

EFFECTIVIDAD DE LA ROBÓTICA EN TERAPIA OCUPACIONAL PARA RECUPERACIÓN FUNCIONAL DEL MIEMBRO SUPERIOR: REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFFECTIVENESS OF ROBOTICS IN OCCUPATIONAL THERAPY FOR FUNCTIONAL RECOVERY OF THE UPPER LIMB: SYSTEMATIC REVIEW



Marta Pérez Azcona*

Terapeuta Ocupacional. Universidad de Salamanca. España

Correo electrónico de contacto

martaperezazcona@hotmail.com

*persona autora para la correspondencia



Celia Sánchez Gómez

Terapeuta Ocupacional. Doctora por la USAL. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Salamanca. Investigadora Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL). Limcalud, Unidad de daño neurológico y funcional, Salamanca. España. ORCID: 0000-0002-1196-816X.



Eduardo José Fernández Rodríguez

Terapeuta Ocupacional. Doctor por la USAL. Servicio de Oncología Médica Complejo Asistencial Universitario de Salamanca. Profesor de la Universidad de Salamanca. Investigador Área Cáncer. Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL). España. ORCID: 0000-0002-2175-8545.

DeCS Extremidad Superior; Accidente Cerebrovascular; Actividades De La Vida Diaria; Terapia Ocupacional. **Palabras clave** Robótica **MeSH** Upper Extremity; Stroke; Daily Life Activities; Occupational Therapy **Key words** Robotics.

Objetivo: revisar sistemáticamente la evidencia científica actual acerca de la efectividad de la terapia robótica, respecto a la terapia ocupacional convencional, para alcanzar la máxima recuperación funcional de un miembro hemiparético en pacientes que hayan sufrido un accidente cerebrovascular. **Métodos:** La revisión se llevó a cabo en mayo de 2022, siguiendo el protocolo definido de las normas de la declaración PRISMA. La búsqueda se realizó en las bases de datos y archivos electrónicos Pubmed, Cochrane Library, American Journal of Occupational Therapy, Journal of Neuroengineering and Rehabilitation (BMC), Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Wiley Online Library (Australian Journal of Occupational Therapy), SAGE journals, Journal of Neurologic Physical Therapy, International Journal of Stroke. Se seleccionaron 12 estudios de los 1920 registrados. **Resultados:** Los resultados mostraban todavía cierta controversia respecto al uso de dispositivos robóticos, determinando su utilidad para competencias concretas y apostando por su inclusión de manera combinada con la terapia ocupacional convencional. **Conclusión:** diversos estudios recomiendan la rehabilitación combinada de la terapia ocupacional convencional y la terapia robótica para optimizar la funcionalidad e independencia de los pacientes.

Objective: Was to systematically review the current scientific evidence about the effectiveness of robotic therapy, compared to conventional occupational therapy, to achieve maximum functional recovery of a hemiparetic limb in patients who have suffered a cerebrovascular accident. **Methods:** The review was conducted in May 2022, following the defined protocol of the PRISMA statement guidelines. The databases and electronic archives used were Pubmed, Cochrane Library, American Journal of Occupational Therapy, Journal of Neuroengineering and Rehabilitation (BMC), Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Wiley Online Library (Australian Journal of Occupational Therapy), SAGE journals, Journal of Neurologic Physical Therapy, International Journal of Stroke. 12 studies were selected from the 1920 registered. **Results:** The results still showed some controversy regarding the use of robotic devices, determining their usefulness for specific competencies and advocating their inclusion in combination with conventional occupational therapy. **Conclusion:** Several studies recommend the combined rehabilitation of conventional occupational therapy and robotic therapy to optimize patients' functionality and independence.

Texto recibido: 31/10/2022

Texto aceptado: 11/05/2023

Texto publicado: 31/05/2023

Derechos de persona autora



INTRODUCCIÓN

El ictus o accidente cerebrovascular (ACV) es una afección en la que se interrumpe el suministro de sangre al cerebro. Esta falta de flujo sanguíneo conlleva la muerte celular por falta de oxígeno, dañando el cerebro de forma temporal o permanente⁽¹⁾.

Tras el ACV, el cerebro se reorganiza creando nuevas conexiones entre las células cerebrales, permitiendo que el área sana del cerebro sea capaz de asumir las funciones de la parte lesionada. Este fenómeno es conocido como neuroplasticidad y, de manera espontánea, o inducida por la práctica de repetición, permite reaprender las habilidades perdidas como consecuencia de la lesión⁽²⁾.

En lo referente a la rehabilitación física, el terapeuta ocupacional promueve el desempeño independiente en las

actividades de la vida diaria. Desglosa las actividades en tareas y subtareas, para observar y restablecer los patrones de movimientos alterados. De esta manera, las intervenciones se individualizan y adaptan a las características de la persona. Actualmente, la evidencia describe múltiples y heterogéneas técnicas de rehabilitación que pueden ser llevadas a cabo por los y las terapeutas ocupacionales y fisioterapeutas, entre las que destaca el auge de la terapia robótica.

Según datos de la *Sociedad Española de Neurología (SEN)*, cada año 110 000-120 000 personas sufren un accidente cerebrovascular en nuestro país, de los cuales un 50% quedan con secuelas que generan discapacidad o fallecen⁽³⁾. La *Organización Mundial de la Salud (OMS)* describe que es la principal causa de discapacidad a largo plazo entre los 50 millones de supervivientes⁽⁴⁾.

Actualmente más de 330 000 españoles presentan alguna limitación en su capacidad funcional por haber sufrido un accidente cerebrovascular. En España, es la entidad neurológica que mayor número de ingresos hospitalarios genera (el 70% de los ingresos neurológicos) y una de las patologías que requieren de mayor estancia hospitalaria y, consecuentemente, de mayor coste para los sistemas sanitarios (del 3- 6% del gasto total sanitario) y servicios de rehabilitación⁽⁵⁾.

Aproximadamente el 88% de las personas que sufren esta enfermedad tienen déficits motores en el miembro superior, entre los que destacan la hemiparesia o déficit en la movilidad de un hemicuerpo⁽⁶⁾. La afectación cerebral ocasiona un patrón postural patológico en el lado contralateral que se caracteriza por una alteración del tono y una reactividad muscular al estiramiento, bien por hipertonía o por espasticidad⁽⁷⁾. Además, la paresia de las extremidades superiores conlleva un deficiente control motor y una notable afectación en la independencia funcional que, como consecuencia, repercute negativamente en la calidad de vida de los supervivientes⁽⁸⁾. Estas secuelas motoras del miembro superior suponen un impacto negativo en el desempeño y participación en las actividades de la vida diaria, de acuerdo con la *Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud (CIF)*⁽⁶⁾.

