



Universidad de Oviedo

TRABAJO FIN DE GRADO DE FISIOTERAPIA

**“Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación del paciente con ictus: Una
revisión bibliográfica”**

Eva Caunedo Suárez

Oviedo, 9 de Mayo de 2023

Trabajo Fin de Grado



Universidad de Oviedo

TRABAJO FIN DE GRADO DE FISIOTERAPIA

**“Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación del paciente con ictus: Una
revisión bibliográfica”**

Trabajo Fin de Grado

Eva Caunedo Suárez

María Isabel Cuesta Fernández

Laura Mateos González



LAURA MATEOS GONZÁLEZ, graduada por la Universidad de Oviedo, profesora asociada del Área de Fisioterapia, Departamento de Cirugía y Especialidades Médico-Quirúrgicas.

CERTIFICA:

Que el Trabajo Fin de Grado presentado por Dña. Eva Caunedo Suárez, titulado “Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación del paciente con ictus: Una revisión bibliográfica”, realizado bajo la dirección de Dña. María Isabel Cuesta Fernández, reúne a mi juicio las condiciones necesarias para ser admitido como Trabajo Fin de Grado de Fisioterapia o Enfermería.

Y para que así conste dónde convenga, firman la presente certificación en Oviedo a 9 de Mayo de 2023.

Vº Bº

Fdo. Laura Mateos González

Director/Tutor del Proyecto

INDICE

Listado de abreviaturas.....	1
1. Resumen.....	2
2. Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
3.1 Fisiopatología.....	4
3.2 Etiología.....	5
3.2.1 Factores de riesgo modificables.....	6
3.2.2 Factores de riesgo no modificables.....	7
3.3 Clínica.....	8
3.3.1 Medidas y escalas de la función motora.....	10
3.4 Tratamiento.....	11
3.4.1 Tratamiento médico.....	11
3.4.2 Tratamiento convencional.....	12
3.5 Epidemiología.....	14
4. Estado actual.....	15
4.1 Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación	15
4.2 Modalidades y tipos.....	16
5. Justificación y objetivos.....	22
5.1 Justificación.....	22
5.2 Objetivos.....	23
6. Metodología.....	23
7. Resultados.....	30
8. Discusión.....	39
9. Limitaciones.....	44

10. Conclusiones.....	45
11. Bibliografía.....	47
12. Anexos.....	52

LISTADO DE ABREVIATURAS.

ACV: Accidente Cerebrovascular

NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale

SIS: Escala de Impacto del accidente cerebrovascular

FMA: Evaluación Fugl-Meyer

WMFT: Prueba de función motora de Wolf

MAL: Escala de Cantidad de Actividad Motora

AVD: Actividades de la Vida Diaria

FES: Estimulación Electrónica Funcional

WBV: Whole Body Vibration

OC: Ondas de choque

MS: miembro superior

RT: Terapia robótica/ asistida por robot

GC: Grupo control

GI: Grupo de intervención

MAS: Escala de Ashworth Modificada

BoNT-A: Toxina botulínica tipo A

1. RESUMEN

Introducción: el accidente cerebrovascular (ACV) sucede como consecuencia de la detención del flujo sanguíneo a una región del cerebro, con ello, las células comienzan a morir, produciendo daños, pudiendo generar una discapacidad incapacitante y permanente del miembro superior, que afecta a la independencia y capacidad de realizar las actividades de la vida diaria de la persona. Este tipo de complicaciones son altamente prevalentes, siendo la principal causa de discapacidad neurológica a nivel mundial, además, se espera que en los próximos años el ACV afecte cada vez más a la población más joven.

Objetivo: analizar mediante una revisión bibliográfica, la información existente de los efectos de las nuevas tecnologías sobre los miembros superiores paréticos en pacientes con ACV crónico.

Material y métodos: se realiza una búsqueda bibliográfica a través de las bases de datos PubMed, PEDro, Cochrane, Scopus y Web of Science (WOS). La búsqueda se limita a ensayos clínicos controlados, publicados entre el año 2018 y 2023, que se basen en el empleo de nuevas tecnologías para el tratamiento del deterioro del miembro superior relacionado con el ACV.

Resultados: se obtuvieron un total de 1030 artículos, después de eliminar los duplicados y aplicar los criterios de inclusión se redujeron a 12 artículos. Finalmente tras aplicar la escala de calidad PEDro quedaron un total de 8 artículos incluidos en la revisión.

Conclusiones: la terapia robótica parece ser una herramienta efectiva en el tratamiento de los trastornos motores derivados del ACV crónico en el miembro superior. Los hallazgos señalan una mayor efectividad al combinar la terapia robótica con otras terapias que refuercen sus beneficios. Es necesario realizar más estudios que permitan establecer protocolos y el nivel adecuado de dosis, para obtener el máximo potencial de los dispositivos robóticos.

Palabras clave: Accidente cerebrovascular, miembro superior, neurorrehabilitación, terapia robótica, nuevas tecnologías.

2. ABSTRACT

Introduction: stroke occurs as a consequence of the arrest of blood flow to a region of the brain, with this, the cells begin to die, causing damage, and it also can generate a disabling and permanent disability of the upper limb, which affects the independence and ability to perform activities of daily living. These types of complications are highly prevalent, being the main cause of neurological disability worldwide, also stroke is expected to increasingly affect the younger population in the coming years.

Objetives: to analyze through a bibliographical review, the existing information on the effects of new technologies on paretic upper limbs in patients with stroke.

Material and methods: a bibliographic search was carried out through the Pubmed, PEDro, Cochrane, Scopus and Web of Science (WOS) databases. The search is limited to controlled clinical trials, published between 2018 and 2023, that are based on the use of new technologies for the treatment of chronic stroke-related upper limb impairment.

Results: a total of 1030 articles were obtained, after eliminating duplicates and applying the inclusion criteria, they were reduced to 12 articles. Finally, after applying the PEDro quality scale, a total of 8 articles were included in the review.

Conclusions: robotic therapy seems to be an effective tool in the treatment of motor disorders derived from chronic stroke in the upper limb. The findings point to greater effectiveness when combining robotic therapy with other therapies that reinforce its benefits. More studies are needed to establish protocols and the appropriate dose level to obtain the maximum potential of robotic devices.

Keywords: stroke, upper limb, neurorehabilitation, robotic therapy, new technologies.

3. INTRODUCCION

El accidente cerebrovascular (ACV) también denominado ictus, se define como un episodio de disfunción neurológica focal, que sucede como consecuencia de la detención del flujo sanguíneo a una parte del cerebro.

Si el flujo de sangre se detiene durante unos minutos, el cerebro deja de recibir los nutrientes y el oxígeno necesarios para su correcto funcionamiento, con ello, las células cerebrales comienzan a morir, pudiendo producir un daño severo que puede variar desde una discapacidad permanente a incluso la muerte¹.

3.1 Fisiopatología:

Consecuentemente a esta falla en el flujo sanguíneo, se presenta una perfusión inadecuada, posteriormente se produce un metabolismo anaeróbico que acaba generando alteraciones bioquímicas por la pérdida de las funciones celulares.

El flujo de sangre al cerebro está controlado por las dos carótidas internas en la parte anterior y las dos arterias vertebrales en la parte posterior. Al producirse un ACV, se produce una disminución del aporte sanguíneo a una zona concreta del cerebro, por ello, la sangre intenta buscar nuevas vías alternativas en la circulación colateral del Polígono de Willis, con el objetivo de intentar suplir dicha falta en la vascularización².

Si no se consigue suplir la falta sanguínea en un corto periodo de tiempo, parte del tejido encefálico comienza a morir de forma inmediata, dicho tejido se denomina como área central de infarto focal. Por otro lado, algunas regiones pueden presentar una lesión parcial con la posibilidad de recuperación de la vascularización en el transcurso de unas 3 a 4 horas desde el inicio del accidente, antes de su completa transformación en áreas de infarto, dichas zonas se denominan como penumbra isquémica³.

3.2 Etiología:

Hay dos tipos principales de ACV:

El **accidente cerebrovascular isquémico** constituye alrededor del 85% de las muertes por ACV.

Ocurre como consecuencia del bloqueo del recorrido de un vaso sanguíneo que irriga al cerebro, a través de un coágulo sanguíneo².

Esto puede darse por dos razones^{1,2}:

- La formación del coágulo puede darse en la propia arteria afectada, en lo que se denomina como aterosclerosis; un estrechamiento de los vasos por la acumulación de colesterol, grasas u otras sustancias en sus paredes, lo cual forma una placa que eventualmente contrae la cámara vascular y forma los coágulos, provocando en el paciente un **accidente cerebrovascular trombótico**.
- El coágulo también puede formarse en otra parte del cuerpo, se desprende y llega al cerebro a través del torrente sanguíneo hasta obstruir un vaso cerebral, en lo que se denomina como embolia cerebral o **accidente cerebrovascular embólico**.

El **accidente cerebrovascular hemorrágico** representa alrededor del 10-15% de todos los ACV, con una mayor tasa de mortalidad respecto al isquémico. El estrés en el tejido cerebral produce una debilidad y genera lesiones internas que finalmente provocan la ruptura de los vasos sanguíneos, con ello, la sangre se escapa hacia el cerebro produciendo la hemorragia, y generando un aumento de las presiones intracraneales².

Se clasifica en¹:

- **Hemorragia intracerebral:** debido a la presencia de un aneurisma cerebral o dilatación anormal de un vaso sanguíneo, que se rompe provocando la acumulación de la sangre en una zona dentro del cerebro. Suele deberse a la hipertensión arterial no controlada.
- **Hemorragia subaracnoidea:** la sangre se acumula en el espacio subaracnoideo sin llegar a introducirse en el cerebro. Causada frecuentemente por traumatismos en la cabeza.

3.2.1 Factores de riesgo modificables:

Conocer los factores predisponentes modificables, permite reducir el riesgo de ACV, al identificar precozmente a las personas más susceptibles de sufrir esta patología.

Hipertensión arterial: es el factor de riesgo más importante y modificable. La reducción de la presión arterial sistólica se asoció con una reducción de los ACV en un 25 %, mientras que la reducción de la presión arterial diastólica redujo un 50 %. La relación entre la presión arterial y el riesgo de ACV es lineal y continua⁴.

Diabetes mellitus: las personas diabéticas tienen un mayor riesgo de sufrir complicaciones vasculares. Su pronóstico después del ACV es peor, la tasa de mortalidad es casi un 20% mayor, contemplan tasas más altas de discapacidad grave y recuperación más lenta⁴.

Se ha demostrado que la regulación estricta de los niveles glucémicos y las modificaciones conductuales adecuadas, disminuyen la gravedad de las secuelas en estos pacientes.

Dislipidemia: su relación con el ACV es complicada, el colesterol total o hipercolesterinemia está claramente relacionada con la aterosclerosis y por tanto asociada al riesgo de ACV, mientras que las lipoproteínas de alta densidad o HDL disminuyen la incidencia del ictus⁴.

Fibrilación auricular: es la principal causa de ACV en ancianos, aumenta el riesgo de 2 a 5 veces dependiendo de la edad y contribuye al 15% de todos los ictus, produciendo una discapacidad más grave, asociada a altas tasas de mortalidad. La anticoagulación reduce el riesgo de ACV en un 70% en la fibrilación auricular⁴.

Actividad física insuficiente: la actividad física regular reduce el riesgo de ACV un 25-30%, gracias a sus efectos beneficiosos sobre otros factores como son la hipertensión, diabetes y sobrepeso⁴.

Exceso de peso/ obesidad: cada aumento de unidad en el índice de masa corporal (IMC) aumenta el riesgo de ACV en un 5%. Sin embargo, la mortalidad también aumenta en pacientes con bajo peso⁴.

Alimentación: influye en el riesgo de ACV al contribuir en muchos otros factores como la hipertensión, hiperlipidemia, obesidad y diabetes.

El consumo diario de carne, así como la ingesta de cantidades superiores a 5-6 gramos de sal diarios han demostrado aumentar el riesgo de ACV. Por otro lado, el consumo regular de pescado, un aumento en la ingesta de potasio, frutas y verduras reduce significativamente el riesgo⁴.

Consumo de alcohol: La relación entre la ingesta de alcohol y el riesgo de ACV sigue un patrón curvilíneo, un consumo leve a moderado (≤ 2 bebidas diarias para hombres y ≤ 1 para mujeres) puede reducir el riesgo de ACV en un 30 %, mientras que un mayor consumo, lo aumenta⁴.

Consumo de drogas: El uso regular de sustancias ilegítimas como cocaína, heroína, fenciclidina, cannabis/marihuana o anfetaminas está relacionado con un mayor riesgo de todos los subtipos de ACV, sobre todo entre las personas menores de 35 años².

Tabaquismo: está directamente relacionado con un mayor riesgo de ACV, pues potencia el efecto de otros factores de riesgo como la hipertensión. Un fumador medio tiene el doble de posibilidades de sufrir un ACV que un no fumador, además de contribuir al 15% de la mortalidad de estos pacientes. El riesgo se reduce en un 50 % un año después de dejarlo⁴.

3.2.2 Factores de riesgo no modificables:

La edad es un poderoso factor de riesgo para la incidencia y mortalidad de los ACV, pues la influencia del sexo en el riesgo cambia a lo largo de la vida.

En la infancia y la edad adulta temprana, los hombres tienen una mayor incidencia de ACV isquémico y peores resultados funcionales. Sin embargo, en la mediana edad (entre 40-65 años), las tasas comienzan a aumentar en las mujeres, coincidiendo con el inicio de la menopausia y la pérdida de hormonas sexuales. Finalmente, después de los 85 años, el riesgo es significativamente mayor en mujeres, atribuible a su mayor esperanza de vida^{5,6}.

