participantes, los ejercicios tenían una duración de 30 a 60 minutos al día, 1 o 2 veces a la semana.

Zhanbing Ren y Jinlong Wu

Objetivo particular:

Describir la mejora que presenten los pacientes con parálisis cerebral que son intervenidos con realidad virtual para dar a conocer los beneficios respecto a la rehabilitación.

Los datos que nos dan son los siguientes: los tipos de plataformas utilizadas para dar la experiencia de realidad virtual, así como servidores de Sony o consolas de Nintendo, también nos brindan la información de efectos positivos con datos específicos, todos llegando a la conclusión que la realidad virtual brinda una mejora a la rehabilitación de los pacientes con parálisis cerebral,

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

dado que los pacientes que utilizaron dispositivos de realidad virtual tuvieron un mejor desempeño en sus habilidades motoras a comparación que el grupo control que su efectividad fue menor.

La realidad virtual mejora la marcha en la parálisis cerebral: un metaanálisis de entrenamiento de dosis-respuesta. 2019 Observacional

Shashank Ghai y Ishan Ghai

Objetivo particular:

Enunciar los beneficios de la rehabilitación fisioterapéutica por medio de la realidad virtual para pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

En esta investigación resaltan 16 estudios que tratarán de los resultados que produce la realidad virtual en la marcha en pacientes con parálisis cerebral, en el cual hubo una participación de 274 pacientes con parálisis cerebral, siendo así 120 niñas y 154 niños con edades de los 6 a los 10 años, en donde se buscó cuáles eran las mejoras que la realidad virtual producía en pacientes con parálisis cerebral. Los ejercicios se realizaban 20 o 30 minutos al día y 4 u 8 veces a la semana. La conclusión a la que se llegó fue que al tomar todos los resultados de los ejercicios tuvieron un 88% de resultados positivos, tomando en cuenta los resultados de las pruebas de velocidad de marcha, fuerza adquirida, resistencia y las funciones motoras.

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Realidad virtual en el proceso de rehabilitación de personas con parálisis cerebral y síndrome de Down: una revisión sistemática. Revista de Terapias de Carrocería y Movimiento.

Palma Lopes, J. B., de Almeida Carvalho Duarte, N., Lazzari, R. D. y Oliveira, C. S.

Objetivo particular:

Enunciar los beneficios de la rehabilitación fisioterapéutica por medio de la realidad virtual para pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

2018 Observacional

En esta investigación se hizo una revisión sistemática en donde se recopilaron 5 artículos sobre los efectos del entrenamiento en realidad virtual para niños con la parálisis cerebral y síndrome de Down. En los cuales tres artículos fueron de parálisis cerebral y dos fueron de Síndrome de Down. En algunos de estos artículos el tratamiento fue por medio de la realidad virtual con entrenamiento en cinta rodante, mientras que en los demás solo se empleó la realidad virtual como sola una intervención. La frecuencia de las sesiones de entrenamiento estuvo entre 2 y 3 sesiones por semana en todos los estudios. La duración, varió con 20 sesiones de 1 minuto a 1 hora durante 6 a 24 semanas. Como conclusión, a pesar de las diferencias en las características de cada población, se encontraron resultados prometedores en el entrenamiento por medio de la realidad virtual, ya que favoreció en la mejora de las funciones motoras, coordinación y en

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

la activación sensorial-motora para la realización de actividades de la vida diaria, por lo tanto se puede utilizar como complemento en otras intervenciones de rehabilitación, como el entrenamiento en la cinta rodante o como solo una intervención para mejorar los problemas motores en pacientes con compromiso neurológico.

