

**TERAPIA ROBÓTICA EN LA RECUPERACIÓN DEL MIEMBRO  
SUPERIOR POSTERIOR A UN ACCIDENTE  
CEREBROVASCULAR: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Clara Guerry  
Kamala Patchane-Lacane

Trabajo Final de Grado



**Universidad  
Europea**

FACULTAD DE FISIOTERAPIA

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

VALENCIA  
CURSO 2021-2022

**TERAPIA ROBÓTICA EN LA RECUPERACIÓN DEL MIEMBRO  
SUPERIOR POSTERIOR A UN ACCIDENTE  
CEREBROVASCULAR: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR:**

Clara GUERRY  
Kamala PATCHANE-LACANE

**TUTOR DEL TRABAJO:**  
Arian ALADRO GONZALVO

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA**

**VALENCIA  
Curso 2021-2022**

# Índice

Listado de símbolos y siglas

Resumen general y palabras claves

1.Introducción.....	8
1.1 Recuerdo anatómico osteoarticular de la cabeza .....	8
1.2 Recuerdo anatómico del sistema neurovascular de la cabeza.....	9
1.3 Accidente cerebro vascular.....	10
1.3.1 Definición.....	10
1.3.2 Fisiopatología.....	11
1.3.3 Etiología.....	12
1.3.4 Epidemiología.....	12
1.3.5 Diagnóstico clínico.....	13
1.3.6 Fases de la enfermedad.....	14
1.3.7 Tratamientos .....	15
1.5 Terapia asistida por robot.....	16
1.6 Justificación del trabajo.....	17
2.Hipótesis y objetivos.....	18
2.1 Hipótesis.....	18
2.2 Objetivo general.....	18
2.3 Objetivos específicos.....	18
3. Material y métodos.....	19
3.1 Criterios de elegibilidad.....	19
3.2 Fuentes de información.....	19
3.3 Estrategia de búsqueda.....	20
3.4 Proceso de selección .....	20
3.5 Proceso de recopilación de los datos .....	21
3.6 Lista de datos.....	21
3.7 Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales.....	21
3.8 Medidas de efecto.....	21
3.9 Medidas de síntesis.....	22
3.10 Evaluación de la certeza de la evidencia.....	22
4. Resultados.....	23
4.1 Resultados sobre la fuerza muscular.....	36
4.2 Resultados sobre la deficiencia motora.....	38
4.3 Resultados sobre el tono muscular.....	42
5. Discusión.....	49
5.1 Efecto de la terapia robótica según las variables estudiadas.....	49
5.2 Tipo de robot mas efectivo en la rehabilitación del miembro superior.....	51
5.3 Terapia robótica vs terapia convencional.....	52
6. Limitaciones.....	56
7.Conclusión.....	57
8. Bibliografía.....	58
9.Anexos.....	62

## Índice de figuras

Figura 1: El sistema arterial del cerebro.....	10
Figura 2: Clasificación de los tipos de accidentes cerebrovasculares.....	11
Figura 3: Representación de un efector final.....	16
Figura 4: Representación de un exoesqueleto.....	16
Figura 5: Diagrama de flujo de los resultados del proceso de búsqueda y selección de los estudios.....	23

## Índice de tablas

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión.....	19
Tabla 2: Parámetros de la búsqueda bibliográfica.....	20
Tabla 3: Características del diseño de los estudios elegidos.....	25
Tabla 4: Características de la enfermedad y muestras.....	27
Tabla 5: Características de la intervención.....	28
Tabla 6: Tipos de tratamientos y resultados obtenidos.....	31
Tabla 7a: Resultados de los artículos científicos encontrados sobre la fuerza muscular.....	37
Tabla 7b: Resultados de los artículos científicos encontrados sobre la deficiencia motora.....	39
Tabla 7c: Resultados de los artículos científicos encontrados sobre el tono muscular.....	43
Tabla 8: Resultados obtenidos a largo plazo después del tratamiento.....	46
Tabla 9: Calidad metodológica de los estudios analizados según la escala PEDro.....	47

## Índice de anexos

Anexo 1: Escala PEDro.....	62
Anexo 2: Escala Medical Research Council (MRC).....	63
Anexo 3: Motricity Index (MI).....	64
Anexo 4: Escala Modified Ashworth Scale (MAS).....	65
Anexo 5: Sistema de accionamiento directo por cable (NeReBot).....	66
Anexo 6: Exoesqueleto (MIME).....	67
Anexo 7: Efector final (ReHapticKnob).....	68

## Listado símbolos y siglas

- ACE-R: Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised
- ACV: Accidente cerebrovascular
- ADL: Activities of daily living
- ANOVA: Analysis of variance
- ARAT: Action research arm test
- AVD: Actividades de la vida diaria
- BBT: Box and box test
- BI: Barthel Index
- DN4: Neuropathic Pain Diagnostic Questionnaire
- ECA: Ensayo Clínico Aleatorio
- EmNSA: Erasmus MC Nottingham Sensory Assessment
- FAB: Frontal Assessment Battery
- FAS: Functional Ability Scale
- FA-T: Frenchay Arm Test
- FMA: Fugl Meyer Assessment / FMA UE: Fugl Meyer Assessment Upper Extremity test
- FMA WH: Fugl Meyer Assessment of Wrist and Hand functions
- FIM: Functional Independence Measure
- FM: Fugl Meyer / FM UL: Fugl Meyer Upper Limb
- GC: Grupo Control
- GE: Grupo Experimental
- HAD: Hamilton Rating Scale for Depression
- LCF-R: Revised Levels of Cognitive Function
- MAS: Modified Ashworth Scale
- MAS-E: Modified Ashworth Scale-Elbow / MAS-S: Modified Ashworth Scale-Shoulder
- mBI: modified Barthel Index
- MCS: Mental Composite Score
- MI: Motricity Index
- MMII: Miembro Inferior
- MMSE: Mini Mental State Examination
- MMSS: Miembro Superior
- MRC: Medical Research Council
- N/D: No Disponible
- NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale
- NRS: Numerical Rating Scale of pain
- NS: No Significativo
- PCS: Physical Composite Score
- pROM: passive Range Of Motion
- QuickDASH: short version of the Disabilities of the Arm
- RM: resonancia magnética
- ROM: Range Of Motion
- S: Significativo
- SF36: 36-item Short Form Health Survey
- SIS: Stroke Impact Scale
- TC: terapia convencional
- TC: tomografía computarizada cerebral sin contraste
- TCT: Trunk Control Test
- TR: terapia robótica
- TTO : tratamiento
- VAS: Visual Analogue Scale
- VASp: Visual Analogue Scale for Pain

## Resumen

**Introducción:** El accidente cerebrovascular (ACV) es un trastorno neurológico provocado por una lesión de los vasos sanguíneos que puede ser isquémico o hemorrágico. Además, es la principal causa de invalidez y la segunda causa de muerte en el mundo. La diferenciación de los tipos de ACV se hace principalmente mediante una tomografía computarizada cerebral sin contraste (TC) o una resonancia magnética cerebral (RM). El tratamiento después de un accidente cerebrovascular es diferente en función del tipo de ACV que ha tenido el paciente y de cuando lo ha tenido.

**Objetivos:** El propósito de esta revisión bibliográfica es determinar la efectividad de la terapia robótica en la recuperación de la deficiencia motora, el tono muscular y la fuerza muscular del miembro superior de los pacientes convalecientes de un ACV en las fases agudas y subagudas.

**Material y métodos:** Para la realización de nuestra revisión bibliográfica, se buscó estudios científicos de tipo ensayo clínico aleatorizado en diferentes bases de datos (Pubmed, BVS y PEDro). La búsqueda incluyó los estudios publicados entre enero del 2007 y febrero del 2022. La calidad metodológica de nuestros estudios ha sido valorada a través de la escala PEDro (physiotherapy evidence database).

**Resultados:** Se han analizado 13 estudios científicos que usan la terapia robótica como tratamiento único o combinado para tratar pacientes convalecientes de un ACV agudo o subagudo. De las 13 investigaciones, 5 aportaron resultados sobre la fuerza muscular, 10 sobre el tono muscular y 12 examinaron la deficiencia motora.

**Conclusión:** De manera general, la terapia asistida por robot demuestra su efectividad sobre la funcionalidad del miembro superior de los pacientes adultos convalecientes de un ACV agudo o subagudo. La terapia robótica en comparación con la terapia convencional fue mejor en 6 de los artículos analizados y en los 7 restantes fue igual de efectivo. El tratamiento robótico combinado a la terapia convencional es una estrategia mas efectiva para reducir la deficiencia motora del miembro superior en estos pacientes.

Palabras claves: *accidente cerebrovascular; miembro superior; rehabilitación; terapia asistida por robot*

## Abstract

**Introduction:** Cerebrovascular accident (CVA) or stroke is a neurological disorder caused by an injury of the blood vessels that can be ischemic or hemorrhagic- a stroke. In addition, it is the main cause of disabilities and the second cause of death in the world. The different types of strokes can be diagnosed by non-contrast brain computed tomography (CT) or brain magnetic resonance imaging (MRI). Treatment after a stroke is different depending on the type of stroke the patient had and when they had it.