Se observaron modestos aumentos en el riesgo de sufrir un ictus en aquellas mujeres sometidas a terapias hormonales o debido al uso de anticonceptivos orales, además, en las mujeres embarazadas un común trastorno hipertensivo conocido como preeclampsia, y el propio período del posparto, también se ha demostrado que incrementan los riesgos⁷.

En raras ocasiones, el ictus puede ser causado directamente por una enfermedad genética, donde una rara mutación de un gen sea suficiente para causar la enfermedad. En la mayoría de casos, los factores genéticos contribuyen al riesgo como parte multifactorial⁸.

Los antecedentes familiares aumentan las posibilidades de desarrollar un ictus⁴.

Las investigaciones muestran que las poblaciones negras e hispanas presentan un mayor riesgo respecto a la población de raza blanca; en concreto, la incidencia del ACV hemorrágico es significativamente mayor en la raza negra⁴.

3.3 Clínica:

El ACV puede ocurrir tanto en la comunidad como en el hospital y debe ser por tanto reconocido por todos⁹.

La identificación temprana y precisa del núcleo del infarto y la penumbra isquémica es crucial para el tratamiento de restauración del flujo sanguíneo hacia el tejido recuperable lo antes posible, para así garantizar los resultados más óptimos³.

También es crucial excluir la hemorragia intracraneal y otras condiciones que simulan un ACV antes de iniciar la terapia, para así evitar administrar un tratamiento inapropiado, que puede resultar potencialmente mortal¹⁰.

Algunas afecciones que imitan ciertos aspectos del ictus son: embargo, migraña, vértigos o mareos, infección sistémica, tumores, síncope, demencia, encefalitis y hematoma epidural espinal, entre otros⁷.

Una vez excluidas otras posibles causas, y tras obtener un claro diagnóstico de ACV isquémico, se determina si se cumple con la ventana temporal de 3 a 4 horas desde el inicio de los síntomas, para la aplicación del tratamiento de trombólisis⁷.

La característica más común del ictus se corresponde con el inicio agudo de los síntomas, siendo los hallazgos físicos más comunes la alteración del habla y la parálisis y debilidad en todo el hemicuerpo contralateral a la lesión⁹.

Otros síntomas frecuentes son⁹:

- Pérdida de sensibilidad: propioceptiva, del tacto superficial y hemisensorial profunda.
- Dolor: cefaleas graves o dolor en el cuello y la cara.
- Alteraciones visuales: hemianopsia, diplopía, distorsiones visuales de la profundidad.
- Alteraciones del tono: en la fase inicial las extremidades presentan flacidez, posteriormente se produce un aumento progresivo del tono hasta desarrollar espasticidad, se generan patrones anormales que afectan la sinergia y desembocan en la incapacidad de ejecutar movimientos aislados.
- Alteraciones de la coordinación, programación motora, control motor y equilibrio.
- Alteraciones en el lenguaje y deglución.
- Déficits cognitivos: alteraciones de atención, memoria, inestabilidad emocional...

Es necesaria una distinción confiable entre ACV hemorrágico e isquémico, lo cual se consigue a través de neuroimágenes⁷.

Entre los estudios generales para el diagnóstico inmediato de un paciente con sospecha de ACV se encuentran fundamentalmente la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) del cerebro sin contraste de glucosa en sangre, la saturación de oxígeno, diferentes pruebas de función renal, un hemograma completo incluido el recuento de plaquetas, y los marcadores de isquemia cardíaca y ECG⁷.

La evaluación por imágenes cubre casi todo el proceso evolutivo del ictus, desde el diagnóstico precoz hasta las decisiones de estrategia de tratamiento y la predicción del pronóstico post-ictus³.

Los médicos que manejan un ACV agudo deben familiarizarse con la NIHSS (National Institute of Health Stroke Scale) o Escala de Accidente Cerebrovascular de los Institutos Nacionales de Salud⁷.

El NIHSS es una escala de deterioro de 15 elementos con un total de 42 puntos, fácilmente ejecutable y confiable en un corto tiempo (5-6 minutos), sin necesidad de equipo adicional, ni personal especializado, y que a su vez, permite revelar síntomas y signos neurológicos estandarizados para las personas que padecen un ictus¹¹.

Aunque permite distinguir un ACV de los imitadores, su uso principal es evaluar de manera confiable la gravedad del ACV. La puntuación inicial del NIHSS también tiene validez sólida como predictor de las complicaciones hospitalarias y resultados a los 3 meses¹¹.

Está compuesto por diferentes elementos como: el nivel de conciencia, movimientos oculares, pruebas del campo visual, parálisis facial, brazo y pierna motora, ataxia de las extremidades, habilidades sensoriales, lenguaje y atención al entorno circundante. La puntuación se extiende desde 0 (normal) a 42 (coma sin respuesta)¹¹.

3.3.1 Medidas de la función motora:

El periodo de mayor recuperación motora transcurre en los primeros 6 meses desde el accidente.

Los déficits incapacitantes a largo plazo son comunes por las alteraciones motoras. Para mejorar la función motora y reducir la discapacidad, se requieren medidas basadas en la evidencia de la función motora, específicas para la cada fase del ACV.

Entre las medidas más empleadas, 3 de ellas se basan en el desempeño calificado por el médico o terapeuta, y una cuarta medida o Escala de impacto de ACV (SIS), se realiza mediante un autoinforme, donde el paciente o su representante, responden una serie de preguntas acerca de su capacidad para realizar actividades específicas tras sufrir el ictus¹².

- 1. Extremidad superior Fugl-Meyer (FMA):** evalúa el movimiento de hombro, bíceps, tríceps, codo, antebrazo, mano, muñeca y dedos mediante 33 tareas. Los terapeutas califican el desempeño y la calidad del movimiento en cada tarea, mediante una escala que va de 0 (sin movimiento activo) a 2 (movimiento normal)¹².
- 2. Prueba de la función motora de Wolf (WMFT):** esta medida calcula la capacidad motora y calidad de movimiento de las extremidades superiores (EES) a través de 15 tareas de movimiento cronometradas y 2 tareas de fuerza¹².
- 3. Prueba de motor Activity Log (MAL):** dicha entrevista evalúa la cantidad de uso mediante una subescala CU y la calidad del movimiento mediante la subescala CM, del brazo y la mano paréticos, durante las actividades de la vida diaria (AVD)¹².

3.4 Tratamiento:

3.4.1 Tratamiento médico:

Los avances en el manejo del ACV, resaltando el reconocimiento temprano y el tratamiento de revascularización de emergencia, han permitido reducir significativamente la morbilidad y mortalidad. Sin embargo, sigue siendo la principal causa de discapacidad adquirida a largo plazo⁹.

El tratamiento intravenoso debe administrarse en las primeras 3-4 horas desde el inicio de los síntomas, de esta forma, el paciente tiene al menos un 30 % más de probabilidades de presentar una discapacidad mínima o nula. Sin embargo, el empleo de este tratamiento se ve muy limitado por la escasa ventana de tiempo del mismo⁹.

El ictus isquémico puede manejarse con:

- Trombólisis intravenosa: se emplean imágenes radiográficas y un material de contraste que ayuda a definir el vaso sanguíneo, se inserta un catéter por la piel para guiar los medicamentos hacia el trombo y disolverlo, el fármaco más usado es el activador del plasminógeno tisular (tPA)¹⁰.

- Trombectomía mecánica: se introduce el catéter en la arteria a través de la ingle, que bajo visión de rayos, se lleva hasta la arteria cerebral para atravesar el ciclo de oclusión. Posteriormente se abre un stent o malla metálica transitoria, que abre el flujo y atrapa el coágulo entre las celdas, y tras unos minutos se retira. Finalmente se hace una angiografía para verificar que la apertura de la arteria¹⁰.

En los ictus hemorrágicos, si el sangrado es cercano a la superficie cerebral, se realiza una cirugía para evacuar la sangre, y en caso de necesitar reparar el vaso dañado, se realiza una cirugía para colocar unos alambres (coils) o unas pinzas (clips) ¹⁰.

3.4.2 Tratamiento convencional:

Actualmente, se emplea el abordaje bilateral mediante la reeducación del movimiento global del cuerpo, en la búsqueda de normalizar el tono y facilitar el movimiento normal. Se trabaja la simetría y reeducación bilateral de las reacciones de equilibrio y enderezamiento mediante el control del tronco, la estimulación de la consciencia corporal, y desalentar el empleo del lado sano, para trabajar la función del miembro superior (MS) e inferior afectados¹³.

Rehabilitación motora de miembros inferiores y de la marcha:

Los trastornos de la marcha son los déficits neurológicos más frecuentes y relevantes provocados por el ictus. Se recomienda realizar entrenamiento intensivo y repetitivo orientado a tareas y a actividades para facilitar los cambios posturales en decúbito, las transferencias, el paso de sedestación a bipedestación y las reacciones de equilibrio y enderezamiento, buscando ganar fuerza y confianza en el apoyo del miembro afectado, hasta finalmente reeducar la marcha¹³.

Además, se pueden incluir técnicas manuales que estimulen y mejoren la calidad de la recuperación motora, como la técnica de estiramiento de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (PNF) o el método Bobath, que buscan o bien inhibir el tono y patrones de movimiento anormales, o bien estimular la musculatura y facilitar el movimiento normal¹³.

En las etapas más agudas, se recomienda la marcha asistida mecánicamente con soporte del peso corporal en aquellos pacientes que no puedan deambular. El uso de ortesis de tobillo o de la estimulación electrónica funcional, pueden favorecer a aquellos que presentan debilidad de los dorsiflexores y/o caída del pie durante la marcha¹³.

Rehabilitación motora de miembros superiores:

El tratamiento del MS se basa en el entrenamiento de tareas de la vida diaria. Generalmente se emplea terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano, sumado a ejercicios de fortalecimiento. En aquellas personas con una debilidad grave, puede considerarse la rehabilitación robótica, la estimulación multisensorial mediante de métodos como Bobath y PNF, así como la realidad virtual y la terapia de espejo¹³.

Durante las movilizaciones del MS se encuentran frecuentes complicaciones como el hombro subluxado en etapas agudas, o el hombro doloroso en fases crónicas.

El dolor de hombro es un síntoma muy común, durante la movilización presentando a su vez sensibilidad a la palpación. Con frecuencia, es necesario movilizar y liberar la escápula, además de trabajar todos los movimientos del brazo, con el objetivo de mantener el arco de movimiento, restaurar la alineación y fortalecer los músculos debilitados de la cintura escapular¹³.

La toxina botulínica y la aplicación de vibración sobre la musculatura espástica, complementan la terapia¹³.

Rehabilitación de la ataxia y balance. Profilaxis de caídas:

Alrededor de un 70% de las personas con ictus presentan caídas durante los primeros 6 meses desde el alta hospitalaria. Es por ello frecuente desarrollar miedo a las caídas, el cual además de condicionar la rehabilitación, aumenta el riesgo de las mismas. Este incremento se debe a la disminución de la fuerza muscular y a la alteración de la marcha y del equilibrio¹³.

Se recomienda el trabajo de control del tronco y el entrenamiento del equilibrio, resulta eficaces el Tai Chi, el entrenamiento postural y la terapia orientada a la tarea¹³.

3.5 Epidemiología:

El ACV es la 2ª causa principal de muerte, y la principal causa de discapacidad neurológica a nivel mundial. Afecta aproximadamente a 13,7 millones de personas, provocando la muerte de alrededor de 5,5-6 millones cada año².

Durante las últimas 3 décadas, la incidencia mundial del ACV creció hasta un 70%, su prevalencia se incrementó un 85%, la mortalidad aumentó un 43% y los años de vida ajustados por discapacidad perdidos (AVAD) aumentaron un 32%, sobre todo en los países de bajos y medianos ingresos.

Se ha demostrado que el ACV se presenta 15 años antes en la población residente en países de bajos ingresos, afectando a su salud en los momentos clave de su vida laboral y productiva, generando así un impacto negativo a nivel del desarrollo socioeconómico del país, que se atribuye consecuentemente a instalaciones hospitalarias inadecuadas y con ello, a peores opciones de tratamiento¹³.

Se espera que esta enfermedad afecte cada vez más a pacientes más jóvenes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) se refiere al ACV como la epidemia entrante del siglo XXI. Actualmente resulta esencial aplicar adecuadas estrategias para la prevención del ACV, pues estudios recientes sugieren que en torno al 85% de todos los ictus pueden prevenirse¹³.

4. ESTADO ACTUAL

4.1 Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación:

Los orígenes de los términos de neurorrehabilitación y capacidad plástica del sistema nervioso son relativamente recientes, así mismo, la robótica es un campo joven en la rehabilitación, pero con una introducción cada vez mayor al entorno clínico. Durante las últimas décadas, se han producido grandes avances tecnológicos, que han permitido mejorar el diagnóstico y detección temprana e introducir la tecnología en el tratamiento¹⁵.

La rehabilitación neurológica es el proceso educativo y dinámico destinado a reducir las limitaciones y deficiencias que padecen las personas con una enfermedad neurológica, con el objetivo de mejorar su calidad de vida¹⁵.

La introducción de nuevas tecnologías ha contribuido en la mejora de la atención sanitaria, pero a su vez, debido al envejecimiento poblacional y a otros factores, se ha producido un encarecimiento progresivo, que ha provocado el aumento del gasto sanitario global. Actualmente es necesario diseñar nuevas tecnologías de bajo coste, adaptables a los sistemas de salud, y que permitan accesibilidad a la población diana¹⁴.

Los sistemas robóticos ofrecen nuevas posibilidades frente a la fatigabilidad de los terapeutas, permitiendo sesiones con repetición a alta intensidad durante largos periodos de tiempo, además de reducir los costes hospitalarios¹⁶.