El desempeño de actividades de la vida diaria, tanto básicas como instrumentales, requiere de habilidades motrices concretas en las extremidades superiores. Aspectos como los rangos de movimiento de cada articulación, la coordinación bimanual y de la mano con el resto de segmentos corporales, la fuerza, la precisión, la adaptación y el tono muscular, entre otros, deben alcanzar unos valores concretos para ser funcionales.

En los últimos años, el desarrollo tecnológico ha permitido introducir dispositivos robóticos para la rehabilitación en la práctica clínica, consistente en la repetición de movimientos específicos para mejorar los resultados funcionales^(9,10). En particular la recuperación de la función motora del miembro superior tras un accidente cerebrovascular se ha beneficiado del uso de robots basados en exoesqueletos y sistemas de efectores finales, especialmente en la fase aguda y en asociación con la fisioterapia y/o la terapia ocupacional^(8,11).

Un robot terapéutico se puede definir como un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para realizar diferentes tareas de rehabilitación a través de movimientos pre-programados⁽¹²⁾. De manera complementaria, se desarrollan videojuegos interactivos, conocidos como exergames, cuyo objetivo es promover que la actividad física que se realice sea gratificante^(13,14). La utilización de dispositivos robóticos en el proceso de rehabilitación puede motivar al usuario, reducir los nuevos requisitos de aprendizaje motor, facilitar los procesos de evaluación objetiva y ayudar a la mejor aceptación y adherencia al tratamiento⁽⁷⁾.

En el diseño de los dispositivos robóticos para miembro superior podemos encontrar desde exoesqueletos hasta efectores finales, configurables en la asistencia y resistencia que deseamos para cada movimiento^(9,15).

En cuanto a su utilización, pueden destinarse a facilitar la amplitud de movimiento pasivo, mantener la amplitud y flexibilidad, reducir temporalmente la hipertonía, proporcionar resistencia durante el movimiento pasivo e incluso proporcionar asistencia durante los movimientos activos cuando un paciente no puede completar un movimiento de manera independiente^(9,16).

Objetivos

En esta revisión sistemática pretendemos determinar si los dispositivos robóticos son más efectivos que las técnicas convencionales de terapia ocupacional para alcanzar la máxima recuperación y funcionalidad del miembro superior en pacientes que hayan sufrido un ACV, de manera que puedan desempeñar sus actividades de la vida diaria de forma independiente.

MÉTODO

Diseño

La presente revisión sistemática fue realizada mediante el protocolo definido basado en las normas de la declaración *PRISMA* y en base a la evidencia científica disponible en los últimos 5 años, entre 2017 y mayo de 2022, respecto al uso de la terapia robótica en pacientes con afectación del miembro superior tras sufrir un accidente cerebrovascular.

Criterios de selección

Para la selección de estudios destacamos los siguientes criterios de inclusión: 1) artículos en cualquier idioma; 2) publicaciones de los últimos 5 años (2017-2022); 3) sujetos de población adulta; 4) intervención en miembros superiores únicamente; 5) afectación por accidente cerebrovascular; 6) esfera de la neurorrehabilitación; 7) utilización de dispositivos robóticos.

Los criterios de exclusión que aplicamos para la revisión fueron: 1) publicaciones previas a 2017; 2) sujetos de población infantil; 3) lesión de origen neurológico que no sea originada por un accidente cerebrovascular; 4) estudios de telerrehabilitación; 5) áreas de intervención diferente a la neurorrehabilitación; 6) intervención en miembro inferior.

Estrategias de búsqueda

La búsqueda la realizamos en las siguientes bases de datos y archivos electrónicos: *Pubmed*, *Cochrane Library*, *American Journal of Occupational Therapy*, *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation (BMC)*, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *Wiley Online Library (Australian Journal of Occupational Therapy)*, *SAGE journals*, *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *International Journal of Stroke*. La última búsqueda se realizó con fecha de 4 de mayo de 2022 y, mediante la lectura de los estudios seleccionados, se añadieron dos artículos adicionales, los cuales resultaron de interés para la revisión y cumplían con los criterios de inclusión y exclusión establecidos para nuestro estudio.

El idioma que empleamos para la búsqueda fue el inglés y utilizamos los términos MeSH y no MeSH «*Arm End Effectors*», «*Arm Exoskeletons*», «*Hand End Effectors*», «*Hand Exoskeletons*», «*Upper Limb*», «*Stroke*», «*Robotic Devices*», «*Robotic Interventions*», «*Robotic Rehabilitation*», «*Task-specific Training*», «*Conventional Therapy*», «*Occupational Therapy*», «*Daily Live Activities*», «*Functional Recovery*», los cuales combinamos y adaptamos a la ecuación de cada base de datos mediante los operadores booleanos (AND, OR). De manera adicional, en las primeras búsquedas utilizamos los términos MeSH y no MeSH «*Cerebral Injury*», «*Virtual Reality*», «*Hemiparesis*», y «*Hemiplegia*», los cuales excluimos al no obtener resultados de interés para nuestra revisión.

Para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios incluidos, realizamos una valoración crítica de los resultados, de forma organizada y estructurada, utilizando una Herramienta de Valoración Crítica (Critical Appraisal Tool). Mediante esta lista de verificación CAT comparamos la calidad metodológica de los estudios encontrados, asegurando la uniformidad entre el análisis de los diferentes estudios encontrados y, por lo tanto, la máxima objetividad en el análisis de los mismos.

Sin embargo, para esta búsqueda no dispusimos de ningún protocolo ni registro de revisión al que se pueda acceder. Tampoco definimos las medidas de resumen, al no especificar la razón de riesgos o la diferencia de medias.

Participantes

Para la presente revisión sistemática nos interesamos en la población adulta de rango de edad variable que presentara una afectación en miembros superiores como consecuencia de un ACV. En el estudio se consideraron pacientes de ambos sexos con patología neurológica en fase tanto aguda como subaguda o crónica. En los 12 artículos analizados, contemplamos los resultados de un total de 2301 participantes.

Intervención

Centramos la atención en la rehabilitación con dispositivos robóticos para la recuperación funcional del miembro superior afecto tras un accidente cerebrovascular. En los estudios analizados, este tipo de intervención sustituía o complementaba las sesiones de terapia ocupacional convencional. Los dispositivos robóticos contemplados proporcionaban resistencia y asistencia tanto pasiva como activa al participante.

Describimos desde dispositivos específicos de mano hasta aquellos para la totalidad del miembro, diferenciando igualmente los exoesqueletos de los efectores finales.

Comparación

Los dispositivos robóticos proporcionan una precisión a la intervención que, para el ser humano, es difícil de alcanzar. Sin embargo, características propias de la terapia ocupacional convencional como realizar actividades con un fin o que éstas sean significativas para el paciente ofrecen, con frecuencia, mejores resultados. Con esta revisión buscábamos determinar los beneficios de cada técnica y disipar la controversia que crea el desarrollo tecnológico ante la práctica convencional.