**Objectives:** The purpose of this systematic review is to determine the effectiveness of robotic therapy in the recovery of motor deficiency, muscle tone and muscle strength of the upper limb of patients convalescing from stroke in the acute and subacute phases.

**Material and methods:** To carry out our systematic review, we researched scientific studies of the randomized clinical trial type in different databases (Pubmed, BVS and PEDro). The search included studies published between January 2007 and February 2022. The methodological quality of our studies has been assessed using the PEDro scale (Physiotherapy Evidence Database).

**Results:** Our findings were the following: 14 scientific studies were analyzed using robotic therapy as a single or combined treatment to treat patients recovering from an acute or subacute stroke. From the 14 investigations, 5 provided results on muscle strength, 9 on muscle tone and 13 examined motor deficiency.

**Conclusion:** Overall results of this study demonstrates effectiveness robot-assisted therapy on the functionality of the upper limb of adult patients with acute or subacute stroke. Robotic therapy compared to conventional therapy was better in 6 of the articles analyzed, while it was equally effective in 7 of the articles. Robotic treatment combined with conventional therapy is a more effective strategy to reduce upper limb motor deficiency in these patients.

**Keywords:** *stroke; upper limb; rehabilitation; robot assisted therapy*

## 1. Introducción

El ACV es la primera patología que provoca trastornos funcionales en el miembro superior <sup>1</sup>, principalmente en las personas de más de 55 años y sobre todo en las mujeres <sup>2</sup>. Además, esta enfermedad tiene una repercusión importante sobre la calidad de vida de las personas afectadas. Una tomografía computarizada cerebral sin contraste (TC) o una resonancia magnética cerebral (RM) permiten realizar un diagnóstico diferencial y así determinar el tipo de ACV (isquémico o hemorrágico) que sufre el paciente <sup>3,4</sup>. Hoy en día, existen distintos tratamientos para el ACV en función de su tipo y de las lesiones asociadas. Además, el tratamiento rehabilitador es lo más indicado para mejorar la función motora y así la calidad de vida del paciente. Efectivamente, el método Bobath, la terapia de espejo, la terapia asistida por música, la terapia de restricción inducida por el movimiento, las técnicas de estimulación eléctrica y magnéticas, la realidad virtual o la terapia robótica demuestran efectividad en la recuperación después de un ACV <sup>5</sup>.

Por otra parte, la terapia robótica presenta buenos resultados en la recuperación motora. Cuando hemos empezado nuestra búsqueda sobre este tema y precisamente sobre esta técnica novedosa, nos hemos dado cuenta que es necesario continuar analizando los estudios sobre la efectividad de la terapia robótica en el miembro superior. Como este segmento es el más afectado después de un ACV y que la terapia robótica mejora la recuperación motora; queríamos saber si esta terapia es eficaz en la recuperación de la fuerza muscular, el tono muscular y la deficiencia motora en el miembro superior. Hemos elegido estas tres variables porque son aspectos que todavía quedan por analizar de manera conjunta. Además, muchos de los estudios científicos que se han realizado hasta la fecha han evaluado a pacientes con ACV crónicos, así nos hemos centrado en los ACV agudos y subagudos para nuestra revisión sistemática.

### 1.1. Recuerdo anatómico osteoarticular de la cabeza

El cráneo del embrión se forma durante las primeras semanas de la gestación y se compone de la cresta neural ectodermo y el mesodermo. Su formación se hace en paralelo al sistema nervioso. La creación de la mayoría de los huesos del cráneo (huesos frontales, etmoides, esfenoides, escamosa, temporal) y la totalidad del viscerocráneo se forman a partir de las células de la cresta neural.

Los arcos faríngeos del cráneo se inician durante el desarrollo embrionario y permiten la formación de los músculos, las estructuras cartilaginosa y ósea, los nervios, los vasos sanguíneos, los órganos de la cabeza y el cuello.

El cráneo se compone de 22 huesos, confiere una estructura sólida para soportar y proteger sus componentes: el sistema neurovascular, el cerebro, el cerebelo, el tronco encefálico, las órbitas y los músculos de la cara.



La bóveda craneal se sitúa en la parte anterior del cráneo y se compone del hueso frontal y occipital y de los huesos parietales temporales. El hueso frontal se separa de los huesos parietales por la sutura coronal. Los huesos parietales se articulan con el axis en la sutura sagital y con los huesos temporales por las suturas escamosas en la parte inferior. La confluencia de los huesos frontal, parietal, temporal y esfenoides se hace mediante la articulación del pterion. Así como la articulación del asterión se articula con los huesos parietal, temporal y occipital.

Los huesos esfenoides y etmoides se encargan de la protección de las estructuras neurovasculares del cráneo. Las suturas coronal y sagital confluyen en el bregma mientras que las suturas lambdoidea y sagital en el lambda. Las partes petrosa, escamosa, cigomática y mastoides son porciones de los huesos temporales. El cráneo se compone de 3 fosas : la fosa craneal anterior, medial y posterior.

Además de los huesos del cráneo, se distinguen 14 huesos faciales : dos cornetes nasales, dos huesos nasales, dos huesos maxilares, dos huesos palatinos, dos huesos lagrimales, dos huesos cigomáticos, la mandíbula y el vómer. La articulación temporomandibular es una de las articulaciones más importante de la cara y permite la masticación de los alimentos <sup>6</sup>.

## 1.2 Recuerdo anatómico del sistema neurovascular de la cabeza

Las arterias permiten la irrigación de las diferentes estructuras del cráneo. La arteria carótida común se compone de las arterias carótidas internas y externas. La arteria carótida externa juega un papel mayor en la irrigación de los huesos del cráneo y las meninges. La carótida interna suministra la sangre en las estructuras intracraneales <sup>6</sup>.

Por otra parte, el cerebro se compone de 4 arterias principales : 2 arterias carótidas internas que forman la parte anterior del cerebro y 2 arterias vertebrales que forman la parte posterior del cerebro. Estas arterias se dividen entre sí para constituir el polígono de Willis <sup>6,7,8</sup>. El polígono de Willis se compone de : las arterias cerebrales anteriores , las arterias cerebrales posteriores y la rama comunicante anterior que se une con las arterias comunicantes anteriores y posteriores <sup>6,7</sup>. Las arterias cerebrales anteriores, mediales y la arteria coroidea anterior son arterias subyacentes a la arteria carótida interna <sup>7</sup>.

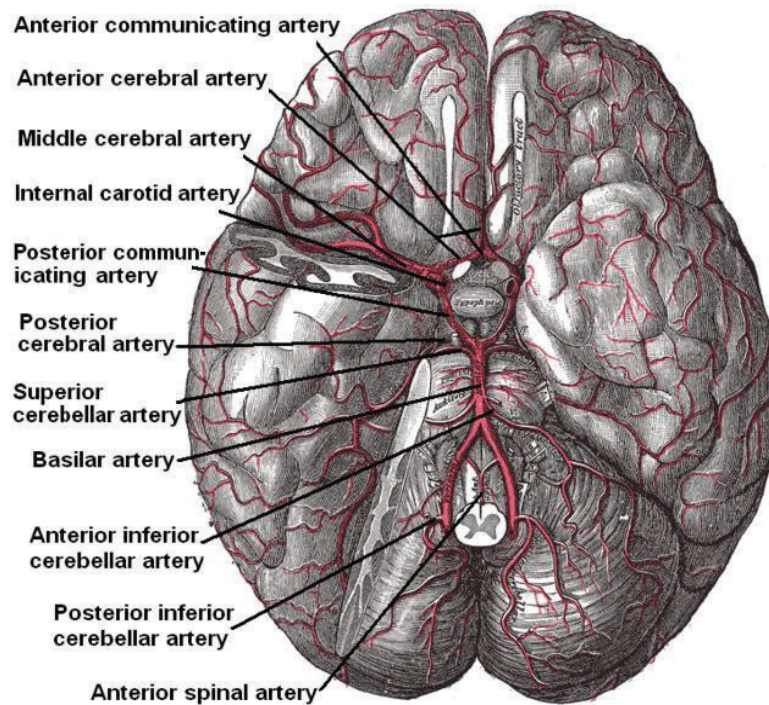


Figura 1: El sistema arterial del cerebro

Fuente: Yu R. 2021 [9]

Las cortezas motora y sensorial que posibilita el control sobre los grupos musculares proximales (miembro superior y cara), el área de Wernicke del lóbulo temporal y el área de Broca del lóbulo frontal son irrigadas por la arteria cerebrales mediales mientras que las cortezas motora y sensorial que posibilita el control del miembro inferior son irrigadas por las arterias cerebrales anteriores <sup>8</sup>. Las arterias cerebrales posteriores son arterias subyacentes a la arteria vertebro basilar. Además, los trombos o émbolos se producen en el sistema vascular del cerebro y son componentes peligrosos en la aparición de enfermedades como los accidentes cerebrovasculares <sup>7</sup>.

Los nervios facial, oculomotor y trigémino se encargan de la inervación de los músculos de la cara <sup>6</sup>.