Los inicios de la terapia robótica orientada a la rehabilitación del MS se remontan al CASE-MANIPULATOR, un exosqueleto con 4 grados de libertad, que permitía la asistencia a tareas de manipulación¹⁷.

En 1991, Dijkers et al. desarrollan el primer estudio de la tecnología robótica en rehabilitación, posteriormente sus óptimos resultados orientarían a Hogan et al. a dar el primer gran impulso a la terapia robótica de la mano con el MIT-MANUS¹⁷.

4.2 Modalidades y tipos:

La rehabilitación no se basa en una única técnica, los mejores resultados se obtienen mediante la combinación de diferentes estrategias.

La terapia robótica orientada a la rehabilitación del MI tiene como objetivo principal recuperar la funcionalidad e independencia de los pacientes, mediante la reeducación de la marcha.

Numerosos pacientes logran una recuperación parcial de la marcha, sin embargo, una amplia mayoría no logra recuperar la funcionalidad del MS tras meses de rehabilitación convencional. Se estima que en torno a un 60 % de los sujetos que presentan un MS no funcional a la semana de sufrir el ictus, no logran recuperar la función y sufrirán grandes limitaciones en su entorno físico y social¹⁵.

En base a estas premisas, se han desarrollado diversas modalidades diagnósticas y terapéuticas empleando los avances tecnológicos de la época.

Técnicas de imagen en neurorrehabilitación: El diagnóstico por imagen ha presentado un gran avance en las últimas décadas, con la introducción de técnicas como la tomografía computarizada o la resonancia magnética. Técnicas empleadas generalmente en situaciones agudas y de urgencia, que precisan una toma de decisiones inmediata como es el caso del ACV, pues permiten diferenciar entre diversas enfermedades vasculares¹⁷.

Interfaces cerebro-máquina: estos sistemas emplean señales cerebrales con un propósito rehabilitador, al proporcionar una retroalimentación o feedback sensorial que provoca la activación cerebral. Dependiendo del dispositivo, la retroalimentación puede ser visual como en la RV, táctil al emplear dispositivos robóticos, o auditivo mediante señales acústicas¹⁷.

- **Dispositivos robóticos aplicados en el MS:**

Los robots son dispositivos motorizados que permiten la movilización de una extremidad, cuentan con almacenamiento de información objetiva, siendo una ventaja para las mediciones clínicas y biomecánicas. Al suprimir el rol del terapeuta, previene las lesiones y bajas profesionales consecuentes a las terapias repetitivas y de esfuerzo¹⁸.

Sus principales ventajas radican en el incremento de la intensidad de tratamiento y la capacidad de repetición de ejercicios y tareas, permitiendo un adecuado mantenimiento de los cambios cerebrales en el paciente.

Como desventajas, destaca la falta de capacidad analítica y de comunicación, la limitación de respuesta ante los sucesos adversos durante la sesión, si bien disponen de medidas de seguridad, es necesario que los terapeutas sigan asumiendo funciones durante la terapia. Finalmente, los grados de libertad disponibles no se igualan a los grados de movimiento fisiológico del ser humano, quedando limitados a las posibilidades mecánicas del dispositivo¹⁸.

Se han identificado casi 50 dispositivos robóticos diferentes centrados en la rehabilitación del MS, divididos en 3 niveles, en el primero se clasifican en función de si son prototipos o robots de aplicabilidad clínica, en el segundo en exoesqueletos o robots de tipo efector final, y finalmente en función de si abordan la región proximal del MS (articulaciones diáfisis hombro y codo) o la distal (mano o muñeca)¹⁷.

Los **exosqueletos** son dispositivos cuyas articulaciones deben coincidir con las del paciente, lo que permite un mayor control del movimiento, la desventaja reside en el riesgo de desalineamiento, y con ello la necesidad de detener el tratamiento y reajustar la alineación de los ejes¹⁷.

Los **robots de efector final (end-effector)** entran en contacto con la persona mediante una ortesis en el antebrazo o mano, frecuentemente empleando mesas o tableros para trabajo en plano, algunos ejemplos son MIT-MANUS o BRACCIO DI FERRO¹⁷.

Existen modelos que incorporan un dispositivo extra para realizar un entrenamiento bimanual simultáneo (BI-MANU-TRACK) o un volante que simula la conducción (SEAT). Otros dispositivos tratan indistintamente ambos miembros, aunque no simultáneamente.

Aun no se han desarrollado dispositivos que abarquen el movimiento de todas las articulaciones del MS, sin embargo, sistemas como ARAMEO-SPRING o INMOTION, consiguen cubrir las articulaciones de hombro y codo, trabajando simultáneamente la flexoextensión de la muñeca y la presión manual¹⁷.

En cuanto a la región distal, algunos dispositivos trabajan la movilidad de la muñeca, prescindiendo de la presión manual. Así mismo, hay dispositivos que se centran en recuperar la presión manual general, mientras que otros se centran en la movilidad individual de cada dedo. Finalmente, algunos dispositivos unen ambos objetivos, permitiendo practicar la presión y el desempeño individual de cada dedo como es el caso de HAND-CARE 2¹⁷.

La mayoría de dispositivos se aplican en sedestación, no obstante, algunos permiten la bipedestación y el decúbito. Otros sistemas ofrecen sustentación antigraavitatoria o sistemas de transmisión por cables, permitiendo una mayor absorción de los impactos, consiguiendo versatilidad y suavidad en el movimiento.

Actualmente se han comenzado a desarrollar dispositivos portátiles destinados a la asistencia durante la realización de las AVD ¹⁷.

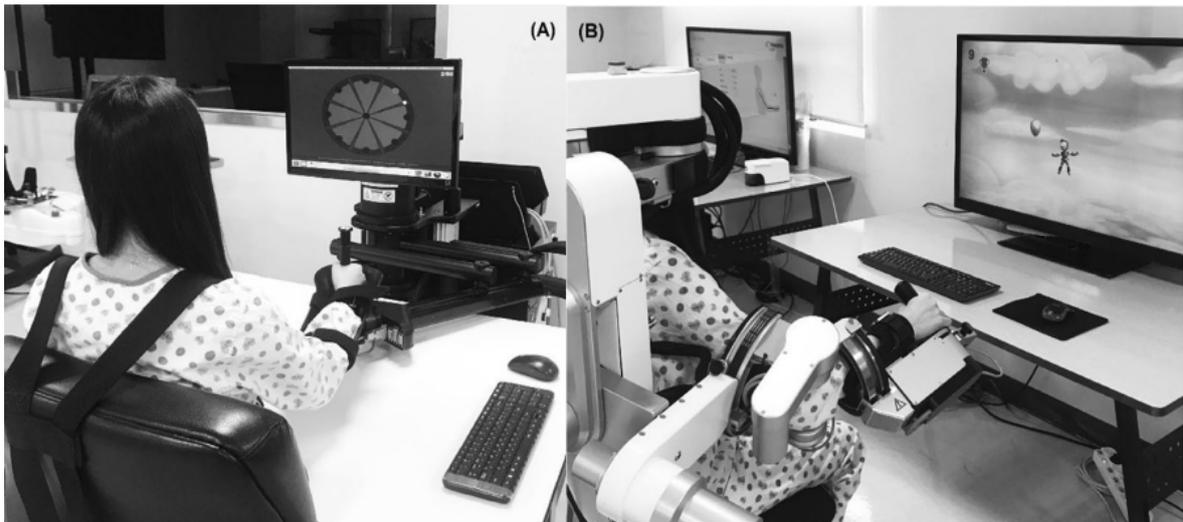


Figura 1. Ejemplos de robots empleados en la terapia asistida por robot (A) robot tipo efector final InMotion2 y (B) robot exoesqueleto Armeo Power²⁵.

- **Realidad Virtual (RV):**

El término realidad virtual hace referencia a una realidad generada por ordenador. Los primeros sistemas de RV datan de los años 70, con la creación de simuladores militares de vuelo. Desde entonces, gracias a los avances de hardware y software, se han ido desarrollando nuevos dispositivos que han transformado la tecnología en un recurso accesible y de gran aplicabilidad, permitiendo convertir los sistemas de RV en un complemento terapéutico de la rehabilitación neurológica¹⁸.

La RV es interactiva e intuitiva, la persona interviene con el entorno virtual a través de sus acciones, el sistema capta su voluntad mediante sensores periféricos, que registran sus gestos y movimientos en tiempo real y transmiten la información al sistema.

El feedback sensorial da una sensación de inmersión capaz de generar un aislamiento del mundo real. Se distingue entre dispositivos de visualización, de audio, de percepción táctil y cinestésica manual. Cuántos más sistemas sensoriales, mayor grado de inmersión¹⁷.

- **Videojuegos:**

La creación de nuevas plataformas tecnológicas con mayor accesibilidad, ha permitido incorporar los videojuegos al tratamiento y reaprendizaje motor de personas con déficits neurológicos. La mayoría de las consolas aplicadas en rehabilitación se basan en sistemas de RV semiinmersiva, donde el usuario se visualiza en el mundo virtual sin perder el contacto con el mundo real¹⁹.

En el paciente neurológico, la vista pasa a convertirse en el sistema sensorial dominante en el acto motor, compensando los déficits de otros sistemas. Así mismo, la vista es el sistema predominante en la RV, fundamental en el reconocimiento del escenario virtual, dependiente también del feedback vestibular y propioceptivo para las referencias de orientación y movimiento del cuerpo respecto al entorno¹⁷.

Nintendo Wii fue el principal impulsor de los sistemas de videojuegos en el campo de la rehabilitación, debido al sistema de captación de movimiento que emplea, detecta la aceleración y orientación de la mano y brazo a través de un mando con control remoto.

Posteriormente se desarrolló una plataforma denominada Wii Board, que permite detectar los desplazamientos del centro de presión, empleado generalmente en el tratamiento del equilibrio y control postural¹⁷.

En 2010 salió al mercado el sensor de movimiento Kinect, un sistema que distingue los puntos corporales y genera un avatar 3D de la imagen corporal, el cual recrea sus movimientos en el mundo virtual sin necesidad de dispositivos adicionales²⁰.

Se ha demostrado que este tipo de terapias mejora las AVD, siendo un complemento en la rehabilitación que permite aumentar la motivación y la adherencia. Sin embargo, es necesario estandarizar los programas y protocolos empleados, así como desarrollar nuevos videojuegos con un objetivo rehabilitador y una velocidad de procesamiento y de ejecución, adecuados para las personas que presentan déficits neurológicos²¹.

- **Estimulación eléctrica funcional (FES) en el MS:**

La contracción muscular inducida mediante FES ha mostrado reducir la espasticidad del MS. El entrenamiento de movimientos repetitivos mediado por FES también puede facilitar la recuperación motora posterior al ACV, al incrementar la fuerza de los músculos extensores y flexores de muñeca y dedos, reduce el deterioro motor, mejora el alcance y agarre de objetos¹⁷.

- **Tecnologías emergentes en patología neurológica:**

Si bien la neurorrehabilitación se aprovecha de la plasticidad cerebral para mejorar los déficits, otras terapias deben tratar los trastornos musculoesqueléticos consecuentes de la patología.

- **Vibroterapia:**

La vibroterapia puede aplicarse a través de un estímulo focal aplicado sobre el músculo provocando su contracción, o mediante una plataforma mecánica denominada whole body vibration (WBV), que genera un estímulo mecánico general sobre todo el cuerpo.

Cuando una fuerza externa actúa sobre un músculo, provoca la elongación del mismo, para oponerse a esta, el músculo genera un incremento de fuerza y se contrae. Por ello la vibración desencadena una contracción refleja del músculo.

La aplicación de la WBV en la neurorrehabilitación, va dirigida a incrementar la fuerza voluntaria y la activación de la musculatura, mejorando las actividades de alcance y agarre, al disminuir la espasticidad y aumentar la contracción muscular¹⁷.

- **Terapia mediante ondas de choque (OC):**

La terapia basada en OC consiste en la aplicación de un pulso de onda mecánica en la zona lesionada, mediante los impactos se provocan efectos biológicos y mecánicos en los tejidos dañados, promoviendo así su regeneración y reparación.

Su uso en neurorrehabilitación se centra en la reducción de la espasticidad, sin embargo, el mecanismo de acción aún resulta desconocido.

Se precisan más estudios de buena calidad metodológica y mayor tamaño muestral, que permitan establecer los protocolos y parámetros más adecuados para la aplicación de estas terapias en las sesiones de neurorrehabilitación¹⁷.

5. JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

5.1 Justificación:

El ACV es una de las principales causas de mortalidad y la principal causa de morbilidad en todo el mundo, afectando la vida de millones de personas cada año.

Se ha demostrado que la terapia de rehabilitación convencional resulta además de lenta, laboriosa y subjetiva, pues genera una alta carga física que termina resultando agotadora e incluso lesiva para los terapeutas, lo que a su vez desencadena en que el sistema de atención no pueda brindar los servicios apropiados.

La rehabilitación neurológica mediante dispositivos robóticos ha mostrado grandes y alentadores resultados clínicos, sin embargo, en la actualidad, su empleo en hospitales continúa siendo muy limitado.

A pesar de la importancia del trabajo de recuperación de la funcionalidad de la extremidad superior, de cara a realizar las AVD y lograr un mayor grado de independencia, existe una gran escasez de información y evidencia científica en este ámbito.

Como bien remarcan los autores, resulta fundamental continuar realizando nuevos estudios con el objetivo de conocer más acerca de este método de rehabilitación, describir las evidencias científicas y lograr avances que permitan establecer protocolos comunes y programas adecuados a cada nivel de la patología.

5.2 Objetivos:

- **Objetivo principal:**

- Analizar mediante una revisión bibliográfica, la información existente de la efectividad de las nuevas tecnologías en la rehabilitación de los miembros superiores paréticos en pacientes con un ictus crónico.

