



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

Terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular

Trabajo de Titulación para obtener el Título de Licenciado/a en Fisioterapia

Autor(es):

Rojas Cargua Marco Alexis

Ulloa Silva Joshelyn Pamela

Tutor:

Mgs. Ernesto Fabian Vinueza Orozco

Riobamba, Ecuador 2025

DECLARATORIA DE AUTORIA

Nosotros, **Marco Alexis Rojas Cargua** portador de la Cédula de Identidad N°**0604809202** y **Joshelyn Pamela Ulloa Silva** portadora de la Cédula de Identidad N°**0605486380**, autores del trabajo de investigación titulado “**Terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular**” somos responsables de todo el contenido de este trabajo investigativo en cuanto a las ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas se refiere, adicional a lo antes expuesto, todo lo concerniente a los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, exactamente en lo referente a los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción parcial o total, por medio físico o digital, por lo que la posible reclamación de terceros respecto a los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad de posibles obligaciones pertinente al caso.

Riobamba, 26 de Febrero 2025.



Sr. Marco Alexis Rojas Cargua

CI: 0604809202



Srta. Joshelyn Pamela Ulloa Silva

CI: 0605486380



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Yo, **MSC. ERNESTO FABIAN VINUEZA OROZCO**, docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación denominado "**TERAPIA ROBÓTICA EN PACIENTES CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR**", elaborado por el señor, **MARCO ALEXIS ROJAS CARGUA** y la señorita, **JOSHELYN PAMELA ULLOA SILVA**, certifico que, una vez realizadas la totalidad de las correcciones el documento se encuentra apto para su presentación y sustentación. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a los interesados hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Riobamba, 20 de febrero de 2025.

Atentamente,

Msc. Ernesto Fabián Vinueza Orozco
DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“TERAPIA ROBÓTICA EN PACIENTES CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR”**, presentado por **MARCO ALEXIS ROJAS CARGUA** con cédula de identidad número, **0604809202** y **JOSHELYN PAMELA ULLOA SILVA**, con cédula de identidad número, **0605486380**, bajo la tutoría de **MSC. ERNESTO FABIAN VINUEZA OROZCO**; certificamos que recomendamos la aprobación de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 26 días del mes de febrero, 2025.

Mgs. Carlos Eduardo Vargas Allauca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Mgs. Shirley Mireya Ortiz Pérez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Mgs. María Belén Pérez García
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICACIÓN

Que, **Ulloa Silva Joshelyn Pamela** con CC: **0605486380** y **Rojas Cargua Marco Alexis**, con CC **0604809202**, estudiantes de la Carrera **FISIOTERAPIA**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular**", cumple con el 6 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 20 de Febrero de 2025



Mgs. Ernesto Vinueza O.
TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mi abuela Michita, quien pese a no estar físicamente aquí conmigo siempre es mi inspiración para seguir adelante y cumplir con los objetivos proyectados, siendo mi guía constantemente y brindándome sabiduría para salir adelante, a mis padres, por apoyarme en todas las decisiones y a la vez enseñarme a vencer todos los obstáculos, demostrándome que siempre hay una solución, mediante su amor y apoyo incondicional, esforzándose por siempre darme los mejores valores y una buena educación, a mi hermana, por ser un ejemplo a seguir y demostrarme que el esfuerzo y la dedicación son la base del éxito.

Rojas Cargua Marco Alexis

Dedico este trabajo a mi madre, quien con su amor incondicional, sacrificio y constante apoyo han sido el pilar fundamental de mi vida y educación. Su ejemplo de dedicación y fortaleza ha guiado cada paso de mi camino académico y personal.

A mi familia extendida, por su aliento inquebrantable y comprensión a lo largo de este trayecto.

A mis amigos, quienes han compartido conmigo momentos de distracción y alegría que fueron cruciales para mantener mi equilibrio emocional durante estos años de estudio. Su amistad ha sido un refugio invaluable en los momentos difíciles y una celebración en los triunfos compartidos.

Ulloa Silva Joshelyn Pamela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar, por darme la salud y la fortaleza para seguir adelante con mis estudios académicos, permitiéndome haber gozado de una etapa universitaria muy significativa.

A mis abuelitos, quienes desde mi infancia me brindaron su apoyo incondicional, mediante su amor constante, aunque ya no estén presentes con nosotros, sé que están muy felices de mis logros.

Gratitud y reconocimiento a nuestro docente tutor, quien ha sido una guía muy importante en el desarrollo de esta investigación, mediante su orientación y dedicación nos ha incentivado a superarnos en la vida.

Finalmente, agradezco a las personas que de forma directa o indirecta me apoyaron en la realización de este proyecto, mediante su apoyo y motivaciones.

Rojas Cargua Marco Alexis

Quiero comenzar expresando mi profundo agradecimiento a Dios, cuya guía y fortaleza han sido fundamentales en cada paso de este camino académico.

Agradezco a la institución por brindarme la oportunidad invaluable de formarme académicamente, y a los docentes por que han contribuido significativamente a mi desarrollo profesional y personal.

Gratificación al invaluable aporte de nuestro docente tutor, por su dedicación, orientación y paciencia durante todo el proceso de investigación y redacción de esta tesis. Finalmente, a todos aquellos que de una u otra manera han contribuido a este proyecto, mi más sincero agradecimiento por su apoyo, comprensión y ánimo constante.

Ulloa Silva Joshelyn Pamela

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 13 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 16 |
| 2.1. Accidente cerebrovascular..... | 16 |
| 2.2. Factores de Riesgo..... | 16 |
| 2.3. Diagnóstico..... | 17 |
| 2.4. Tipos de Accidente Cerebrovascular..... | 17 |
| ACV Isquémico | 17 |
| ACV hemorrágico..... | 17 |
| 2.5. Secuelas del ACV | 18 |
| 2.6. Robot | 19 |
| 2.6.1. Robótica..... | 19 |
| 2.6.2. Robótica en fisioterapia | 19 |
| 2.6.3. Diferencia entre la terapia robótica y la terapia convencional | 21 |
| 1. Terapia Convencional:..... | 21 |
| 2. Terapia Robótica: | 22 |
| 2.7. Indicaciones de la Terapia Robótica..... | 22 |
| 2.8. Contraindicaciones de la Terapia Robótica | 22 |
| 2.9. Clasificación de Dispositivos..... | 23 |
| Según su Diseño | 23 |
| Según su Actividad..... | 23 |
| 2.10. Sistemas robóticos de rehabilitación..... | 24 |
| 2.11. Aprendizaje motor | 28 |
| 2.12. Aprendizaje motor y neuroplasticidad en el ACV | 29 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA | 31 |
| 3.1. Diseño de Investigación..... | 31 |
| 3.2. Tipo de Investigación | 31 |
| 3.3. Nivel de Investigación..... | 31 |
| 3.4. Método de Investigación | 31 |
| 3.5. Relación con el tiempo de Investigación..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.6. Criterios de Inclusión..... | 32 |
| 3.7. Criterios de Exclusión | 32 |
| 3.8. Población de estudio y tamaño de muestra..... | 32 |
| 3.8.1. Población | 32 |
| 3.8.2. Muestra | 32 |
| 3.9. Técnicas de recolección de datos..... | 33 |
| 3.10. Método de análisis y procedimiento de datos..... | 33 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 42 |
| 4.1. Resultados..... | 42 |
| 4.2. Discusión..... | 58 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 61 |
| 5.1. Conclusiones..... | 61 |
| 5.2. Recomendaciones | 62 |
| CAPÍTULO VI. PROPUESTA | 63 |
| ANEXOS..... | 65 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 67 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Factores de Riesgo..... | 16 |
| Tabla 2. Signos y Síntomas | 17 |
| Tabla 3. Comparación entre efector final y exoesqueleto. | 24 |
| Tabla 4. Miembro Superior | 24 |
| Tabla 5. Miembro Inferior | 26 |
| Tabla 6. Equilibrio y Propiocepción..... | 27 |
| Tabla 7. Modelos teóricos del aprendizaje motor..... | 28 |
| Tabla 8. Valoración de la calidad metodológica de los artículos científicos mediante la escala de PEDro..... | 35 |
| Tabla 9. Resultados Terapia Robótica en pacientes con accidente cerebrovascular | 42 |

Índice de Figura

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo..... | 34 |
| Figura 2. Análisis de artículos científicos según su año de publicación | 65 |
| Figura 3. Análisis de artículos científicos valorados en la escala metodológica de PEDro..... | 65 |
| Figura 4. Análisis de artículos científicos según la base de datos..... | 66 |

RESUMEN

Introducción: El accidente cerebrovascular es una lesión cerebral causada por la interrupción del flujo sanguíneo, que puede originar déficits permanentes o temporales. El ictus es una afección neurológica que desencadena altos grados de discapacidad, afectando las funciones motoras, sensoriales y cognitivas, con riesgo de dependencia y caídas. La rehabilitación, incluida la terapia robótica, juega un papel crucial en el funcionamiento

Objetivo: Analizar como la terapia robótica influye en la recuperación de la neurorrehabilitación de los pacientes con accidente cerebrovascular.

Metodología: El trabajo es de tipo bibliográfico, se recopilaron artículos de PubMed, Scopus, PEDro del tema propuesto, y se utilizaron criterios de inclusión y exclusión para su selección.

Resultados: Se recopilaron 25 artículos científicos para realizar la evaluación mediante la escala de Physiotherapy Evidence Database.

Conclusión: La terapia robótica emerge como una intervención innovadora y efectiva en la rehabilitación post-accidente cerebrovascular. Permite una rehabilitación precisa y personalizada, mejorando la función motora mediante movimientos específicos y repetitivos. La retroalimentación en tiempo real motiva al paciente y optimiza la calidad del movimiento. La terapia robótica complementa las prácticas convencionales y promete mejorar la accesibilidad al tratamiento en áreas con recursos limitados, siendo crucial en la atención neurológica moderna.

Palabras clave: Accidente cerebrovascular, robótica, Neuroplasticidad, Aprendizaje Motor.

ABSTRACT

Introduction: Stroke is a neurological condition caused by the interruption of blood flow to the brain, resulting in potential permanent or temporary deficits. It often leads to significant disability, affecting motor, sensory, and cognitive functions, and increases the risk of dependency and falls. Effective rehabilitation, including robotic therapy, is essential for promoting recovery and enhancing brain function.

Objective: This study aims to assess the impact of robotic therapy on neurorehabilitation outcomes in stroke patients.

Methodology: A bibliographical approach was employed, with articles selected from PubMed, Scopus, and PEDro based on predefined inclusion and exclusion criteria.

Results: A total of 25 scientific articles were reviewed and evaluated using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale.

Conclusion: Robotic therapy has emerged as a promising and effective intervention in post-stroke rehabilitation. It offers precise, personalized treatment by enabling repetitive, task-specific movements that improve motor function. Additionally, real-time feedback enhances patient motivation and optimizes movement quality. When integrated with conventional rehabilitation techniques, robotic therapy has the potential to increase treatment accessibility, particularly in resource-limited settings, making it an essential tool in modern neurological care.

Keywords: Stroke, Robotics, Neuroplasticity, Motor Learning.

Reviewed by

ADRIANA
XIMENA
CUNDAR RUANO
Firmado digitalmente
por ADRIANA XIMENA
CUNDAR RUANO
Fecha: 2024.11.22
16:37:35 -05'00'

MsC. Adriana Ximena Cundar Ruano
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1709268534

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV) también denominada ictus, es una lesión de tipo cerebral que se origina cuando existe interrupción del riego sanguíneo a una parte del cerebro ocasionando un déficit temporal o definitivo del funcionamiento de una o más áreas del encéfalo. Existen dos tipos de ACV, el isquémico que afecta alrededor del 87% debido a que se ocasiona por la presencia de un coágulo sanguíneo el cual causa una obstrucción de la arteria que traslada sangre hacia el cerebro, mientras que el hemorrágico perjudica el 13% de los casos debido a la ruptura de vasos sanguíneos causando un desbordamiento de sangre en el cerebro como también alrededor del mismo (1)

El ACV es una condición neurológica que puede desencadenar altos grados de discapacidad, este daño puede causar deficiencias motoras, sensoriales y cognitivas, así como riesgo de caídas y dependencia en las actividades de la vida diaria. No obstante, los pacientes con ACV pueden recuperar los patrones de movimiento gracias a la neuroplasticidad que está vigente tras el daño cerebral (2).

Según la Organización Panamericana de Salud (2021), las enfermedades cardiovasculares (ECV), fundamentalmente la cardiopatía isquémica y el accidente cerebrovascular son una de las causas principales de mortalidad y discapacidad en población de la Región de las Américas. En 2019, 2.0 millones de personas murieron a causa de las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades cardiovasculares específicas de mortalidad son la cardiopatía isquémica (73,6%) accidente cerebrovascular (32,3%) enfermedades circulatorias (14,8%) (3).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020), manifiesta que en el Ecuador las enfermedades cerebrovasculares se encuentran entre las principales causas de muerte

representando el 4,4% de 41.077 decesos registrados en 2020. En mujeres el promedio es 5,1% de 2.429 y en hombres 3,9% de 2.673 (4).

En el Ecuador durante los últimos 25 años las enfermedades cerebrovasculares representan la primera causa de mortalidad y morbilidad, está a incrementado por los factores predisponentes, sin embargo, debido a la escasez de estudios neuroepidemiológicos, se desconoce el comportamiento de esta condición, es de importancia que exista una activa y constante participación del gobierno para disminuir esta problemática (5).

La rehabilitación de pacientes con daño cerebral sigue siendo un reto, pues los accidentes cerebrovasculares es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad a nivel mundial, a pesar de una intervención interdisciplinaria, muchos tienen deterioros neurológicos persistentes que limitan las actividades y restringen la participación social (6).

La rehabilitación es un componente vital del tratamiento puede ayudar a minimizar las secuelas, después del accidente cerebrovascular, los pacientes que se someten a una rehabilitación profesional y sistemática continua después de la fase aguda tienden a recuperar las capacidades perdidas, mejorando así su calidad de vida. La terapia farmacológica y de rehabilitación son actualmente tratamientos de rehabilitación para el accidente cerebrovascular. Se pueden aplicar varias intervenciones para la recuperación, como entrenamiento bilateral, entrenamiento de tareas repetitivas, terapia de movimiento inducido por restricciones, estimulación eléctrica, terapia robótica y ejercicio. Entre ellos, el ejercicio es crucial porque ayuda a los pacientes a regresar a las actividades de la vida diaria, al restaurar la función de los músculos deteriorados y mejorar la función física (7).