RESULTADOS

En la revisión sistemática incluimos 12 estudios tras un detallado proceso de selección. Todos ellos comparaban la efectividad de la rehabilitación mediante dispositivos robóticos con la rehabilitación propuesta por un servicio de terapia ocupacional convencional.

Ponemos en evidencia diversos tipos de dispositivos robóticos, pudiendo clasificarlos en exoesqueletos y en efectores finales, además de diferenciar su uso para (a) la totalidad del miembro superior con dispositivos como el Armeo; (b) la recuperación más proximal con robots como Kinarm; o (c) la recuperación más específica de la mano con el efector final Amadeo o Fourier M2.

El diagrama de flujo muestra el proceso de selección de estudios que desarrollamos para la revisión propuesta (ver figura 1). La estrategia de búsqueda utilizada en las bases de datos electrónicas y otras fuentes proporcionó un registro inicial de 1920 artículos. De estos registros o citas iniciales identificados en la búsqueda, seleccionamos sólo 348 artículos para cribarlos por su título, incluyendo 83 artículos en base a los criterios de inclusión establecidos. Durante el análisis superficial de estos 83 artículos, incluimos 2 estudios adicionales que cumplían con los parámetros de inclusión y exclusión de nuestra revisión y no habían sido obtenidos mediante la búsqueda inicial en la base de datos electrónica. Realizamos un último cribado, donde incluimos 15 artículos por la descripción de su abstract, excluyendo aquellos duplicados o que no se ajustaran a las características de la revisión sistemática propuesta. Por último, tras la lectura integral de los artículos, excluimos 3, concluyendo con un total de 12 estudios para su análisis a texto completo en la presente revisión sistemática.

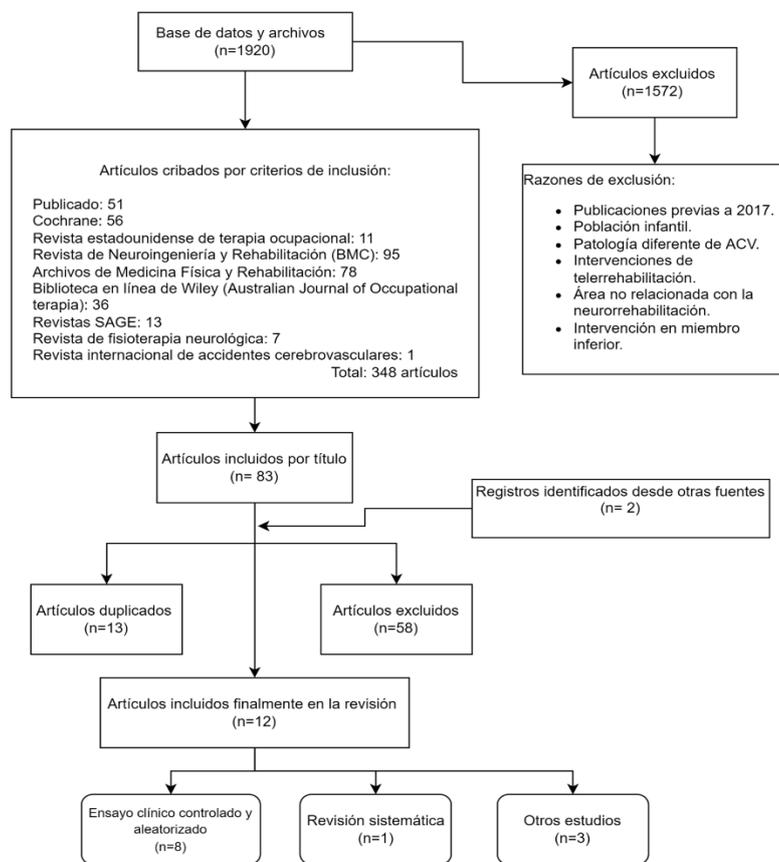


Figura 1 Diagrama de flujo sobre la estrategia de búsqueda y proceso de selección de estudios. Nota: Elaboración propia.

En la tabla 1 exponemos las características de los estudios analizados, detallando el año y lugar de publicación, la muestra, la población y las intervenciones y comparaciones llevadas a cabo. En la tabla 2, se expone el tipo de estudio, los parámetros evaluados en función de las herramientas de valoración empleadas, los resultados, los dispositivos robóticos utilizados y el periodo de seguimiento de los estudios seleccionados.

Con la presente revisión pretendemos analizar la recuperación funcional del miembro superior y la independencia funcional alcanzada en las actividades de la vida diaria en pacientes que han sufrido un ACV. El

interés es conocer qué técnica resulta más efectiva para lograr estos objetivos, por lo que se analizarán con mayor detenimiento los resultados significativos de parámetros como el Índice de Barthel (BI o mBI), la Medida de Independencia Funcional (FIM), el Fugl-Meyer Assessment (FMA), el Action Research Arm Test (ARAT), la calidad de vida autopercebida y el Motor Activity Log (MAL-AOU y MAL-QOM).

En algunos estudios se establece que la terapia robótica tiene beneficios frente a la terapia ocupacional convencional^(7,17-21). Por un lado, se muestra que la terapia robótica permite practicar ejercicios personalizados y orientados a la tarea mediante un entrenamiento intensivo y activo, proporcionando, además, una retroalimentación multisensorial.

Por otro lado, la técnica robótica se caracteriza por favorecer la precisión de movimientos, mejorando la coordinación de músculos agonistas y antagonistas y reduciendo así el tiempo de ejecución de las tareas funcionales⁽²²⁾. Uno de los estudios muestra que el grupo que recibió terapia robótica también destacó una mejora significativamente mayor en la función de las extremidades superiores, particularmente la parte distal de la mano, según evidenciaron las puntuaciones de la FMA.

Además, la retroalimentación audiovisual del dispositivo robótico, su capacidad para promover la participación activa en el ejercicio mediante la motivación y la opción de graduar la dificultad e intensidad del ejercicio, son aspectos que favorecen la confianza del paciente y mejoran así la calidad del movimiento.

De manera adicional, el robot Rejoyce permitió a los participantes desempeñar un entrenamiento intensivo y repetitivo, beneficiando la amplitud del rango de movimientos de miembro superior, favoreciendo así la independencia en AVDB. También se evidencian notables mejoras mediante la herramienta de evaluación FIM y se destaca la precisión del movimiento en numerosos de los estudios.

Otra revisión sistemática evidencia los beneficios que pueden aportar las terapias robóticas al uso funcional de miembro superior, el dolor, la capacidad sensoriomotora, la espasticidad, los procesos cognitivos o la neuroplasticidad⁽⁷⁾. Esta técnica supone una terapia segura y con mejoras tanto motoras como de las capacidades cognitivas de los pacientes con accidente cerebrovascular.