### 1.3 Accidente cerebro vascular

#### 1.3.1 Definición

El ACV es un trastorno neurológico provocado por un daño de los vasos sanguíneos. En la mayoría de las ocasiones el flujo sanguíneo está alterado por la formación de trombos que obstruyen las arterias conectadas al cerebro. Este trastorno provoca una ruptura de las arterias relacionadas con el cerebro lo que ocasiona un sangrado y la muerte de las células cerebrales por falta de oxígeno <sup>2</sup>.

### 1.3.2 Fisiopatología

Podemos clasificar los accidentes cerebrovasculares (ACV) de la siguiente manera <sup>2</sup>:

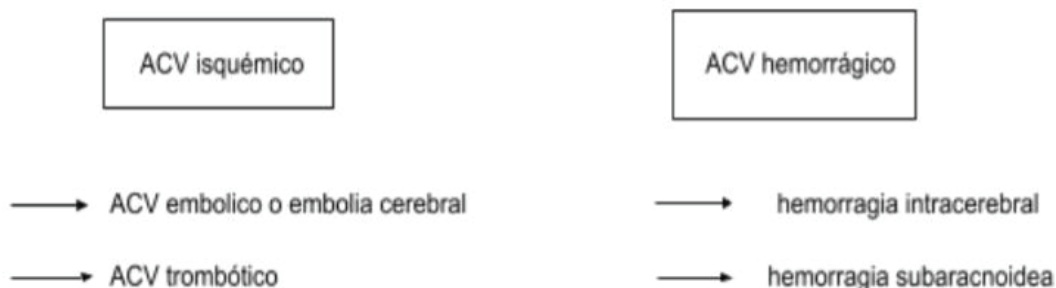


Figura 2. Clasificación de los tipos de accidentes cerebrovasculares  
[Fuente: Elaboración propia]

El **ACV isquémico** está provocado por un aporte insuficiente de sangre y de oxígeno al cerebro. Existen dos tipos de ACV isquémico: el ACV embólico y el ACV trombótico.

El accidente cerebrovascular embólico está producido por una disminución del flujo sanguíneo hasta el cerebro lo que provoca estrés severo, necrosis, rotura de la membrana plasmática, abombamiento de los organitos y fuga del contenido celular en el espacio extracelular hasta la pérdida de la función neural.

El accidente cerebrovascular trombótico aparece por culpa de la formación de un trombo (aglutinación de plaquetas) en los vasos por disminución del diámetro de los vasos sanguíneos.

El **ACV hemorrágico** está producido por un sangrado en los vasos sanguíneos conectados al cerebro. Las lesiones internas sumadas al estrés dentro del tejido cerebral provocan una rotura de los vasos. El ACV hemorrágico puede provocar una hemorragia intracerebral o una hemorragia subaracnoidea.

Las personas que presentan una hemorragia intracerebral, tienen una acumulación anormal de sangre producida por la rotura de los vasos sanguíneos presentes en el cerebro.

Por otra parte, en caso de hemorragia subaracnoidea, existe una acumulación de sangre a nivel del espacio subaracnoideo producida por una lesión a nivel de la cabeza o por aneurisma cerebral.

### 1.3.3 Etiología

Los factores de riesgos de las personas que tienen un ACV isquémico o hemorrágico pueden ser modificables o no modificables <sup>2</sup>.

Los factores de riesgo no modificables son <sup>2,10</sup> :

- El sexo : La incidencia es mayor en una población femenina.
- La edad : El riesgo de tener un ACV es doble cuando tenemos más de 55 años y las personas de más de 75 años suelen ser las más tocadas de esta enfermedad.
- La raza : El accidente cerebrovascular suele tocar más a la población negra, asiática e hispánica que la población occidental.
- La genética : La incidencia es mayor en los individuos que tienen familia con esta enfermedad. Además una mutación genética rara puede dar lugar a un ACV.

Los factores de riesgo modificables son:

- Hipertensión : Es un factor de riesgo importante, se considera peligroso cuando la tensión arterial es de al menos 160/90 mmHg y que las personas tienen antecedentes de hipertensión <sup>2</sup>. Es uno de los factores más común en los ACV hemorrágicos , y está causado por las pequeñas arterias de las arterias basílicas o las arterias cerebrales anterior, media o posterior.
- Angiopatia amiloide cerebral : Representa un factor importante en los ACV hemorrágicos <sup>4,11</sup>
- Diabetes : La diabetes dobla el riesgo de tener un ACV isquémico y empeora la condición de los individuos con esta enfermedad.
- Fibrilación auricular
- Hiperlipidemia: Se constata que un aumento del colesterol total puede conducir a un ACV.
- Consumo de tabaco, alcohol, drogas <sup>2,4,11</sup>
- Dieta y falta de actividad física <sup>2,11</sup>

### 1.3.4 Epidemiología

El ACV es la principal causa de invalidez <sup>12</sup> y la segunda causa de muerte en el mundo <sup>13</sup> con 5,5 millones de fallecidos por año <sup>2</sup>. Cada año, dentro de los 13,7 millones de personas que sufren de un ACV en el mundo, 87% de ellas tienen un ACV isquémico <sup>2</sup>. Por otra parte, en Europa, el accidente cerebrovascular representa 200-300 nuevos casos por 100.000 habitantes <sup>14</sup>. Además, a partir de los 55 años, la incidencia es dos veces mayor en hombres y mujeres aunque la tasa de mortalidad es más elevada en las mujeres que en los hombres <sup>2</sup>.

Por otro lado, el ACV es la principal causa de trastorno funcional en los miembros superiores que provoca problemas a la hora de realizar las actividades de la vida diaria <sup>1</sup>. El 80% de las personas que tienen un ACV en fase aguda, presentan un déficit motor en los miembros superiores. También, 50% de estas personas tienen todavía problemas después de los 4 años

<sup>15</sup>. En efecto, solamente 12% de los individuos que han sufrido de un ACV recuperan totalmente la funcionalidad de sus miembros superiores después de 6 meses <sup>16</sup>.

### 1.3.5 Diagnóstico clínico

El diagnóstico es importante para diferenciar un ACV isquémico de un ACV hemorrágico o de otras enfermedades. La diferenciación de los tipos de ACV se hace principalmente mediante una TC sin contraste o una RM <sup>3,4</sup>. En ciertos casos el ACV no se puede detectar la primera vez, su diagnóstico resulta difícil basándose solamente en los signos y síntomas <sup>4,10,11</sup>.

Se recomienda hacer una RM o TC en los diferentes casos:

- Personas con síntomas que pueden justificar la sospecha de un ACV <sup>3</sup>. Se suele hacer una TC cuando los pacientes tienen síntomas con sospecha de ACV hemorrágico <sup>4,11</sup>.
- Personas con síndrome vestibular agudo o sospecha de infarto posterior (ACV isquémico).
- Cuando se considera la afectación de una hemorragia subaracnoidea aunque los resultados del cráneo en el TC resultan normales y sin contraste. En este caso se suele proceder a una punción lumbar <sup>3</sup>.

Los síntomas básicos del ACV son muchos y pueden cambiar según el tipo de ACV <sup>4</sup> y el área del cerebro afectado <sup>11</sup>: cefalea, afasia, hemiparesia, parálisis facial <sup>4,11</sup> y déficit sensorial <sup>11</sup>.

Los principales síntomas del ACV isquémico son: debilidad en la cara, en el brazo y en las piernas, trastornos en el habla, parestesia del brazo y de las piernas, dolor de cabeza y mareo <sup>3,17</sup>.

Los signos son: dolor de cabeza, mareos, paresia del brazo y de las piernas, disfasia o disartria, marcha hemiparética/atáxica, paresia facial, anomalía del movimiento ocular y defecto del campo visual <sup>3</sup>.

Los principales síntomas del ACV hemorrágico son: vómitos, aumento de la presión arterial, meningismo o coma <sup>3,4</sup>.

El síndrome vestibular agudo se presenta más en los ACV isquémicos. Se constata un aumento de los casos de ACV después que las personas padecen este síndrome acompañándose de nistagmus, mareos y vértigo <sup>3</sup>. Además una afectación de la arteria vertebrobasilar puede también ser responsable de estos síntomas <sup>10</sup>. Un buen diagnóstico es útil para tratar en tiempo los pacientes que tienen un ACV isquémico agudo, pueden recibir un tratamiento adecuado (un trombolisis intravenosa) entre los 3-4 horas después de los primeros síntomas lo que facilitará la disolución de un trombo <sup>3,10</sup>.

Para descartar la enfermedad se utiliza una escala de la "National Institutes of Health Stroke Scale" con 11 categorías que se puede hacer en 5 minutos para descartar la enfermedad <sup>3,10,11</sup>. Se evalúa el nivel de conciencia, la función visual y motora, sensación y descuido, función cerebelosa y capacidades del lenguaje <sup>11</sup>.

El diagnóstico de los ACV isquémico se hace mediante varios test <sup>3</sup> :

**Normal result on horizontal head impulse test** : El paciente debe rotar la cabeza lateralmente entre 10 y 20 grados, el clínico debe observar sus ojos. El paciente debe concentrarse en un punto fijo, sí mientras que se ha roto la cabeza los ojos se vuelven a focalizarse en el punto fijo de manera rápida , el test se considera positivo.