La intervención mediante la participación de un robot en la actualidad nos proporciona una oportuna recuperación de los pacientes afectados por lesiones neurológicas, debido a que nos brinda una supervisión mucho más específica de la persona, en aspectos tales como el

registro del ejercicio empleado, como también en las respuestas a los estímulos con sus tiempos y movimientos, considerando que la terapia robótica no tiene como finalidad sustituir al profesional sino por lo contrario proporciona más alternativas de trabajo los cuales buscan el perfeccionamiento de los programas como una estrategia en la recuperación de la patologías neuromotoras que afectan a la población, considerando que este tipo de tratamiento es relativamente nuevo, además estos dispositivos robóticos han sido catalogados como instrumentos ideales para abordar los desafíos de la neurorrehabilitación debido a sus beneficios en la intervención hospitalaria como también en la rehabilitación (8).

En concordancia con lo anterior señalado la investigación tuvo como objetivo analizar como la terapia robótica influye en la recuperación de la neurorrehabilitación de los pacientes con ACV.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Accidente cerebrovascular

El accidente cerebrovascular (ACV) es un síndrome clínico que abarca casi toda patología circulatoria del sistema nervioso central, caracterizada por un desequilibrio entre el aporte y la demanda de oxígeno al tejido cerebral secundario a alteraciones vasculares, generando así disfunción del tejido cerebral. Este se divide en isquémica o hemorrágica, la clínica se caracteriza por la pérdida focal de funciones neurológicas dependientes del sitio anatómico afectado (9).

2.2. Factores de Riesgo

Los factores de riesgo para ACV se pueden dividir en modificables y no modificables. La presencia de dos o más factores de riesgo incrementa sustancialmente el riesgo de padecer esta patología (10).

Tabla 1 Factores de Riesgo

| No modificables | Modificables |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Edad➤ Sexo➤ Etnia➤ Antecedentes Familiares | <ul style="list-style-type: none">➤ Hipertensión arterial (HTA)➤ Tabaquismo (TBQ)➤ Diabetes mellitus (DM)➤ Obesidad, sedentarismo alimentación alta en sodio➤ Altos niveles de estrés➤ Hipercolesterolemia➤ Apneas de sueños➤ Uso de pastillas anticonceptivas |

***Adaptado de:** Berenguer Guarnaluses J, Pérez Ramos A. II I Hospital General Docente LI, Bruno Zayas Alfonso J. ARTÍCULO ORIGINAL Factores de riesgo de los accidentes cerebrovasculares durante un bienio Risk factors of strokes during a biennium. Vol. 20, MEDISAN. 2016.

2.3. Diagnóstico

El diagnóstico de un accidente cerebrovascular se basa en la identificación de signos y síntomas específicos, detallados a continuación (11).

Tabla 2. Signos y Síntomas

| Signos | Síntomas |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Disfasia➤ Movimiento ocular anormal➤ Debilidad/paresia facial: sonrisa asimétrica➤ Alteración del campo visual | <ul style="list-style-type: none">➤ Debilidad subjetiva de la extremidad superior y/o inferior➤ Dificultad del habla➤ Parestesia de extremidades➤ Cefalea➤ Mareo o náuseas |

***Adaptado de:** National Institutes of Health, Investigación L. Accidente cerebrovascular: Esperanza en la investigación. 2021, [INTERNET]. Disponible en: <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://catalog.ninds.nih.gov/sites/default/files/publications/accidente-cerebrovascular.pdf>

2.4. Tipos de Accidente Cerebrovascular

ACV Isquémico

Es característico por presentar una obstrucción de una de las arterias cerebrales principales o de sus ramas perforantes menores a las partes más profundas del cerebro. Los ictus de tronco cerebral, originados por enfermedad en las arterias vertebral y basilar son menos comunes. Alrededor del 70 a 75% de todos los ictus se deben a oclusión tanto como resultado de ateroma en la arteria misma como secundaria a embolia (12).

ACV hemorrágico

Alrededor del 5 al 10% de los ictus son causados por hemorragias en las partes profundas del cerebro. Las paredes arteriales se debilitan y como resultado se desarrollan pequeñas hernias o microaneurismas, estos pueden romperse y el hematoma resultante puede

extenderse. Los hematomas se producen usualmente en las partes profundas del cerebro y afectan a menudo el tálamo, núcleo lenticular y con menos frecuencia el cerebelo y la protuberancia

- **Hemorragia intracerebral:** existe la dilatación anormal de un vaso sanguíneo en el interior del cerebro, cuando existe la ruptura de esta puede existir un derrame interno que puede complicar dependiendo de la cantidad y en la zona del cerebro que se ha producido.
- **Hemorragia subaracnoidea:** se caracteriza por la ruptura de un vaso sanguíneo en la superficie del cerebro, pero esta sangre derramada por el vaso sanguíneo solo se sitúa a nivel del espacio comprendido entre el cerebro el espacio subaracnoideo (12).

2.5. Secuelas del ACV

Las secuelas del accidente cerebrovascular son múltiples y dependen en gran medida del individuo, la gravedad, los tipos de accidente cerebrovascular y cualquier otra condición médica que la persona pueda tener. Pueden ir desde el deterioro del habla, la pérdida de memoria, parálisis de extremidades, pérdida de la capacidad de razonar y, en casos más graves, el coma e incluso la muerte. Uno de los deterioros que se informa con más frecuencia es la pérdida de la capacidad parcial o total de mover las extremidades superiores. Esto generalmente causa un impacto negativo en la calidad de vida de la persona afectada, ya que altera la capacidad de la persona para realizar las actividades de la vida diaria. La rehabilitación es fundamental para minimizar la posibilidad de que estos efectos sean permanentes (13).

2.6. Robot

Un robot es un objeto mecánico que posee herramientas interconectadas, interactivas, cognitivas y físicas, capaces de reemplazar al ser humano, mediante sus procesos mecanizados y reprogramables lo que permite que los mismos desempeñen tareas sin el control o la intervención del humano, en la actualidad la mayor parte de dispositivos robóticos cuentan con la capacidad de recoger datos mediante sus sensores por lo que los resultados o intervenciones pueden llegar a ser más efectivos y exactos (14).

2.6.1. Robótica

Esta ciencia en el ámbito de la salud surge debido a las necesidades de implementar nuevas formas de tratamiento terapéutico que permitan abarcar todas las necesidades asistenciales en las patologías neurológicas, gracias a estos nuevos equipos de neurorrehabilitación los pacientes pueden mejorar significativamente puesto que brindan un mejor punto de vista funcional y también una percepción subjetiva individual, la terapia robótica no está por encima de los otros tratamientos convencionales, sin embargo, en la actualidad se ha evidenciado que con esta rehabilitación existe un mejor aprendizaje el cual se orienta en las tareas comunes de la persona y mediante el reentrenamiento las habilidades funcionales aumentan (15).

2.6.2. Robótica en fisioterapia

Es importante la aplicación de esta tecnología en la rehabilitación debido a que nos permite lograr varios objetivos desde el incremento de la intensidad hasta la frecuencia en la que se realiza un ejercicio, ayudando a mantener una neuroplasticidad correcta, la terapia robótica posibilita la realización de movimientos repetitivos de forma continua enfocándose en el mejoramiento de la fuerza muscular como también en la resistencia y el equilibrio. Este

tipo de rehabilitación se aplica en personas con lesiones de origen neurológico, por su deterioro más rápido con relación a las demás enfermedades. Cuando existe una lesión a nivel del sistema nervioso va a existir limitaciones musculoesqueléticas, en donde mediante esta intervención innovadora se busca activar mecanismos que actúan en la recuperación espontánea de las funciones perdidas, cambiando y adaptando ciertos estímulos ya sean internos o externos durante las primeras horas, días e incluso meses. Cuando existe una alteración en la neuroplasticidad es importante conocer el tiempo de la lesión, el tipo de movimiento afectado, debido a que son las piezas fundamentales para obtener una recuperación oportuna en conjunto con el aprendizaje motor. Los primeros sistemas robóticos de rehabilitación fueron fabricados en los años ochenta con un enfoque investigativo, siendo una pieza clave para avanzar y desarrollar las bases necesarias para la tecnología que hoy en día existe, el primer dispositivo fue creado en 1999 y nombrado como Lokomat, que fue implementado para la marcha. Tras 20 años de avances y de historia esta tecnología ha sido adaptada en el ámbito profesional y de rehabilitación siendo exclusiva en la intervención e investigación de la rehabilitación de lesiones de miembro superior, inferior, equilibrio y propiocepción. Debido a los cambios significativos en la actualidad, se ha logrado que los mismos puedan intervenir en la evaluación de la capacidad motora, terapias intensivas que están enfocadas en las repeticiones del movimiento como también en la asistencia y resistencia en un tiempo determinado, logrando la satisfacción del paciente, además que siempre el empleo de esta tecnología se basa en las características del paciente, en las cuales no va a interferir o limitar las fases en las que se encuentre ya sea aguda, subaguda o crónica, ya que consta de programas los cuales son adaptativos e intensivos, que permiten que existan cambios en la funcionalidad de las estructuras, logrando recuperar la independencia y retomar las actividades que se

realizaban normalmente antes de la lesión, existen puntos claves para que esta terapia sea exitosa y tenga los resultados planteados antes de la intervención, el conocimiento clínico es fundamental porque mediante este se puede reconocer e identificar qué tipo de tecnología debe ser aplicada, la evaluación biomecánica y una evaluación general.

Esta tecnología de intervención ha logrado un cambio revolucionario, debido a como se emplea en el tratamiento día a día en cada uno de los pacientes, pero se debe tomar en cuenta que la evolución de los mismos es a diario y que incluso pueden tardarse meses o años (2).

2.6.3. Diferencia entre la terapia robótica y la terapia convencional

1. **Terapia Convencional:** esta práctica está fundamentada en aspectos teóricos que se complementan por la formación académica y la experiencia del fisioterapeuta, lo que hace que las intervenciones sean diferentes en cada uno de los pacientes, buscando un mejoramiento en el tono muscular y los patrones normales de movimiento en las tareas de la vida diaria, mediante la dosificación de ejercicios pasivos o activos, siendo totalmente de interacción humana. Las limitaciones que va a presentar esta intervención es que físicamente va a ser muy exigente, porque debido a las cargas o movilización de un paciente con lesión neurológica va a desencadenar en un mayor desgaste en el terapeuta, además no todos los profesionales van a seguir una guía de tratamiento apropiado a la patología, lo que va a disminuir la calidad de la terapia y en la recuperación de la misma, cabe destacar que por lo general la terapia convencional es más accesible a las personas debido a su costo económico en relación a otro tipo de intervenciones (16).

2. **Terapia Robótica:** este tipo de rehabilitación tiene como objetivo disminuir de manera eficaz el tiempo de recuperación motriz del paciente mediante una serie de ejercicios sistemáticos apropiados a cada estructura en la que se va a intervenir, mejorando la fuerza muscular, las puntuaciones clínicas y la independencia funcional. Las ventajas de esta intervención es que mide los movimientos con precisión y nos brinda datos cuantificables del progreso del paciente, siendo una menor carga física para los profesionales, su limitación principal es el costo económico ya que es más elevado que una terapia convencional, además la adquisición de estos equipos no va a estar disponibles en todos los centros de tratamiento (16).

2.7. Indicaciones de la Terapia Robótica

- **Accidente Cerebrovascular:** mejorar significativamente la función motora de las extremidades superiores y las actividades de la vida diaria (17).
- **Lesiones Medulares:** permiten al paciente con lesión medular ponerse de pie y caminar con una pauta de marcha preestablecida, siendo controlados por medio de actuadores o motores situados a nivel de las articulaciones una o varias de ellas, permitiendo la marcha y el desplazamiento sobre suelo (18).
- **Parálisis Cerebral:** permiten una práctica extensiva en niños con discapacidades sustanciales, reducen el esfuerzo requerido por los terapeutas durante los ejercicios y proporcionan una evaluación cuantitativa de la función motora del paciente (19).

2.8. Contraindicaciones de la Terapia Robótica

- Problemas cardíacos graves
- Problemas psiquiátricos graves

- Fracturas no consolidadas
- Dificultades cognitivas severas
- Personas con dispositivos implantados (20).

2.9. Clasificación de Dispositivos

En general, existen dos categorías principales a la hora de diseñar estos dispositivos:

Según su Diseño

1. Efecto terminal:

Tiene un enfoque más específico en los movimientos asociados a las actividades de la vida diaria, mediante un soporte distal que ayuda en el entrenamiento debido a que son más flexibles y se adaptan a la ejecución de estos.

2. Exoesqueleto:

Es un dispositivo portátil que se centra en seguir de cerca la disposición de las articulaciones, permitiendo la ejecución de los movimientos mediante su asistencia, son personalizados de acuerdo con el paciente (13).

Según su Actividad

1. Pasivo:

Se denomina así cuando el sistema no detecta ninguna contracción muscular voluntaria, el robot aún puede controlar las acciones de la mano. Estas pueden incluir actividades como alcanzar, agarrar y sostener.

2. Activo

El paciente puede ejercer cierto nivel de fuerza muscular y el sistema puede detectar esa intención de brindar un cierto nivel de asistencia al usuario (13).

Tabla 3. Comparación entre efector final y exoesqueleto.

| | Efector final | Exoesqueleto |
|-------------------------|---|---|
| Movimientos | Nivel grueso | Nivel fino |
| Control Conjunto | No a nivel de motricidad fina | Si |
| Adaptabilidad | Si, es fácil hacer ajustes para satisfacer las necesidades individuales | No, debe personalizarse para cada individuo |
| Costo | Bajo | Alto |

***Adaptado de:** Suppiah R, Kim N, Abidi K, Sharma A. A comprehensive review of motor movement challenges and rehabilitative robotics. Vol. 29, Smart Health. Elsevier B.V.; 2023.

2.10. Sistemas robóticos de rehabilitación

Los sistemas robóticos en la rehabilitación les permiten a las personas con enfermedades neurológicas tener tecnología de asistencia para su recuperación, los cuales poseen un sistema mecatrónico manipulado por un profesional, que busca incrementar la funcionalidad de las extremidades tanto superiores como inferiores, actualmente esta intervención es considerada como una herramienta innovadora, puesto que estos dispositivos ya están siendo empleados en otras áreas de la salud, acoplándose a las necesidades de cada intervención (21).