- **Objetivos específicos:**

- Identificar las nuevas tecnologías emergentes en la rehabilitación de miembro superior parético.
- Comparar la efectividad de las sesiones de entrenamiento de terapia robótica con terapia convencional a dosis equivalentes de tratamiento.
- Observar si es una técnica más efectiva aplicada de manera aislada o asociada a otras terapias.

6. METODOLOGIA

- **Base de datos:**

Se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica, mediante diversas plataformas, durante los meses de noviembre y diciembre del año 2022. Las bases de datos empleadas han sido PubMed, PEDro, Cochrane, Scopus y Web of Science (WOS).

La estrategia empleada para realizar la búsqueda se basó en los objetivos nombrados anteriormente.

- **Estrategia de búsqueda:**

Las palabras clave empleadas para la búsqueda fueron: "Chronic stroke" "upper limb" "robot" "rehabilitation".

A medida que se realizaba el proceso de la búsqueda en las diversas bases de datos, se combinaron las palabras previamente citadas de diferente forma, con el objetivo de reducir los resultados y obtener un conjunto de artículos, que serían analizados más exhaustivamente.

A su vez, se activó la opción de búsqueda avanzada cuando la página disponía de la misma, y se empleó el término booleano de enlace AND, con el objetivo de incrementar la especificidad de la búsqueda, consiguiendo concretar aún más en los artículos de mayor interés.

- **Criterios de selección:**

- Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 5 años.
- Artículos en inglés o español.
- Tipo de publicación: ensayos clínicos controlados.
- Artículos donde se estudien pacientes con ictus crónico.
- Artículos en los que la intervención implique rehabilitación del miembro superior a través de nuevas tecnologías.

- Criterios de exclusión:

- Artículos que no cumplan con alguno de los criterios de inclusión previamente citados.
- Artículos que aborden el tratamiento de otras patologías simultáneas al ictus.
- Artículos que no presentaran un grupo control claro.
- Artículos que aborden el tratamiento del ictus a través de técnicas médicas quirúrgicas o farmacológicas.

- **Selección de artículos:**

La búsqueda bibliográfica fue realizada en el periodo de tiempo entre el 7 de Noviembre y el 22 de Diciembre del año 2022.

La búsqueda de la bibliografía se llevó a cabo en cinco plataformas de internet diferentes.

Inicialmente, en la base de datos denominada PubMed, tras la combinación de los términos previamente nombrados, se obtuvieron un total de 451 artículos, de los cuales posteriormente a la aplicación de los criterios de inclusión, quedaron un total de 27 artículos.

Otra base de datos empleada para la obtención de la bibliografía fue PEDRo, tras realizar la combinación de las palabras clave se obtuvieron un total de 23 artículos. Tras eliminar aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión, quedaron un total de 5 artículos.

En la base de datos de búsqueda denominada Cochrane, igualmente tras realizar las diversas combinaciones de palabras clave se obtiene un total de 119 artículos. Una vez aplicados los criterios de inclusión, quedaron 4 artículos.

A su vez, en la cuarta base de datos Scopus, se realizarían nuevamente las combinaciones de palabras clave y se obtiene un total de 257 artículos, de los cuales quedarían un total de 18 artículos tras aplicar los criterios de inclusión establecidos.

Finalmente, la última base de datos empleada consistió en la Web of Science (WOS), donde tras realizar las diversas combinaciones de palabras clave se obtiene un total de 180 artículos, de los cuales tras aplicar los criterios de inclusión, se quedaron en 5 artículos.

Posteriormente a la selección de un total de 59 artículos entre todas las bases, y debido al orden de la búsqueda en las 5 plataformas se estableció que la primera base de datos PubMed no presento artículos duplicados al ser la primera plataforma donde fueron seleccionados, mientras que se estableció un total de 2 artículos repetidos en PEDro, 1 artículo repetido en Cochrane, 7 artículos repetidos en Scopus y finalmente 5 artículos repetidos en Web of Science (WOS).

Obteniendo un total de 15 artículos duplicados que debían ser restados a los 59 previamente seleccionados, quedando por tanto un total de 44 artículos.

A continuación se comenzó el cribado de esos 44 artículos, que consistió en la lectura de los resúmenes tras aplicar los criterios de exclusión, dando lugar al descarte de 15 artículos, obteniendo un total de 29 artículos.

Finalmente, con el objetivo de ser más selectivos y buscando a su vez incrementar la calidad de la búsqueda, se añadió un nuevo criterio que exigía la presencia de un grupo control claro, cribando un total de 17 artículos, con lo que quedarían 12 artículos en la selección inicial.

Tabla 1. Resumen de la estrategia de búsqueda bibliográfica.

BASE	TERMINOS DE BUSQUEDA	RESULTADOS	FILTROS	DUPLICADOS
PubMed	Chronic stroke, upper limb, robot, rehabilitation	n= 451	<ul style="list-style-type: none"> - Last 5 years - Free full text - Clinical trial n= 27	n= 0
PEdro	Chronic stroke, upper arm, robot, rehabilitation	n= 23	<ul style="list-style-type: none"> - Since 2017 - Clinical trial - Free full text n= 5	n= 2
Cochrane	Chronic stroke, upper limb, robot, rehabilitation	n= 119	<ul style="list-style-type: none"> - 2017-2022 - Clinical trial - Stroke en grupos Cochrane - Full text n=4	n=1
Scopus	Chronic stroke, upper limb, robot, rehabilitation	n= 257	<ul style="list-style-type: none"> - Limit to english - Last 5 years - All open Access - Type= article - Keywords: stroke rehabilitation, robotics, upper limb - Subject área= medicine - Clinical trial n= 18	n= 7
WOS	Chronic stroke, upper limb, robot, rehabilitation Inglés y español	n= 180	<ul style="list-style-type: none"> - Last 5 years - Open Access - Clinical trial n= 5	n=5

- **Evaluación de la calidad:**

La escala PEDro está basada en la lista Delphi que fue desarrollada por Verhagen y sus colaboradores del Departamento de Epidemiología, en la Universidad de Maastricht (1998). Es por tanto una lista consensuada por expertos y diseñada para ayudar a los usuarios en la búsqueda de ensayos con la mayor probabilidad de validez y con la suficiente información para guiar el desarrollo de la fisioterapia en la práctica clínica.

Esta medida, evalúa los métodos de investigación en la búsqueda de la mayor rigurosidad posible, por lo que no debe emplearse como medida de validez de las conclusiones de los estudios. Es decir, un puntaje alto en esta escala no estará relacionado con efectos de tratamiento significativos o un tratamiento clínicamente útil.

La escala incluye 11 ítems, los cuales se analizaron artículo por artículo, con el objetivo de elaborar una tabla de calidad basada en el cumplimiento o no de los mismos. Con una puntuación de 4-5 sería considerado como un artículo regular, por ello se decidió emplear en el trabajo solo aquellos artículos con una puntuación superior a 7, con el objetivo de emplear los estudios con la mayor calidad metodológica posible. Así fue como se redujeron de los 12 artículos preseleccionados a un total de 8 artículos.

Tabla 2. Valoración de la calidad según la escala PEDro.

Autores	Criterios especificados	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Grupos similares	Sujetos cegados	Terapeutas cegados	Evaluadores cegados	Seguimiento adecuado	Intención de tratar	Comparación entre grupos	Medidas de variabilidad	Puntos totales
Teremetz et al.	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
Huang et al.	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	6
Qian et al.	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	7
Singh et al.	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	9
Frisoli et al.	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	7
Lee et al.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	9
Conroy et al.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	9
Wang et al.	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	6
Abdollahi et al.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	10
Takebayashi et al.	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	9
Hung, Chen et al.	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	9
Hung, Yen et al.	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	8

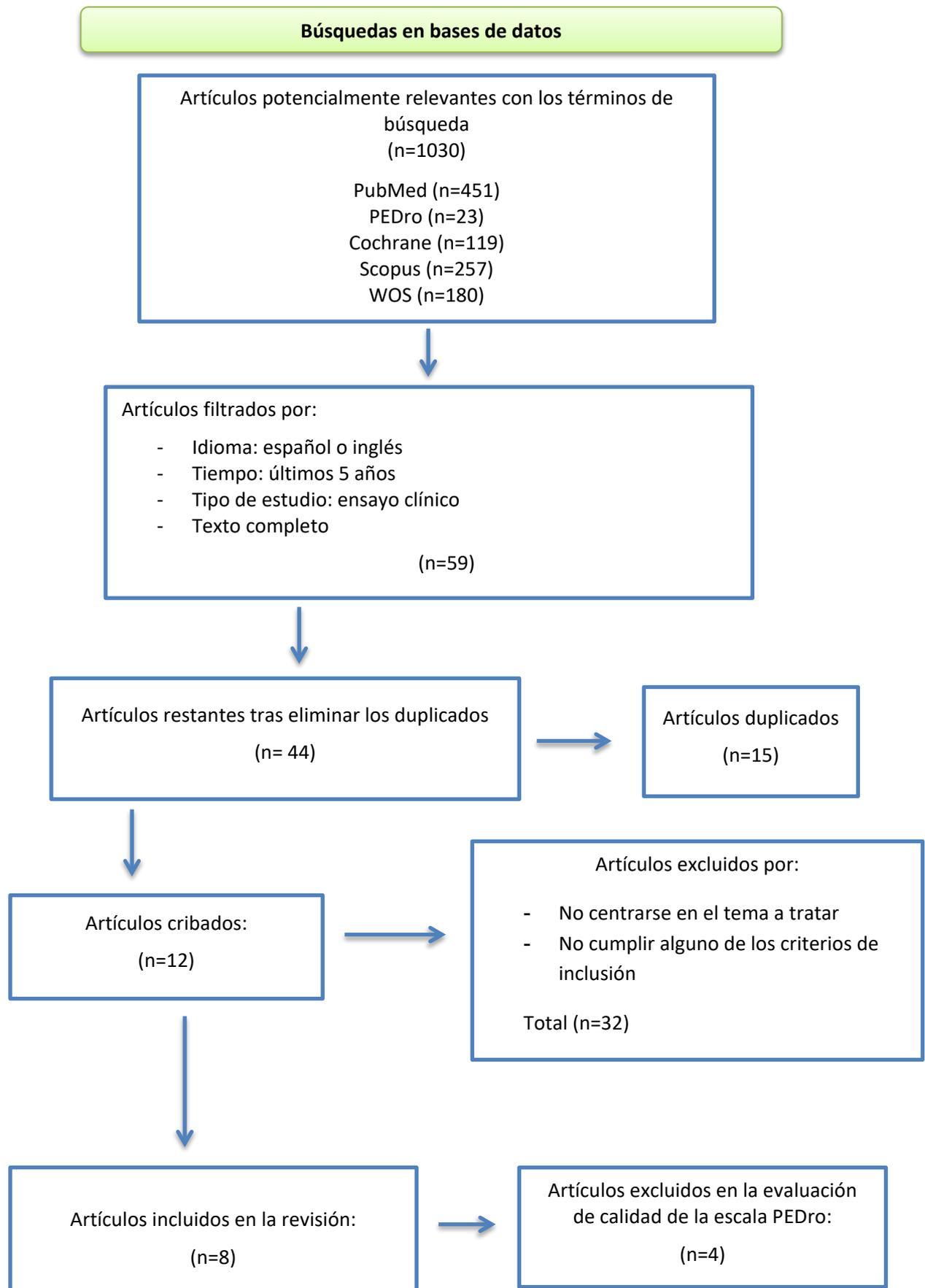


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos.

7. RESULTADOS

Tras analizar los estudios incluidos en la revisión, se presentan las principales características de los artículos seleccionados en la tabla 3.

Tabla 3. Características de los estudios.

Autor y año	Tipo de estudio	Muestra	Objetivo	Intervención	Resultados
Conroy et al. 2019	Ensayo controlado, aleatorio y simple ciego.	45 pacientes con hemiparesia crónica de MS de moderada a grave.	Investigar la eficacia de la RT combinada con entrenamiento de tareas, y compararla con RT solamente, en los resultados motores y el uso del brazo.	El GC recibió RT y el GI entrenamiento de transición a la tarea, durante 12 semanas divididas en 3 bloques.	Sin diferencias significativas en el cambio de FMA. El GI obtuvo mayores resultados en la WMFT y en la Escala de impacto SIS.
Singh et al. 2021	Estudio piloto prospectivo paralelo, controlado y aleatorizado.	23 pacientes con ACV crónico.	Evaluar la eficacia de terapia con exoesqueleto en la rehabilitación funcional del MS Y comparar su efectividad respecto al entrenamiento convencional.	GI recibió terapia robótica y un GC recibió terapia convencional, durante 4 semanas.	Mejorías significativas, el GI mostró mejores resultados respecto al GC en la MAS, el rango de movimiento activo y la escala de FMA para MS.
Lee et al. 2020	Ensayo controlado, aleatorio y simple ciego.	38 pacientes con ACV crónico de moderado a grave en MS.	Determinar el dispositivo robótico más adecuado para mejorar la función de MS comparando los robots efector final y exoesqueleto.	Un grupo recibió RT con robot de efector final y el otro con robot exoesqueleto, durante 4 semanas.	Mejoras más significativas en el grupo de efector final respecto al exoesqueleto en la actividad y la participación evaluadas mediante FMA, WMFT, y SIS.