**Direction-changing nystagmus** : El nystagmus en el síndrome agudo del vestibular suele ser unidireccional. Los ojos se mueven de manera rápida en el lado no afectado y vuelven en la dirección del lado afectado.

**Skew deviation** : El test demuestra la posibilidad de una lesión central. El clínico tiene que ocultar los ojos del paciente uno por uno. Si los ojos del paciente se mueven hacia arriba o hacia abajo durante la ejecución del test se considera positivo.

Todos los pacientes con sospecha de ACV deben seguir un protocolo estricto y someterse a varios test <sup>3</sup> :

- The door to needle time (60 minutos) para la administración de un trombolítico en las personas con ACV isquémico agudo.
- TC sin contraste dentro 20 minutos de los primeros síntomas para descartar un ACV hemorrágico <sup>10</sup> o resonancia magnética cerebral <sup>3</sup>
- Control de glucosa en sangre
- Saturación de oxígeno
- Electrograma
- Electrolitos séricos/pruebas de función renal
- Hemograma completo, incluido el recuento de plaquetas <sup>3,10,11</sup>

### 1.3.6 Fases de la enfermedad

Las tres fases de la enfermedad son <sup>18</sup> :

- Aguda (en los primeros 24 horas hasta un mes)
- Subaguda (entre 1-6 meses después del ACV)
- Crónica ( después de 6 meses)

Varios estudios relacionaron la eficacia de la terapia con las fases de la enfermedad. La plasticidad neuronal es una reorganización cerebral que se produce durante la fase aguda y subaguda. Cuando la rehabilitación se hace durante estas dos fases, las neuronas sanas se sustituyen a las neuronas afectadas lo que permite una mejor recuperación funcional <sup>18,19</sup> .

### 1.3.7 Tratamientos

El tratamiento después de ACV es diferente en función del tipo de stroke que ha tenido el paciente y de cuando lo ha tenido.

Primero, para un paciente que ha sufrido de un ACV isquémico trombótico o embólico y que está en fase aguda, el médico le puede prescribir aspirina para evitar las recidivas y como medida de prevención. Además, el paciente tiene la posibilidad de tomar fármacos anti plaquetarios para evitar la formación de coágulos provocados por la aglutinación de plaquetas. Por otra parte, se puede realizar una trombólisis intravenosa que permite disolver el trombo para restaurar la circulación sanguínea y entonces restablecer el aporte de oxígeno hacia el cerebro para evitar lesiones nerviosas o secuelas. A nivel quirúrgico, la trombectomía mecánica endovascular ayuda la recanalización de los vasos sanguíneos a través de la retirada del trombo con la ayuda de un dispositivo mecánico <sup>20</sup>.

Segundo, en las personas que han tenido un ACV hemorrágico, es muy importante verificar la presión sanguínea e intracraneal para evitar la expansión del hematoma. Además, en muchos casos, las personas no tienen una buena coagulación por eso se utilizan fármacos que la restablecen (vitamina K1, plasma fresco congelado, concentrado complejo protrombótico). En otros casos, una intervención quirúrgica es necesaria para disolver el coágulo hacia el exterior a través de una cirugía mini-invasiva <sup>21</sup>.

Por otra parte, existen muchas técnicas rehabilitadoras para tratar las secuelas funcionales del ACV independientemente del tipo de stroke. El objetivo principal del tratamiento rehabilitador es mejorar la función motora para permitir al paciente realizar actividades de la vida diaria. Se puede utilizar el concepto Bobath como técnica de neurofacilitación para mejorar el tono muscular y facilitar el movimiento. Además la realización de ejercicios de fortalecimiento muscular, estiramientos o la utilización forzada del miembro afectado son eficaces para mejorar las deficiencias motoras. El entrenamiento lateral y la terapia de espejo están indicados para restablecer la coordinación entre los dos miembros. Además, se puede utilizar la terapia asistida por música o la realidad virtual. También, la terapia de restricción inducida por el movimiento es una técnica orientada a tareas que tiene buenos efectos a nivel motor y cognitivo. Adicionalmente, las técnicas de estimulación eléctricas (sensoriales y motoras) y magnéticas ayudan para una buena recuperación después de un ACV. Por último, la terapia asistida por el robot se presenta en la literatura científica como una opción terapéutica con buenos resultados en la recuperación motora como veremos en esta revisión bibliográfica <sup>5</sup>.

## 1.4 Terapia asistida por robot

La terapia asistida por robot es un sistema de entrenamiento apoyado por la tecnología para que los fisioterapeutas puedan proporcionar a los pacientes con ACV, un tratamiento de alta intensidad, repetitivo y específico de tareas, con el fin de mejorar el proceso de recuperación y facilitar la restauración de la función del brazo y aliviar la presión sobre el sistema de salud.<sup>22</sup>

- Tipo de asistencia robótica

Existen 5 tipos de asistencia robótica <sup>22</sup>:

1. La asistencia activa que corresponde al movimiento realizado por el paciente sin ayuda externa.
2. La asistencia activa-asistida que ayuda al paciente a terminar un movimiento.
3. La asistencia pasiva que realiza el movimiento cuando el paciente es incapaz de hacerlo.
4. La asistencia resistida que es utilizada para impedir el movimiento al paciente.
5. La asistencia interactiva que permite la corrección de movimientos mal hechos.

- Sistema robótico usado

Podemos clasificar los robots en dos categorías: los exoesqueletos y los efectores finales.

En los efectores finales, los movimientos se generan en la parte más distal del miembro superior, es decir en la mano. Además, en estos no es necesario que las articulaciones del paciente estén alineadas con el robot.

Mientras que en los exoesqueletos, las articulaciones del paciente están alineadas con el robot lo que hace que cada articulación tenga una trayectoria programada <sup>22</sup>.

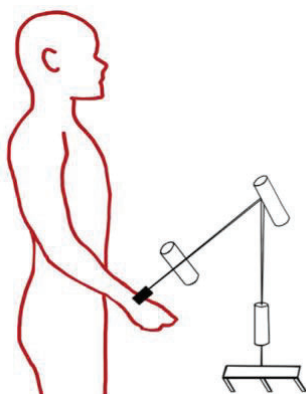


Figura 3: Representación de un efector final  
Fuente: Molteni F. 2018 [23]

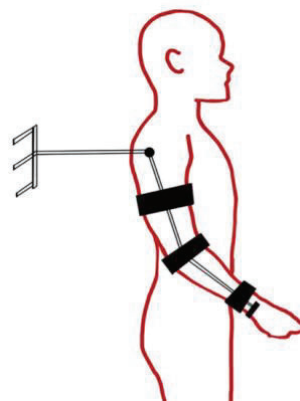


Figura 4: Representación de un exoesqueleto  
Fuente: Molteni F. 2018 [39]



## 1.5 Justificación del trabajo

En lo que concierne a la relevancia de esta revisión, podemos decir que en comparación con la terapia convencional, la terapia robótica está mostrando buenos resultados para mejorar la deficiencia motora y la fuerza muscular, debido a que permite aplicar teorías de reaprendizaje motor porque intensifica la terapia, brinda asistencia según sea necesario, cuantifica el rendimiento del movimiento del individuo y brinda retroalimentación <sup>24,25</sup> .

Por otra parte, los resultados de nuestra revisión bibliográfica podrían ser útiles para elegir la mejor técnica en función del objetivo de tratamiento, del tipo, fase y severidad de la enfermedad.

Planteamiento de la problemática:

Pese a que existen algunas revisiones previas sobre este tema <sup>22,26,27,28</sup> , en ninguna se analizan de manera conjunta las 3 variables elegidas (fuerza muscular, tono muscular y deficiencia motora) con los robots en el miembro superior. Además, nosotras nos centraremos sobre todo en los tipos de robots estudiados (exoesqueleto o EF) , los segmentos del miembro superior tratados (distal-proximal) que todavía no son estudiados en una RS.

## 2. Hipótesis y objetivos

### 2.1 Hipótesis

La terapia robótica es efectiva en la rehabilitación del miembro superior en las fases agudas y subagudas en los pacientes adultos que han tenido un accidente cerebrovascular.

### 2.2 Objetivo general

Determinar la efectividad de la terapia robótica en la recuperación de la deficiencia motora, el tono muscular y la fuerza muscular del miembro superior de los pacientes convalecientes de un ACV en las fases agudas y subagudas, mediante una revisión sistemática de literatura.

### 2.3 Objetivos específicos

- Describir el tipo y los objetivos de intervención de los estudios incluidos en la revisión.
- Caracterizar a los pacientes incluidos en los estudios de acuerdo con la fase de la enfermedad, severidad del ACV , tipo de ACV y número de pacientes tratados.
- Precisar las características de las intervenciones terapéuticas en cuanto a tipo, duración, frecuencia, tiempo de la sesión, tipo de sistema robótico usado, tipo de asistencia robótica, y orden de los segmentos tratados.
- Puntualizar las variables y co-variables que fueron evaluadas en los estudios y las medidas instrumentales para su valoración.
- Mostrar resultados de la funcionalidad del miembro superior antes y después de la terapia robótica.
- Analizar los resultados de los efectos a corto y largo plazo de la terapia robótica versus otras intervenciones en la fuerza muscular, el tono muscular y la deficiencia motora.
- Determinar el tipo de robot más efectivo en la rehabilitación del miembro superior de pacientes convalecientes de un ACV durante la fase aguda o subaguda.
- Conocer la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión.