A continuación, se detalla los robots disponibles para la rehabilitación de miembros superiores e inferiores.

Tabla 4. Miembro Superior

| Nombre | Tipo de robot | Área objetivo |
|---------------|----------------------|-----------------------------|
| ADLER | Efector final | Hombro, codo, muñeca y mano |
| CRAMER | Efector final | Antebrazo, muñeca |

| | | |
|---------------------------|---------------|---|
| HAND-CARE 2 | Efector final | Dedos: flexoextensión |
| ROBIN | Efector final | Hombro y codo |
| SPIDAR-G | Efector final | 7 grados de movimiento (3 para la traslación, 3 para rotación, y uno para el agarre) |
| HAPTIC DRIVE | Efector final | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| ABLE | Exoesqueleto | Hombro, codo |
| BONES | Exoesqueleto | Hombro, codo |
| MEDARM | Exoesqueleto | Hombro, codo |
| MGA | Exoesqueleto | Hombro, codo |
| REHABEXOS | Exoesqueleto | 4 movimiento activos: hombro (flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones), codo (flexión y extensión). Uno libre: pronosupinación |
| CADEN-7 | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| DAMPACE | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| EXOROB | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| HIFE | Exoesqueleto | Metacarpofalángicas, interfalángicas: flexo extensión |
| INTELLIARM | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| MAHI-EXO II | Exoesqueleto | Codo, antebrazo y muñeca |
| RUPERT | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| SUEFUL-7 | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| ACT-3D | Efector final | Hombro y codo |
| ARM-GUIDE | Efector final | Hombro y codo |
| BRACCIO DI FERRO | Efector final | Hombro y codo |
| GENTLE/S | Efector final | Hombro y codo |
| HAPTIC-MASTER | Efector final | Hombro y codo |
| INMOTION ARM | Efector final | Hombro y codo |
| IPAM | Efector final | Hombro y codo |
| MEMOS | Efector final | Robot con 2° de libertad cartesianos |
| MIME | Efector final | Hombro y codo |
| NEREBOT | Efector final | Hombro, codo, antebrazo |
| REHAROB | Efector final | Hombro, codo, antebrazo |
| AMADEO TYRO-MOTION | Efector final | Metacarpo falángicas e interfalángicas: prensión |
| BI-MANU TRACK | Efector final | Antebrazo y muñeca |
| HWARD | Efector final | Muñeca, mano y dedos |

| | | |
|----------------------------|------------------|---|
| INMOTION HAND | Efector final | Mano: prensión |
| INMOTION WRIST | Efector final | Antebrazo y muñeca |
| REOGO | Efector final | Hombro, codo, muñeca y mano |
| SEAT | Efector final | Hombro, codo, muñeca y mano |
| L-EXOS PERCRO | Exoesqueleto | Hombro, codo y antebrazo |
| MYOMO MPO-WER E1000 | Exoesqueleto | Codo: flexoextensión |
| WREX | Exoesqueleto | Hombro, codo y antebrazo |
| ARMEOSPRING | Exoesqueleto | Hombro, codo, antebrazo y muñeca |
| HAND-MENTOR | Exoesqueleto | Muñeca: flexo extensión Dedos: flexo extensión |
| HEXORR | Exoesqueleto | Metacarpofalángica e interfalángica |
| RUTGER-MASTER | Exoesqueleto | Cuatro primeros dedos. flexo extensión metacarpofalángica e interfalángicas. Abducción y aducción en metacarpofalángicas. |
| SUPINATOR-EXTENDER | Exoesqueleto | Antebrazo y muñeca |
| T-WREX | Exoesqueleto | Hombro, codo y mano |
| WOTAS | Exoesqueleto | Codo y antebrazo |
| ARMEO POWER | Semiexoesqueleto | Hombro, codo y muñeca |
| ARM-IN | Semiexoesqueleto | Hombro, codo y muñeca |
| GENTRE/G | Semiexoesqueleto | Hombro, codo y mano |

***Adaptado de:** Rodríguez-Prunotto L, Cano-De La Cuerda R, Cuesta-Gómez A, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F. Terapia robótica para la rehabilitación del miembro superior en patología neurológica. *Rehabilitacion (Madr)*. 2014;48(2):104–28.

Tabla 5. Miembro Inferior

| Nombre | Tipo de robot | Aplicación |
|--------------------------|-----------------------|---|
| Lokomat | Exoesqueleto robótico | Rehabilitación de la marcha en lesiones medulares y ACV |
| ReWalk | Exoesqueleto robótico | Marcha independiente y bipedestación |
| G-EO System | Efector final | Entrenamiento de marcha y escalada de escaleras en lesiones medulares y ACV |
| HAL (Híbrid Limb) | Exoesqueleto | Trabaja movimientos voluntarios en los miembros inferiores en ACV, enfermedades neuromusculares y |

| | | |
|----------------|---------------|--|
| | | medulares |
| EksoGT | Exoesqueleto | Entrenamiento de la marcha en ACV y lesión medular |
| Andago | Exoesqueleto | Dispositivo para soporte de peso móvil para pacientes con movilidad reducida y la marcha |
| Walkbot | Efector final | Entrenamiento de marcha para niños y adultos con condiciones neurológicas |

***Adaptado de:** Rodríguez-Prunotto L, Cano-De La Cuerda R, Cuesta-Gómez A, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F. Terapia robótica para la rehabilitación del miembro superior en patología neurológica. *Rehabilitacion (Madr)*. 2014;48(2):104–28.

Tabla 6. Equilibrio y Propiocepción

| Nombre | Caracterización | Aplicación | Beneficios |
|------------------------------|---|--|--|
| BalanceTrainer | Plataforma robótica para el entrenamiento del equilibrio | ACV, lesión medular | Mejor control postural |
| Hunova | Efector final que combina equilibrio y propiocepción | Pacientes con problemas de equilibrio y propiocepción, post quirúrgicos y neurológicos | Mejor equilibrio dinámico y estático |
| EquiTest | Efector final de equilibrio | Pacientes con condiciones neurológicas | Mejor control del equilibrio |
| Posturomed | Dispositivo de evaluación y entrenamiento postural | Enfermedades neurológicas y ortopédicas | Mayor control postural y propiocepción |
| Biodex Balance System | Plataforma robótica de evaluación y entrenamiento | Ayuda en el equilibrio en patologías neurológicas | Mayor estabilidad |
| Balance master | Sistema de evaluación y entrenamiento del equilibrio y la movilidad | Patologías neurológicas | Control postural |

***Adaptado de:** Rodríguez-Prunotto L, Cano-De La Cuerda R, Cuesta-Gómez A, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F. Terapia robótica para la rehabilitación del miembro superior en patología neurológica. *Rehabilitacion (Madr)*. 2014;48(2):104–28.

2.11. Aprendizaje motor

El aprendizaje motor es un conjunto de procesos asociados a la práctica y la experiencia que conducen a cambios relativamente permanentes en la capacidad de producir movimientos. Como estos procesos internos no pueden medirse directamente a nivel conductual, el aprendizaje motor puede estimarse observando el desempeño motor (2)

Tabla 7. Modelos teóricos del aprendizaje motor

| Modelo | Características |
|---|--|
| El Modelo de 3 estadios Fitts y Posner | Este modelo expone 3 etapas en el aprendizaje motor: una etapa cognitiva donde el individuo aprende una nueva destreza o reaprende una antigua, siendo importante el cometer errores y saber corregirlos; una etapa asociativa donde el individuo consigue dirigir el programa dentro de restricciones ambientales específicas, disminuyendo así el número de errores y ejecutando con menor esfuerzo la tarea; una etapa autónoma donde el individuo consigue moverse dentro de una variedad de ambientes, manteniendo el control en todo el programa y adquiriendo la capacidad de retener la destreza y generalizarla a diferentes contextos gracias a la automatización. |
| Modelo de sistemas de Bernstein | Enfatiza el control de los grados de libertad, que representan el número independiente de movimientos necesarios para completar una acción. Este modelo, conformado por 3 fases, describe que en una fase inicial el individuo simplifica el movimiento reduciendo los grados de libertad, mientras que en una fase avanzada el sujeto comienza a ganar ciertos grados de libertad y posteriormente en una fase experto el individuo posee todos los grados de libertad necesarios para llevar a cabo la tarea, con mayor efectividad y de manera coordinada. |
| El Modelo de 2 fases de Gentile | Este modelo plantea 2 fases de aprendizaje. Una primera fase incluye la comprensión del objetivo de la tarea, el desarrollo de las estrategias de movimiento y la interpretación de las características del entorno relevantes para la organización del movimiento, mientras que una segunda fase, denominada de fijación o fase de diversificación, el objetivo del sujeto es redefinir y perfeccionar el movimiento, lo cual incluye tanto el desarrollo de la capacidad de adaptar el movimiento a los cambios de la tarea y del entorno, como desarrollar la tarea consistente y eficientemente. |

***Adaptado de:** Sánchez-Silverio V, Abuín-Porras V, Rodríguez-Costa I. Motor learning principles: A review of their applications in stroke rehabilitation. Revista Ecuatoriana de Neurología. 2021;29(3):84–91.

Bajo esos modelos teóricos, el componente cognitivo juega un rol esencial durante el proceso de aprendizaje. Al realizar un movimiento por primera vez se cometen errores y se puede requerir gran demanda de atención, aunque a través de la práctica el movimiento se vuelve más preciso, automatizado y exige un mínimo gasto energético. Ciertamente el aprendizaje motor progresa de una fase cognitiva inicial, donde se adquiere un conocimiento declarativo sobre las características de la habilidad para mejorar su desempeño, a una fase autónoma final, donde la habilidad se convierte en una rutina automatizada (2).

2.12. Aprendizaje motor y neuroplasticidad en el ACV

La recuperación del movimiento puede ocurrir mediante procesos de recuperación real o compensación que requieren aprendizaje. Bajo ese esquema de recuperación, los principios del aprendizaje motor podrían facilitar el aprendizaje de habilidades motoras en pacientes con ACV y favorecer positivamente su rehabilitación (2).

La capacidad de aprendizaje motor no se pierde completamente tras un ACV, debido a su asociación con la reorganización funcional en áreas corticales y a su distribución generalizada entre diferentes áreas cerebrales (2).

En el cerebro afectado por un ACV, el entrenamiento motor puede inducir neuroplasticidad y generar un proceso de aprendizaje motor. El aprendizaje motor ha generado recientemente una gran atención en el campo de la neurorrehabilitación. Sus diferentes principios se están utilizando con mayor frecuencia para el reaprendizaje de habilidades motoras en poblaciones neurológicas, dos de los principales principios que han sido estudiados en este campo clínico son la práctica y la retroalimentación (22).

En el campo del ACV, un mejor desempeño se correlaciona con el tiempo y la cantidad de práctica dedicada al aprendizaje de una habilidad particular (2).

Por otro lado, una retroalimentación apropiada puede mejorar el aprendizaje motor y motivar el paciente. Esta puede ser intrínseca (surge de la información sensorial) y extrínseca puede ser información proporcionada al individuo por una fuente externa (verbal, visual o física) aunque se sugiere disminuir esta información a medida que avanzan las sesiones terapéuticas para evitar dependencia en el paciente y favorecer el aprendizaje de habilidades (2).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de Investigación

El diseño del trabajo es documental debido a que la información fue recopilada de diferentes bases de datos científicos reconocidos a nivel mundial.

En la que se mencionan los resultados obtenidos de la terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo bibliográfica ya que, mediante la revisión de la literatura sobre la terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular, obtuvimos fundamentos e información necesaria para desarrollar nuestro proyecto de investigación.

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue descriptivo puesto que se explica el comportamiento de una de las variables en función de la otra, como es los efectos al aplicar la terapia robótica en ACV.

3.4. Método de Investigación

Se aplicó el método inductivo pues permitió el análisis de los aspectos establecidos en cada artículo seleccionado sobre el tema de investigación, para conducir de forma general los resultados y conclusiones evidentes basados en premisas particulares de investigación.

3.5. Relación con el tiempo de Investigación

La investigación fue de tipo retrospectiva por que se basó en la recopilación de artículos científicos publicados entre los años 2014-2023 que respaldan la terapia robótica como tratamiento en pacientes con ACV.

3.6. Criterios de Inclusión

- Artículos científicos publicados entre 2014-2023
- Artículos científicos que abarquen las dos variables de estudio
- Artículos en el idioma inglés/español
- Artículos que presenten en una población de pacientes adultos
- Artículos científicos con valoración metodológica de igual a 6 o mayor en la Escala de PEDro

3.7. Criterios de Exclusión

- Artículos científicos publicados que no estén dentro de los últimos 9 años
- Artículos científicos incompletos o con ausencia de alguna de las variables
- Artículos de difícil acceso o delimitada disponibilidad
- Artículos que presenten una población infantil
- Artículos pilotos metaanálisis o de revisión sistemática
- Casos clínicos

3.8. Población de estudio y tamaño de muestra

3.8.1. Población

La población de estudio incluye ensayos clínicos aleatorizados de las bases de datos como: PubMed, PEDro, Scopus y Cochrane Library, mediante los criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron resultados más concretos para la investigación.

3.8.2. Muestra

25 estudios para su análisis.

3.9. Técnicas de recolección de datos

Al ser una investigación de tipo documental bibliográfica la recolección de datos se realizó a través de las bases científicas con la utilización de descriptores y palabras claves como: “stroke” “robotic therapy”, “neurorehabilitation” y operadores booleanos la estrategia de búsqueda fue “Robotic therapy”AND “stroke patients”.

3.10. Método de análisis y procedimiento de datos

Tras el análisis y el estudio de la diferente bibliografía recolectada, se procedió a la respectiva evaluación por medio de la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database), la misma que contiene criterios de evaluación, divididos en 10 puntos, los cuales tienen una validación de la metodología empleada.

El principal instrumento de recolección fue la investigación de los diferentes artículos referentes al tema, con sus respectivas variables, los cuales fueron indispensables para la ejecución de la investigación. Los criterios de selección y extracción de datos comenzaron con un total de 2087 artículos, de los cuales se excluyeron 591 debido a que se repetían en las distintas bases de datos como Pubmed, PEDro, Scopus y Cochrane Library; posterior a ello se eliminaron 1266 artículos puesto que no eran el tipo de artículo requerido; 119 artículos separados por tener restricción para acceder, así también redacción incompleta; 86 artículos excluidos por tener una valoración inferior de 6 en la escala PEDro.