| | | | |
|--|------|---------------|---|
| La eficacia del entrenamiento funcional de la marcha en niños y jóvenes adultos con parálisis cerebral: una revisión sistemática y metaanálisis. | 2018 | Observacional | En esta investigación se analizaron 16 artículos con 619 participantes en donde se buscó encontrar los resultados de la eficacia del entrenamiento funcional de la marcha en niños y jóvenes con parálisis cerebral. Las terapias tenían una duración de 1 hora por día, 5 veces a la semana, de 2 a 12 semanas dependiendo el estudio. Luego de consultar los resultados de todos los estudios se llegó a la conclusión que todos los que usaron un dispositivo de realidad virtual tuvieron un mejor desempeño en sus |
| Adam TC Booth, Annemieke I Buizer, Pieter Meyns, Irene LB Oude Lansink, Frans Steenbrink y Marjolein M Van Der Krogt. | | | |
| Objetivo particular: | | | |

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

Enunciar los beneficios de la rehabilitación fisioterapéutica por medio de la realidad virtual para pacientes con parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

Los efectos de rehabilitación de los juegos de realidad virtual sobre el equilibrio del rendimiento entre niños con parálisis cerebral: un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios.

Wu, J., Loprinzi, P. D., & Ren, Z.

Objetivo particular:

Identificar los resultados y recomendaciones reportados de la realidad virtual como rehabilitación para el entrenamiento de la marcha y el balance en pacientes con

habilidades como en la caminata, resistencia y en sus funciones motoras. Como ultima cosa, lo que se encontró en todos los artículos es que los participantes al finalizar daban pasos más alargados.

2019 Observacional

En este estudio se recopilaron 11 artículos en los cuales se buscó los efectos de la realidad virtual sobre el equilibrio en pacientes con parálisis cerebral, en donde participaron 313 pacientes que tenían una edad que varió entre los 14 años o menos. A pesar de que todos los sujetos eran niños con parálisis cerebral había diferencias entre ellos, ya que había niños con hemiplejía paralítica, otros con parálisis cerebral postoperatoria, niños parálisis cerebral hemipléjica, niños con diplejía espástica, niños con hemiplejía espástica y niños con cuadriplejía espástica. La duración de intervención de cada estudio varió entre 15 a 40 minutos, la frecuencia de

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

parálisis cerebral entre 10 a 15 años de edad.

la intervención estuvo entre dos y siete veces con un tiempo total de intervención que varió de 48 a 2,400 minutos. Por último, los ciclos de intervención también mostraron grandes diferencias, siendo el ciclo mínimo de 4 semanas y máximo de 12 semanas. Hubo diferencias en las plataformas de intervención unos estudios eligieron a Nintendo como plataforma, otras eligieron como plataforma Xbox Kinect, etc. Como conclusión, los resultados del presente estudio que evalúan el impacto de los juegos de realidad virtual en el equilibrio de los niños con parálisis cerebral muestran que los juegos de realidad virtual tuvieron un efecto positivo en el equilibrio de los niños con parálisis cerebral en comparación con los métodos de rehabilitación tradicional, ya que mejora la percepción visual, la fuerza muscular y las habilidades motoras.

Los efectos de la realidad virtual en las funciones motoras y actividades de la

2019 Experimental La muestra presentada con 60 pacientes con parálisis cerebral espástica unilateral, que tenían edades

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

vida diaria en la parálisis cerebral espástica unilateral:

Un ensayo controlado aleatorio simple ciego.

Şahin, S., Köse, B., Aran, O. T., Ağce, Z. B., & Kayıhan, H.

Objetivo particular:

Describir la mejora que presenten los pacientes con parálisis cerebral que son intervenidos con realidad virtual para dar a conocer los beneficios respecto a la rehabilitación.

entre 7 a 16 años y debían estar en los niveles I-II del sistema de clasificación de habilidad manual y del sistema de clasificación de la función motora gruesa, los cuales se dividieron en dos grupos aleatoriamente; un grupo de intervención de 30 pacientes que tenían edades que variaban de 10,5-3,62 que el tratamiento fue una intervención de realidad virtual en conjunto con terapia ocupacional tradicional y el grupo control de 30 pacientes que tenían edades que variaban de 10,06-3,24 años, por lo que su tratamiento fue solamente terapia ocupacional tradicional. La duración del tratamiento fue durante un período de 8 semanas, dos veces por semana y la duración de cada sesión debía ser de 45 minutos, lo que todo el período de intervención daba un total de 720 minutos. El sistema usado en esta investigación constaba de un televisor, un sensor llamada Kinect y una computadora. Mientras que la intervención como terapia