Sin embargo, ciertos estudios afirman no detectar diferencias significativas entre los resultados de ambas técnicas⁽²²⁻²⁵⁾. Según uno de ellos, los participantes mejoraron significativamente su rendimiento en las extremidades superiores después de la intervención asistida por robot y la intervención orientada a la tarea, careciendo de diferencia significativa entre las dos intervenciones.

Respecto a la valoración de las AVD, ponemos en evidencia otro estudio cuyos resultados obtenidos mediante el Índice de Barthel no presentaron significación estadística entre el grupo experimental (terapia robótica) y el grupo control (terapia ocupacional convencional)⁽²⁵⁾. Otros apoyan que los resultados obtenidos tanto con la terapia robótica como con la terapia ocupacional convencional evidencian, de manera equivalente, una mejora de la función del miembro superior en personas con accidente cerebrovascular⁽²³⁾.

Por otro lado, describimos ciertos artículos, los cuales determinan que la terapia robótica no es la opción más pertinente para la recuperación de la independencia funcional con el miembro superior afecto tras un ACV^(7,17,22,24). Se confirma la limitación de los participantes para transferir las mejoras funcionales del entrenamiento asistido por robot al rendimiento de las AVD y se destaca en los pacientes que reciben una terapia asistida por dispositivos robóticos, una carente inclusión del miembro superior afecto.

De la misma manera, uno de los estudios expone que los participantes en el entrenamiento asistido por dispositivos robóticos también obtuvieron peores resultados en los parámetros relativos a las AVD que aquellos del entrenamiento de terapia ocupacional convencional; siendo además más costoso⁽²⁴⁾. En cuanto a los datos recogidos en la revisión sistemática analizada, la evidencia para determinar efectos significativos de la terapia robótica para el desempeño de AVD resulta insuficiente o inexistente⁽⁷⁾.

Por último, en la presente revisión se han incluido estudios en los que se combinan la técnica robótica y la convencional de terapia ocupacional, proporcionando resultados significativamente positivos para la recuperación motora y los parámetros necesarios para las AVD^(21,26,27). Destacan los resultados que afirman que la combinación de ambas técnicas mejora la función de la extremidad superior y la capacidad de realizar las AVD de manera independiente, en comparación con los resultados mostrados en la terapia ocupacional convencional sola⁽²¹⁾. Esta misma evidencia, aunque sin valores numéricos, se describe en otro estudio,

demonstrando la eficacia de los dispositivos robóticos y la terapia ocupacional como intervención combinada⁽²⁶⁾

DISCUSIÓN

En la presente revisión sistemática buscábamos determinar la efectividad de la terapia robótica respecto a la terapia ocupacional convencional en términos de recuperación y funcionalidad de un miembro superior hemiparético, para la independencia de los pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular en las actividades de la vida diaria.

Actualmente, numerosas clínicas en el mundo emplean recursos tecnológicos tanto como método evaluador como para sus intervenciones⁽²⁸⁾. Los dispositivos robóticos se observan, cada vez con mayor frecuencia, en el ámbito de la rehabilitación, donde se proponen terapias asistidas por robot para la recuperación de la funcionalidad en extremidades tras una patología de origen neurológico.

La búsqueda de una terapia que permita recuperar la máxima independencia funcional se convierte en todo un reto y una prioridad para los y las profesionales de la rehabilitación, debido al pronóstico incierto de evolución según el paciente⁽²⁹⁾. La revisión sistemática publicada en 2018, ya exponía la necesidad de realizar investigaciones adicionales para analizar la efectividad de la tecnología para la mejora funcional en las AVD; en este caso, orientadas a la telerrehabilitación o la rehabilitación física a distancia para pacientes con ACV⁽³⁰⁾.

Por otro lado, otros estudios han sido descritos en los que se evidencia una mejora significativa de las puntuaciones de las AVD, basándose en el entrenamiento electromecánico y asistido por el robot de brazo; siendo ésta una referencia a una revisión sistemática realizada en 2018 de la base de datos electrónica Cochrane, donde se seleccionaron 45 ensayos con un total de 1619 participantes⁽²⁴⁾.

La presente revisión sistemática propone resultados variados. Se detectan beneficios tales como la precisión al movimiento, la graduación e intensidad del entrenamiento y la mejora, no solo las funciones motoras, sino también las capacidades cognitivas en pacientes con accidente cerebrovascular⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. Sin embargo, si nos interesamos por los resultados estadísticos en relación a su efectividad en la recuperación funcional e independencia en actividades de la vida diaria, la evidencia muestra mayor controversia.

Ciertos estudios revelan una mejora en la independencia funcional de AVD, como consecuencia de la participación activa y motivación por el entrenamiento robótico, además de su intensidad y repetición⁽²¹⁾. Los presentes factores, junto con la amplitud de rango de movimiento, la calidad de éste y la confianza del paciente en sí mismo, son requisitos que favorecen la independencia funcional en AVD.

Por lo contrario, otros estudios sugieren que la terapia robótica no resulta efectiva para la independencia funcional de las AVD. Algunos participantes no desarrollaron espontaneidad con el miembro superior afecto, presentando dificultades para incluirlo en las AVD. También se trata de una técnica que no aporta las habilidades necesarias para alcanzar la independencia en AVD, como son la transferencia de los movimientos aprendidos a entornos reales.

En definitiva, considerando que en gran parte de los estudios seleccionados no se evidencian diferencias estadísticamente significativas en la independencia funcional para las AVD entre los pacientes que reciben terapia ocupacional convencional y terapia asistida por robot, se contempla la opción de combinar ambas técnicas⁽²²⁻²⁵⁾. De esta manera, la intervención con dispositivos robóticos promueve la funcionalidad del miembro superior afecto con calidad y precisión y, la terapia ocupacional, favorece la transferencia de los movimientos aprendidos a las actividades cotidianas. Destacamos estudios que apoyan esta manera de intervenir y otros que proponen que el entrenamiento con dispositivos robóticos no supere la duración de 30 minutos diarios, para evitar así la fatiga del paciente^(18,21,26,27).

Limitaciones del estudio

No obstante, los estudios seleccionados para la presente revisión sistemática contemplan ciertos riesgos de sesgo en sus resultados debido, principalmente, a limitaciones como la duración del estudio o el tamaño de la muestra. Por un lado, algunos proponen que las intervenciones se extiendan en un periodo corto de tiempo^(18,25,27). No obstante, otros estudios afirman que una duración prolongada o la repetición de evaluaciones puede promover el abandono de los participantes, reduciendo así el tamaño de la muestra y desequilibrando el número de participantes por grupo. Lo que si es cierto, y es evidente, es que nos



encontramos ante intervenciones clínicas que generalmente deben dar respuesta a demandas absolutamente individuales. En investigación clínica, el principal sesgo a estudio, desde nuestro punto de vista radica en esa individualización en las intervenciones. Los usuarios a los que se trata son personas y tienen sus características individuales, de ahí entendemos la variabilidad en la formulación de los diferentes tipos de intervenciones. No obstante, atendiendo a la práctica basada en la evidencia creemos que en estudios futuros se debe poner especial énfasis en la unificación de criterios que permitan establecer protocolos clínicos lo más adecuados posibles.