### 3. Material y métodos

Para la realización de esta revisión sistemática hemos seguido la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) <sup>29</sup>.

#### 1. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión y de exclusión elegidos para la búsqueda de nuestros estudios científicos son representados en la tabla 1:

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Estudios relacionados con la terapia robótica y la terapia convencional	Estudios no relacionados con la terapia robótica
Estudios realizados sobre los seres humanos	Estudios realizados sobre animales
Estudios que tratan una población adulta : individuos de más de 18 años	Estudios que tratan los niños o los adolescentes
Estudios que se centran sobre los accidentes cerebrovasculares subagudos (<6 meses) y agudos (24h después del ACV hasta 1 mes)	Estudios que se centran sobre los accidentes cerebrovasculares crónicos
Estudios publicados desde los últimos 15 años	Estudios publicados antes de los 15 últimos años
Estudios valorados en la escala PeDro con una puntuación superior o igual a 5/10	Estudios valorados en la escala PeDro con una puntuación inferior a 5/10

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión

[Fuente: Elaboración propia]

#### 2. Fuentes de información

Los estudios científicos fueron buscados en bases de datos electrónicas asociadas al ámbito de la salud: Pubmed, BVS y PEDro; y también se revisó el espacio virtual de la biblioteca José Planas de la Universidad Europea de Valencia. Para la realización de nuestra revisión sistemática, se limitó la búsqueda a estudios científicos analíticos (experimentales u observacionales) que reportaran la efectividad de la terapia asistida con robot para la recuperación del miembro superior, así como los estudios que comparan dicha terapia con otras

formas de rehabilitación (Tabla 2). Se incluyeron los estudios publicados en idioma inglés hasta febrero del año 2022. Todas las referencias bibliográficas relacionadas con los estudios científicos se presentan según el estilo “*Vancouver*”.

### 3. Estrategia de búsqueda

A la hora de buscar los artículos, se usaron varias combinaciones de palabras claves en inglés con el operador de búsqueda AND (tabla 2). En función de los criterios de inclusión y exclusión seleccionados previamente, mencionados en la tabla 1 .

Bases de datos	Términos de búsqueda
Pubmed	“robot assisted therapy” AND “upper limb «AND “stroke” AND “rehabilitation” ”robot assisted” AND “stroke” AND “hand impairments”
PEDro	“robot assisted therapy for upper limb rehabilitation in stroke”
BVS	“robot assisted therapy” AND “upper limb” AND “stroke” AND “rehabilitation”

Tabla 2: Parámetros de la búsqueda bibliográfica  
[Fuente: *Elaboración propia*]

### 4. Proceso de selección

Ambas autoras (CG y KPL) seguimos un proceso de selección está basado en los criterios de inclusión que hemos elegido antes de realizar nuestra búsqueda. Todos los estudios debían incluir un tratamiento robótico con pacientes adultos. La elección de ese tipo de población nos parece evidente porque los adultos son más propensos a sufrir de un ACV.

Además, en la mayoría de los estudios se trataron los pacientes con ACV isquémico y hemorrágico , sin embargo en algunos estudios no está precisado. Hemos optado por los ACV en fase aguda y subaguda porque diferentes estudios han demostrado la eficacia de las intervenciones cuando se trató más tempranamente la enfermedad.

Así mismo, optamos por revisar todos los estudios publicados en los últimos 15 años, es decir, de enero del 2007 a febrero del 2022, ya que pueden aportar información más relevante de la mano del desarrollo tecnológico de estos últimos años, y con ello elaborar protocolos de tratamiento más innovadores. También, se valoró la calidad metodológica de los estudios con la escala PEDro <sup>30</sup>, y solo se revisaron los estudios con una puntuación igual o superior a 5/10.

## 5. Proceso de recopilación de los datos

Para la extracción de los datos, en un primer momento hemos analizado los títulos y los resúmenes para saber si los estudios guardaban relación con nuestro tema. Los artículos seleccionados del primer análisis fueron estudiados en profundidad utilizando el texto completo en la fase de extracción de datos. Un tercer revisor (AAG) resolvió cualquier desacuerdo acerca de la inclusión o exclusión de los estudios. Los datos se recopilaron de cada estudio seleccionado mediante un formulario de extracción estandarizado. De cada estudio, hemos recopilado la media, la desviación estándar y/o la diferencia de medias con el fin de comparar los resultados entre sí.

## 6. Lista de datos

En nuestra revisión bibliográfica, buscamos resultados sobre la fuerza muscular, el tono muscular y la deficiencia motora. Hemos elegido estudios científicos donde al menos una de estas tres variables esté estudiada. Además, se realizaron tablas donde se detalló las características del diseño de los estudios elegidos (tabla 4) , de la enfermedad (tabla 5) y de la intervención (tabla 6).

## 7. Evaluación del riesgo de sesgo en los estudios individuales

Las dos autoras (CG y KPL) realizamos una selección independiente de los estudios, y no utilizamos ninguna herramienta de automatización en el proceso de selección de los estudios individuales.

## 8. Medidas de efecto

Todos los estudios elegidos utilizaron la media, y la desviación estándar y/o la diferencia de medias como medidas de efecto. Además ciertos estudios usaron también diagramas para ilustrar mejor ciertos resultados.

En los estudios revisados se asumió que hubo un efecto estadísticamente significativo del tratamiento y/o una diferencia entre los grupos de intervención cuando  $p < 0,05$ , es decir, se rechaza la hipótesis nula según la cual no hay una diferencia entre los diferentes valores del estudio. Los resultados no fueron significativos cuando  $p > 0,05$ , es decir hubo una alta probabilidad de que los resultados se debieran al azar <sup>31,32</sup>.

## 9. Medidas de síntesis

Nuestro objetivo era ver la eficacia del tratamiento robótico sobre la fuerza muscular, la deficiencia motora y el tono muscular.

En primer lugar, como medidas de síntesis, nos pareció importante detallar las características de la enfermedad elegida describiendo la fase de la enfermedad, su tipo y su severidad. Sin embargo, en ciertos estudios faltaban informaciones sobre el tipo y la severidad del ACV. Hemos escrito NRI cuando no se reportaba información.

Hemos elaborado una tabla para presentar los resultados de cada artículo con la descripción de cada tratamiento, los resultados de cada variable, el grupo en que el tratamiento es más efectivo y la conclusión sobre la efectividad de la terapia robótica.

En segundo lugar, hemos sintetizado la información para cada variable estudiada (fuerza muscular, tono muscular y deficiencia motora) utilizando las escalas de valoración asociadas; lo que nos ha permitido analizar únicamente los estudios que describen estas variables.

## 10. Evaluación de la certeza de la evidencia

La calidad metodológica de nuestros estudios ha sido valorada a través de la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database). La escala permite una evaluación adecuada de la calidad metodológica de los estudios científicos apoyándose sobre diferentes ítems específicos como lo hemos hecho en la tabla 3 <sup>30</sup>.

La escala PEDro está compuesta de 11 criterios que analizan la legitimidad interna (criterio 1), la legitimidad externa (criterios 2-9) y la interpretabilidad (criterios 10-11) puntuados con un "SI" o un "NO" con un total de 10 puntos. Una investigación se considera relevante si tiene una puntuación igual o superior a 5 sobre 10 como lo describimos en la tabla 3 <sup>30</sup>.

## 4. Resultados

Los estudios científicos seleccionados para esta revisión bibliográfica han sido publicados entre el año 2007<sup>14</sup> y el año 2020<sup>16,33,34,35</sup> (figura 3).

El desarrollo de búsqueda y la selección de los artículos elegidos para nuestra revisión bibliográfica está descrito en la figura 3. Primero, dentro de las 3 bases de datos elegidas, hemos encontrado 1016 artículos científicos.