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

tradicional consistió en un tratamiento enfocado en el neurodesarrollo realizado por el mismo terapeuta ocupacional, por lo que incluyo actividades que fueron creadas para habilidades motoras que realizan en las actividades de la vida diaria. El funcionamiento motor fue evaluado a través de propiedades psicométricas del test de competencias motoras Bruininks Oseretsky en versión corta obteniendo un tamaño de efecto en el grupo de intervención 1.70 y en el grupo control con un resultado de 0.44. En la función motora gruesa en el grupo de intervención el tamaño de efecto es de 1.43 y en el grupo control fue de 0.3. En las funciones motoras finas se obtuvo un tamaño de efecto en el grupo de intervención de 1.56 y en el grupo control fue de 0.45. Por último, se utilizó la escala de medida de independencia funcional en la cual el grupo de intervención tuvo un tamaño de efecto del 0.66 y el grupo control de 0.14. Como conclusión en este estudio se destacó que la realidad

virtual proporciona efectos
beneficiosos mejorando las funciones
motoras finas y gruesas, y mejorando
así el estado funcional en las
actividades de la vida diaria a lo largo
de la terapia.

Nota. Elaboración propia

4.2 Discusión

La discusión de datos en artículos científicos corresponde a la forma como los resultados son interpretados por el investigador, para dar origen de la hipótesis planteada, como a la de que otros autores dicen o han encontrado sobre el tema abordado. Así mismo es conocido como el estado general de interpretación de los datos en su totalidad basados en la evidencia accesible. Para la ejecución de esta sección se debe hacer mediante una recopilación de información, ya sea de tipo cualitativa o cuantitativa por datos primarios y secundarios (Eslava & Alzate, 2011).

Chen, Fanchiang & Howard en el año 2017 mencionan que, la mejora que pueden llegar a obtener los pacientes que son intervenidos por medio de la realidad virtual van a tener mejoría en las habilidades motoras, pero requieren de cientos de repeticiones por día de una tarea funcional para desembocar un cambio neurológico estructural y desarrollan mayor motivación en la participación de manera cognitiva de resolución de problemas de tareas motoras. Warnier, Lambregts & Port en el año 2019 mencionan que los programas de rehabilitación por medio de la realidad virtual pueden usarse como complemento de la terapia convencional para mejorar el equilibrio y por la variedad de los juegos deja la

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

posibilidad de hacer la sesión de terapia más diversa y lúdica para mantener a los niños motivados para entrenar.

Cho, Hwang & Chung en el año 2016 concluyen que, la realidad virtual como programa terapéutico mediante una cinta rodante para producir cambios en el equilibrio, en la función motora y en la fuerza muscular, el tratamiento debía tener una duración de 30 minutos durante 3 veces al día. Ren & Wu en el año 2019 concluyen que, el tiempo de intervención debe ser de al menos 17 a 40 minutos, la frecuencia de la intervención debe ser superior a 5 veces por semana para poder producir cambios positivos en las habilidades motoras gruesas. Además, se han afirmado los méritos del entrenamiento funcional por medio de la realidad virtual, ya que proporciona a los terapeutas una mayor ventaja de ser más útil, funcional y más agradable para los niños con parálisis cerebral.