<p>Takebaya shi et al.</p> <p>2022</p>	<p>Ensayo prospectivo, aleatorizado y de grupos paralelos.</p>	<p>127 pacientes con hemiplejía crónica de MS de leve a moderado tras ACV.</p>	<p>Examinar si el auto entrenamiento robótico mejoró la función de MS frente al auto entrenamiento convencional.</p>	<p>GC recibió terapia convencional, otro grupo RT combinada con terapia convencional y el último RT combinada con CIMT, durante 10 semanas.</p>	<p>Sin diferencias significativas en las puntuaciones FMA.</p> <p>Tampoco en los resultados secundarios del índice de motricidad, MAS, rango de movimiento y SIS.</p>
<p>Abdollahi et al.</p> <p>2018</p>	<p>Estudio controlado, aleatorio y doble ciego.</p>	<p>26 pacientes hemiparéticos tras un ACV crónico.</p>	<p>Evaluar los efectos a corto plazo del entrenamiento bilateral de MS en la búsqueda de fomentar la recuperación funcional del brazo hemiparético.</p>	<p>GI recibió RT con aumento de errores y GC solo RT, durante 2 semanas de tratamiento.</p>	<p>Sin ventajas significativas en la comparación de los grupos.</p> <p>Beneficio adicional del aumento del error evidente con la puntuación de FMA.</p>
<p>Térémet et al.</p> <p>2022</p>	<p>Ensayo controlado, aleatorizado y simple ciego.</p>	<p>40 pacientes con ACV crónico.</p>	<p>Comparar el efecto en la extensión de codo y compensación del tronco, entre terapia con juegos interactivos y terapia convencional.</p>	<p>GI recibió terapia con juegos interactivos de la Wii y GC terapia convencional, durante 4 semanas.</p>	<p>Sin diferencias significativas entre ambos grupos.</p> <p>El GC estuvo más satisfecho con la terapia recibida.</p>
<p>Hung, Chen et al.</p> <p>2021</p>	<p>Ensayo controlado y aleatorizado.</p>	<p>36 pacientes con ACV crónico.</p>	<p>Comparar los efectos de diferentes frecuencias aplicando RT como complemento de las inyecciones de BoNT-A en MS espástico.</p>	<p>Un grupo realizó rehabilitación condensada en 4 sesiones por semana, 6 semanas y el otro distribuida en 2 sesiones por semana, 12 semanas.</p>	<p>Efectos significativos en todas las medidas, sin diferencias significativas.</p> <p>Efectos positivos independientemente de la frecuencia de tratamiento.</p>

<p>Hung, Yen et al.</p> <p>2022</p>	<p>Ensayo controlado y aleatorizado.</p>	<p>37 pacientes con ACV hemipléjico espástico crónico.</p>	<p>Investigar los efectos de 3 entrenamientos diferentes orientados a tareas después de la inyección de BoNT-A.</p>	<p>Un grupo recibió RT, otro terapia de espejo y el último tratamiento de control activo, durante 8 semanas.</p>	<p>Los 3 mejoraron la recuperación motora y la espasticidad evaluadas por FMA, MAS y MAL.</p> <p>Mejoras en las funciones motoras y diarias y reducción de la espasticidad.</p>
---	--	--	---	--	---

RT: terapia asistida por robot, GC: grupo control, GI: grupo de intervención, FMA: Fugl-Meyer, WMFT: Prueba de función motora de Wolf, SIS: Escala de impacto del Accidente cerebrovascular, MS: Miembro superior, MAS: Escala de Ashworth modificada, CIMT: terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano, BoNT-A: toxina botulínica A, MAL: Escala de cantidad de Actividad Motora.

Conroy et al.²³ en 2019, aplicaron el entrenamiento de transición a la tarea (TTT) con asistencia de un terapeuta combinado con terapia asistida por robot (RT) a un grupo de intervención (GI) en contraposición con un grupo control (GC) que recibió únicamente RT. El estudio se llevó a cabo durante 12 semanas divididas en 3 bloques de 4 semanas, en pacientes con ACV que presentaban una discapacidad crónica del brazo de moderada a grave.

El primer mes correspondiente al bloque 1 se centró en el trabajo de manipulación de objetos a través del movimiento del brazo distal mediante un robot de muñeca, en el segundo bloque se entrenó el brazo proximal empleando un robot de codo y hombro para el alcance y transporte del brazo, finalmente el tercer bloque combinó el entrenamiento con ambos robots.

La intervención fue idéntica en ambos grupos, a excepción del reparto del tiempo, mientras los participantes del GC recibían terapia robótica durante toda la hora de la sesión, el GI recibió 45 minutos de RT seguidos de 15 minutos de TTT.

Los resultados primarios no mostraron diferencias significativas en el cambio de FMA, si bien el grupo TTT obtuvo una mayor ganancia en la subescala distal de muñeca y mano, este cambio no diferenció las dos intervenciones. En cuanto a los resultados secundarios, se identificaron mejoras significativas para el grupo TTT en el tiempo de WMFT y la SIS frente al grupo RT, considerando una significación estadística $p < 0,05$.

Los resultados pueden interpretarse en que el reemplazo de parte de la sesión robótica con terapia convencional asistida, no redujo la eficacia, sino que complementó el tratamiento y preparó el sistema motor, estimulando las ganancias en el rango articular y de movimiento.

En un estudio de **Singh et al.**²⁴ de 2021, evaluaron la efectividad clínica de una novedosa terapia robótica basada en el entrenamiento a través de un exoesqueleto, en comparación con la terapia convencional en la rehabilitación de las extremidades superiores (EES) en pacientes con ictus crónico durante 4 semanas.

El GC recibió terapia convencional, mientras que el GI recibía sesiones de 45 minutos de RT conformadas por 250 pruebas de 10 segundos, incluyendo un tiempo adicional para los descansos y la colocación y configuración del exoesqueleto. Las manos del paciente se estabilizaron al exoesqueleto en posición neutra a través de correas, el robot se activaba con el movimiento de extensión de muñeca y flexión de dedos, al cruzar unos umbrales de electromiografía predefinidos para cada paciente. Tras alcanzar la posición final, el exoesqueleto ayudaba a regresar a la posición inicial de flexión de muñeca y extensión de dedos. Si no se cruzaba el umbral, la prueba se reiniciaba y retomaba con mayor esfuerzo.

Ambos grupos mostraron mejoras significativas en todas las escalas, a excepción de la escala de Ashworth modificada (MAS), donde la disminución de la espasticidad del GC resultó insuficiente ($p = 0,12$). La mejora en el GI resultó significativamente mayor ($p < 0,05$) respecto al GC en el rango de movimiento activo (AROM), MAS, FMA de extremidad superior y FMA para el componente de muñeca/mano.

La RT mostró mejoras en las escalas clínicas respecto a la terapia convencional, además de cambios en los parámetros neurofisiológicos como consecuencia de la plasticidad cerebral inducida por el uso de las extremidades. Los resultados apoyaron la posibilidad de implicar este dispositivo en un futuro en la rehabilitación de pacientes con ACV.

Lee et al.²⁵ en 2020 compararon dos dispositivos robóticos buscando determinar el más adecuado para rehabilitar el deterioro moderado a severo de las EESS en pacientes con ictus crónico.

Durante 4 semanas, los pacientes del grupo efector final (EE) recibieron 30 minutos de terapia activa asistida por el robot InMotion2, mientras que el grupo con exoesqueleto (Exo) utilizó el robot Armeo Power, posteriormente ambos grupos realizaban otros 30 minutos de terapia ocupacional convencional para el fortalecimiento y entrenamiento de las AVD. El período de terapia no incluyó el tiempo de preparación para la conexión y el alineado de los ejes.

El dispositivo InMotion2 permitía realizar movimientos de alcance con 2 grados de libertad, para las articulaciones de hombro y codo, incluyendo una pantalla con la que obtener información visual. El exoesqueleto Armeo Power incluía 6 grados de libertad para hombro, codo y muñeca, que permitía realizar entrenamientos adaptados a la discapacidad motora de cada participante.

Tras llevar a cabo todas las intervenciones, se hallaron mejoras significativas en el grupo EE respecto a los resultados de la actividad de los participantes, evaluada a través de la escala WMFT de la capacidad funcional y la WMFT de tiempo, y respecto a la participación social evaluada mediante SIS, en contraposición con el grupo Exo.

Por tanto, los hallazgos señalaron la superioridad del entrenamiento a través del dispositivo efector final para la recuperación de la función de las EESS con deterioro moderado a severo en pacientes con ACV crónico. Por otro lado, se sugieren más estudios que investiguen los efectos en pacientes con deterioro leve de las EESS, para reafirmar los resultados del estudio.

Takebayashi et al.²⁶ en 2022 buscaban confirmar si el autoentrenamiento robótico era superior a la terapia convencional en la mejora funcional de las EESS en sujetos con ictus crónico de leve a moderado.

Durante 10 semanas, los participantes realizaron la intervención en función del grupo al que fueron asignados. El GC recibió 40 minutos de autoentrenamiento del MS parético y 20 minutos de terapia ocupacional estandarizada, el grupo de RT combinó 40 minutos de autoentrenamiento asistido por robot con 20 minutos de terapia ocupacional, finalmente el grupo MT recibió 40 minutos de terapia robótica combinada con 20 minutos de terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano (CIMT).

El dispositivo empleado fue el robot de tipo efector final ReoGo-J, que permite movimientos de hombro, codo y antebrazo paréticos. Durante el autoentrenamiento, se realizaron múltiples tareas adaptadas al nivel funcional del paciente, mientras una pantalla proporcionaba información visual.

A pesar de no hallar diferencias significativas en las puntuaciones de FMA para el MS entre los tres grupos, el grupo RT mejoró significativamente ($p=0,037$) en la evaluación de FMA para la puntuación del hombro, codo y antebrazo. Tampoco hubo mejoras significativas en los resultados secundarios de las puntuaciones de la cantidad de uso y la calidad de movimiento de la escala de registro de la actividad motora (MAL).

Si bien el autoentrenamiento robótico no resalto en la mejora de la función de las EESS en comparación con la terapia convencional habitual, si pareció ser una mejor intervención para la recuperación de movimiento de hombro, codo y antebrazo, por lo que podría resultar eficaz la combinación de ambas terapias para la recuperación del MS.

Abdollahi et al.²⁷ en 2018, evaluaron los efectos a corto plazo del tratamiento bilateral de las EESS en la recuperación del miembro hemiparético. Durante 2 semanas, los participantes de ambos grupos fueron instruidos en la coordinación bilateral de los brazos, a través de acciones de alcance con RT, con la única diferencia de que en el grupo con aumento de error (EA), el sistema robótico aumentaba los errores háptica y visualmente, ejerciendo una fuerza cero, que cegaba a los sujetos para que desconocieran dichos cambios.

Las sesiones se alternaban entre bloques de práctica bimanual de alcance dirigido con objetivos espaciados para probar el rango de movimiento, y bloques de práctica bimanual libre personalizados y centrados en tratar los déficits propios de cada participante. Durante la terapia, se ocultó la visión de los brazos, un cursor mostraba la ubicación de las muñecas y los objetivos, y un guante de exotendón ayudaba a la mano hemiparética a mantener una posición funcional de mano y muñeca.

El resultado principal mediante la FMA de la extremidad superior, mostró una ganancia significativa ($p=0,005$) para todos los participantes, sin encontrar grandes diferencias entre los grupos. Con resultados similares en las medidas secundarias, se hallaron mejoras significativas en la capacidad funcional WMFT, en la medida de Cantidad del Registro de Actividad Motora (MAL), en la puntuación de tiempo WMFT y Box and Blocks, sin detectar significativas diferencias intergrupales.

A pesar del breve intervalo de tiempo del estudio, el aumento de errores mostró una modesta ventaja significativa, que sugiere realizar más estudios que investiguen el empleo de sistemas interactivos en la mejora de la recuperación motora.

Térémetz et al.²⁸ en 2022 aplicaron una terapia mediante juegos interactivos con la Nintendo Wii a un GI en contraposición con un GC que recibió terapia convencional durante 4 semanas, con el objetivo de determinar los efectos de ambas terapias, en la recuperación del movimiento de extensión del codo y la mejora de la compensación del tronco en personas con ictus crónico.

Se incluyó otro GC con personas sanas, a través del cual se registraron los datos cinemáticos y patrones normales en los juegos interactivos, con los que comparar a los pacientes con ACV.

Durante la terapia de Wii, el GI realizó 15 minutos de cada uno de los juegos seleccionados del paquete Wii Sports, consistiendo en tenis, golf y boxeo dada su implicación en los diferentes planos de movimiento del brazo. Los participantes permanecieron sentados para evitar desequilibrios, y fueron instruidos para tratar de ganar la máxima puntuación sin dolor. El GC recibió terapia convencional con un enfoque en ejercicios funcionales de alcance y agarre orientados a tareas, dependientes de la necesidad y capacidad de cada participante.

Las puntuaciones clínicas tuvieron mejoras reducidas pero similares en ambos grupos. Si bien aumentó la extensión de codo y se redujo la compensación del tronco hacia delante con ambas intervenciones, no se hallaron diferencias significativas entre los grupos. Tampoco se encontraron diferencias significativas en los resultados de FMA, ARAT, Box and Block Test, MAL o SIS.

A pesar de que los resultados sugieran que la dosis de tratamiento fue escasa e incapaz de inducir cambios clínicamente significativos, los hallazgos también permiten plantear el empleo de estos dispositivos de juego como complemento del tratamiento actual, como un método adicional con el cual mantener la función motora adquirida por los pacientes.

Hung, Chen et al.²⁹ en 2021 aplicaron dos programas de RT combinados con inyecciones de toxina botulínica tipo A (BoNT-A) de la marca Botox, para comparar sus efectos en la musculatura espástica de las EESS de pacientes con ictus crónico.

Una semana después de recibir la inyección, los participantes fueron asignados a dos grupos, en uno se recibió una intervención condensada en 4 sesiones a la semana durante 6 semanas seguidas y en el otro grupo se distribuyeron 2 sesiones a la semana durante 12 semanas. Todas las sesiones incluyeron 45 minutos de RT continuando con 30 minutos de entrenamiento funcional.