Finalmente, se recopiló 25 artículos indispensables, que cumplen todos los parámetros establecidos para ejecutar el proyecto de investigación.

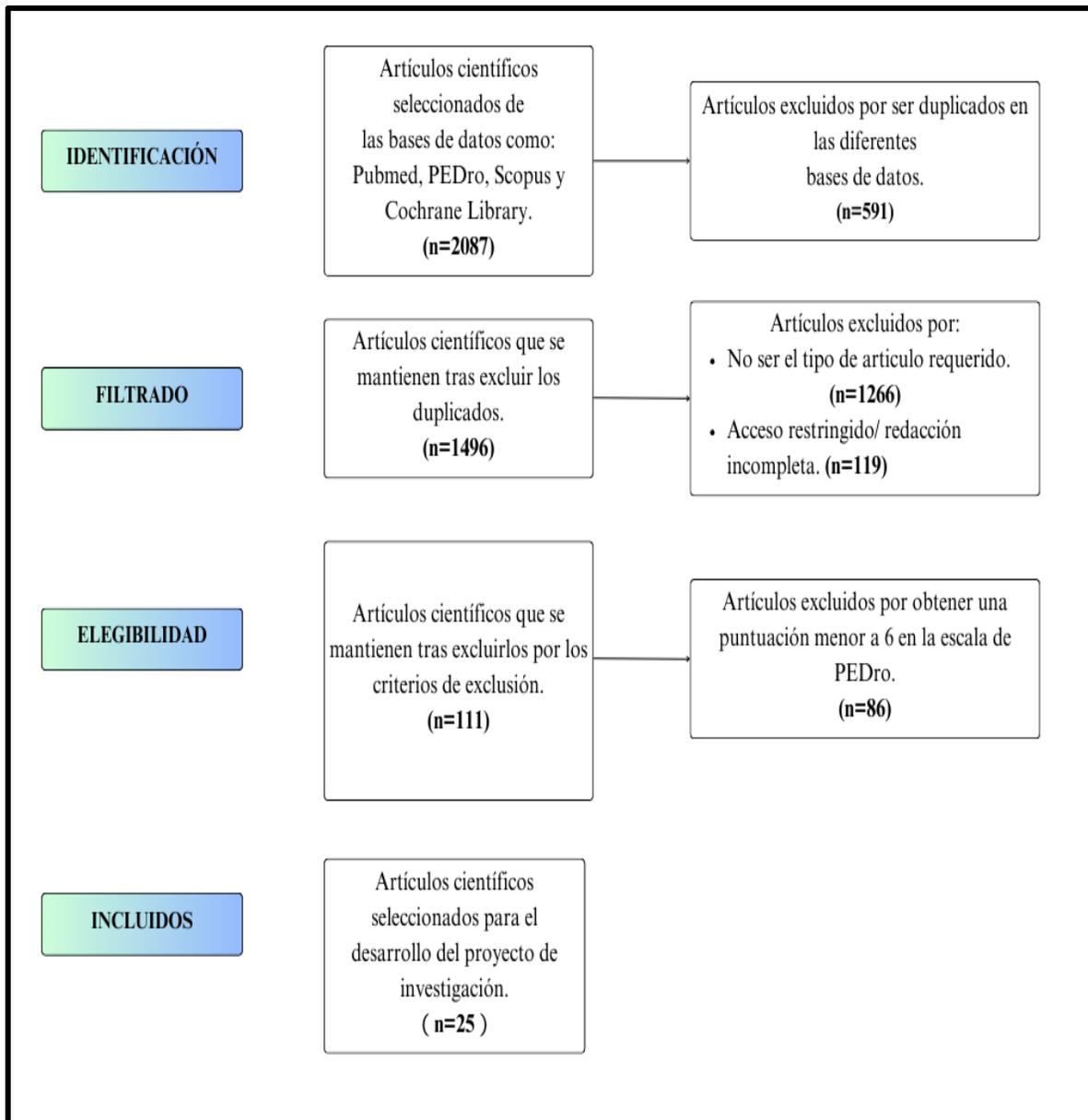


Figura 1. Diagrama de flujo

***Adaptado de:** Ramírez R, Meneses J, Floréz M. Una propuesta metodológica para la conducción de revisiones sistemáticas de la literatura en la investigación biomédica. Revista CES Movimiento y Salud. 2013; Vol. 1(No. 1 2013):61-73.

Tabla 8. Valoración de la calidad metodológica de los artículos científicos mediante la escala de PEDro

Se recolectaron y organizaron, los ensayos clínicos aleatorizados en orden cronológico desde el año 2014 al 2023, en la cual se incluyó los nombres de los autores correspondientes a cada uno; título original y su traducción al idioma español. Así también se añadió la base de datos de carácter científico donde se extrajeron los artículos que fueron examinados y evaluados exhaustivamente e incluyen con una puntuación igual o mayor a 6 según los criterios de la metodología; en los artículos presentados se habla sobre la terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular, obteniendo así 25 artículos.

| N° | Autor | Año | Título original | Título en español | Base de datos | Valor en escala de PEDro |
|-----------|-------------------------|------------|--|--|----------------------|---------------------------------|
| 1 | Masiero et al., (23) | 2014 | Randomized Trial of a Robotic Assistive Device for the Upper Extremity During Early Inpatient Stroke Rehabilitation | Ensayo aleatorizado de un dispositivo de asistencia robótica para la extremidad superior durante la rehabilitación temprana de un accidente cerebrovascular en pacientes hospitalizados | Pubmed | 6/10 |
| 2 | Timmermans et al., (24) | 2014 | Effects of task-oriented robot training on arm function, activity, and quality of life in chronic stroke patients: a randomized controlled trial | Efectos del entrenamiento robótico orientado a tareas sobre la función, la actividad y la calidad de vida del brazo en pacientes con accidente cerebrovascular crónico: un ensayo controlado aleatorio | Pubmed | 8/10 |

| | | | | | | |
|---|---------------------------------|------|---|---|--------|------|
| 3 | Susanto et al., (25) | 2015 | Efficacy of robot-assisted fingers training in chronic stroke survivors: a pilot randomized-controlled trial | Eficacia del entrenamiento de los dedos asistido por robot en supervivientes de un accidente cerebrovascular crónico: un ensayo piloto controlado aleatorio | Pubmed | 7/10 |
| 4 | Morone et al., (26) | 2016 | Overground walking training with the i-Walker, a robotic servo-assistive device, enhances balance in patients with subacute stroke: a randomized controlled trial | El entrenamiento de marcha sobre el suelo con el i-walker, un dispositivo robótico de servoasistencia, mejora el equilibrio en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo: un ensayo controlado aleatorio | Pubmed | 6/10 |
| 5 | Orihuela-Espina et al., (27) | 2016 | Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial | Entrenamiento con robots para la recuperación motora de la mano en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo: un ensayo controlado aleatorio | Scopus | 6/10 |
| 6 | Tomić et al., (28) | 2017 | ArmAssist Robotic System versus Matched Conventional Therapy for Poststroke Upper Limb Rehabilitation: A Randomized Clinical Trial | Sistema robótico ArmAssist versus terapia convencional combinada para la rehabilitación de miembros superiores después de un accidente cerebrovascular: un ensayo clínico aleatorizado | Pubmed | 7/10 |
| 7 | Mayr et al., (29) | 2018 | Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory | Reentrenamiento temprano de la marcha asistido por robot en | PEDro | 7/10 |

| | | | | | | |
|----|---------------------------|------|--|---|--------|------|
| | | | patients with stroke: a single blind randomized controlled trial | pacientes no ambulatorios con accidente cerebrovascular: un ensayo controlado aleatorio simple ciego | | |
| 8 | Villafañe et al., (30) | 2018 | Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial | Eficacia de la rehabilitación asistida por robot a corto plazo en pacientes con parálisis de la mano después de un accidente cerebrovascular: un ensayo clínico aleatorizado | Pubmed | 7/10 |
| 9 | Dehem et al., (31) | 2019 | Effectiveness of upper-limb robotic-assisted therapy in the early rehabilitation phase after stroke: A single-blind, randomised, controlled trial | Eficacia de la terapia asistida por robot de miembros superiores en la fase temprana de rehabilitación después de un accidente cerebrovascular: un ensayo controlado, aleatorizado y simple ciego | Scopus | 7/10 |
| 10 | Hsu et al., (32) | 2019 | Robotic-assisted therapy with bilateral practice improves task and motor performance in the upper extremities of chronic stroke patients: A randomised controlled trial. | La terapia asistida por robot con práctica bilateral mejora el rendimiento motor y de tareas en las extremidades superiores de pacientes con accidente cerebrovascular crónico: un ensayo controlado aleatorizado | Pubmed | 8/10 |
| 11 | Rodgers et al., (33) | 2019 | Robot assisted training for the upper limb after stroke (RATULS): a multicentre | Entrenamiento asistido por robot para miembros superiores después de un accidente | Scopus | 7/10 |

| | | | | | | |
|----|-------------------------|------|--|---|--------|------|
| | | | randomised controlled trial. | cerebrovascular (RATULS): un ensayo controlado aleatorizado multicéntrico | | |
| 12 | Calabrò et al., (34) | 2019 | Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke? Encouraging data from a randomised-clinical-trial | ¿La rehabilitación robótica manual mejora la función motora al reequilibrar la conectividad interhemisférica después de un accidente cerebrovascular crónico? Datos alentadores de un ensayo clínico aleatorizado | Scopus | 8/10 |
| 13 | Conroy et al., (35) | 2019 | Robot-Assisted Arm Training in Chronic Stroke: Addition of Transition-to-Task Practice | Entrenamiento de brazos asistido por robot en accidentes cerebrovasculares crónicos: incorporación de la práctica de transición a la tarea | Pubmed | 6/10 |
| 14 | De Luca et al., (36) | 2020 | Dynamic Stability and Trunk Control Improvements Following Robotic Balance and Core Stability Training in Chronic Stroke Survivors: A Pilot Study | Mejoras en la estabilidad dinámica y el control del tronco después del entrenamiento robótico de equilibrio y estabilidad central en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular crónico: un estudio piloto | Pubmed | 6/10 |
| 15 | Aprile et al., (37) | 2020 | Upper Limb Robotic Rehabilitation After Stroke: A Multicenter, Randomized | Rehabilitación robótica de miembros superiores después de un accidente cerebrovascular: un | Pubmed | 6/10 |

| | | | Clinical Trial | ensayo clínico aleatorizado multicéntrico | | |
|----|---------------------------|------|---|--|--------|------|
| 16 | Franceschini et al., (38) | 2020 | ¿Upper limb robot-assisted rehabilitation versus physical therapy on subacute stroke patients: A follow-up study | Rehabilitación asistida por robot de miembros superiores versus fisioterapia en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo: un estudio de seguimiento | Scopus | 6/10 |
| 17 | Singh et al., (39) | 2021 | Evidence of neuroplasticity with robotic hand exoskeleton for post-stroke rehabilitation: a randomized controlled trial | Evidencia de neuroplasticidad con exoesqueleto de mano robótico para la rehabilitación post-ictus: un ensayo controlado aleatorio | Pubmed | 6/10 |
| 18 | Ambrosini et al., (40) | 2021 | A Robotic System with EMG-Triggered Functional Electrical Stimulation for Restoring Arm Functions in Stroke Survivors | Un sistema robótico con estimulación eléctrica funcional activada por EMG para restaurar las funciones del brazo en supervivientes de un accidente cerebrovascular | Pubmed | 6/10 |
| 19 | Kang et al., (41) | 2021 | Effects of robot (SUBAR)-assisted gait training in patients with chronic stroke | Efectos del entrenamiento de la marcha asistido por robot (SUBAR) en pacientes con accidente cerebrovascular crónico | Pubmed | 8/10 |
| 20 | Inoue et al., (42) | 2022 | Effects of Balance Exercise Assist Robot training for patients with hemiparetic | Efectos del entrenamiento con robot de apoyo para ejercicios de equilibrio en pacientes con | Pubmed | 7/10 |

| | | | | | | |
|----|------------------------|------|--|---|--------|------|
| | | | stroke: a randomized controlled trial. | accidente cerebrovascular hemiparético: un ensayo controlado aleatorizado | | |
| 21 | Meng et al., (43) | 2022 | Effect of early integrated robot-assisted gait training on motor and balance in patients with acute ischemic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. | Efecto del entrenamiento temprano integrado de la marcha asistido por robot sobre la motricidad y el equilibrio en pacientes con accidente cerebrovascular isquémico agudo: un ensayo controlado aleatorio simple ciego | Pubmed | 7/10 |
| 22 | J. A. Kim et al., (44) | 2023 | The effect of training using an upper limb rehabilitation robot (HEXO-UR30A) in chronic stroke patients: A randomized controlled trial | Efecto del entrenamiento con un robot de rehabilitación de miembros superiores (HEXO-UR30A) en pacientes con accidente cerebrovascular crónico: un ensayo controlado aleatorizado | Pubmed | 8/10 |
| 23 | Yoo et al., (45) | 2023 | Clinical efficacy of overground powered exoskeleton for gait training in patients with subacute stroke: A randomized controlled pilot trial. | Eficacia clínica de un exoesqueleto motorizado de superficie para el entrenamiento de la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo: un ensayo piloto controlado aleatorizado | Pubmed | 7/10 |
| 24 | S. H. Kim et al., (46) | 2023 | Three-Dimensional Magnetic Rehabilitation, Robot- | Rehabilitación magnética tridimensional, recuperación del | Pubmed | 6/10 |

| | | | | | | |
|----|-----------------------|------|--|--|--------|------|
| | | | Enhanced Hand-Motor Recovery after Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial | motor de la mano mejorada por robot después de un accidente cerebrovascular subagudo: un ensayo controlado aleatorio | | |
| 25 | Zhang et al., (47) | 2023 | Ankle rehabilitation robot training for stroke patients with foot drop: Optimizing intensity and frequency. | Entrenamiento robótico de rehabilitación de tobillo para pacientes con accidente cerebrovascular y pie caído: optimización de la intensidad y la frecuencia | Pubmed | 8/10 |

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Se incluyen 25 ensayos clínicos aleatorizados al proceso de investigación que cumplieron con los criterios de selección de estudios. Se detalla de los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica sobre la terapia robótica en pacientes con accidente cerebrovascular.