Por otro lado, con frecuencia se pone en evidencia la necesidad de muestras de mayor tamaño. Además, la carencia de seguimiento a medio y largo plazo para contemplar los resultados que puedan proporcionar las intervenciones realizadas, resulta una limitación considerable a la hora de determinar la eficacia de una técnica.

De manera adicional, la principal limitación en estudios que comprenden intervenciones con pacientes reside en las diferencias entre los participantes. Se debe tener en cuenta que se analizan personas con edades diferentes y con características diversas en el miembro superior afecto respecto a la espasticidad y la fase de Brunstrom en la que se encuentre. Por consiguiente, no todos los dispositivos robóticos analizados en los estudios serán apropiados para los participantes seleccionados, ni describirán la misma eficacia en cada uno. Además, resulta inevitable no adaptar e individualizar al paciente cada intervención, tarea o movimiento ejecutado con el dispositivo robótico, por lo que se originará igualmente controversia entre los resultados de un mismo grupo.

Respecto a la eficacia del entrenamiento asistido por robot, dependerá de las características del dispositivo, es decir, el grado de apoyo y movimiento que ejecute, la finalidad con la que se utilice o la adherencia que pueda producir en el tratamiento del participante. En cuanto a la evidencia significativa de los resultados dependerá, en gran medida, de la herramienta de evaluación empleada, considerando que las escalas para la independencia funcional utilizadas (BI, FIM) proporcionan, en numerosas ocasiones, resultados poco detallados.

Líneas futuras de investigación

En futuras investigaciones deberían realizarse planteamientos e investigaciones más exhaustivas para proporcionar una base sólida sobre los beneficios de la terapia ocupacional en el contexto de la atención primaria.

Aplicabilidad práctica

Esta revisión sistemática pone sobre manifiesto que cada técnica puede ser beneficiosa para ciertos componentes específicos, todos ellos necesarios para alcanzar la independencia de AVD. En el caso de la terapia robótica, aporta al movimiento cualidades como la precisión, la calidad, la amplitud de su rango o el ajuste a las necesidades motoras y sensitivas del paciente, además de retroalimentar al usuario durante el entrenamiento. Estos factores son de gran relevancia para ejecutar las actividades de la vida diaria correctamente, ya que son tareas que requieren de repetición, adaptación y patrones de movimiento en diferentes ángulos.

Por otro lado, la terapia ocupacional convencional puede favorecer otros aspectos fundamentales para la independencia funcional como la inclusión del miembro afecto, al proponer tareas bimanuales o facilitar la transferencia a entornos reales al emplear actividades significativas y con propósito.

Por este motivo, resulta interesante combinar ambas técnicas, proponiendo al paciente una intervención lo más completa, adaptada y satisfactoria posible.

CONCLUSIONES

En definitiva, la contradicción del uso de la técnica robótica o la terapia ocupacional convencional para la independencia funcional de pacientes con afectación hemiparética en miembro superior tras accidente cerebrovascular perdura en la actualidad. En efecto, múltiples factores deben ser tenidos en cuenta para obtener una evidencia significativa adecuada. No obstante, diversos estudios coinciden al recomendar la rehabilitación combinada de la terapia ocupacional convencional y la terapia robótica.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación no obtuvo ningún tipo de financiación para su realización y los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses. Agradecer la implicación y el compromiso de Celia Sánchez Gómez y Eduardo José Fernández Rodríguez, coautores del artículo. En esta revisión no hubo conflicto de intereses ni soporte financiero.

DECLARACIÓN DE LA AUTORÍA

M.P. como autora del trabajo, realizó la revisión, el análisis de los artículos y la redacción del artículo. C.S. y E.F. realizaron la supervisión de la revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Learn about stroke [Internet]. World Stroke Organization. [citado 11 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.world-stroke.org/world-stroke-day-campaign/why-stroke-matters/learn-about-stroke>
2. La neuroplasticidad y su rol en la recuperación post ictus Dacer centro de neurorrehabilitación y daño cerebral [Internet]. Dacer centro de neurorrehabilitación y daño cerebral. 2020 [citado 11 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.dacer.org/la-neuroplasticidad-y-su-rol-en-la-recuperacion-post-ictus/>
3. Ictus y Enfermedad Cerebro-Vascular [Internet]. [citado 11 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.neurodidacta.es/cursos/blogs/cerebrovascular>
4. World Stroke Organization [Internet]. NCD Alliance. 2018 [citado 11 de junio de 2022]. Disponible en: <https://ncdalliance.org/world-stroke-organization-0>
5. Link223.pdf [Internet]. [citado 11 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.sen.es/saladeprensa/pdf/Link223.pdf>
6. Jiménez Buñuales Ma T, González Diego P, Martín Moreno JMa. La clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud (CIF) 2001. Rev Esp Salud Pública. agosto de 2002;76(4):271-9.
7. Serrano-Lopez-Terradas PA, Seco-Rubio R. Effectiveness of robotic therapy in the proximal and distal rehabilitation of the upper limb in patients after stroke using the Amadeo® and Armeo® devices: a systematic review of randomized clinical trials (Efectividad de la terapia robótica en la rehabilitación proximal y distal del miembro superior en personas tras un ictus con los dispositivos Amadeo® y Armeo®: una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados). Stud Psychol. 2 de enero de 2022;43(1):132-78.
8. Wattchow KA, McDonnell MN, Hillier SL. Rehabilitation Interventions for Upper Limb Function in the First Four Weeks Following Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Evidence. Arch Phys Med Rehabil. febrero de 2018;99(2):367-82.
9. Saikaley M, Pauli G, Iruthayarajah J, Mirkowski M, Iliescu A, Caughlin S, et al. UPPER EXTREMITY MOTOR REHABILITATION INTERVENTIONS. :366.
10. Hsieh Y wei, Wu C yi, Liao W wen, Lin K chung, Wu K yuh, Lee C yi. Effects of Treatment Intensity in Upper Limb Robot-Assisted Therapy for Chronic Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial. Neurorehabil Neural Repair. julio de 2011;25(6):503-11.
11. Hu L, Liu G. Effects of early rehabilitation nursing on neurological functions and quality of life of patients with ischemic stroke hemiplegia.
12. Robertson JVG, Roche N, Roby-Brami A. Influence of the side of brain damage on postural upper-limb control including the scapula in stroke patients. Exp Brain Res. abril de 2012;218(1):141-55.
13. Muñoz JE, Villada JF, Trujillo JCG. Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física.
14. Henrique PPB, Colussi EL, De Marchi ACB. Effects of Exergame on Patients' Balance and Upper Limb Motor Function after Stroke: A Randomized Controlled Trial. J Stroke Cerebrovasc Dis. agosto de 2019;28(8):2351-7.
15. Hsieh Y wei, Lin K chung, Wu C yi, Shih T yu, Li M wei, Chen C ling. Comparison of proximal versus distal upper-limb robotic rehabilitation on motor performance after stroke: a cluster controlled trial. Sci Rep. 1 de febrero de 2018;8(1):2091.
16. Germanotta M, Cruciani A, Pecchioli C, Loreti S, Spedicato A, Meotti M, et al. Reliability, validity and discriminant ability of the instrumental indices provided by a novel planar robotic device for upper limb rehabilitation. J NeuroEngineering Rehabil. diciembre de 2018;15(1):39.
17. 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. abril de 2021;35(4):334-45.
18. Daunoraviciene K, Adomaviciene A, Grigonyte A, Griškevičius J, Juocevicius A. Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients. Griškevičius. J, editor. Technol Health