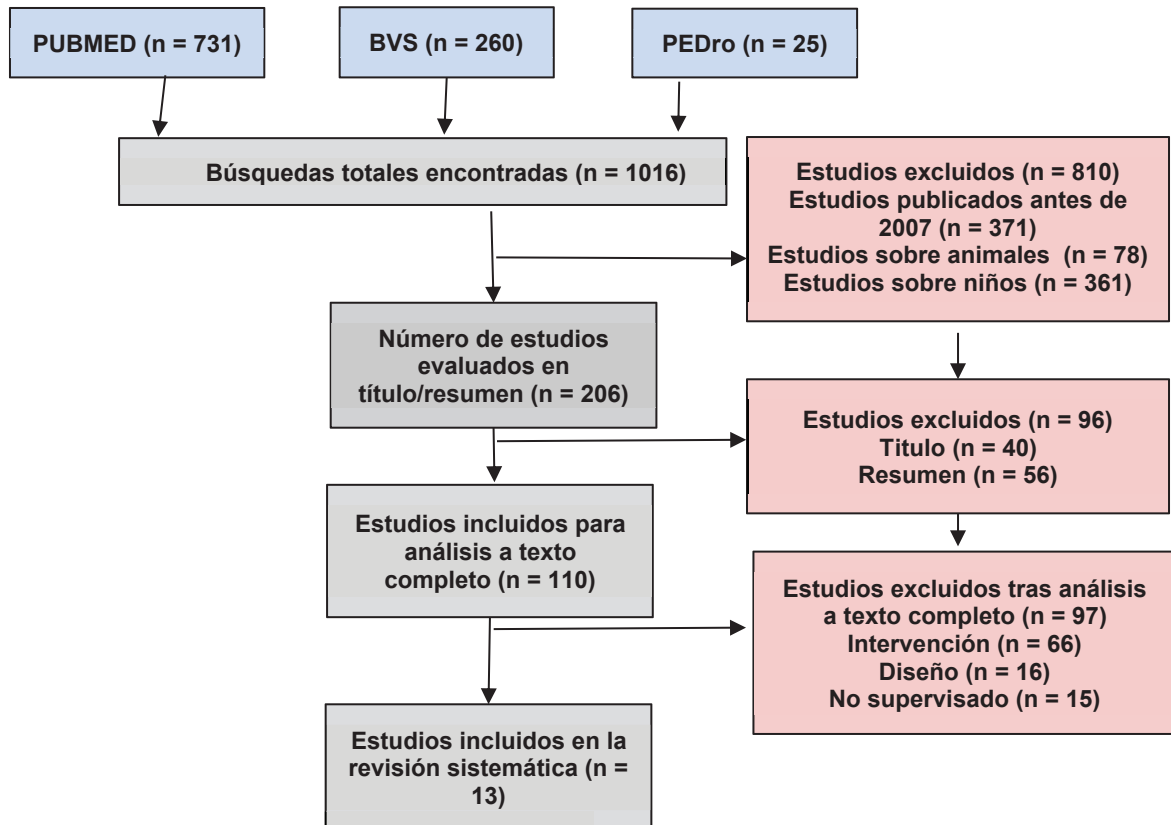


Figura 3: Diagrama de flujo de los resultados del proceso de búsqueda y selección de los estudios

[Fuente: Elaboración propia]

Dentro de estos artículos, hemos excluido 810 estudios que eran publicados antes de 2007 y/o que trataban de animales o de niños. Además, sobre los 206 estudios restantes, 96 han sido excluidos por poca pertinencia con el tema según el análisis preliminar del título y resumen. Así, quedan 110 estudios de los cuales 97 fueron excluidos tras un examen a texto completo. Tras este análisis, obtenemos 13 estudios en la revisión sistemática.

La valoración de los estudios según la escala PEDro refleja un rango de calidad metodológica entre 5<sup>1</sup> y 8<sup>9,16</sup> puntos sobre 10.

La media del número de participantes, en relación con todos los estudios agrupados es N=64 pacientes. El total de pacientes analizados en esta revisión es N = 429 en el grupo experimental (GE) y N = 364 en el grupo control (GC).

La mayoría de los ensayos clínicos incluyen un grupo control y un grupo experimental<sup>1,14,9,16,18,33,34,35,36,37,38,39</sup>; salvo uno que tenía dos grupos experimentales y un grupo control<sup>40</sup> y otro un grupo experimental y dos grupos de control<sup>13</sup>.

De cada artículo incluido en el análisis del trabajo, fueron extraídos los siguientes datos:

- La tabla 3 presenta las características de diseño de los estudios elegidos con la información de los autores y el año de publicación, el tipo de estudio, el objetivo principal del estudio y las variables con sus medidas instrumentales relacionadas.
- La tabla 4 contiene las características del accidente cerebrovascular y las muestras de cada estudio con la fase de la enfermedad, la severidad y el tipo de ACV y la muestra del GC, de GE y la muestra total de los grupos.
- La tabla 5 describe las características de la intervención; es decir el tipo de terapia robótica (unilateral/bilateral), la duración y frecuencia de la intervención, el tiempo de la sesión, el sistema robótico usado (efector final o exoesqueleto), el tipo de asistencia robótica (activa/activa-asistida/pasiva) y el orden de los segmentos tratados (proximal/distal).
- La tabla 6 presenta los tipos de tratamientos usados en los grupos, los resultados con los niveles de significancia y la conclusión general asociada a los resultados sobre el ensayo clínico realizado.
- Las tablas 7 a,b,c y d muestran los resultados detallados de cada variable estudiada con sus medidas instrumentales y la conclusión de cada estudio.
- La tabla 8 describe los resultados obtenidos a largo plazo después del tratamiento en las investigaciones que lo estudian.
- La tabla 9 expone la calidad metodológica de los estudios analizados según la escala PEDro.



Tabla 3: Características del diseño de los estudios elegidos. [Fuente: Elaboración propia]

Autores	Tipo de estudio	Objetivo principal del estudio	Variables
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	ECA	evaluar la efectividad de la TR en el MMSS en la fase temprana de la rehabilitación del ACV en comparación con la TC	<b>deficiencia motora</b> destreza participación AVD
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	ECA	determinar la efectividad de la TR adicionalmente de la fisioterapia y ergoterapia en comparación con la TC sumada a la fisioterapia y ergoterapia en la rehabilitación post ACV	función motora <b>tono muscular</b> <b>deficiencia motora</b> dolor
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	ECA	valorar los efectos de la TR en la función del MMSS en comparación con la TC en la fase aguda después de un ACV	<b>deficiencia motora</b> <b>tono muscular</b>
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	ECA	investigar si la TR puede reemplazar la TC para reducir el deterioro motor del MMSS en paciente con ACV, con la misma dosis	<b>deficiencia motora</b> <b>tono muscular</b> función sensitiva y cognitiva
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	ECA	evaluar la eficacia de la TR en contraste con la TC en el MMSS en pacientes con ACV durante la fase subaguda	<b>deficiencia motora</b> <b>tono muscular</b> incapacidad motora independencia función <b>fuerza muscular</b>
Orihuela-Espina et al.2016 <sup>38</sup>	ECA	examinar la efectividad de la TR en comparación con la TC para la rehabilitación motora de la mano después de un ACV	<b>deficiencia motora</b> prensión
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	ECA	Evaluar la terapia robótica con la terapia convencional y mejorar la deficiencia motora del brazo de los pacientes con ACV	<b>deficiencia motora</b> <b>tono muscular</b> <b>fuerza muscular</b> coordinación, destreza

Autores	Tipo de estudio	Objetivo principal del estudio	Variables
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	ECA	Comparar la terapia robótica con la terapia convencional a largo plazo en los pacientes con ACV subagudo	<b>deficiencia motora</b> <b>tono muscular</b>
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	ECA	Evaluar la efectividad de la terapia robótica temprana sobre el deterioro motor y la recuperación funcional en pacientes que tienen un ACV	<b>deficiencia motora</b> <b>fuerza muscular</b> incapacidad motora estabilidad y control tro <b>tono muscular</b>
Daunoraviciene et al.2018 <sup>1</sup>	ECA	Evaluar la recuperación funcional del brazo con la terapia robótica con pacientes que tienen un ACV	depresión función cognitiva <b>deficiencia motora</b> independencia funcio
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	multicentro ECA	Valorar si el robot MIME ayuda a la recuperación motriz en los pacientes con ACV durante la fase aguda en comparación con la terapia convencional	<b>deficiencia motora</b> <b>tono muscular</b> independencia funcio función motora
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	multicentro ECA	Evaluar la eficacia de la terapia robótica en el miembro superior utilizando 4 tipos de robots en comparación con la terapia convencional	<b>deficiencia motora</b> <b>fuerza muscular</b> función motora <b>tono muscular</b> dolor
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	ECA	Evaluar la eficacia de la terapia robótica en la mano en los pacientes que tienen un ACV	<b>fuerza muscular</b> <b>tono muscular</b>

Abreviaturas: ACE-R: Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised; ACV: accidente cerebrovascular; AVD: actividades de la vida diaria; A Research Arm Test; ADL: Activities of Daily Living; BBT: Box & Block Test; BI: Barthel Index; FAB;FAS; FAT;FMA; FM; FM-UL; FIM;GC: grupo miembro superior; TC: terapia convencional; TR: terapia robótica; N/D: no disponible

Tabla 4: Características de enfermedad y muestra. [Fuente: Elaboración propia]

<b>Autores</b>	<b>Fase de la enfermedad</b>	<b>Severidad del ACV</b>	<b>Tipo de ACV</b>	<b>Muestra GE</b>
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	aguda	moderada	isquémico o hemorrágico	23
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	aguda	moderada/severa	isquémico	16
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	subaguda	NRI	isquémico	26
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	subaguda	ligera/moderada	isquémico o hemorrágico	17
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	subaguda	moderada/severa	NRI	11
Orihuela-Espina et al.2016 <sup>38</sup>	subaguda	NRI	isquémico	9
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	subaguda	moderada/severa	isquémico o hemorrágico	25
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	subaguda	moderada/severa	isquémico o hemorrágico	25
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	aguda	ligera/moderada	isquémico, embólico o trombótico	17
Daunoraviciene et al.2018 <sup>1</sup>	aguda	NRI	isquémico o hemorrágico	17
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	aguda	NRI	NRI	36
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	subaguda	ligera/moderada/ severa	isquémico o hemorrágico	123
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	subaguda	NRI	isquémico o hemorrágico	120