Palma Lopes, de Almeida, Lazzari & Oliveira en el año 2018 mencionan que, la terapia por medio de la realidad virtual produce beneficios en cuanto a la población con parálisis cerebral y síndrome de Down a pesar de sus diferencias clínicas, la realidad virtual produce efectos beneficiosos en cuanto a los función motora, coordinación y activación sensorial-motora para la realización de las actividades de la vida diaria, ya que disminuye los deterioros de su estructura corporal, las limitaciones funcionales y mejoran la participación, por lo tanto puede utilizarse como complemento en otras intervenciones de rehabilitación. Sahin, Köse, Aran, Ağce & Kayihan en el año 2019 mencionan que, la parálisis cerebral espástica unilateral puede ser tratada por medio de la terapia tradicional que va basada en el neurodesarrollo, pero a medida que las intervenciones de rehabilitación se prolongan durante un largo período, con el tiempo la monotonía puede volverse aburrida para los niños y la motivación pudiese no ser la misma, por esa razón la realidad virtual es una excelente método de intervención de apoyo en el tratamiento convencional , ya que resulta de gran importancia para que los niños mejoren sus

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

capacidades motoras gruesas y finas, la velocidad, la agilidad de carrera, la coordinación bilateral, el control motor visual y la fuerza muscular.

4.3 Conclusiones

Al recolectar la información para esta investigación se puede concluir que la realidad virtual en efecto es una buena opción como terapia complementaria. Diferentes autores resaltan las principales cualidades que van a dar los beneficios que demuestran que la realidad virtual es una terapia con buenas bases para su ejecución.

La rehabilitación a través de la realidad virtual mejora las limitaciones funcionales que tienen los pacientes con parálisis cerebral, ya que es un método de intervención con bastante popularidad que ha sido de mucha ayuda para mejorar sus capacidades motoras gruesas, finas, coordinación de las extremidades, equilibrio, control motor visual y fuerza muscular para este tipo de pacientes. La estrategia de éste método de intervención combinado con terapia convencional que va directo al neurodesarrollo de las actividades de la vida diaria de cada paciente puede disminuir todas las limitaciones funcionales, la pobre participación en su entorno y la poca actividad que los vuelve dependientes de un cuidador. Además, este método de intervención puede ser de mucha ayuda no solo para los pacientes con parálisis cerebral, sino para los terapeutas, ya que resulta de gran utilidad para crear una experiencia positiva en un ambiente seguro y agradable, y el ambiente lúdico que se incorpora con menos fatiga y más relajación, lo que atrae a los niños a que su terapia sea más dinámica y los mantenga entretenidos.

4.4 Perspectivas

Teniendo en cuenta los resultados y las conclusiones con las que se finalizó la realización de esta investigación se busca que se logre ser de gran ayuda para otras personas que estén

Beneficios de la rehabilitación a través de la realidad virtual

interesadas en este tema. El presente trabajo se busca ser de gran apoyo para poder observar y analizar según las conclusiones de los distintos autores que puedan llegar a dar un fundamento con la información que ayude a motivar a hacer investigaciones con el tema de parálisis cerebral y la realidad virtual y los beneficios en la rehabilitación. Dicho trabajo demuestra que existe una gran cantidad de evidencia científica que puede ser de gran aporte para la elaboración de futuras investigaciones experimentales, en el que puedan explicar con exactitud los resultados y tengan variables del tipo de parálisis cerebral, edad y tiempo de intervención específico.

Esta investigación se llevó a cabo con el fin de ser útiles para futuras investigaciones de tipo experimental y así consigan progresar en tratamientos controlados de acuerdo a pacientes de 10 a 15 años con parálisis cerebral que presenten dificultad en las actividades de la vida diaria, así como caminar, y exista un grupo de edades más específicas, tipos de parálisis cerebral para poder observar e indicar si hay mejorías según su edad y según el tipo de parálisis cerebral.

Finalmente se puede ofrecer como propuesta de investigación una investigación de la realidad virtual junto con terapia tradicional, asimismo en pacientes pediátricos pero que haya dos grupos control y que se dividan en pacientes masculinos y femeninos y así decidir cuál de los dos sexos tiene una mejor influencia respecto a la manera de realizar el tratamiento con más facilidad y si sus capacidades motoras tienen una mejoría con respecto al tiempo de tratamiento comparando ambos sexos. Tienen que ser investigaciones con un número de pacientes más grande para que se puedan presentar más datos y resultados significativos.