- Care. 20 de junio de 2018;26:533-42.
19. Frisoli A, Barsotti M, Sotgiu E, Lamola G, Procopio C, Chisari C. A randomized clinical control study on the efficacy of three-dimensional upper limb robotic exoskeleton training in chronic stroke. *J NeuroEngineering Rehabil.* diciembre de 2022;19(1):14.
 20. Keeling AB, Piitz M, Semrau JA, Hill MD, Scott SH, Dukelow SP. Robot enhanced stroke therapy optimizes rehabilitation (RESTORE): a pilot study. *J NeuroEngineering Rehabil.* diciembre de 2021;18(1):10.
 21. Lee MJ, Lee JH, Lee SM. Effects of robot-assisted therapy on upper extremity function and activities of daily living in hemiplegic patients: A single-blinded, randomized, controlled trial. *Technol Health Care.* 27 de septiembre de 2018;26(4):659-66.
 22. Chen YW, Chiang WC, Chang CL, Lo SM, Wu CY. Comparative effects of EMG-driven robot-assisted therapy versus task-oriented training on motor and daily function in patients with stroke: a randomized cross-over trial. *J NeuroEngineering Rehabil.* diciembre de 2022;19(1):6.
 23. 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. *J Neurol Phys Ther.* enero de 2020;44(1):3-14.
 24. 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.* julio de 2019;394(10192):51-62.
 25. Xu Q, Li C, Pan Y, Li W, Jia T, Li Z, et al. Impact of smart force feedback rehabilitation robot training on upper limb motor function in the subacute stage of stroke. *NeuroRehabilitation.* 24 de septiembre de 2020;47(2):209-15.
 26. Chinembiri B, Ming Z, Kai S, Xiu Fang Z, Wei C. The fourier M2 robotic machine combined with occupational therapy on post-stroke upper limb function and independence-related quality of life: A randomized clinical trial. *Top Stroke Rehabil.* 2 de enero de 2021;28(1):1-18.
 27. Iwamoto Y, Imura T, Suzukawa T, Fukuyama H, Ishii T, Taki S, et al. Combination of Exoskeletal Upper Limb Robot and Occupational Therapy Improve Activities of Daily Living Function in Acute Stroke Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* julio de 2019;28(7):2018-25.
 28. Gassert R, Dietz V. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *J NeuroEngineering Rehabil.* diciembre de 2018;15(1):46.
 29. Pollock A, St George B, Fenton M, Firkins L. Top 10 Research Priorities Relating to Life after Stroke – Consensus from Stroke Survivors, Caregivers, and Health Professionals. *Int J Stroke.* abril de 2014;9(3):313-20.
 30. Rintala A, Päivärinne V, Hakala S, Paltamaa J, Heinonen A, Karvanen J, et al. Effectiveness of Technology-Based Distance Physical Rehabilitation Interventions for Improving Physical Functioning in Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Arch Phys Med Rehabil.* julio de 2019;100(7):1339-58.

Tabla 1 Análisis de la información de los estudios seleccionados.

Autor y año	Lugar	Población	Muestra	Intervención	Comparación
Frisoli et al., ⁽¹²⁾	Italia	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase crónica de evolución (más de 7 meses desde ACV).	26	Grupo experimental que recibe 45 minutos de entrenamiento asistido por robot. 3 días a la semana durante 6 semanas.	Grupo control que recibe 45 minutos de terapia ocupacional convencional. 3 días a la semana durante 6 semanas.
Ambrosini et al., ⁽¹⁰⁾	Italia	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase subaguda y crónica (de 2 semanas a 9 meses de evolución).	72	Grupo experimental que recibe 30 minutos de entrenamiento asistido por robot y 60 minutos de terapia ocupacional convencional. 3 días a la semana durante 9 semanas.	Grupo control que recibe 90 minutos de terapia ocupacional convencional. 3 días a la semana durante 9 semanas.
Iwamoto et al., ⁽²⁰⁾	Japón	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase aguda de evolución.	30	Grupo experimental que recibe 40 minutos de terapia ocupacional convencional y 40 de entrenamiento asistido por robot (A) alternamente con 80 minutos de terapia ocupacional (B): A-B-A-B. 5 días durante 4 semanas.	Grupo control que recibe 80 minutos de terapia ocupacional convencional (B), alternamente con 40 minutos de terapia ocupacional convencional y 40 de entrenamiento asistido por robot (A): B-A-B-A. 5 días durante 4 semanas.