El robot empleado consistió en InMotion2, un dispositivo con 3 patrones de movimiento y 3 grados de libertad para hombro y codo, antebrazo y muñeca.

Tras la intervención, ambos grupos obtuvieron efectos significativos en todas las medidas de resultado incluyendo el FMA, MAS proximal y distal y en la capacidad funcional de WMFT ($p < 0,05$), a excepción en la puntuación de tiempo de WMFT ($p = 0,1$).

Los resultados muestran que la administración de la toxina complementada con programas de RT produce efectos positivos sobre el deterioro de la musculatura de los pacientes, independientemente de la administración y frecuencia del tratamiento.

Hung, Yen et al.³⁰ en 2022, investigaron la eficacia de tres tratamientos orientados a tareas, después de una inyección de BoNT-A, sobre la recuperación motora, la espasticidad y las actividades y funciones diarias, en pacientes con ACV crónico.

Tras la inyección de BoNT-A, los participantes se asignaron aleatoriamente a un grupo para recibir o bien terapia asistida por robot (RT), terapia de espejo (MT) o tratamiento de control activo, durante 8 semanas en sesiones divididas en 45 minutos de la terapia asignada y 30 minutos adicionales de práctica en actividades funcionales.

En el grupo de RT se empleó el sistema robótico Bi-Manu-Track, centrando el entrenamiento en los movimientos de flexión-extensión de muñeca y pronación-supinación del antebrazo con repeticiones pasivas, activo-pasivas y activas. El grupo MT incluyó una caja con un espejo colocado para bloquear la vista de la mano afectada, de tal manera que los participantes miraran el reflejo de su mano sana como si fuera la afectada, mientras realizaban tareas de motricidad fina y gruesa y movimientos distales y proximales.

Finalmente, un grupo de control activo se diseñó para comparar dosis mediante un enfoque de terapia convencional con entrenamiento bilateral simétrico, utilizando las dos EESS para realizar movimientos que implicaran agarrar, manipular y colocar objetos.

Tras la inyección y el tratamiento, los 3 grupos obtuvieron mejoras significativas en FMA, MAS y MAL ($p > 0,073$), sin embargo, no indujeron efectos significativos en el nivel de actividad ($p = 0,14$). Por lo tanto, los resultados hallaron efectividad en el uso de estos tratamientos para la mejora de las funciones motoras, la reducción de la musculatura espástica y la mejora de la función diaria.

8. DISCUSION

Dentro de los 8 artículos seleccionados para analizar la efectividad de las nuevas tecnologías en los miembros superiores paréticos tras sufrir un ictus, encontramos que los 8 artículos son ensayos clínicos controlados. Los estudios de **Conroy et al.**²³, **Singh et al.**²⁴, **Lee et al.**²⁵, **Abdollahi et al.**²⁷ y **Hung, Chen et al.**²⁹ presentaban dos grupos, mientras que para los estudios de **Takebayashi et al.**²⁶, **Térémetz et al.**²⁸ y **Hung, Yen et al.**³⁰ se dividieron en 3 grupos.

Los 8 artículos analizados en esta revisión son estudios transversales, además todos los estudios son aleatorizados.

La duración de la intervención de los artículos elegidos va desde las 2 semanas de intervención en el estudio de **Abdollahi et al.**²⁷ como el estudio de menor duración, hasta las 12 semanas durante las cuales se desarrollan los estudios de **Conroy et al.**²³ y **Hung, Chen et al.**²⁹ siendo los estudios de mayor duración.

Los tamaños muestrales de los estudios que se han analizado, comprenden desde los 23 participantes del estudio de **Singh et al.**²⁴, siendo el que menos sujetos incluyó en su intervención, hasta los 127 participantes de **Takebayashi et al.**²⁶, siendo el estudio con más participantes incluidos en la intervención. Los demás artículos rondan los 30 a 40 participantes.

A su vez el rango temporal de los artículos de esta revisión abarca desde el año 2018 al 2022. El artículo más antiguo es el de **Abdollahi et al.**²⁷ realizado en 2018, seguido por el trabajo de **Conroy et al.**²³ en 2019, y el de **Lee et al.**²⁵ en 2020. Los realizados en 2021 son los estudios de **Singh et al.**²⁴ y **Hung, Chen et al.**²⁹ Finalmente los trabajos pertenecientes al año 2022 son los de **Takebayashi et al.**²⁶, **Térémetz et al.**²⁸ y **Hung, Yen et al.**³⁰

Los artículos seleccionados presentan gran variabilidad geográfica que contempla resultados recopilados en diversos continentes, desde un estudio europeo de **Térémetz et al.**²⁸ realizado en Francia, los artículos de **Conroy et al.**²³ y **Abdollahi et al.**²⁷ realizados en los Estados Unidos, hasta finalmente 5 artículos realizados en el continente asiático, siendo el estudio de **Singh et al.**²⁴ de la India, **Lee et al.**²⁵ en Corea, **Takebayashi et al.**²⁶ en Japón y los estudios de **Hung, Chen et al.**²⁹ y **Hung, Yen et al.**³⁰ en Taiwán.

Todos los artículos incluidos en la revisión realizan estudios con una intervención de terapia robótica, que en el caso de **Conroy et al.**²³, **Singh et al.**²⁴, **Takebayashi et al.**²⁶, **Térémetz et al.**²⁸, y **Hung, Yen et al.**³⁰ se compara o combina con terapia convencional. A su vez, los estudios de **Hung, Chen et al.**²⁹ y **Hung, Yen et al.**³⁰ empleaban inyecciones de BoNT-A.

En cuanto a la terapia robótica, 5 artículos emplearon un robot de tipo efector final, 3 de ellos emplearon el robot InMotion2 (**Conroy et al.**²³, **Lee et al.**²⁵ y **Hung, Chen et al.**²⁹). El estudio de **Takebayashi et al.**²⁶ utilizó el robot ReoGo-J y finalmente **Hung, Yen et al.**³⁰ empleó el brazo robótico Bi-Manu-Track. En otros 3 artículos la intervención se realizó en base a exoesqueletos robóticos, el estudio de **Lee et al.**²⁵ recurrió al exoesqueleto Armeo Power, **Abdollahi et al.**²⁷ utilizó el exoesqueleto robótico WREX y para el estudio de **Singh et al.**²⁴ se diseñó un novedoso exoesqueleto activado por umbrales de EMG. Por último, para el estudio de **Térémetz et al.**²⁶ se realizó una intervención mediante juegos interactivos del paquete Wii Sports.

Debido a que el objetivo de las intervenciones era la recuperación del MS, los estudios son heterogéneos en cuanto a las articulaciones tratadas. Dos estudios trataban las articulaciones de hombro, codo, muñeca y dedos^{25, 26}, otros 4 estudios intervinieron las articulaciones de hombro, codo y muñeca^{23, 24, 29, 30}. Finalmente **Abdollahi et al.**²⁷ contempló en su estudio la función de la muñeca y mano y **Térémetz et al.**²⁸ la extensión de codo además del movimiento del tronco.

Los estudios utilizaron diversas escalas como medida de evaluación de los resultados de la intervención, sin embargo, los 8 artículos coincidieron en el empleo de la evaluación FMA para la evaluación del deterioro y por tanto de los cambios y mejora de la función motora y la movilidad articular del MS. En 4 estudios se empleó la WMFT como medida cuantitativa de la capacidad motora de los músculos del MS^{23, 25, 27, 29}. De igual manera, otros 4 estudios coincidieron en la valoración de la calidad de vida después de sufrir el ictus evaluada a través de la escala de impacto SIS^{23, 25, 26, 28}. La escala MAS que evaluaba los cambios de la espasticidad de la musculatura de MS en la recuperación del tono normal fue utilizada en cuatro artículos^{24, 26, 29, 30}. Cuatro artículos coinciden en la valoración de la cantidad de uso y calidad de movimiento registradas a través de las subescalas de MAL^{27, 28, 29, 30}. Solo dos estudios, **Singh et al.**²⁴ y **Takebayashi et al.**²⁶ evaluaban el rango de movimiento activo. Finalmente, únicamente **Térémetz et al.**²⁸ valoró el esfuerzo percibido durante la intervención a través de la escala de Borg.

Dentro de los estudios analizados, algunos comprueban la efectividad de la terapia robótica en contraposición con la terapia convencional. Esos estudios son los realizados por **Conroy et al.**²³, el cual obtuvo resultados que pueden interpretarse con que la complementación del tratamiento robótico con terapia convencional, benefició la preparación del sistema motor y estimuló el rango articular y de movimiento. En el estudio realizado por **Takebayashi et al.**²⁶ de forma similar, se obtuvieron resultados significativamente positivos en cuanto a la cantidad y calidad de movimiento registrados, viéndose nuevamente reflejada la posibilidad de combinar ambas terapias en la recuperación del MS. Finalmente, en el estudio realizado por **Térémetz et al.**²⁸, tras

analizar las puntuaciones clínicas, se contemplaron mejoras reducidas, sin embargo los hallazgos, aunque poco significativos, plantearon nuevamente el empleo de los dispositivos robóticos de juego virtual como un complemento o método adicional en el tratamiento actual.

Entre los estudios seleccionados, también se encuentran aquellos que comprueban la efectividad de la combinación de inyecciones de toxina con la terapia robótica. En el estudio realizado por **Hung, Chen et al.**²⁹ se obtuvieron efectos significativos en todas las medidas de resultado, los hallazgos mostraron como la administración de la toxina complementada con programas de terapia con dispositivos robóticos reducía el deterioro de la musculatura de los pacientes. En un estudio posterior de **Hung, Yen et al.**³⁰ nuevamente se obtuvieron mejoras significativas en todas las valoraciones, con resultados que mostraban una gran mejora en las funciones motoras, en las funciones diarias y en la reducción de la espasticidad.

En el estudio realizado por **Lee et al.**²⁵ se evidenció que el entrenamiento a través de dispositivos robóticos es efectivo para la recuperación de la función de las EESS en pacientes con ACV crónico. **Abdollahi et al.**²⁷ a pesar de no detectar significativas diferencias entre los grupos y al considerar el periodo de estudio como breve e insuficiente, mostraron modestas ventajas, que permiten sugerir continuar con las investigaciones del empleo de sistemas interactivos en la recuperación motora. Estos resultados son congruentes con los de estudios previos como el de **Milot, et al.**³¹ que respaldó el empleo de los exoesqueletos mediante entrenamientos repetitivos y de alta intensidad, con el objetivo de reducir el deterioro motor y mejorar la función motora del MS tras sufrir un ictus.

En el estudio de **Singh et al.**²⁴ la terapia robótica mostró mejoras significativamente mayores en las escalas clínicas valoradas respecto a la terapia convencional, además de mayores cambios en los parámetros neurofisiológicos por la plasticidad cerebral. Estos resultados son también similares a los de trabajos previos como el de **Tomic et al.**³² que compararon la eficacia del entrenamiento del brazo robótico con la terapia convencional en pacientes con ACV y deterioro motor de MS de moderado a severo, sus resultados mostraron mejoras significativas en las actividades funcionales, que se atribuyeron a una reducción del deterioro motor, efectos sinérgicos y mayor motivación y compromiso de los participantes.

9. LIMITACIONES

Respecto a las limitaciones halladas en esta revisión, destacan las siguientes:

- En general el tamaño de las muestras es relativamente pequeño para casi todos los estudios, por lo que la generalización de los resultados estaría limitada.
- Son estudios heterogéneos respecto a los déficits causados por el ictus, el nivel de deterioro que varía desde leve a severo y el segmento del miembro superior evaluado, abarcando desde la zona más proximal a la más distal.
- La ventaja de la actualidad de los estudios, presenta en contraposición una limitación en cuanto al proceso de seguimiento que permita valorar los efectos de las intervenciones a largo plazo.
- Son estudios muy variados en cuanto al tipo de protocolo empleado, la dosificación del tratamiento y la asociación o no de las técnicas empleadas.
- La interpretación de los resultados es específica para la población con ACV crónico, lo cual no permitiría generalizar los hallazgos a los estadios más agudos y subagudos de la patología.

Estos aspectos pueden dificultar la obtención de conclusiones, además son necesarias más investigaciones que tengan en cuenta estas limitaciones, precisando por tanto de estudios más rigurosos científicamente y más homogéneos a la hora de conseguir afianzar los resultados.

10. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos mediante la bibliografía analizada, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La intervención robótica de los estudios analizados mostró mejoras en las variables de la función motora, el rango y movilidad articular, la espasticidad y la capacidad motora de la musculatura del miembro superior. Además de mejoras en la calidad de vida.
- La utilización de la terapia robótica mostró mejoras no solo en las escalas clínicas, sino también en parámetros neurofisiológicos como consecuencia a la reorganización plástica y a la plasticidad cerebral (neuroplasticidad) debida al uso del miembro superior.
- Este enfoque terapéutico al ofrecer aspectos novedosos y beneficiosos en el tratamiento, permite al paciente ser un agente activo, lo cual le anima y motiva.
- Los resultados sugieren que los dispositivos robóticos de juego virtual podrían ser útiles como complemento del tratamiento, al proporcionar una práctica adicional para aquellas personas dadas de alta, pudiendo ser un método para mantener la función motora y los avances ya adquiridos.
- La combinación de terapia robótica con inyecciones de BoNT-A sobre la musculatura espástica, genera efectos positivos sobre el deterioro de los participantes al mejorar el tono muscular afectado frecuentemente por dicha patología.
- La terapia robótica se ha hallado efectiva combinada con terapia convencional o con otras terapias como la terapia espejo, que mostraron aumentar sus efectos, al combinar los beneficios de cada una.
- El número de repeticiones, así como la frecuencia de sesiones y la dosis necesaria para obtener los mejores resultados posibles, necesita de más estudios para determinar los parámetros más adecuados para estos pacientes neurológicos.