REFERENCIAS

- Alzina, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla. S.A.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. México DF, México: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.
- Bravo, Valdivieso, L. (2018). *Neurociencias cognitivas y educación*. Revista De Psicología, 7(1), 117-130. Recuperado a partir de <https://revistas.ucsp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/51>
- Bojo, C., Medín, C. A., & Primo, E. (2020). *El modelo SciELO en España: un proyecto pionero de acceso abierto. Hospital a domicilio*, 153.
- Booth, A. T. C., Buizer, A. I., Meyns, P., Oude Lansink, I. L. B., Steenbrink, F., & van der Krogt, M. M. (2018). *La eficacia del entrenamiento funcional de la marcha en niños y jóvenes adultos con parálisis cerebral: una revisión sistemática y metaanálisis*. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(9), 866–883. doi:10.1111/dmcn.13708
- Chen, Y., Fanchiang, H., y Howard, A. (2017). *Efectividad de la realidad virtual en niños con parálisis cerebral: revisión sistemática y metaanálisis de ensayos*

controlados aleatorios. Physical Therapy, 98 (1). 63–77.
<https://doi.org/10.1093/ptj/pzx107>

Cho, C., Hwang, W., Sujin, H., & Yijung, C. (2016). El entrenamiento en cinta rodante con realidad virtual mejora la marcha, el equilibrio y la fuerza muscular en niños con parálisis cerebral. *The tohoku journal of experimental medicine.* 213-218.

Croft, P. (2021). *Realidad Virtual: origen, actualidad y futuro.* Recuperado de:
https://as.com/meristation/2018/01/10/reportajes/1515567480_172151.html.

Espinoza Díaz, C., Maroto, G., Barrionuevo, M., Espinosa, J., Acosta, J., & Procel, A. et al. (2019). *Prevalencia, factores de riesgo y características clínicas de la parálisis cerebral infantil. Revista AVFT, 38(6), 779-780.*

Eslava, J., & Alzate, J. (2011). *Como elaborar la discusión de un artículo científico. Facultad de medicina, 14-17.*

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014) *Metodología de la investigación.* McGraw – HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

Ghai, S., & Ghai, I. (2019). La realidad virtual mejora la marcha en la parálisis cerebral: un metanálisis de entrenamiento de dosis-respuesta. *Frontiers in Neurology, 1-9.*

Mandal, A. (2019). *Clasificación de la parálisis cerebral. News medical life sciences.* Recuperado de: [https://www.news-medical.net/health/Cerebral-Palsy-Classification-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Cerebral-Palsy-Classification-(Spanish).aspx).

Malagon, J. (2007). *Parálisis cerebral*. *Revista Medicina Buenos Aires*, 67(6), 586-592.

Masseti, T., da Silva, T. D., Crocetta, T. B., Guarnieri, R., de Freitas, B. L., Bianchi Lopes, P., de Mello Monteiro, C. B. (2018). *The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review*. *Journal of Central Nervous System Disease*, 10(1), 1-18.
<https://doi.org/10.1177/1179573518813541>.

Medeiros, A. (2018). *¿Qué es la neuroplasticidad?* *Academia Neurona*. Tratamiento de Alzheimer y prevención. Recuperado de:
<https://academianeurona.com/neuroplasticidad/>

Morales, A., & Morillo, L. (2004). *Epidemiología clínica*. Colombia: Editorial médica panamericana.

Otero, C. (2016). *Orange VR1, las primeras gafas de Realidad Virtual de Orange junto al Huawei P9*. AS.com. Recuperado de:
https://as.com/meristation/2016/11/04/betech/1478264162_068389.html

Palma López, J. B., de Almeida Carvalho Duarte, N., Lazzari, R. D., & Oliveira, C. S. (2018). *Realidad virtual en el proceso de rehabilitación de personas con parálisis cerebral y síndrome de Down: una revisión sistemática*. *Revista de Terapias de Carrocería y Movimiento*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.06.006>

Parada, M. L. F. (2020). *Neurociencia para el aprendizaje*. Universidad panamericana. Recuperado de: <https://blog.up.edu.mx/neurociencia-para-el->

aprendizaje#:~:text=A%20trav%C3%A9s%20de%20ella%20se,psicolog
%C3%ADa%20cl%C3%ADnica%20con%20la%20educativa.