Chen et al., ⁽¹⁵⁾	Taiwan	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase crónica de evolución.	24	Grupo experimental que recibe primero 12 sesiones (3 por semana) de entrenamiento asistido por robot y, al cabo de 4 semanas de tratamiento, recibe 12 sesiones de terapia ocupacional convencional.	Grupo control que recibe primero 12 sesiones (3 por semana) de terapia ocupacional convencional y, al cabo de 4 semanas de tratamiento, recibe 12 sesiones de entrenamiento asistido por robot.
Serrano-Lopez-Terradas & Seco-Rubio, ⁽⁷⁾	España	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fases diversas de evolución.	595	Uso de dos tipos de dispositivo robótico: Armeo y Amadeo.	Comparación de ambos dispositivos y de la terapia convencional.
Lee et al., ⁽¹⁴⁾	Corea	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase Crónica de evolución (más de 6 meses desde ACV).	15	Grupo experimental que recibe 30 minutos de terapia ocupacional convencional y 30 minutos de entrenamiento asistido por robot. 5 días a la semana durante 8 semanas.	Grupo control que recibe 60 minutos de terapia ocupacional convencional. 5 días a la semana durante 8 semanas.
Daunoraviciene et al., ⁽¹¹⁾	Lituania	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase aguda de evolución.	34	Grupo experimental que recibe 30 minutos de entrenamiento asistido por robot y 30 minutos de terapia ocupacional convencional. 10 sesiones repartidas en 2 semanas (5 sesiones a la semana)	Grupo control que recibe 60 minutos de terapia ocupacional convencional. 10 sesiones repartidas en 2 semanas (5 sesiones a la semana)
Xu et al., ⁽¹⁸⁾	China	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase subaguda de evolución.	40	Grupo experimental que recibe 20 minutos de terapia ocupacional convencional y 20 minutos de entrenamiento asistido por robot. 5 días a la semana durante 6 semanas.	Grupo control que recibe 40 minutos de terapia ocupacional convencional. 5 días a la semana durante 6 semanas.
Rodgers et al., ⁽¹⁷⁾	Reino Unido	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase crónica de evolución.	770	Grupo experimental que recibe 45 minutos de entrenamiento asistido por robot. 3 días a la semana durante 12 semanas.	Grupo control que recibe 45 minutos de terapia de miembro superior. 3 días a la semana durante 12 semanas.
Keeling et al., ⁽¹³⁾	Canadá	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase subaguda de evolución.	19	Grupo experimental que recibe 60 minutos de entrenamiento asistido por robot. Todos los días durante 2 semanas.	Grupo control que recibe 45 minutos de terapia ocupacional convencional y 45 minutos de terapia física. Todos los días durante 2 semanas.
Chinembiri et al., ⁽¹⁹⁾	China	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fases diversas de evolución.	45	Grupo experimental que recibe 50 minutos de terapia ocupacional convencional y 20 minutos adicionales de entrenamiento asistido por robot. 5 días a la semana, durante 6 semanas.	Grupo control que recibe 50 minutos de terapia ocupacional convencional. 5 días a la semana, durante 6 semanas.
Aprile et al., ⁽¹⁶⁾	Italia	Población adulta de rango de edad variado que ha sufrido un ACV. Fase subaguda de evolución.	631	Grupo experimental que recibe 30 sesiones de 45 minutos de entrenamiento asistido por robot. 5 días a la semana durante 6 semanas.	Grupo control que recibe 30 sesiones de 45 minutos de terapia ocupacional convencional. 5 días a la semana durante 6 semanas.

Nota: elaboración propia.

Tabla 2 Resultados de los estudios seleccionados para la revisión sistemática.

Autor y año	Tipo de estudio	Resultados	Parámetros de evaluación	Dispositivo robótico utilizado	Periodo de seguimiento
Frisoli et al., ⁽¹²⁾	Estudio de control clínico aleatorio.	La terapia robótica proporciona precisión al movimiento.	FMA-UE MAS BAT	Exoesqueleto robótico tridimensional para miembro superior. El L-EXOS se acciona por tendones y consta de 5 articulaciones rotativas. Las 3 primeras son accionadas simulando una esfera, la 4ª se encuentra a la altura del codo y la 5ª en el antebrazo, realizando el movimiento de pronosupinación de la muñeca. Cuenta con una colocación remota de los motores eléctricos para reducir drásticamente la inercia percibida durante el movimiento libre. Tiene baja fricción y bajo peso.	No hay seguimiento a medio o largo plazo. Evaluación final al finalizar las intervenciones.
Ambrosini et al., ⁽¹⁰⁾	Ensayo clínico aleatorizado multicéntrico simple ciego.	La terapia robótica permite personalizar ejercicios, entrenamiento intensivo y activo, retroalimentación multisensorial (visual, táctil, propioceptiva), beneficios en reorganización cortical. Inconvenientes de la terapia robótica: limitación de habilidades de transferencia de lo aprendido a situaciones cotidianas reales.	ARAT MI MAL BBT MRC SSQoL	El sistema RETRAINER es un exoesqueleto de brazo pasivo con 4 grados de libertad (inclinación de tronco, rotación y elevación del hombro y flexión del codo). Alivia el peso del brazo y se adapta tanto al brazo derecho como al izquierdo. Dispone de frenos electromagnéticos en cada grado de libertad para mantener las posiciones antigravitatorias. También integra un estimulador controlado por corriente (RehamovePro, Hasomed GmbH), con 2 canales de estimulación y 2 de registro de EMG. Cuando el FES se activa, proporciona un feedback mediante un emoticono de felicidad o de tristeza en función de la actividad activa o pasiva del paciente.	No hay seguimiento a medio o largo plazo. Evaluación final al acabar las intervenciones a las 9 semanas.
Iwamoto et al., ⁽²⁰⁾	Estudio de diseños aleatorios.	Resultados significativamente positivos en relación a la combinación de la terapia robótica con la terapia ocupacional convencional tanto para la recuperación motora como para las AVD.	Parámetros funcionales: Fase de Brunstrom, Grado de recuperación, MI, Fuerza de agarre, MAS, Función sensorial. FIM BI MAL MAL-QOM MAL-AOU MMSE	HAL-SJ es un exoesqueleto que se fija a la articulación del codo y apoya el movimiento de flexión y extensión de la articulación del codo. Se puede fijar un electrodo para registrar mediante EMG los datos relativos al bíceps braquial y tríceps braquial. Permite diseñar parámetros individualmente para regular la asistencia y el equilibrio entre músculos agonistas y antagonistas.	Seguimientos de 34 días.
Chen et al., ⁽¹⁵⁾	Ensayo cruzado aleatorio ciegas.	La terapia robótica reduce el tiempo de ejecución. También promueve la precisión del movimiento y la coordinación de músculos agonistas y	ARAT WMFT FMA-UE MAL-QOM MAL-AOU	Hand of Hope (HOH) es un robot de mano. Se trata de un exoesqueleto con dos sensores sensores de EMG fijados al extensor y al flexor. Dispone de retroalimentación visual y propioceptiva (al activar las	No hay seguimiento a medio o largo plazo. Evaluación final al finalizar las intervenciones.