Tabla 9. Resultados Terapia Robótica en pacientes con accidente cerebrovascular

| N° | Autor / Año | Población | Intervención | Resultado |
|-----------|-------------------------|--|--|--|
| 1 | Masiero et al., (23) | N=34 pacientes Grupo Intervención= 16 pacientes Grupo Control= 18 pacientes | La intervención en ambos grupos tuvo similitud, el grupo de intervención realizo terapia convencional el 65% del tiempo establecido y terapia robótica el 35% restante del ejercicio, mientras que el grupo control solo tuvo un enfoque convencional el 100% del tiempo establecido, la duración de cada sesión fue de 120 minutos, todos los días durante 5 semanas, logrando así 3000 minutos de tratamiento. | El dispositivo robótico NeReBot es empleado en la terapia brindada a los pacientes con accidentes cerebrovasculares dentro de los 15 días de haber sido dado de alta de cuidados intensivos, debido a que se menciona que la intervención temprana ayuda a recuperar la funcionalidad en las actividades de la vida diaria, además este dispositivo contiene 3 grados de libertad y se lo puede utilizar junto a la cama o camilla, trabajando todos los rangos articulares del brazo, ambos grupos fueron intervenidos con el mismo tiempo de tratamiento y su evaluación final fue a los 3 y 7 meses demostrando mejoras en las escalas motoras y funcionales del grupo experimental con la terapia robótica, además de reducir el |

| | | | | |
|---|-------------------------|--|---|---|
| | | | | deterior motor y la hipertonia |
| 2 | Timmermans et al., (24) | N=22 pacientes Grupo Intervención= 11 pacientes Grupo Control= 11 pacientes | La intervención se la realizó 4 veces por semana, por un tiempo de 30 minutos, por 2 meses, el grupo de intervención tuvo un entrenamiento robótico enfocado a las tareas comunes de las personas mientras que el grupo control tuvo un entrenamiento de brazo-mano no robótico orientado a distintas actividades como cortar alimentos, comer con cubiertos, contar dinero y colocar objetos en una bandeja. | Las actividades de la vida diaria son muy importantes en la independencia de las personas, es por ello que la terapia robótica busca intervenir en aquellos pacientes con secuelas o con pérdida de funcionalidad tras una lesión como el ACV, enfocados en el entrenamiento del brazo y la mano en tareas específicas, sin embargo no se evidenció una diferencia entre los dos grupos intervenidos por el robot Haptic Mater, cabe destacar que el rendimiento del brazo y la mano mejoró en pacientes con ACV crónico después de ocho semanas de entrenamiento orientado a tareas. |
| 3 | Susanto et al., (25) | N=19 pacientes Grupo Intervención= 10 pacientes Grupo Control= 9 pacientes | Los participantes realizaron un total de 20 sesiones de aproximadamente una hora, de los dedos del mano asistido por robot, su intensidad fue de 3 y 5 veces por semana completando el número total de sesiones en 5 semanas, cabe destacar que la revisión ética de los integrantes en este estudio fue aceptada por el Comité Departamental de Investigación de la Universidad Politécnica de Hong Kong | La intervención mediante la terapia robótica en el segmento de los dedos brinda una mejor recuperación y destreza para reintegrarse a las actividades de la vida diaria, observando porcentajes de recuperación post intervención entre el 44% y el 67% posterior a las 20 sesiones, el mecanismo de tratamiento es la repetición de movimiento que va a influir en la corteza motora primaria la cual es la encargada de los movimientos voluntarios, demostrando que el grupo intervenido mediante un robot |

| | | | |
|---|------------------------|--|--|
| | | | tuvo un aumento significativo desde la primera sesión logrando 109,11 repeticiones mientras que el grupo que realizó una terapia convencional alcanzó 83,63, en los cuales se trabajó el agarre de mano y pellizcar con dos y tres dedos. |
| 4 | Morone et al., (26) | N=42 pacientes Grupo Intervención= 21 pacientes Grupo Control= 21 pacientes | La duración de la intervención en los grupos tratados fueron de 40 minutos, durante 4 semanas todos los días, el grupo control tuvo orientación de terapia convencional enfocada en la marcha, que consistía en el entrenamiento sobre el suelo para la práctica de la deambulación en relación al control y movimiento de las cargas de los miembros inferiores, mientras que el grupo de intervención mediante la rehabilitación robótica practicó la caminata diariamente mediante el dispositivo i-Walker ya que es de serviasistencia, durante 40 minutos. |
| | | | Las secuelas de un ACV pueden influir en aspectos tales como la movilidad, trastornos de la marcha y afectación en el equilibrio, es por ello que el objetivo de la rehabilitación mediante un dispositivo robótico es recuperar una vida independiente y tener una correcta deambulación, el emplear este tipo de tecnología en la recuperación de la funcionalidad facilita tener una mejor plasticidad y a la vez activar el sistema sensorial y motor por medio de los programas de ejercicios repetitivos para tareas específicas de la vida diaria, Eli Walker es un andador robótico que contiene sensores y actuadores que buscan detectar las fuerzas de inclinación y movimiento, se demostró que ambos grupos de intervención tuvieron mejoras, pero a nivel robótico se logró mejores resultados en la deambulación. |
| 5 | Orihuela- | N=17 pacientes | La duración de la intervención fue de 40 |
| | | | La recuperación de la función de la mano se |

| | | | |
|-------------------------|--|--|---|
| Espina et al., (27) | Grupo Intervención= 9 pacientes Grupo Control= 8 pacientes | sesiones, las cuales fueron distribuidas a los 5 días de la semana, las primeras 5 intervenciones tuvieron una duración de 40 minutos pero los tiempos se fueron modificando de acuerdo a la semana hasta completar 1 hora de tratamiento, el equipo experimental aparte de la terapia robótica tuvo un acompañamiento de tratamiento ocupacional de acuerdo a la capacidad de cada paciente, mientras que el equipo control tuvo una participación más convencional y dedicada la funcionalidad de las actividades. | ha convertido en un reto para los profesionales, debido a que puede llegar a ser un factor limitante para realizar las actividades, es por ello que la terapia mediante el robot AMADEO Tyromotion incluye el entrenamiento de la extensión de los dedos que ayuda a la recuperación motora, que va de la mano de un test denominado Fugl-Meyer que evalúa el deterioro sensoriomotor de las personas con ACV, demostrando en el grupo de intervención robótica un mejoramiento de 0,097% en las primeras sesiones que incluye la destreza motora de la mano. |
| 6 Tomić et al., (28) | N=26 pacientes Grupo Intervención= 13 pacientes Grupo Control= 13 pacientes | La intervención comparó dos grupos de pacientes en rehabilitación: uno recibió entrenamiento adicional de brazos combinados (AA) y el otro, terapia ocupacional adicional, ambos durante 15 sesiones de 30 minutos cada una, cinco días a la semana durante tres semanas. Ambos entrenamientos fueron realizados por un fisioterapeuta experimentado en la misma sala de terapia, con descansos de 30 minutos entre otros tratamientos. | Los resultados del estudio mostraron mejoras significativas en el grupo que recibió el entrenamiento adicional de brazos combinados con el ArmAssist (AA) en comparación con el grupo de control. Todas las medidas de las funciones motoras fueron estadísticamente significativas, indicando la eficacia del entrenamiento de brazos combinados en la rehabilitación. |
| 7 Mayr et al., (29) | N= 66 pacientes Grupo | Todos los participantes se sometieron a un programa de entrenamiento que | Los resultados sugieren que un protocolo de tratamiento temprano basado en el |

| | | | | |
|---|------------------------|--|---|--|
| | | Intervención= 36 pacientes | constaba de 40 sesiones de 2 horas (incluidos periodos de descanso), 5 días a la semana (de lunes a viernes) durante 8 semanas consecutivas. Cada sesión de entrenamiento constó de dos partes con un periodo de descanso de 15 minutos entre ellas: entrenamiento básico (45 minutos) y complemento (45 minutos). El entrenamiento básico fue el mismo para todos los pacientes y consistió en un enfoque de PT convencional dirigido al entrenamiento de movimientos corporales bilaterales y tridimensionales, facilitando el movimiento selectivo en el lado afectado del cuerpo, integrando el movimiento selectivo en actividades funcionales (duración efectiva de esta parte 45 minutos). No se permitió ningún ejercicio de marcha sobre el suelo. | entrenamiento de marcha asistido por robot no es superior a la fisioterapia convencional para mejorar la locomoción en pacientes con ictus no ambulatorios. |
| 8 | Villafañe et al., (30) | N=32 pacientes Grupo Intervención= 16 pacientes Grupo Control= 16 pacientes | Todos los pacientes se sometieron a un enfoque de rehabilitación estándar que consistió en sesiones de 1 hora, 5 días por semana, tanto de fisioterapia tradicional como de terapia ocupacional. Además de la rehabilitación habitual, los pacientes | Los resultados del tratamiento mostraron que el grupo experimental, que recibió rehabilitación asistida por robot con el dispositivo Gloreha, presentó mejoras significativas en comparación con el grupo de control. Específicamente, hubo una reducción significativa del dolor. Ambos |

| | | | | |
|----|-----------------------|--|--|---|
| | | | elegibles también recibieron una sesión de 30 minutos durante 3 días a la semana del tratamiento experimental con la mano Gloreha o el tratamiento de control de 30 minutos de PT y OT adicionales ejecutados por un fisioterapeuta y terapeuta ocupacional capacitado. | grupos mostraron mejoras en las diferentes escalas utilizadas. Estos hallazgos sugieren que la movilización asistida por robot es tan efectiva como la rehabilitación tradicional en la mejora del dolor y la espasticidad en la parálisis de la mano tras un ictus. |
| 9 | Dehem et al., (31) | N=28 pacientes Grupo Intervención=15 pacientes Grupo Control=13 pacientes | Ambos grupos se sometieron a sus sesiones de rehabilitación durante su hospitalización con sus fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales habituales. El grupo de TC siguió una terapia convencional centrada en la rehabilitación motora, adaptada a sus necesidades personales y a los medios del centro. Para el grupo RAT, la rehabilitación CT fue sustituida por RAT durante el 25% del tiempo total de rehabilitación semanal. Cada semana se sustituyeron 4 sesiones de TC (en 4 días diferentes) de 45 min por RAT. | Se demostró que la combinación de terapia asistida por robot (RAT) es más efectiva que la terapia convencional sola para mejorar la destreza manual gruesa, la capacidad funcional del miembro superior durante tareas y la participación social del paciente. Estos hallazgos sugieren que la RAT es un complemento valioso a los programas de rehabilitación temprana, mejorando significativamente los resultados. |
| 10 | Hsu et al., (32) | N=43 pacientes Grupo Intervención= 22 pacientes Grupo Control= 21 | Todos los participantes recibieron terapia ocupacional, fisioterapia y logopedia. Se realizaron ejercicios repetitivos, facilitación neuromuscular utilizando Rood y la terapia asistida por | La terapia asistida por robot con práctica bilateral demostró ser una intervención más efectiva en comparación al protocolo facilitado por terapeutas en pacientes con ACV crónico especialmente mejora las |

| | | | | |
|----|----------------------|--|---|--|
| | | pacientes | robot de 40 minutos, se dividió en dos grupos de intervención con una frecuencia de tres veces por semana durante cuatro semanas | funciones motoras, y tareas específicas de la extremidad afectada. |
| 11 | Rodgers et al., (33) | N= 635 pacientes Grupo RT= 223 pacientes Grupo EULT= 222 pacientes Grupo AT=190 pacientes | Se asignaron 3 grupos de intervenciones la primera es el Entrenamiento Asistido por Robot (RT) la segunda intervención es un Programa de Terapia Mejorada del Miembro Superior (EULT) por último la tercera intervención es la atención habitual se les brindo 45 minutos por sesión, 3 veces por semana, durante 12 semanas. | Los resultados del estudio RATULS indicaron que la rehabilitación asistida por robots era más costosa que la atención habitual y el programa de terapia mejorada del miembro superior (EULT). A pesar de la inversión adicional requerida para implementar la tecnología robótica, no se observó una efectividad significativamente mayor en comparación con los otros tratamientos. En términos de mejora funcional del miembro superior y otros resultados clínicos, la terapia asistida por robots no demostró una ventaja clara que justificara el costo adicional. Estos hallazgos sugieren que, desde una perspectiva de costo-efectividad, la terapia mejorada del miembro superior y la atención habitual podrían ser opciones más viables para la rehabilitación post-ACV |
| 12 | Calabrò et al., (34) | N= 50 pacientes Grupo Experimental= 25 pacientes | Los dos grupos de intervención tuvieron 40 sesiones, independientemente al grupo seleccionado, el equipo de intervención recibieron rehabilitación | La intervención mediante el robot Amadeo demostró cambios a nivel del tono muscular y también en la movilidad de los rangos articulares, considerando que la mano es una |

| | | | |
|----|--|---|--|
| | Grupo Control=25 pacientes | todos los días durante 8 semanas por un tiempo de 3 horas, que se organizaron de la siguiente manera: 45 minutos terapia ocupacional, 45 minutos de entrenamiento biomecánico de miembros superiores e inferiores, 30 minutos de entrenamiento de la marcha, 30 minutos de logopedia y 30 minutos de descanso, por el contrario el equipo control solamente recibió terapia convencional que fue similar al otro grupo pero se le acompañó de terapia manual. | estructura que al encontrarse limitada puede afectar el estilo de vida de los pacientes con accidente cerebrovascular por lo que se demostró grandes cambios en la evaluación de las escalas como Fugl-Meyer de la Extremidad Superior y el Test de la Clavija de los Nueve Agujeros posterior a la intervención robótica en relación a la terapia convencional |
| 13 | Conroy et al., (35) N= 45 pacientes Grupo Experimental= 22 pacientes Grupo Control=23 pacientes | Esta intervención se lo realizó en un periodo de 12 semanas, cada sesión tenía una duración de 1 hora y se la ejecuto 3 veces por semana con un máximo de 36 visitas, el grupo de intervención robótica recibieron 60 minutos de rehabilitación robótica mientras que el grupo control tuvo una duración de intervención robótica de 45 minutos seguido de 15 minutos de terapia asistido por el terapeuta. | El entrenamiento de miembro superior es indispensable para recuperar la funcionalidad de los brazos debido a que son las que mayor participación tienen en las actividades diarias, por lo existe diferentes tratamientos en la actualidad para quienes tienen secuelas de un accidente cerebrovascular, entre las que destaca la terapia robótica que busca brindar un mejor estilo de vida, a la cual también se le puede acompañar de un tratamiento convencional, por lo que se evidenció que posterior a la semana 12 ya existieron cambios, solo la intervención robótica logró un 3,57% |