Abreviaturas: ACV: accidente cerebrovascular; GC: grupo control; GE: grupo experimental; MMSS: miembro superior; TC: terapia convencional  
información

Tabla 5: Características de la intervención. [Fuente: Elaboración propia]

Autores	Tipo	Duración	Frecuencia	Tiempo de la sesión	Sistema robótico usado
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	NRI	9 semanas	GC : TC GE : TC (75%) + TR (25% :4 sesiones/semana)	45 minutos	REApplan 1: efector final
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	terapia robótica unilateral	3 semanas	GC:5 sesiones/semana GE:8 sesiones/semana (5 sesiones de 1h+ 3 sesiones de 30min)	GC: 1 hora GE: 1 hora+30 min	Gloreha: efector final
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	terapia robótica unilateral	6 semanas	5 sesiones/semana	45 minutos	MIT-Manus: exoesqueleto
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	terapia robótica unilateral	4 semanas	3 sesiones de terapia neurocognitiva/día para todos durante 15 días sobre un periodo de 4 semanas GE: 1 sesión/día de terapia neurocognitiva reemplazada por TR + 2 sesiones de terapia neurocognitiva/día	45 minutos	ReHapticKnob: efector final

Autores	Tipo	Duración	Frecuencia	Tiempo de la sesión	Sistema robótico usado
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	terapia robótica unilateral y bilateral	5 semanas	5 sesiones/semana	NeReBot: 2 sesiones/día: 4h/semana	NeReBot Accionamiento directo por cable
Orihuela-Espina et al.2016 <sup>38</sup>	terapia robótica unilateral	8 semanas	5 sesiones/semana	40 minutos-1 hora	Amadeo: efector final
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	terapia robótica unilateral y bilateral	4 semanas	2 sesiones/días	GC : 2 x30 TC del brazo GE : 30 minutos TR + 30 minutos TC/día +programa integral de rehabilitación	Bi-Manu-Track Reha-Digit Reha-Slide and Reha-Slide duo : efectores finales
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	terapia robótica unilateral	6 semanas	5 sesiones/semana	45 minutos	MIT-Manus: exoesqueleto
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	terapia robótica unilateral y bilateral	5 semanas	2 sesiones/semana (GC)	4h/semana (GE) 30 min/semana (GC)	NeReBot: Accionamiento directo por cable

Autores	Tipo	Duración	Frecuencia	Tiempo de la sesión	Sistema robótico usado
Daunoraviciene et al.2018 <sup>1</sup>	terapia robótica unilateral	2 semanas	5 sesiones/semana	GC = 30 min 35-60 min/día convencional reeducación GE= 30 min 30 min TR/día	Armeo Spring ortesis brazo: exoesqueleto
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	terapia robótica unilateral y bilateral	3 semanas	GC+GE1= 15 sesiones GE2= 30 sesiones	GC+GE1 (Robot-Lo)+ GE2 (Robot-Hi)= 1h/sesión	MIME: exoesqueleto
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	terapia robótica unilateral y bilateral	6 semanas	5 sesiones/semana	45 minutos	Motore Humanware; Amadeo, Diego tyromotion y Pablo tyromotion: efectores finales
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	terapia robótica unilateral	2 días	2 sesiones durante 2 días	5-10 minutos	Amadeo: efector final

Abreviaturas: GC: grupo control; GE: grupo experimental; NRI: No se reporta información; TC: terapia convencional; T

Tabla 6: Tipos de tratamientos y resultados obtenidos. [Fuente: Elaboración propia]

Autores	Tipos de tratamientos realizados	Resultados: Significativos o No significativos
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	<p><b>GC:</b> TC basada en las necesidades de los pacientes.</p> <p><b>GE: TC básico +</b> sesiones de TR con REAplan : reaprendizaje motor : repeticiones de movimientos de la mano parética con el robot.</p>	<p><b>Significativo</b> para <u>la destreza entre los grupos</u> (p=0,02)</p> <p><b>Significativo</b> para <u>la participación AVD entre los grupos</u> (p=0,011)</p> <p><b>Significativo</b> para <u>las tareas funcionales entre los grupos</u></p> <p><b>No significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> entre el <b>GC</b> y el <b>GE</b>(p=0,058)</p>
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	<p><b>GC:</b> Tareas motoras y funcionales incluido destreza y marcha , estiramientos, ejercicios de hombro y brazo.</p> <p><b>GE:</b>15 sesiones de TC de media hora : movilizaciones de los dedos de la mano ,reaprendizaje de los movimientos de “número”, “puño”, “pellizco”+ movimientos pasivos de flexión/extensión con el robot Gloreha</p>	<p><b>Significativo</b> para <u>la deficiencia motora en GE y GC</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>la función motora en GE y GC</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>el dolor en GE</u></p> <p><b>No significativo</b> para <u>el tono muscular en GE y GC</u></p>
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	<p><b>GC :</b> Programa de ejercicios con tareas funcionales , ejercicios de hombro y brazo ,estiramientos asistidos</p> <p><b>GE :</b> Tareas repetitivas con el robot MITManus : movimientos en el plano horizontal (aducción/abducción hombro, flexión/extensión del codo) asistido o no.</p> <p><b>GE+GC :</b> una sesión cotidiana de 3h con entrenamiento de la marcha y de la destreza de la mano.</p>	<p><b>Significativo</b> para <u>la deficiencia motora en los dos grupos</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>el tono muscular en el GE</u> salvo en el hombro durante las 3 primeras semanas</p>

Autores	Tipos de tratamientos realizados	Resultados: Significativos o No significativos
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	<p><b>GC</b> : Programa basado sobre los aspectos cognitivos(entender y memorizar la longitud de un objeto), motriz (movimientos antebrazo/mano/dedos) y sensoriomotores (por ejemplo : explorar objetos con los ojos ocultos : rigidez de esponjas) de los pacientes : 7 ejercicios propuestos.</p> <p><b>GE</b> : <b>Mismo programa que el GC +</b> una sesión por día con el apoyo del robot : el robot reproduce los objetos , las tareas se hacen de forma pasiva o activa.</p>	<p><b>No significativo</b> para <u>la deficiencia motora</u> entre <b>GE</b> y <b>GC</b></p> <p><b>No significativo</b> para <u>el tono muscular</u> entre <b>GE</b> y <b>GC</b> pero sí es <b>significativo</b> en el tiempo en los dos grupos</p>
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	<p><b>GC</b> : Sesiones de fisioterapia básica del MMSS: ejercicios propioceptivos, reeducación funcional, entrenamiento de la marcha, terapia ocupacional, mov pasiva y activa asistida movilización de la mano y la muñeca + Ejercicios solamente sobre el brazo parético de los pacientes durante 40 minutos.</p> <p><b>GE</b> : Tareas motoras con el robot NeReBot : movimientos de flexión y extensión, aducción y abducción, pronación y supinación, circular.</p>	<p><b>Significativo</b> para <u>la deficiencia motora</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>el tono muscular</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>la incapacidad motora</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>la independencia funcional</u></p> <p><b>Significativo</b> para <u>la fuerza muscular</u> (p&lt;0,05) para <b>los dos grupos</b> pero <b>No significativo</b> entre los grupos</p>
Orihuela-Espina et al.2016 <sup>38</sup>	<p><b>GC</b> : Terapia convencional : masajes, repeticiones de movimientos pasivos, ejercicios de fortalecimiento, ejercicios activos de pinzamiento y agarre palmar.</p> <p><b>GE</b> : Repeticiones de movimientos pasivos/activo-asistido-resistido/activo con el apoyo del robot(700 repeticiones/sesiones). Los pacientes realizaron 28 000 repeticiones al final del tratamiento.</p>	<p><b>Significativo</b> para <u>la deficiencia motora</u> en el <b>GE</b></p>



Autores	Tipos de tratamientos realizados	Resultados: Significativos o No significativos
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	<p><b>GC:</b> reaprendizaje motor sobre las tareas y entrenamiento enfocado sobre la deficiencia motora (repeticiones de los movimientos)</p> <p><b>GE:</b> movilización pasiva del brazo (hombro, codo, muñeca y dedos) para arreglar los acortamientos musculares y movimientos repetitivos aislados</p> <p><b>GE+GC:</b> programa de readaptación con fisioterapia para mejorar la movilidad, entrenamiento locomotor con equipamiento, terapia física y entrenamiento de AVD</p>	<p><b>No significativo</b> para la deficiencia motora entre los dos grupos</p> <p><b>Significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> en los dos grupos (<b>GE+GC</b>) (<math>p &lt; 0,0001</math>)</p> <p><b>No significativo</b> para el <u>tono muscular</u> entre y en los dos grupos</p> <p><b>No significativo</b> para la <u>fuerza muscular</u> entre el <b>GE</b> y el <b>GC</b></p> <p><b>Significativo</b> para la <u>fuerza muscular</u> en los dos grupos</p>
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	<p><b>GC:</b> sesiones de fisioterapia entre T0 y T1 con ejercicios individuales y una sesión cotidiana de entrenamiento del MMSS estiramientos asistidos, ejercicios (hombros+brazos), tareas funcionales</p> <p><b>GE:</b> tareas específicas con movimientos de hombro y de codo desde un objetivo central hacia 8 objetivos periféricos Los pacientes realizan 16 repeticiones de manera activa y 3 series de 320 repeticiones activas-asistidas Al final de cada serie asistida, los pacientes realizan 16 repeticiones activas</p> <p><b>GE+GC:</b> programa de reeducación individualizado entre T1 y T2 para mejorar la función motora: movilizaciones de los tejidos blandos y articulaciones, reeducación neuromuscular, restauración resistida progresiva...)</p>	<p><b>Significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> en el <b>GE</b> (<math>p &lt; 0,001</math>) y el <b>GC</b> (<math>p = 0,010</math>) y entre los dos grupos</p> <p><b>Significativo</b> para el <u>tono muscular</u> en el <b>GE hombro</b> (<math>p = 0,020</math>) y <b>GE codo</b> (<math>p = 0,027</math>)</p> <p><b>No significativo</b> para el <u>tono muscular</u> en <b>GC</b> y entre los dos grupos salvo después de 6 meses en el hombro</p>