		<p>antagonistas. No se detectan diferencias significativas entre grupos ($p=0,03$ en terapia robótica y $p=0,001$ en terapia ocupacional) respecto a la independencia funcional. Inconveniente de la terapia robótica: falta de espontaneidad del miembro afecto para las AVD.</p>		<p>señales EMG mediante la contracción muscular voluntaria). Presenta diferentes modos de entrenamiento: movimiento pasivo continuo, biofeedback EMG-disparar y seguir, biofeedback EMG y mantener, juegos interactivos.</p>
Serrano-Lopez-Terradas & Seco-Rubio, (7)	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados.	Beneficios de la terapia robótica en la funcionalidad del miembro superior, el dolor, la capacidad sensoriomotora, la espasticidad, los procesos cognitivos y la neuroplasticidad. Evidencia insuficiente o inexistente en relación a la efectividad en AVD de la terapia robótica.	Comparación de diversos estudios en parámetros de: AVD, participación, plasticidad sensoriomotora y patrones de actividad neural, función motora de la mano, procesos cognitivos, función motora de miembro superior, dolor o espasticidad.	El dispositivo Arneo puede ser de 3 tipos: Spring (exoesqueleto de miembro superior que desgrava el brazo y busca la amplitud de rango de movimiento), Power (favorece la estabilidad del hombro y la ejecución de movimientos específicos, además de orientar las tareas a objetivos de un entorno virtual no inmersivo) o Senso (utilizado en deterioro leve del miembro superior para mejorar la fuerza y resistencia). El robot Amadeo es un efector final que se utiliza para la rehabilitación de la mano y se compone por palancas para las falanges de los dedos. Realiza resistencia a los movimientos de flexoextensión de los dedos y mide los rangos de movimiento pasivo y activo.
Lee et al., (14)	Ensayo controlado y aleatorizado simple ciego.	La terapia robótica proporciona retroalimentación audiovisual, favoreciendo la participación activa, la motivación. También promueve un movimiento de calidad, un amplio rango de movimiento y confianza en el paciente. Se puede graduar la dificultad e intensidad del ejercicio. Mejora estadísticamente superior en la realización de AVD en comparación con terapia convencional. La combinación de ambas técnicas proporciona resultados de mejora funcional del miembro superior e independencia para realizar las AVD, en comparación con la terapia ocupacional	FMA-UE MBI	El robot Rejoyce consta de una base, un brazo robótico y un manipulador y permite el movimiento en cualquier dirección del espacio. Dispone de 9 tipos de funciones de manipulación para realizar las AVD. Incluye funciones de motricidad gruesa y gruesa, de giro, de pinza, de fuerza y destreza del miembro superior, entre otras. La configuración del dispositivo también permite centrar el entrenamiento en movimientos concretos como pronosupinación, abducción de hombro, flexoextensión de muñeca, agarre...La dificultad puede graduarse y se facilita una retroalimentación audiovisual.
				No hay seguimiento a medio o largo plazo. Evaluación final al finalizar las intervenciones.

Daunoraviciene et al., ⁽¹¹⁾	Estudio	<p>La terapia robótica es una técnica segura. También aporta beneficios motores y cognitivos.</p>	<p>FMA-UE FIM HAD ACE-R MAS ROM de hombro, codo y muñeca.</p>	<p>El Armeo Spring consiste en una ortesis de brazo instrumentada con cinco grados de libertad (sin actuadores robóticos) que permite movimientos pasivos. Se compone de un mecanismo de resorte para soportar el peso del brazo. Permite un trabajo en 3D y dispone de más de 7 sensores que miden la calidad del movimiento. Por lo tanto, mide valores del ROM activo, el movimiento en 3D y su calidad.</p>	<p>No hay seguimiento a medio o largo plazo.</p> <p>Evaluación final al finalizar las intervenciones.</p>
Xu et al., ⁽¹⁸⁾	Estudio	<p>No se detectan diferencias significativas entre ambas técnicas al valorar la independencia en AVD (mBI).</p>	<p>FMA-UE WMFT MBI</p>	<p>El Fourier M2 es un efector final fabricado en China en 2017. Dispone de juegos con respuesta de trayectoria en tiempo real y cuatro modos de entrenamiento progresivos en función de la fase de Brunnstrom (pasivo, activo-asistencial, activo y resistivo). Esta asistencia robótica comienza cuando el software de respuesta táctil detecta que la fuerza muscular disminuye.</p>	<p>No hay seguimiento a medio o largo plazo.</p> <p>Evaluación final al finalizar las intervenciones.</p>
Rodgers et al., ⁽¹⁷⁾	Ensayo controlado aleatorio multicéntrico	<p>No se detectan diferencias significativas a medio y largo plazo entre ambas técnicas. Respecto a resultados de parámetros de AVD, la terapia robótica obtiene peores resultados. Además, la terapia robótica requiere más coste económico.</p>	<p>FMA-UE ARAT BI SIS EQ-5D-5L</p>	<p>MIT-manus robot gym system (InMotion). 3 tipos: hombro-codo, muñeca y mano como accesorio del hombro-codo).</p>	<p>Evaluación a los 3 meses y a los 6 meses después de la intervención</p>
Keeling et al., ⁽¹³⁾	Estudio piloto. Proyecto RESTORE.	<p>La terapia robótica aporta resultados positivos a la independencia funcional: 16 puntos de mejora en la escala FIM.</p>	<p>FMA-UE ARAT FIM 5 evaluaciones robóticas (OHA, VGR, OH, APM, KIN).</p>	<p>El Kinarm es un exoesqueleto que incluye dos sistemas robóticos de exoesqueleto planos y un sistema de realidad virtual integrado. El dispositivo permite el movimiento libre de las articulaciones del codo y hombro en el plano horizontal. Además, el movimiento de codos y hombros puede ser controlado mediante cargas mecánicas. Por su diseño, se favorecen las actividades bimanuales (paciente sentado en una silla con los miembros superiores apoyados en el plano horizontal).</p>	<p>No hay seguimiento a medio o largo plazo.</p> <p>Evaluación final al finalizar las intervenciones.</p>
Chinembiri et al., ⁽¹⁹⁾	Ensayo clínico controlado y aleatorizado a ciegas.	<p>Se demuestra la eficacia de la combinación de la técnica robótica y la terapia ocupacional convencional.</p>	<p>FMA-UE BI BRS</p>	<p>El Fourier M2 es un efector final fabricado en China en 2017. Dispone de juegos con respuesta de trayectoria en tiempo real y cuatro modos de entrenamiento progresivos en función de la fase de Brunnstrom (pasivo, activo-</p>	<p>El periodo de seguimiento es corto y variable entre participantes a partir de las 6 semanas de inicio del tratamiento.</p>

Aprile et al., ⁽¹⁶⁾	Ensayo clínico controlado y aleatorizado.	La mejora funcional del miembro superior se evidencia de manera equivalente con ambas técnicas.	FMA-UE MBI MRC MI MAS DN4 NRS FAT ARAT SF-36 PCS MCS	<p>asistencial, activo y resistivo). Esta asistencia robótica comienza cuando el software de respuesta táctil detecta que la fuerza muscular disminuye.</p> <p>Se utilizaron varios dispositivos robóticos: Motore (Humanware) que permite movimientos planares pasivos, activos y activo-asistidos de las articulaciones de hombro y codo. Amadeo (Tyromotion) que permite movimientos pasivos, activos y activo-asistidos de flexión y extensión de los dedos. Pablo (Tyromotion) que permite movimientos tridimensionales de las articulaciones de hombro, codo y muñeca, tanto unimanuales como bimanuales. Diego (Tyromotion) que permite movimientos tridimensionales, unimanuales y bimanuales de la articulación del hombro, con apoyo del peso del brazo.</p>	Seguimiento 3 meses después del tratamiento.
--------------------------------	---	---	---	--	--

Nota: elaboración propia.

Derechos de persona autora