| | | | | |
|----|----------------------|---|---|--|
| | | | | mientras que aquellas que es asistida por un fisioterapeuta destacó con el 5,49% en relación al movimiento y al tiempo de ejecución de tareas específicas. |
| 14 | De Luca et al., (36) | N= 28 pacientes Grupo Experimental= 17 pacientes Grupo Control=11 pacientes | El tratamiento en los dos grupos intervenidos se lo realizó en 15 sesiones, solamente 3 veces por semana con una duración de 45 minutos, las cuales se centran en realizar actividades de la vida diaria, pero mediante fases de ejecución, con una duración de 3 minutos y 30 segundos de descanso, cabe destacar que cada sesión se personalizó de acuerdo a las necesidades de los pacientes ya sea clínico o funcional. | La estabilidad dinámica y el control del tronco es importante en el tratamiento de pacientes con accidente cerebrovascular debido a que son indispensables para mantener un buen equilibrio, mediante la intervención robótica se busca la rehabilitación funcional sensoriomotora de las zonas afectadas mediante la movilidad del tronco y también las aceleraciones del movimiento que pueden ser en modo pasivo o activo mediante la programación empleada, posterior al tratamiento se identificó una mejora en el grupo experimental de 2,71% en relación al inicio que fue de 23,65% mientras que el grupo control fue menor con 1,69% en relación al 10,40 de su inicio. |
| 15 | Aprile et al., (37) | N= 224 pacientes Grupo Experimental= 111 pacientes Grupo Control=113 | El tratamiento tuvo una duración de 30 sesiones, las cuales duraron aproximadamente 45 minutos los 5 días de la semana, en los dos grupos se aplicó el mismo tiempo de trabajo y también terapia convencional de miembros | La rehabilitación de miembros superiores mediante la intervención robótica tiene como fin la recuperación sensoriomotora, por lo que complementariamente se aplican test para medir la funcionalidad de la persona como también la dependencia |

| | | | | |
|----|---------------------------|---|--|--|
| | | | inferiores, como también en el equilibrio y la marcha. También existió apoyo de rehabilitación ocupacional y de lenguaje en caso de ser necesario. | de la misma, posterior a ello se aplica el tratamiento que se basa en los movimientos planos pasivos, activos y de asistencia activa enfocados en la articulación del hombro, codo y mano, logrando las tareas motoras y cognitivas mediante una retroalimentación visual y auditiva, debido a que este dispositivo AMADEO es uno de los más completos en el mercado porque posee tratamiento vibratorios, sin embargo los resultados logrados fueron mínimos entre los grupos tratados ya que la diferencia fue de 0,06 a nivel físico y en lo mental 1,8 siendo superior la intervención robótica. |
| 16 | Franceschini et al., (38) | N= 53 pacientes Grupo Intervención= 27 pacientes Grupo Control= 26 pacientes | La intervención en los dos grupos participantes fue de 30 sesiones, los cuales tuvieron un tiempo de duración de 45 minutos, en el equipo de intervención se trabajó los 5 días de la semana durante 6 semanas en tareas que impliquen la movilidad de los hombros y codos, realizando 16 repeticiones sin ninguna asistencia por cada objetivo señalado, seguida de 3 series de 320 repeticiones asistidas. El equipo control también trabajó el mismo tiempo y duración de | La terapia robótica es importante emplearla dentro de los 6 meses post accidente cerebrovascular (ACV) debido a que el objetivo de esta intervención es reducir el deterioro motor y la disfunción conductual, mediante tratamientos intensivos basados en la repetición de los movimientos del miembro superior con todos sus rangos articulares, promoviendo el reaprendizaje motor, por lo que en su análisis se identificó mejorar significativas del 69% en el grupo que tuvo la asistencia |

| | | | | |
|----|------------------------|--|---|---|
| | | | <p>cada sesión, con a diferencia que aquí se empleó terapia tradicional en la extremidad superior con los mismos datos que se realiza en la terapia robótica además de tareas de alcance funcional</p> | <p>robótica, además también se logró identificar un incremento mínimo del tono muscular en en relación al grupo control.</p> |
| 17 | Singh et al., (39) | <p>N= 27 pacientes Grupo Intervención=13 pacientes Grupo control= 14 pacientes</p> | <p>El tratamiento por medio de la terapia robótica fue de 45 minutos en donde se realizó 250 ensayos con un tiempo de 10 segundos, excluyendo factores como descansos y la colocación del equipo, por el contrario, el grupo control realizó terapia convencional por un tiempo de 45 minutos todos los días por 4 semanas consecutivas."</p> | <p>La neuroplasticidad es un factor determinante en la recuperación de pacientes afectados con ACV debido a que es la capacidad biológica de nuestras neuronas, la terapia robótica busca recuperar la funcional de las personas para que vuelvan a ser independientes, es por ello que dentro de este estudio se aplicó escalas como Ashworth Modificada, Fugl-Meyer, y el Índice de Barthel que miden la capacidad funcional, en donde se evidenció limitaciones en las actividades que se ejecutan a diario, los resultados obtenidos en los dos grupos no se evidenció cambios significativos sin embargo en la intervención robótica se halló una mejor excitabilidad cortical</p> |
| 18 | Ambrosini et al., (40) | <p>N= 72 pacientes Grupo Intervención= 36 pacientes Grupo Control= 36</p> | <p>Los dos grupos participantes en la intervención recibieron un tiempo de 90 minutos por cada sesión de tratamiento enfocado en el entrenamiento de brazos el cual se lo realizó 3 veces a la semana</p> | <p>La rehabilitación mediante sistemas robóticos demuestran mejoras en la recuperación de pacientes afectados por accidente cerebrovascular debido a que no solamente se enfoca en el movimiento sino</p> |

| | | | | |
|----|-------------------|---|--|---|
| | | pacientes | por semanas, el grupo de intervención realizó durante 60 minutos terapia convencional avanzada y 30 minutos con el robot RETRAINER, mientras que el grupo control solo fue intervenido con terapia convencional. | también en un sistema sensorial mutipodal que comprende lo visual, lo auditivo y lo propioceptivo que son indispensables para las funciones de nuestro sistema musculoesquelético, con el objetivo de recuperar las funciones y destrezas de los brazos para realizar las actividades con normalidad, esta intervención es personalizada, intensiva y siempre orientado a las tareas que permitan tener una neurorrehabilitación estable, por medio de los ejercicios RETRAINER que son: mano a boca y estiramiento anterior en plano, por lo que se demostró que esta intervención acompañada de estimulación logro en el grupo experimental un 47% de recuperación en relación al otro que obtuvo el 28%, sin embargo hay que destacar que mediante el tratamiento los dos grupos fueron estimulados el músculo bíceps. |
| 19 | Kang et al., (41) | N= 30 pacientes Grupo Intervención=15 pacientes Grupo control= 15 pacientes | Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: Grupo SUBAR: Entrenamiento de la marcha asistido por el robot SUBAR Grupo de Control: Fisioterapia convencional Duración: 10 sesiones de tratamiento, de 30 minutos cada una, durante 3 semanas. | El entrenamiento asistido por SUBAR mejoró ciertos parámetros de la marcha en pacientes con ACV crónico, pero no mostró una superioridad significativa sobre la fisioterapia convencional en la mayoría de los resultados medidos. Además, los pacientes que recibieron entrenamiento por |

| | | | | |
|----|-----------------------|--|---|--|
| | | | Antes y después del tratamiento, se evaluaron la velocidad de la marcha en 10 metros (10MWT), la escala de la categoría de deambulaci3n funcional (FAC), el 3ndice de Motricidad-Lower, la escala modificada de Ashworth (MAS), el tiempo de levantarse y andar (TUG), el 3ndice de movilidad de Rivermead, la escala de equilibrio de Berg (BBS) y el an3lisis de la marcha. | medio del robot mostraron preferencia y una alta satisfacci3n con el entrenamiento de rehabilitaci3n |
| 20 | Inoue et al., (42) | N=57 Pacientes Grupo BEAR=18 pacientes Grupo IBT=19 pacientes Grupo CR= 20 pacientes | Para los tres grupos, se proporcionaron programas convencionales de rehabilitaci3n para pacientes hospitalizados, que inclu3an 60 minutos de terapia f3sica, 60 minutos de terapia ocupacional y del habla y el lenguaje, si estaba indicado, durante hasta 180 minutos por d3a. Adem3s, los pacientes de los grupos BEAR e IBT se sometieron a una sesi3n de entrenamiento adicional de 18 minutos seis veces por semana durante el per3odo de intervenci3n. | La intervenci3n propuesta demuestra mejoras del equilibrio dinámico, la funci3n motora, la independencia funcional y la estabilidad postural en pacientes con accidente cerebrovascular. Hubo disminuci3n en el miedo a caer y la alta satisfacci3n con el entrenamiento refuerzan la viabilidad de implementar este programa en la pr3ctica cl3nica para la rehabilitaci3n de pacientes post-ACV. No se reportaron eventos adversos significativos, lo que sugiere que la intervenci3n es segura y bien tolerada por los pacientes. |
| 21 | Meng et al., (43) | N=187 pacientes Grupo RAGT=62 pacientes Grupo ELLT=64 | Los pacientes que cumplieron los criterios fueron asignados aleatoriamente a los grupos entrenamiento de la marcha asistido por robot (RAGT), terapia | Los pacientes que fueron asistidos por el robot RAGT tuvo mejoras significativamente despu3s de 4 semanas de tratamiento en las diferentes pruebas, en |

| | | | | |
|----|------------------------|---|--|--|
| | | pacientes Grupo Terapias Convencional=61 pacientes | mejorada de miembros inferiores (ELLT)y análisis de la marcha CRT, Todos los grupos fueron entrenados durante 45 minutos cada día, 3 días por semana, durante cuatro semanas consecutivas | comparación con los grupos de intervención, destacando la superioridad en la recuperación de la función motora y el equilibrio en pacientes con ACV agudo. |
| 22 | J. A. Kim et al., (44) | N=30 pacientes Grupo Intervención= 15 pacientes Grupo control=15pacientes | Todos los participantes se sometieron a una sesión de fisioterapia de 30 minutos 10 veces en total en 3 semanas. La fisioterapia del grupo HEXO incluyó ejercicios de las extremidades superiores proporcionados por Hexo-UR30A. Cada programa incluyó 5 minutos de calentamiento, 5 minutos de enfriamiento en cada uno y 20 minutos de entrenamiento principal, que incluía ejercicios de flexión-extensión de hombro, abducción-aducción y rotación interna-rotación externa. | Ambos grupos mostraron mejoras significativas en varias medidas de rehabilitación, y los rangos de movimiento del hombro. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en estas evaluaciones específicas. La evaluación de Barthel no mostró mejoras significativas en ninguno de los grupos, y no hubo cambios significativos en la espasticidad de las extremidades superiores. Los pacientes del grupo HEXO reportaron altos niveles de satisfacción con la rehabilitación. |
| 23 | Yoo et al., (45) | N=17pacientes Grupo Intervención= 9 pacientes Grupo Control= 8 pacientes | A los participantes se les asignó a dos grupos el entrenamiento se sometieron a un programa de 30 minutos por sesión, 3 veces por semana durante 4 semanas el grupo control fue realizado por un fisioterapeuta, consistía en ejercicios individualizados mientras que | El estudio concluye que 4 semanas de RAGT sobre el suelo, combinadas con un programa de rehabilitación convencional, pueden mejorar la independencia al caminar y la calidad de vida en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo. El uso del exoesqueleto robótico mostró |

| | | | | |
|----|------------------------|---|--|--|
| | | | el grupo de intervención los pacientes estaban sujetos a un sistema de suspensión móvil | ser más eficaz en mejorar ciertas funciones motoras y de movilidad en comparación con el entrenamiento convencional. |
| 24 | S. H. Kim et al., (46) | N=36 pacientes Grupo Intervención= 18 pacientes Grupo control=18 pacientes | Esta intervención contó con dos grupos participantes, el grupo control recibió terapia ocupacional convencional que contiene ejercicios para ganar rango articular, movilidad de las extremidades, estiramientos musculares y estimulación sensorial por un tiempo de 60 minutos una sola vez al día, mientras que el grupo de intervención, recibió terapia ocupacional convencional por un tiempo de 30 minutos, posteriormente se empleaba la terapia robótica de mano por fuerza magnética durante los 30 minutos restantes completando el mismo tiempo en las dos intervenciones. | La terapia robótica tridimensional estimulada por medio de una fuerza magnética influye significativamente en la recuperación de la función de la mano, en la independencia de las actividades y en el estilo de vida de las personas con accidente cerebrovascular, porque influye en la plasticidad cerebral y en el sistema sensorial cortical que son aquellas que brindan las funciones sensitivas de todo el cuerpo, la ventaja de esta intervención es que se acompaña de ejercicios como la flexión y la extensión de dedos que buscan obtener la fuerza muscular requerida para su recuperación, además que este dispositivo cuenta con algunas funciones más específicas como el agarre, el estiramiento, la aducción simple, torsión y el tacto, lo que permitió una mejor respuesta en las tareas motrices después de un mes de tratamiento en lo relacionado al tiempo, ya que el grupo de intervención disminuyó de 82 s a 62s mientras que el grupo control resto de 81s a a 68s, en lo |

| | | | | |
|----|-----------------------|---|---|---|
| | | | | relacionado a la ejecución de estas actividades y movimientos. |
| 25 | Zhang et al., (47) | N=36 pacientes Grupo A= 9 pacientes Grupo B= 9 pacientes Grupo C= 9 pacientes Grupo D= 9 pacientes" | Todos los sujetos se sometieron a una combinación de programas convencionales de rehabilitación de accidentes cerebrovasculares y entrenamiento con robots. Los programas de rehabilitación convencionales se realizaron 4 horas/día y 5 días/semana durante 3 semanas. | El estudio demostró que todos los grupos de tratamiento mejoraron en el rango de movimiento de dorsiflexión pasiva (PROM) y activa (AROM), así como en la Evaluación Fugl-Meyer de la extremidad inferior (FMA-LE) después de 3 semanas de entrenamiento. Los pacientes que recibieron 2 sesiones diarias mostraron mayores mejoras en PROM en comparación con aquellos con una sesión diaria. Además, aquellos que recibieron entrenamiento de alta intensidad con 2 sesiones diarias tuvieron mejoras significativas en AROM y FMA-LE en comparación con otros protocolos, sugiriendo que una mayor frecuencia e intensidad en el entrenamiento robótico son más efectivas para mejorar la función motora de la extremidad inferior |

4.2. Discusión

En base a las publicaciones de los autores recopilados en nuestra investigación, se consideró que la terapia robótica en pacientes con ACV, trae consigo beneficios a nivel de la neuroplasticidad y del control motor, los cuales son indispensables para la realización de las actividades de la vida diaria, cuando existe una afectación en aquellas estructuras corporales se van a afectar los demás sistemas de nuestro cuerpo, entre los más comunes el musculoesquelético y el sistema nervioso central que son indispensables para la coordinación, la adaptación y la propiocepción de las personas, la intervención robótica influye positivamente en la motivación y compromiso de los pacientes, dado que mediante sus estímulos visuales se puede obtener una mejor experiencia en el tratamiento, por la retroalimentación que los mismos contienen, siendo diferentes a las terapias convencionales, a causa de que en algún punto de la intervención pueden llegar a convertirse en monótonas y poco atractivas.