- Los estudios analizados sugieren que la terapia robótica podría considerarse como una herramienta efectiva en el tratamiento de las personas con ACV crónico con niveles desde leves a severos de discapacidad crónica en el miembro superior.
- A pesar de todo lo anteriormente señalado, es importante continuar investigando y realizando nuevos estudios, puesto que la información disponible aún resulta escasa. En el futuro, es necesario planificar ensayos con un mayor tamaño muestral, para investigar sistemáticamente el potencial de los dispositivos robóticos en la práctica clínica.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Mesonero LL, Sánchez CO. Accidentes cerebrovasculares. En: Seco Calvo J. Sistema Nervioso: métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas. 1ª ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana; p. 2019. 87-96.
2. Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and treatment of stroke: Present status and future perspectives. *Int J Mol Sci.* 2020 Oct; 21(20):7609. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms21207609>
3. Sui B, Gao P. Imaging evaluation of acute ischemic stroke. *J Int Med Res.* 2020 Ene; 48(1):1-5. <http://dx.doi.org/10.1177/0300060518802530>
4. Sarikaya H, Ferro J, Arnold M. Stroke prevention-Medical and lifestyle measures. *Eur Neurol.* 2015 Ene; 73(3-4):150-57. <http://dx.doi.org/10.1159/000367652>
5. Gasbarrino K, Di Iorio D, Daskalopoulou SS. Importance of sex and gender in ischaemic stroke and carotid atherosclerotic Disease. *Eur Heart J.* 2022 Feb; 43(6):460-73. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehab756>
6. Roy-O'Reilly M, McCullough LD. Age and sex are critical factors in ischemic stroke pathology. *Endocrinology.* 2018 Jul; 159(8):3120-31. <http://dx.doi.org/10.1210/en.2018-00465>
7. Yew KS, Cheng EM. Diagnosis of acute stroke. *Am Fam Physician* [Internet]. 2015 Abr (citado el 17 de Diciembre de 2022); 91(8):528-36. Disponible en: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2015/0415/p528.html>
8. Chauhan G, Debette S. Genetic risk factors for ischemic and hemorrhagic stroke. *Curr Cardiol Rep.* 2016 Oct; 18(12):124. <http://dx.doi.org/10.1007/s11886-016-0804-z>
9. Herpich F, Rincon F. Management of acute ischemic stroke. *Crit Care Med.* 2020 Nov; 48(11):1654-63. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004597>

10. Antipova D, Eadie L, Macaden A, Wislon P. Diagnostic accuracy of clinical tools for Assessment of acute stroke: a systematic review. *BMC Emerg Med.* 2019 Sep; 19(1):49. <http://dx.doi.org/10.1186/s12873-019-0262-1>
11. Siniscalchi A, Lochner P, Perrotta P, Rizzuto S, De Sarro G, Gallelli L. Isolated hand palsy in national institutes of Health stroke Scale (NIHSS): Is it useful? *West J Emerg Med.* 2018 Abr; 19(3):524-26. <http://dx.doi.org/10.5811/westjem.2018.2.37654>
12. Bushnell C, Bettger JP, Cockroft KM, Cramer SC, Edelen MO, Hanley D, et al. Chronic stroke outcome measures for motor function intervention trials: Expert panel recommendations. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2015 Oct; 8(6):163-9. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.115.002098>
13. Alessandro L, Olmos LE, Bonamico L, Muzio DM, Ahumada MH, Russo MJ, et al. Multidisciplinary rehabilitation for adult patients with stroke. *Medicina (B Aires)* [Internet]. 2020 Oct (citado el 5 de Enero de 2023); 80(1):54-68. Disponible en: <https://www.medicinabuenaaires.com/PMID/32044742.pdf>
14. Owolabi MO, Thrift AG, Mahal A, Ishida M, Martins S, Johnson WD, et al. Primary stroke prevention worldwide: translating evidence into action. *Lancet Public Health.* 2022 Ene; 7(1):74-85. [http://dx.doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00230-9](http://dx.doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00230-9)
15. Gassert R, Dietz V. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *J Neuroeng Rehabil.* 2018 Jun; 15(1). <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-018-0383-x>
16. Nizamis K, Athanasiou A, Almpani S, Dimitrousis C, Astaras A. Converging robotic technologies in targeted neural rehabilitation: A review of emerging solutions and challenges. *Sensors (Basel).* 2021 Mar; 21(6):2084. <http://dx.doi.org/10.3390/s21062084>

17. Alguacil Diego IM, Barroso F, Bermejo Franco A, Calderón Bernal AM, Cano de la Cuerda R, Carpena Niño MG, et al. Nuevas Tecnologías en Neurorrehabilitación: Aplicaciones diagnósticas y terapéuticas. 1ª ed. Madrid [etc.]: Editorial Medica Panamericana; 2018. 232 p.
18. Laffont I, Bakhti K, Coroian F, van Dokkum L, Mottet D, Schweighofer N, et al. Innovative technologies applied to sensorimotor rehabilitation after stroke. *Ann Phys Rehabil Med*. 2014 Nov; 57(8):543-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2014.08.007>
19. Astrakas LG, De Novi G, Ottensmeyer MP, Pusatere C, Li S, Moskowitz MA, et al. Improving motor function after chronic stroke by interactive gaming with a redesigned MR-compatible hand training device. *Exp Ther Med*. 2021 Ene; 21(3):245. <http://dx.doi.org/10.3892/etm.2021.9676>
20. Adomaviciene A, Daunoraviciene K, Kubilius R, Varzaityte L, Raistenskis J. Influence of new technologies on post-stroke rehabilitation: A comparison of Armeo Spring to the Kinect system. *Medicina (Kaunas)*. 2019 Abr; 55(4):98. <http://dx.doi.org/10.3390/medicina55040098>
21. Gandhi DB, Pandian JD, Szturm T, Kanitkar A, Kate MP, Bhanot K. A computer-game-based rehabilitation platform for individuals with fine and gross motor upper extremity deficits post-stroke ((CARE FOR U)- Protocol for a randomized controlled trial. *Eur Stroke J*. 2021 Feb; 6(3):291-301. <http://dx.doi.org/10.1177/2396987321994293>
22. Sheffler LR, Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2013 May; 24(2):305-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2012.11.005>
23. 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 Jul; 33(9):751-61. <https://doi.org/10.1177/1545968319862558>

24. 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 May; 18(1):76. <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-021-00867-7>
25. Lee SH, Park G, Cho DY, Kim HY, Lee J-Y, Kim S, et al. Comparisons between end-effector and exoskeleton rehabilitation robots regarding upper extremity function among Chronic stroke patients with moderate to severe upper limb impairment. *Sci Rep*. 2020 Feb; 10(1):1806. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58630-2>
26. Takebayashi T, Takahashi K, Amano S, Goshō M, Sakai M, Hashimoto K, et al. Robot-assisted training as self-training for upper-limb hemiplegia in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Stroke*. 2022 Mar; 53(7):2182-91. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.121.037260>
27. Abdollahi F, Corrigan M, Lazzaro EDC, Kenyon RV, Patton JL. Error-augmented bimanual therapy for stroke survivors. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2018 Ene (citado el 17 de febrero de 2023); 43(1):51-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8682915/?report=reader>
28. Térémetz M, García Álvarez A, Hanneton S, Roby-Brami A, Roche N, Bensmail D, et al. Improving upper-limb and trunk kinematics by interactive gaming in individuals with chronic stroke: A single-blinded RCT. *Ann Phys Rehabil Med*. 2022 May; 65(3):101622. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101622>
29. Hung J-W, Chen Y-W, Chen Y-J, Pong Y-P, Wu W-C, Chang K-C, et al. The effects of distributed vs condensed schedule for robot-assisted training with Botulinum toxin A injection for spastic upper limbs in Chronic post-stroke subjects. *Toxins (Basel)*. 2021 Ago; 13(8):539. <https://doi.org/10.3390/toxins13080539>

30. Hung J-W, Yen C-L, Chang K-C, Chiang W-C, Chuang I-C, Pong Y-P, et al. A pilot randomized controlled trial of botulinum toxin treatment combined with robot-assisted therapy, mirror therapy, or active control treatment in patients with spasticity following stroke. *Toxins (Basel)*. 2022 Jun; 14(6):415. <https://doi.org/10.3390/toxins14060415>
31. Milot M-H, Spencer SJ, Chan V, Allington JP, Klein J, Chou C, et al. A crossover pilot study evaluating the functional outcomes of two different types of robotic movement training in Chronic stroke survivor using the arm exoeskeleton BONES. *J Neuroeng Rehabil*. 2013 Dec; 10(1):112. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-10-112>
32. Tomic TJD, Savic AM, Vidakovic AS, Rodic SZ, Isakovic MS, Rodríguez-de-Pablo C, et al. Arm Assist robotic system versus matched conventional Therapy for poststroke upper limb rehabilitation: A randomized clinical trial. *Biomed Res Int*. 2017 Ene; Vol 2017: 1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2017/7659893>

12. ANEXOS

Anexo 1. NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale)

Tomado de: <https://www.tiempoescerebro.com/wp-content/uploads/2017/06/nihss.pdf>

1. NIVEL DE CONSCIENCIA	
1a. Alerta	
Alerta con respuestas normales	0
No alerta, pero responde a mínimos estímulos verbales	1
No alerta, pero responde a estímulos repetidos o dolorosos (no reflejos)	2
No responde a estímulos dolorosos o sólo con movimientos reflejos	3
1b. Preguntas orales Preguntar el mes actual y la edad. Puntuar sólo la primera respuesta.	
Ambas respuestas son correctas	0
Sólo una respuesta es correcta, IOT, muy disártrico o barrera idiomática	1
Ninguna es correcta	2
1c. Órdenes motoras Cerrar - abrir los ojos y cerrar – abrir la mano (lado no parético)	
Ambas respuestas son correctas	0
Sólo una respuesta es correcta	1
Ninguna es correcta	2
2. MIRADA CONJUGADA Significa que los 2 ojos hacen lo mismo y, en reposo, los ojos están en posición central Explorar sólo la mirada horizontal voluntaria o con reflejos óculo-cefálicos ¹ en comatosos	
Normal	0
Paresia parcial de la mirada o paresia periférica de un nervio ocular-motor ²	1
Paresia total o desviación forzada de la mirada conjugada	2
3. CAMPOS VISUALES POR CONFRONTACIÓN A un metro de distancia del paciente y tapar el ojo que no va a ser explorado Explorar los cuadrantes superiores e inferiores	
Visión no alterada	0
Hemianopsia ³ parcial o extinción visual ⁴	1
Hemianopsia completa	2
Ceguera total	3
4. PARESIA FACIAL Enseñar los dientes, si no colabora se puede explorar con un estímulo doloroso	
Movimiento normal (simetría de las hemicaras)	0
Mínima asimetría	1
Parálisis de la zona inferior de una hemicara	2
Parálisis de las zonas inferior y superior de una hemicara	3
5. PARESIA DEL BRAZO Primero el brazo no parético Levantar y extender el brazo a 90° Paciente en decúbito, extender el brazo a 45°	
5a. Lado derecho	
Mantiene la posición durante 10 segundos, amputación o inmovilización	0
Claudica en menos de 10 segundos sin tocar la cama	1
Claudica en menos de 10 segundos y la extremidad toca la cama	2
Existe movimiento pero no alcanza la posición o cae inmediatamente	3
Parálisis de la extremidad	4
5b. Lado izquierdo	
Igual que el lado derecho	

6. PARESIA DE LA PIERNA	
Primero la pierna no parética Levantarla la pierna extendida a 30°	
6a. Lado derecho	
Mantiene la posición durante 5 segundos, amputación proximal o inmovilización	0
Claudica en menos de 5 segundos sin tocar la cama	1
Claudica en menos de 5 segundos y la extremidad toca la cama	2
Existe movimiento pero no alcanza la posición o cae inmediatamente	3
Parálisis de la extremidad	4
6b. Lado izquierdo.	
Igual que el lado derecho	
7. DISMETRIA (Ataxia: descoordinación en el movimiento)	
Dedo-nariz y talón-rodilla, realizar con los ojos abiertos	
Ausente, amputación, déficit motor o fusión de la articulación	0
Ataxia en una extremidad	1
Ataxia en dos extremidades	2
8. SENSIBILIDAD	
Con aguja explorar la cara, los brazos, el tronco, el abdomen y las piernas (no manos ni pies) En paciente obnubilado evaluar la retirada al estímulo doloroso	
Normal	0
Leve hipoestesia (lo nota)	1
Anestesia o paciente en coma	2
9. LENGUAJE	
Describir un dibujo o leer una lista de palabras y frases En paciente mudo o IOT explorar según su escritura	
Normal	0
Afasia leve o moderada (se puede entender)	1
Afasia grave (no se puede entender)	2
Comprensión nula o en coma	3
10. DISARTRIA	
Valorar sólo la articulación	
Normal o IOT	0
Leve o moderada (se puede entender)	1
Grave, ininteligible o mudo	2
11. Extinción e Inatención, Negligencia	
Extinción: en caso de estímulos bilaterales simultáneos, el paciente no es capaz de percibir en el lado contralateral a la lesión Negligencia: el paciente es incapaz de orientarse o responder ante un estímulo en el lado contralateral a la lesión Inatención: el paciente ignora los estímulos en el lado contralateral a la lesión	
Sin alteraciones	0
Inatención o extinción en una modalidad (visual, táctil, espacial o corporal)	1
Inatención o extinción en más de una modalidad. No reconoce su propia mano o sólo reconoce una parte del espacio	2

Anexo 2. Extremidad superior Evaluación Fugl-Meyer (FMA).