Pascual, J. A. (2019). *NVIDIA deja de dar soporte a los juegos y películas en 3D en sus controladores*. ComputerHoy. Recuperado de:
<https://computerhoy.com/noticias/industria/nvidia-deja-dar-soporte-juegos-peliculas-3d-controladores-386312>

Perret, C, Pérez, C. (2020). *Manual de pediatría*. INNOVADOC, de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Franklin Square Health Group (2021) *Realidad Virtual para Rehabilitación y Fisioterapia*. Recuperado de:

<https://franklinsquarept.com/realidad-virtual-para-rehabilitacion-y-fisioterapia/?lang=es#:~:text=El%20software%20de%20realidad%20virtual,seg%C3%BAAn%20las%20necesidades%20del%20paciente>

Felten, D., O'banion, K., Maida, M., (2017). *Netter Atlas de Neurociencia*. Elsevier.

Ravi, D. K., Kumar, N., & Singhi, P. (2017). *Efectividad de la rehabilitación de realidad virtual para niños y adolescentes con parálisis cerebral: una revisión sistemática actualizada basada en evidencia*. *Physiotherapy*, 103(3), 245–258. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2016.08.004>

Read by QxMD. *QxMD*. Obtenido de <https://qxmd.com/read-by-qxmd>

Ren, Z., & Wu, J. (2019). *El efecto de los juegos de realidad virtual para mejorar las habilidades motoras para niños con parálisis cerebral: Un metaanálisis de*

ensayos controlados aleatoriamente. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(20), 3885. doi:10.3390/ijerph16203885

Rodríguez, E., Suárez, S., Akel, R., & Trascasas, J. (2018). *Bases Anatómicas de la Parálisis Cerebral Infantil. Psychologia Latina, Especial* (1), 74-76. Recuperado de: <https://psicologia.ucm.es/data/cont/docs/29-2019-02-15-de%20la%20Cruz%20Rodr%C3%ADguez.pdf>

Rodríguez, E. (2021). *Guía de compra de gafas de realidad virtual: 16 modelos para todas las expectativas, necesidades y presupuestos*. Recuperado de: <https://www.xataka.com/seleccion/guia-compra-gafas-realidad-virtual-16-modelos-para-todas-exp> (QxMD, s.f.)ectativas-necesidades-presupuestos.

Rodríguez, A., & Pérez, O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 1-26.

Şahin, S., Köse, B., Aran, O. T., Ağce, Z. B., & Kayıhan, H. (2019). *Los efectos de la realidad virtual en las funciones motoras y actividades de la vida diaria en la parálisis cerebral espástica unilateral: Un ensayo controlado aleatorio simple ciego. Games for Health Journal*. doi:10.1089/g4h.2019.0020

Statista. (2018). *Sony lidera el mercado de la realidad virtual gracias a PlayStation VR. Statista Infografías*. Recuperado de: <https://es.statista.com/grafico/15205/cuota-de-mercado-de-marcas-de-dispositivos-de-realidad-virtual/>

Snell, R., (2018). *Neuroanatomía clínica*. Philadelphia, USA: Wolters Kluwer Business.

Tortora, G., & Derrickson, B., (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología*, México DF, México: Editorial Médica Panamericana.

Warnier, N., Lambregts, S., & Port, I. V. D. (2019). *Efecto de la terapia de realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en niños con parálisis cerebral: una revisión sistemática*. *Developmental Neurorehabilitation*, 1–17. doi:10.1080/17518423.2019.1683907

Wu, J., Loprinzi, P. D., & Ren, Z. (2019). *Los efectos de rehabilitación de los juegos de realidad virtual sobre el equilibrio del rendimiento entre niños con parálisis cerebral: un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 4161. doi:10.3390/ijerph16214161