Tomiç et al , Villafañe et al, y Calabro et al., concuerdan que la rehabilitación robótica por medio de sus dispositivos de entrenamiento unilateral, bilateral, proximal y distal de las diferentes estructuras del cuerpo humano, ayudan a la alta repetición de movimientos en todos los rangos articulares, con una supervisión mínima y que contienen además juegos de entretenimiento con tareas fáciles y complejas, los cuales van a requerir un mayor compromiso cognitivo para el usuario, lo cual facilita su recuperación. Por otro lado, esta intervención busca reintegrar aquellos movimientos finos y gruesos los cuales son indispensables o requeridos en la ejecución de actividades. Algunos dispositivos trabajan con los movimientos voluntarios en forma de perfeccionamiento, sin embargo, en

aquellos pacientes sin movimiento voluntario se entrena con una trayectoria y con una velocidad ideal que va a lograr una mejor funcionalidad (28,30,34).

Otros autores como Dehem et al, y Zhang et al, mencionan que la terapia robótica goza de tecnología innovadora, la cual puede ser empleada en la mayor parte de enfermedades o lesiones neurológicas, porque permite aplicar teorías de reaprendizaje motor que ayudan a una temprana reincorporación a sus actividades, además tienen un sistema de entrenamiento de flexibilidad y extensibilidad que buscan aliviar la tensión y la rigidez muscular, como también la elasticidad muscular logrando una mejor coordinación neuromuscular (31,47)

Kang C et al y Yoo H et al., destacan que la fisioterapia en pacientes con lesiones neurológicas es un verdadero reto, debido a que existen varias complicaciones en la movilización y ejecución de movimiento de los mismos, ocasionando una carga para los profesionales, además existen otros factores como la estatura y la fuerza que impiden el potencial de recuperación, es por ello que la terapia robótica es una alternativa, porque estos dispositivos cuentan con aquellas adaptaciones necesarias para que el paciente tenga su mayor adaptabilidad, poseen también componentes claves de rehabilitación como el entrenamiento repetitivo, intensivo y tecnológico (41,45)

Singh et al., menciona que la rehabilitación con robots es una terapia innovadora, la cual ha demostrado resultados alentadores en relación a la neurorrehabilitación, sin embargo es muy limitante en la mayor parte de centro privados, públicos e incluso en los mismos hospitales, los cuales no adquieren este tipo de intervención debido al alto costo de adquisición y de mantenimiento de la misma, además los espacios en los que se considere colocar se necesita una adaptación de infraestructura específica, por lo que se debe tomar en cuenta el uso que se le da al dispositivo (39).

Dehem et al., expone que, la intervención robótica puede llegar a sustituir a la terapia convencional, puesto que los tratamientos brindados son prescritos a criterio y estudio del profesional, los cuales no siempre van a tener el mismo punto de vista, porque existen actualizaciones y avances en fisioterapia, los cuales se enfocan en nuevas técnicas o intervenciones, que busquen una mayor participación de los pacientes como por ejemplo los sistemas de entretenimiento que poseen los robots (31).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La terapia robótica en personas con accidente cerebrovascular genera un impacto positivo en la recuperación de las enfermedades neurológicas, debido a que este tipo de intervención es más precisa y personalizada, trayendo consigo beneficios en la salud y la calidad de vida, demostrando una mejor movilidad de las articulaciones para desempeñar sus actividades.

Los ensayos clínicos aleatorizados recopilados han demostrado que la terapia robótica mejora la función motora, la ejecución de movimientos específicos y la neurorrehabilitación, porque esta intervención no solo motiva a los pacientes sino optimiza la calidad y eficacia del tratamiento, siendo más atractiva lo cual genera que el paciente presenta una mejor predisposición.

La evidencia bibliográfica respalda que la terapia robótica no solo complementa las prácticas tradicionales de rehabilitación, sino que también abre nuevas posibilidades para mejorar la accesibilidad y la continuidad del tratamiento, especialmente en áreas donde los recursos humanos son limitados. Con el avance continuo de la tecnología y la investigación, se espera que la terapia robótica juegue un papel cada vez más crucial en la atención médica neurológica, marcando un hito importante en la historia de la rehabilitación neurológica moderna.

5.2. Recomendaciones

En base a la nueva evidencia de los ensayos clínicos se recomienda que los fisioterapeutas mantengan una formación continua para adaptar sus tratamientos a las actualizaciones y avances en su campo, debido a que existen tratamientos innovadores pueden mejorar la eficacia y la aceptación de las terapias en los pacientes especialmente con enfermedades neurológicas. Esto permite una integración y recuperación más efectiva de las funciones afectadas mejorando así la calidad de vida de los pacientes.

Las instituciones de formación en fisioterapia deben incorporar las nuevas intervenciones terapéuticas en sus pensum de estudio, esto permitirá que los futuros profesionales adquieran una perspectiva actualizada y puedan combinar distintas técnicas de manera complementaria para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Los fisioterapeutas deben basar cada tratamiento en una evaluación individualizada, ya que no todos los pacientes responden de la misma manera a un equipo o duración de terapia. Es fundamental considerar las características y necesidades específicas de cada persona para evitar riesgos a su salud. Además, los fisioterapeutas deben actuar siempre con ética y respeto hacia el paciente, creando un ambiente de confianza que favorezca la recuperación y la efectividad del tratamiento.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

Título del taller: Terapia Robótica en la Rehabilitación de Pacientes con Accidente Cerebrovascular: Enfoques Innovadores y Prácticas Aplicadas

Objetivo del taller: Proporcionar a los participantes un entendimiento teórico y práctico sobre el uso de tecnologías robóticas en la rehabilitación de pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular, y cómo estas herramientas pueden mejorar la recuperación funcional en los pacientes.



Dirigido a:

Profesionales de la salud (fisioterapeutas).

Estudiantes de la Facultad de Ciencias de la salud de la Universidad Nacional de Chimborazo interesados en la neurorrehabilitación.

Estudiantes egresados

Duración

2 días

Tema General

Subtemas

Contenido del taller

Introducción a los accidentes cerebrovasculares (ACV):

- Tipos de ACV (isquémico y hemorrágico).
- Efectos neurológicos y físicos del ACV.
- Importancia de la rehabilitación temprana en la recuperación funcional.

Fundamentos de la Terapia Robótica en Rehabilitación:

- Principios de neuroplasticidad y su relación con la robótica.
- Historia y evolución de la terapia robótica en la rehabilitación.
- Tipos de dispositivos robóticos utilizados en la rehabilitación de ACV (exoesqueletos, dispositivos de realidad virtual, interfaces hombre-máquina).

Beneficios de la Terapia Robótica en Pacientes con ACV

- Evidencia científica sobre la efectividad.
- Mejoras en el control motor, fuerza muscular y coordinación.

| | | |
|----------------------------|---|--|
| | Limitaciones y desafíos | <ul style="list-style-type: none"> • Costo y accesibilidad de la tecnología. • Adaptación de los pacientes y personalización de la terapia. • Posibles barreras psicológicas. |
| | Demostración y manejo de dispositivos robóticos | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de diferentes tecnologías robóticas utilizadas en la rehabilitación de extremidades superiores e inferiores. |
| | Discusión de casos clínicos | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de casos reales de pacientes con ACV que han recibido terapia robótica. |
| Metodología | <p>Exposiciones teóricas: Proporcionar a los participantes los conocimientos esenciales sobre el uso de la robótica en la rehabilitación.</p> <p>Demostraciones prácticas: Mostrar el funcionamiento de los dispositivos robóticos.</p> | |
| Recursos necesarios | <ul style="list-style-type: none"> • Proyector para presentaciones teóricas. • Dispositivos robóticos para demostraciones (exoesqueletos, plataformas de rehabilitación asistida, etc.). • Personal especializado en el manejo de tecnologías robóticas. | |
| Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> • Un cuestionario sobre los conceptos teóricos aprendidos. • Retroalimentación en grupo sobre la experiencia del taller. | |

ANEXOS

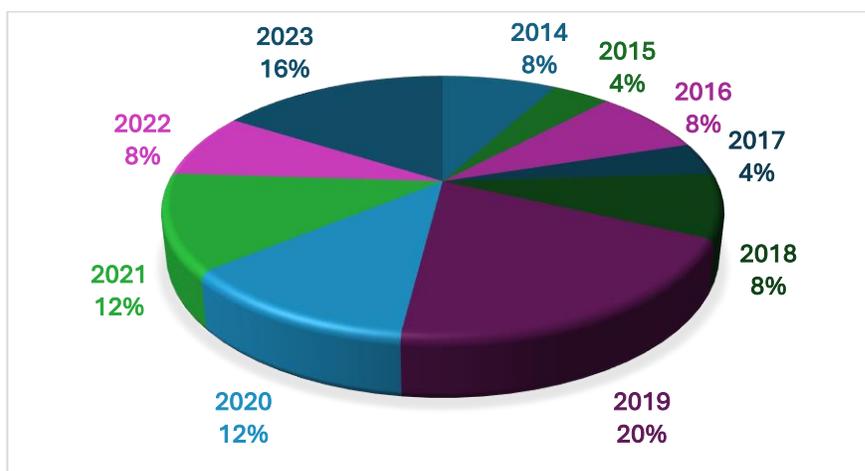


Figura 2. Análisis de artículos científicos según su año de publicación

Interpretación: De los 25 artículos científicos que cumplieron con el criterio de selección publicados dentro del periodo 2014-2024, Se halló que el 8% corresponden al año 2014; el 4% al año 2015; el 8% al año 2016; el 4% al año 2017; el 8% al año 2018; el 20% al año 2019; el 12% al año 2020; el 12% al año 2021; el 8% al año 2022; el 16% al año 2023.

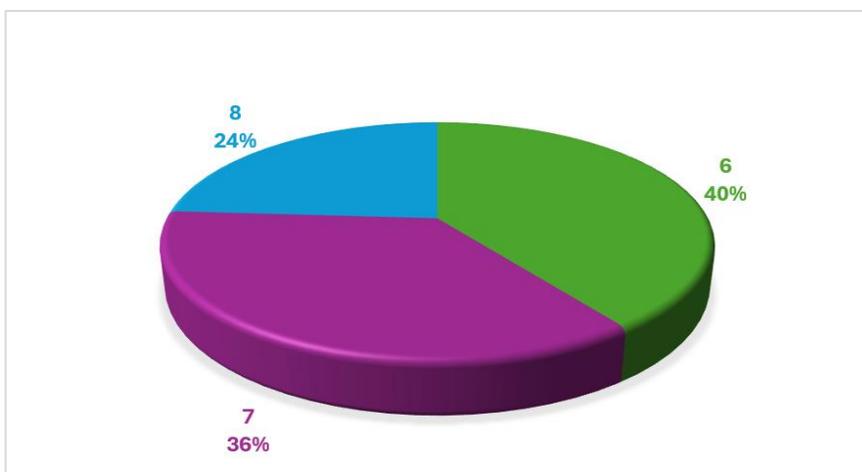


Figura 3. Análisis de artículos científicos valorados en la escala metodológica de PEDro.

Interpretación: Los 25 ensayos clínicos aleatorizados incluidos en el trabajo de investigación fueron valorados mediante la escala metodológica de PEDro, con una

puntuación mayor o igual a 6, por lo que se identificó que el 40% obtuvo una puntuación de 6; el 36% obtuvo una puntuación de 7 y finalmente el 24% una puntuación de 8.

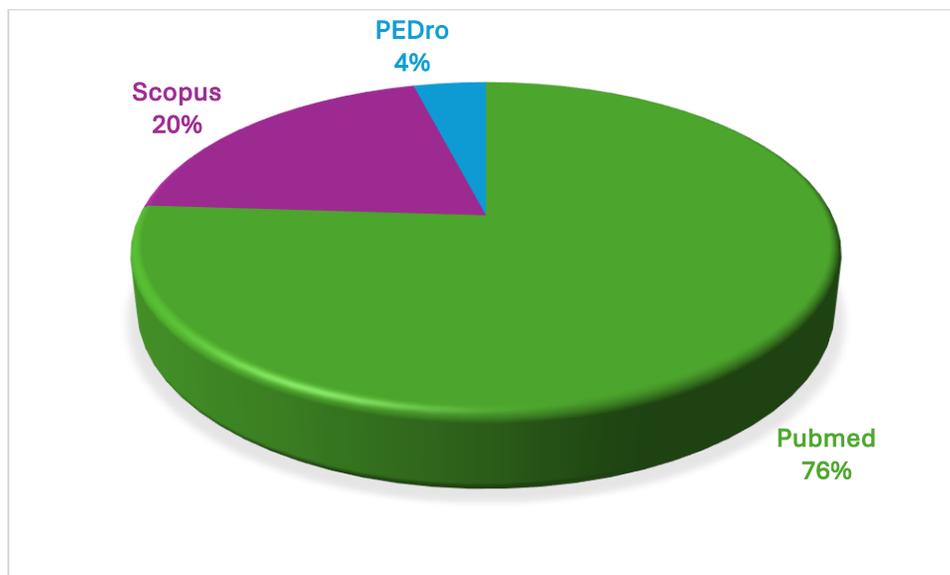


Figura 4. Análisis de artículos científicos según la base de datos.