Tomado en: https://www.gu.se/sites/default/files/2020-08/1723649_fma_ue-spanish-colombia-protocol-2019-03-03-edited.pdf

A. EXTREMIDAD SUPERIOR, posición sedente					
I. Actividad refleja		ning.	puede ser provocada		
Flexores: Bíceps y flexores de los dedos (al menos uno)		0	2		
Extensores: Tríceps		0	2		
Subtotal I (máx. 4)					
II. Movimiento voluntario dentro de sinergias, sin ayuda gravitacional		ning.	parcial	total	
Sinergia flexora: Mano desde rodilla contralateral hasta oído ipsilateral. Desde la sinergia extensora (aducción de hombro/rotación interna, extensión del codo, pronación del antebrazo) hasta la sinergia flexora (abducción del hombro /rotación externa, flexión del codo, supinación del antebrazo).	Hombro	Retracción	0	1	2
		Elevación	0	1	2
		Abducción (90°)	0	1	2
		Rotación externa	0	1	2
	Codo	Flexión	0	1	2
	Antebrazo	Supinación	0	1	2
Sinergia extensora: Mano desde el oído ipsilateral hasta la rodilla contralateral	Hombro	Aducción/rotac. inter	0	1	2
	Codo	Extensión	0	1	2
	Antebrazo	Pronación	0	1	2
Subtotal II (máx. 18)					
III. Movimiento voluntario mezclando sinergias, sin compensación		ning.	parcial	total	
Mano hasta la columna lumbar Mano sobre regazo	No puede realizar, mano en frente a espina iliaca antero-superior		0	1	2
	Mano detrás de espina iliaca antero-superior (sin compensación)				
	Mano hasta la columna lumbar (sin compensación)				
Flexión de hombro 0°-90° Codo a 0° Pronación-supinación 0°	Abducción inmediata o flexión de codo		0	1	2
	Abducción o flexión de codo durante movimiento 90° de flexión, no abducción de hombro ni flexión de codo				
Pronación-supinación Codo a 90° Hombro a 0°	No pronación/supinación, imposible posición inicio		0	1	2
	Pronación/supinación limitada, mantiene posición de inicio Pronación/supinación completa, mantiene posición de inicio				
Subtotal III (máx. 6)					
IV. Movimiento voluntario con poca o ninguna sinergia		ning.	parcial	total	
Abducción de hombro 0°-90° Codo a 0° Antebrazo pronado	Supinación inmediata o flexión de codo		0	1	2
	Supinación o flexión de codo durante movimiento 90° de abducción, mantiene extensión y pronación				
Flexión de hombro 90°-180° Codo a 0° Pronación-supinación 0°	Abducción inmediata o flexión de codo		0	1	2
	Abducción o flexión de codo durante movimiento Flexión de 180°, no abducción de hombro o flexión de codo				
Pronación/supinación Codo a 0° Hombro a flexión de 30°-90°	No pronación/supinación, imposible posición inicio		0	1	2
	Pronación/supinación limitada, mantiene posición de inicio Pronación/supinación completa, mantiene posición de inicio				
Subtotal IV (máx. 6)					
V. Actividad refleja normal evaluada solo si se logra puntaje total de 6 en parte IV					
Bíceps, Tríceps, Flexores de dedos	0 puntos en parte IV o 2 de 3 reflejos marcadamente hiperactivos		0	1	2
	1 reflejo marcadamente hiperactivo o al menos 2 reflejos enérgicos Máximo de 1 reflejo enérgico, ninguno hiperactivo				
Subtotal V (máx. 2)					
Total A. EXTREMIDAD SUPERIOR (máx. 36)					

B. MUÑECA se puede dar apoyo en el codo para adoptar o mantener la posición, no apoyo en muñeca, verifique rango pasivo de movimiento antes de realizar prueba		ning.	parcial	total
Estabilidad a flexión dorsal de 15° Codo a 90°, antebrazo pronado Hombro a 0°	Flexión dorsal activa menor de 15° 15° de Flexión dorsal, no tolera resistencia Mantiene flexión dorsal contra resistencia	0	1	2
Flexión dorsal/volar repetida Codo a 90°, antebrazo pronado Hombro a 0° leve (flexión de los dedos)	No puede realizar voluntariamente Rango de movimiento activo limitado Rango de movimiento activo completo, fluido	0	1	2
Estabilidad a flexión dorsal de 15° Codo a 0°, antebrazo pronado Leve flexión/abducción de hombro	Flexión dorsal activa menor de 15° 15° de flexión dorsal, sin resistencia Mantiene posición contra resistencia	0	1	2
Flexión dorsal/volar repetida Codo a 0°, antebrazo pronado Leve flexión/abducción de hombro	No puede realizar voluntariamente Rango de movimiento activo limitado Rango de movimiento activo completo, fluido	0	1	2
Circunducción Codo a 90°, antebrazo pronado, hombro a 0°	No puede realizar voluntariamente Movimiento brusco o incompleto Circunducción completa y suave	0	1	2
Total B (máx. 10)				
C. MANO se puede dar apoyo en el codo para mantener flexión de 90°, no apoyo en la muñeca, compare con mano no afectada, los objetos están interpuestos, agarre activo		ning.	parcial	total
Flexión en masa	Desde extensión total activa o pasiva	0	1	2
Extensión en masa	Desde flexión total activa o pasiva	0	1	2
AGARRE				
a. Agarre de gancho flexión en IFP y IFD (dígitos II – V) Extensión en MCF II-V	No puede realizar Puede mantener posición pero débil Mantiene posición contra resistencia	0	1	2
b. Aducción de pulgar 1er CMC, MCF, IFP a 0°, trozo de papel Entre pulgar y 2da articulación MCF	No puede realizar Puede sostener papel pero no contra tirón Puede sostener papel contra tirón	0	1	2
c. Agarre tipo pinza, oposición Pulpejo del pulgar, contra pulpejo del 2 do dedo, se tira o hala el lápiz hacia arriba	No puede realizar Puede sostener lápiz pero no contra tirón Puede sostener lápiz contra tirón	0	1	2
d. Agarre cilíndrico Objeto en forma cilíndrica (pequeña lata) Se tira o hala hacia arriba con oposición en dígitos I y II	No puede realizar Puede sostener cilindro pero no contra tirón Puede sostener cilindro contra tirón	0	1	2
e. Agarre esférico Dedos en abducción/flexión, pulgar opuesto, bola de tenis	No puede realizar Puede sostener bola pero no contra tirón Puede sostener bola contra tirón	0	1	2
Total C (máx. 14)				
D. COORDINACIÓN/VELOCIDAD después de una prueba con ambos brazos, con los ojos vendados, punta del dedo índice desde la rodilla hasta la nariz, 5 veces tan rápido como sea posible		marcado	leve	ninguno
Temblores	Al menos 1 movimiento completo	0	1	2
Disimetría	Pronunciada o asistemática Leve y sistemática No disimetría	0	1	2
		> 6s	2 - 5s	< 2s
Tiempo Inicio y final con la mano sobre la rodilla	Al menos 6 seg. más lento que el lado no afectado 2-5 seg. más lento que el lado no afectado Menos de 2 segundos de diferencia	0	1	2
Total D (máx. 6)				
Total A-D (máx. 6)				

H. SENSACIÓN , extremidad superior con los ojos vendados, comparado con el lado no afectado		anestesia	hipoestesia disestesia	normal
Tacto Suave	Brazo, antebrazo, superficie palmar de mano	0 0	1 1	2 2
		ausencia menos de ¼ correcto	¼ correcto considerable diferencia	correcto 100% poca o no diferencia
Posición	Hombro	0	1	2
Pequeña alteración en la posición	Codo	0	1	2
	Muñeca	0	1	2
	Pulgar (articulación - IF)	0	1	2
Total H. (máx. 12)				

I. MOVIMIENTO ARTICULAR PASIVO , extremidad superior				J. DOLOR ARTICULAR durante movimiento pasivo, extremidad superior		
Posición sedente, compare con lado no afectado	solo pocos grados (menos de 10° en hombro)	disminuido	normal	dolor constante pronunciado durante o al final del movimiento o dolor muy marcado al final del movimiento	algún dolor	no dolor
Hombro						
Flexión (0°-180°)	0	1	2	0	1	2
Abducción (0°-90°)	0	1	2	0	1	2
Rotación externa	0	1	2	0	1	2
Rotación interna	0	1	2	0	1	2
Codo						
Flexión	0	1	2	0	1	2
Extensión	0	1	2	0	1	2
Antebrazo						
Pronación	0	1	2	0	1	2
Supinación	0	1	2	0	1	2
Muñeca						
Flexión	0	1	2	0	1	2
Extensión	0	1	2	0	1	2
Dedos						
Flexión	0	1	2	0	1	2
Extensión	0	1	2	0	1	2
Total I (máx. 24)				Total J(max. 24)		

A. EXTREMIDAD SUPERIOR	/36
B. MUÑECA	/10
C. MANO	/14
D. COORDINACIÓN/VELOCIDAD	/6
TOTAL A - D (función motora)	/66

H. SENSACION	/12
I. MOVIMIENTO ARTICULAR PASIVO	/24
J. DOLOR ARTICULAR	/24

Anexo 3. Prueba de la función motora de Wolf (WMFT).

Tomado en: https://www.uab.edu/citherapy/images/pdf_files/CIT_Training_WMFT_Manual.pdf

UAB Training for CI Therapy

**WOLF MOTOR FUNCTION TEST
DATA COLLECTION FORM**

Subject's Name: _____ Date: _____

Test (check one): Pre-treatment _____ Post-treatment _____ Follow-up _____

Arm tested (check one): More-affected _____ Less-affected _____

Task	Time	Functional Ability	Comment
1. Forearm to table (side)		0 1 2 3 4 5	
2. Forearm to box (side)		0 1 2 3 4 5	
3. Extend elbow (side)		0 1 2 3 4 5	
4. Extend elbow (weight)		0 1 2 3 4 5	
5. Hand to table (front)		0 1 2 3 4 5	
6. Hand to box (front)		0 1 2 3 4 5	
7. Weight to box	_____		lbs.
8. Reach and retrieve		0 1 2 3 4 5	
9. Lift can		0 1 2 3 4 5	
10. Lift pencil		0 1 2 3 4 5	
11. Lift paper clip		0 1 2 3 4 5	
12. Stack checkers		0 1 2 3 4 5	
13. Flip cards		0 1 2 3 4 5	
14. Grip strength	_____		kgs.
15. Turn key in lock		0 1 2 3 4 5	
16. Fold towel		0 1 2 3 4 5	
17. Lift basket		0 1 2 3 4 5	

Anexo 4. Escala de Impacto del Ictus o SIS (Stroke Impact Scale).

Tomado en: <https://www.hipocampo.org/SIS16.asp>

Escala de impacto del ictus	
En las dos últimas semanas, ¿qué dificultad tuvo para...	Puntuación
vestirse la parte superior de su cuerpo?	
bañarse usted solo?	
llegar al baño a tiempo?	
controlar su vejiga de la orina (no sufrir un "accidente")?	
controlar su intestino (no sufrir un "accidente")?	
mantenerse de pie sin perder el equilibrio?	
ir de compras?	
llevar a cabo tareas domésticas duras (p.e. usar la aspiradora, lavar la ropa o arreglar su jardín)?	
mantenerse sentado sin perder el equilibrio?	
caminar sin perder el equilibrio?	
trasladarse solo de la cama a una silla?	
caminar deprisa?	
subir por las escaleras una planta?	
caminar rodeando una manzana (o cuadra) de casas?	
entrar y salir de un coche (o carro)?	
transportar objetos pesados (p.e. una bolsa con la compra de alimentos) con su mano afectada?	
Total de puntos:	

Anexo 5. Escala Motor Activity Log (MAL).

Tomado en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92272013000300007

Nombre: _____
Mano dominante: _____
Lado débil: _____

	Registro de la actividad motora	Cantidad de uso	Calidad de movimiento	Comentarios Sí o no, indicar por qué (códigos)
1	Encender la luz con un interruptor			
2	Abrir una cajonera			
3	Sacar una prenda de ropa desde la cajonera			
4	Tomar el teléfono			
5	Limpiar con un paño una superficie			
6	Salir de un auto (movimiento para conseguir que el cuerpo se desplace desde sentado a de pie fuera del auto, con la puerta abierta)			
7	Abrir un refrigerador			
8	Abrir la puerta girando una manilla			
9	Usar el control remoto de un TV			
10	Lavarse las manos (incluye aplicarse jabón, no incluye abrir las llaves)			
11	Abrir y cerrar la llave del agua			
12	Secar sus manos			
13	Ponerse calcetines			
14	Sacarse los calcetines			
15	Ponerse los zapatos (incluye amarrarse los cordones)			
16	Quitarse los zapatos (incluye desamarrar los cordones)			
17	Levantarse de una silla con apoya brazos			
18	Tirar la silla fuera de la mesa para sentarse			
19	Empujar una silla hacia la mesa después de sentarse			
20	Tomar un vaso o botella o taza para beber (no es necesario beber, solo llevarla a la boca)			
21	Cepillarse los dientes (no incluye aplicar la pasta)			
22	Aplicarse maquillaje o loción o crema de afeitar			
23	Usar una llave para abrir la puerta			
24	Escribir sobre un papel			
25	Llevar un objeto en la mano			
26	Usar tenedor o cuchara para comer			
27	Peinar su cabello			
28	Tomar una taza desde el asa			
29	Abotonar una camisa			
30	Comer la mitad de un pan o sándwich			
	Puntaje total			
	Puntaje promedio			