Interpretación: De las fuentes de datos que se utilizó para la búsqueda de los artículos científicos, se conoce que Pubmed es la base de datos que predominó en la siguiente investigación con el 76%, la base de datos Scopus obtuvo el 20% y PEDro el 4% de los 25 ensayos clínicos aleatorizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ignacia Parada M, Tondreau C, Victoria Covarrubias M, Jesús Varela M, Varela C, Fuentes F, et al. Accidente Cerebrovascular: una alarma que hay que detener a tiempo EDITORES.
2. Sánchez-Silverio V, Abuín-Porras V, Rodríguez-Costa I. Motor learning principles: A review of their applications in stroke rehabilitation. *Revista Ecuatoriana de Neurología*. 2021;29(3):84–91.
3. La Carga de Enfermedades Cardiovasculares. Paho.org. [citado el 26 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedades-cardiovasculares>
4. INEC. Estadísticas Vitales. Gob.ec. [citado el 7 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Poblacion_y_Demografia/Defunciones_Generales_2020/20210610_Principales_resultados_EDG_2020_final.pdf
5. Daniel Moreno-Zambrano C, Moreno-Zambrano D, Santamaría D, Ludeña C, Barco A, Vásquez D, et al. ARTÍCULO ORIGINAL. Vol. 25, *Revista Ecuatoriana de Neurología* 17 Rev. Ecuat. Neurol. 2016.
6. Alessandro L, Olmos LE, Bonamico L, Muzio DM, Ahumada MH, Russo MJ, et al. REHABILITACIÓN MULTIDISCIPLINARIA PARA PACIENTES ADULTOS CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR.
7. Lee KE, Choi M, Jeoung B. Effectiveness of Rehabilitation Exercise in Improving Physical Function of Stroke Patients: A Systematic Review. Vol.

- 19, International Journal of Environmental Research and Public Health. MDPI; 2022.
8. Torriente Herrera N, Sánchez Savignón M. La terapia robótica en la rehabilitación del miembro superior afectado en adultos con enfermedad cerebrovascular [Internet]. Available from: <https://orcid.org/0000-0002-4610-4388>
 9. Pineda Sanabria JP, Tolosa Cubillos JM. Accidente cerebrovascular isquémico de la arteria cerebral media. Revista Repertorio de Medicina y Cirugía. 2022 Mar 31;31(1).
 10. Jorge Berenguer Guarnaluses Argelio Pérez Ramos II I Hospital General Docente LI, Bruno Zayas Alfonso J. ARTÍCULO ORIGINAL Factores de riesgo de los accidentes cerebrovasculares durante un bienio Risk factors of strokes during a biennium. Vol. 20, MEDISAN. 2016.
 11. Ignacia Parada M, Tondreau C, Victoria Covarrubias M, Jesús Varela M, Varela C, Fuentes F, et al. Accidente Cerebrovascular: una alarma que hay que detener a tiempo EDITORES.
 12. Cash. MANUAL DE NEURO PARA FISIOTERAPEUTAS Ed. Médica Panamericana; 1989. PDF. [citado el 7 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/462226159/CASH-neurologia-para-Fisioterapeutas-pdf>
 13. Suppiah R, Kim N, Abidi K, Sharma A. A comprehensive review of motor movement challenges and rehabilitative robotics. Vol. 29, Smart Health. Elsevier B.V.; 2023.

14. Porcelli AM. Inteligencia Artificial y la Robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho Global Estudios sobre Derecho y Justicia*. 2020 Oct 1;6(16):49–105.
15. Rodríguez-Prunotto L, Cano-De La Cuerda R, Cuesta-Gómez A, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F. Terapia robótica para la rehabilitación del miembro superior en patología neurológica. *Rehabilitacion (Madr)*. 2014;48(2):104–28.
16. Newport R, Newport R. The benefits of robot-assisted rehabilitation on the recovery of motor and visuospatial function in individuals recovering from stroke. *Vol. 41, Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2006.
17. Bertani R, Melegari C, De Cola MC, Bramanti A, Bramanti P, Calabrò RS. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Neurological Sciences*. 2017 Sep 1;38(9):1561–9.
18. Gil-Agudo A, del Ama-Espinosa AJ, Lozano-Berrio V, Fernández-López A, Megía García-Carpintero A, Benito-Penalva J, et al. Robot therapy with the H2 exoskeleton for gait rehabilitation in patients with incomplete spinal cord injury. A clinical experience. *Rehabilitacion (Madr)*. 2020 Apr 1;54(2):87–95.
19. Gonzalez A, Garcia L, Kilby J, McNair P. Robotic devices for paediatric rehabilitation: a review of design features. *Vol. 20, BioMedical Engineering Online*. BioMed Central Ltd; 2021.
20. Pavel Loeza Magaña M. Introducción a la rehabilitación robótica para el tratamiento de la enfermedad vascular cerebral: revisión [Internet]. *Vol. 27,*

Rev Mex Med Fis Rehab. 2015. Available from:
www.medigraphic.org.mxhttp://www.medigraphic.com/medicinafisica

21. Iván Alfonso-Mantilla J, Martínez-Santa J. TECNOLOGÍA DE ASISTENCIA: EXOESQUELETOS ROBÓTICOS EN REHABILITACIÓN ASSISTIVE TECHNOLOGY: ROBOTIC EXOSKELETONS IN REHABILITATION. Available from: <http://revistas.iberoamericana.edu.co/>
22. María L, Roa L. Neuroplasticidad y sus implicaciones en la rehabilitación Neuroplasticity and its implications for rehabilitation. Vol. 14. 2012.
23. Masiero S, Armani M, Ferlini G, Rosati G, Rossi A. Randomized trial of a robotic assistive device for the upper extremity during early inpatient stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2014 May 1;28(4):377–86. Disponible de: doi: [10.1177/1545968313513073](https://doi.org/10.1177/1545968313513073)
24. Timmermans AAA, Lemmens RJM, Monfrance M, Geers RPJ, Bakx W, Smeets RJEM, et al. Effects of task-oriented robot training on arm function, activity, and quality of life in chronic stroke patients: A randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2014 Mar 31;11(1). Disponible de: doi: [10.1186/1743-0003-11-45](https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-45)
25. Susanto EA, Tong RKY, Ockenfeld C, Ho NSK. Efficacy of robot-assisted fingers training in chronic stroke survivors: A pilot randomized-controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2015 Apr 25;12(1). Disponible de: doi: [10.1186/s12984-015-0033-5](https://doi.org/10.1186/s12984-015-0033-5)
26. Morone G, Annicchiarico R, Iosa M, Federici A, Paolucci S, Cortés U, et al. Overground walking training with the i-Walker, a robotic servo-assistive device, enhances balance in patients with subacute stroke: A randomized

- controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2016 May 26;13(1). Disponible de: doi: [10.1186/s12984-016-0155-4](https://doi.org/10.1186/s12984-016-0155-4)
27. Orihuela-Espina F, Roldán GF, Sánchez-Villavicencio I, Palafox L, Leder R, Sucar LE, et al. Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *Journal of Hand Therapy.* 2016 Jan 1;29(1):51–7. Disponible de: doi: [10.1016/j.jht.2015.11.006](https://doi.org/10.1016/j.jht.2015.11.006)
28. Tomić TJD, Savić AM, Vidaković AS, Rodić SZ, Isaković MS, Rodríguez-De-Pablo C, et al. ArmAssist robotic system versus matched conventional therapy for poststroke upper limb rehabilitation: A randomized clinical trial. *Biomed Res Int.* 2017;2017. Disponible de: doi: [10.1155/2017/7659893](https://doi.org/10.1155/2017/7659893)
29. Mayr A, Quirbach E, Picelli A, Kofler M, Smania N, Saltuari L. Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory patients with stroke: A single blind randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018 Dec 1;54(6):819–26. Disponible de: doi: [10.23736/S1973-9087.18.04832-3](https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.04832-3)
30. Villafaña JH, Taveggia G, Galeri S, Bissolotti L, Mullè C, Imperio G, et al. Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *Hand.* 2018 Jan 1;13(1):95–102. Disponible de: doi: [10.1177/1558944717692096](https://doi.org/10.1177/1558944717692096)
31. Dehem S, Gilliaux M, Stoquart G, Detrembleur C, Jacquemin G, Palumbo S, et al. Effectiveness of upper-limb robotic-assisted therapy in the early rehabilitation phase after stroke: A single-blind, randomised, controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2019 Sep 1;62(5):313–20. Disponible de: doi: [10.1016/j.rehab.2019.04.002](https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.04.002)

32. Hsu HY, Chiu HY, Kuan TS, Tsai CL, Su FC, Kuo LC. Robotic-assisted therapy with bilateral practice improves task and motor performance in the upper extremities of chronic stroke patients: A randomised controlled trial. *Aust Occup Ther J*. 2019 Oct 1;66(5):637–47. Disponible de: doi: [10.1111/1440-1630.12602](https://doi.org/10.1111/1440-1630.12602)
33. Rodgers H, Bosomworth H, Krebs HI, van Wijck F, Howel D, Wilson N, et al. Robot assisted training for the upper limb after stroke (RATULS): a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet*. 2019 Jul 6;394(10192):51–62. Disponible de: doi: [10.1016/S0140-6736\(19\)31055-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31055-4)
34. Calabrò RS, Accorinti M, Porcari B, Carioti L, Ciatto L, Billeri L, et al. Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke? Encouraging data from a randomised-clinical-trial. *Clinical Neurophysiology*. 2019 May 1;130(5):767–80. Disponible de: doi: [10.1016/j.clinph.2019.02.013](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.02.013)
35. Conroy SS, Wittenberg GF, Krebs HI, Zhan M, Bever CT, Whittall J. Robot-Assisted Arm Training in Chronic Stroke: Addition of Transition-to-Task Practice. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019 Sep 1;33(9):751–61. Disponible de: doi: [10.1177/1545968319862558](https://doi.org/10.1177/1545968319862558)
36. De Luca A, Squeri V, Barone LM, Vernetti Mansin H, Ricci S, Pisu I, et al. Dynamic Stability and Trunk Control Improvements Following Robotic Balance and Core Stability Training in Chronic Stroke Survivors: A Pilot Study. *Front Neurol*. 2020 Jun 17;11. Disponible de: doi: [10.3389/fneur.2020.00494](https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00494)

37. Aprile I, Germanotta M, Cruciani A, Loreti S, Pecchioli C, Cecchi F, et al. Upper Limb Robotic Rehabilitation after Stroke: A Multicenter, Randomized Clinical Trial. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2020 Jan 1;44(1):3–14. Disponible de: doi: [10.1097/NPT.0000000000000295](https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000295)
38. Franceschini M, Mazzoleni S, Goffredo M, Pournajaf S, Galafate D, Criscuolo S, et al. Upper limb robot-assisted rehabilitation versus physical therapy on subacute stroke patients: A follow-up study. *J Bodyw Mov Ther*. 2020 Jan 1;24(1):194–8. Disponible de: doi: [10.1016/j.jbmt.2019.03.016](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.03.016)
39. Singh N, Saini M, Kumar N, Srivastava MVP, Mehndiratta A. Evidence of neuroplasticity with robotic hand exoskeleton for post-stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2021 Dec 1;18(1). Disponible de: doi: [10.1186/s12984-021-00867-7](https://doi.org/10.1186/s12984-021-00867-7)
40. Ambrosini E, Gasperini G, Zajc J, Immick N, Augsten A, Rossini M, et al. A Robotic System with EMG-Triggered Functional Electrical Stimulation for Restoring Arm Functions in Stroke Survivors. *Neurorehabil Neural Repair*. 2021 Apr 1;35(4):334–45. Disponible de: doi: [10.1177/1545968321997769](https://doi.org/10.1177/1545968321997769)
41. Kang CJ, Chun MH, Lee J, Lee JY. Effects of robot (SUBAR)-assisted gait training in patients with chronic stroke Randomized controlled trial. *Medicine (United States)*. 2021 Dec 3;100(48). Disponible de: doi: [10.1097/MD.00000000000027974](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027974)
42. Inoue S, Otaka Y, Kumagai M, Sugawara M, Mori N, Kondo K. Effects of Balance Exercise Assist Robot training for patients with hemiparetic stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2022 Dec 1;19(1). Disponible de: doi: [10.1186/s12984-022-00989-6](https://doi.org/10.1186/s12984-022-00989-6)

43. Meng G, Ma X, Chen P, Xu S, Li M, Zhao Y, et al. Effect of early integrated robot-assisted gait training on motor and balance in patients with acute ischemic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Ther Adv Neurol Disord*. 2022;15. Disponible de: doi: [10.1177/17562864221123195](https://doi.org/10.1177/17562864221123195)
44. Kim JA, Chun MH, Lee A, Ji Y, Jang H, Han C. The effect of training using an upper limb rehabilitation robot (HEXO-UR30A) in chronic stroke patients: A randomized controlled trial. *Medicine (United States)*. 2023 Mar 24;102(12):E33246. Disponible de: doi: [10.1097/MD.00000000000033246](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033246)
45. Yoo HJ, Bae CR, Jeong H, Ko MH, Kang YK, Pyun SB. Clinical efficacy of overground powered exoskeleton for gait training in patients with subacute stroke: A randomized controlled pilot trial. *Medicine (United States)*. 2023 Jan 27;102(4):E32761. Disponible de: doi: [10.1097/MD.00000000000032761](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032761)
46. Kim SH, Ji DM, Hwang IS, Ryu J, Jin S, Kim SA, et al. Three-Dimensional Magnetic Rehabilitation, Robot-Enhanced Hand-Motor Recovery after Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Brain Sci*. 2023 Dec 1;13(12). Disponible de: doi: [10.3390/brainsci13121685](https://doi.org/10.3390/brainsci13121685)
47. Zhang Q, Wang Y, Zhou M, Li D, Yan J, Liu Q, et al. Ankle rehabilitation robot training for stroke patients with foot drop: Optimizing intensity and frequency. *NeuroRehabilitation*. 2023 Dec 22;53(4):567–76. Disponible de: doi: [10.3233/NRE-230173](https://doi.org/10.3233/NRE-230173)