Autores	Tipos de tratamientos realizados	Resultados: Significativos o No significativos
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	<p><b>GC:</b> exposición inicial igual que la del GE pero los pacientes realizan los ejercicios con el MMSS sano</p> <p><b>GE:</b> tareas motoras seguidas de un descanso; los pacientes realizan entre 5 y 7 series de ejercicios de 3 minutos cada uno seguido de un descanso</p> <p>Los pacientes efectúan 20 repeticiones en cada serie</p> <p>Los ejercicios son basados sobre los movimientos de flexión/extensión, pronación/supinación y aducción/abducción del hombro y codo</p> <p>Los movimientos realizados dependen del grado de deficiencia motora del paciente: cuando los pacientes tienen bastantes deficiencias motoras, los movimientos son simples con trayectorias simples, de manera pasiva con baja velocidad; pero cuando la deficiencia del paciente mejora, se realizan movimientos más complejos: movimientos circulares con velocidad más alta</p> <p><b>GE+GC:</b> readaptación convencional con la utilización de Bobath y ergoterapia</p>	<p><b>Significativo</b> para la <u>incapacidad motora</u> entre los <b>dos grupos</b> (<math>p &lt; 0,05</math>)</p> <p><b>Significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> en el hombro y codo <b>entre los dos grupos</b> (<math>p &lt; 0,05</math>)</p> <p><b>No significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> de la muñeca y de los dedos <b>entre los dos grupos</b></p> <p><b>Significativo</b> para la <u>fuerza muscular</u> del bíceps y de los deltoides entre <b>los dos grupos</b> (<math>p &lt; 0,05</math>)</p> <p><b>No significativo</b> para la <u>fuerza muscular</u> de los flexores de la muñeca <b>entre los dos grupos</b></p> <p><b>No significativo</b> para el <u>control del tronco</u> <b>entre los dos grupos</b></p> <p><b>No significativo</b> para el <u>tono muscular</u> <b>entre los grupos</b></p>
Daunoraviciene et al.2018 <sup>1</sup>	<p><b>GC:</b> reeducación funcional convencional de ergoterapia con ejercicios, actividades físicas, juegos activos de tablas</p> <p><b>GE:</b> tareas motoras de 5-7 series según el grado de deficiencia motora del paciente, seguidas de un pequeño descanso</p> <p>Los ejercicios se realizan sentados con una cintura para limitar los movimientos del tronco y evitar una posible caída.</p>	<p><b>No significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> <b>entre los dos grupos.</b></p> <p><b>Significativo</b> para la <u>función cognitiva</u> (<math>p = 0,008</math>) <b>entre el GE y el GC</b></p> <p><b>Significativo</b> para la <u>independencia funcional</u> (<math>p &lt; 0,031</math>) <b>entre los grupos</b></p> <p><b>Significativo</b> para el <u>ROM hombro y codo</u> <b>entre los grupos</b></p> <p><b>No significativo</b> para el <u>ROM muñeca</u> <b>entre los dos grupos</b></p>

Autores	Tipos de tratamientos realizados	Resultados: Significativos o No significativos
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	<p><b>GC:</b> movilización de los tejidos blandos y de las articulaciones, técnicas neuromusculares, resistencia progresiva aislada, ejercicios para mejorar las AVD. Exposición al robot durante 5 minutos en cada sesión sin la aplicación de fuerzas.</p> <p><b>GE:</b> ejercicios orientados en las tareas: movimientos simples bidimensionales y después movimientos más complejos tridimensionales</p> <p><i>GE1</i> :15 horas con Robot-Li + 15 horas de terapia convencional  <i>GE2</i> : 30 horas con Robot-Hi</p>	<p><b>No significativo</b> entre el <b>GE</b> (GE1+GE2) y el <b>GC</b> para el <u>tono muscular</u></p> <p><b>No significativo</b> para la <u>deficiencia motora</u> entre los dos grupos <b>GE y GC</b></p> <p><b>Significativo</b> para la <u>independencia funcional</u> después del tratamiento para el <b>GE2</b> con Robot-Hi en comparación con el <b>GC</b></p>
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	<p><b>GE:</b> tareas motoras y cognitivas, tratamiento vibratorio para mejorar la propiocepción de la mano con el entrenamiento de los dedos</p> <p><b>GC:</b> ejercicios orientados en las tareas (recoger un vaso o otro objeto) , ejercicios activos, activos-asistidos y pasivos, AVD, movilización articular y de los tejidos blandos, equilibrio y movilidad, fortalecimiento muscular</p> <p><b>GE+GC:</b> reeducación funcional durante 45 minutos, 6 veces/semana en el MMII y ergoterapia y/o terapia del lenguaje si fuera necesario</p>	<p><b>No significativo</b> en la <u>deficiencia motora</u> entre los grupos</p> <p><b>No significativo</b> para la <u>fuerza muscular</u> entre los grupos</p> <p><b>No significativo</b> a nivel del <u>tono muscular</u> entre los grupos</p> <p><b>No significativo</b> para el <u>dolor</u> entre los grupos</p>
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	<p><b>GE+GC:</b> 1° medición del ROM de cada dedo de cada paciente. 2° evaluación del tono muscular, de la espasticidad y de la fuerza muscular 3 veces para cada paciente con el robot Amadeo. La evaluación del tono muscular dura 5 segundos y sirve para medir la fuerza de base de los dedos.</p> <p>La evaluación de la espasticidad de los dedos se puede realizar con 3 velocidades distintas.</p> <p>La evaluación de la fuerza muscular permite medir la fuerza isométrica de cada dedo del paciente, no solamente la fuerza total de la mano.</p>	<p><b>Significativo</b> para el <u>tono muscular</u> (p=0,048) en el <b>GE</b></p> <p><b>Significativo</b> para la <u>espasticidad</u> en velocidad 1 (V1) en el <b>GC</b> (p=0,041)</p> <p><b>No significativo</b> para la <u>fuerza muscular</u> en ambos grupos</p>

Abreviaturas: ACV: accidente cerebrovascular; AVD: actividades de la vida diaria; GC: grupo control; GE: grupo experimental; MMSS: miembro superior; TR: terapia robótica

Según la tabla 3 que determina las características del diseño de los estudios elegidos:

- Todos los estudios son ensayos clínicos aleatorizados, 2 de estos son ensayos clínicos multicéntricos <sup>15,29</sup>.
- Todos los estudios tienen como objetivo evaluar la eficacia de la TR con o sin la TC sobre los pacientes con ACV.
- Dentro de los 13 artículos, 12 estudios se enfocaron sobre la deficiencia motora <sup>1,13,15,21,22,23,24,25,26,27,28,29</sup>, 10 sobre el tono muscular <sup>1,13,15,22,23,24,25,27,28,29,30</sup> y 5 sobre la fuerza muscular <sup>13,15,25,27,30</sup>.
- La calidad metodológica de los artículos varía entre 5 <sup>1</sup>, 6 <sup>13,15,25,26,28,29,30</sup>, 7 <sup>21,22,24,27</sup>, 8 <sup>23</sup> sobre 10 en la escala PEDro.

Según la tabla 4 que especifica las características de la enfermedad y tamaño de muestra :

- De los 13 estudios, 5 realizaron intervenciones sobre pacientes con ACV agudo <sup>1,13,21,22,29</sup> y 8 sobre pacientes con ACV subagudo <sup>15,23,24,25,26,27,28,30</sup>.
- Los estudios reclutaron pacientes con diferente severidad de la enfermedad (ligera, moderada y severa).
- 8 estudios trataron los dos tipos de ACV (hemorrágico e isquémico <sup>1,13,15,21,24,27,28,30</sup>), 3 se enfocaron sobre pacientes con ACV isquémico <sup>22,23,26</sup> y 2 no reportaron información <sup>25,29</sup>.
- Las muestras de pacientes varían entre 17 <sup>26</sup> y 247 participantes <sup>15</sup>.

Según la tabla 5 que describe las características de la intervención:

- Los robots son de tipo efector final <sup>15,21,22,24,26,27,30</sup> y el sistema robótico usado es unilateral <sup>1,22,23,24,26,28,30</sup> en 7 estudios sobre 13. En 4 estudios los robots son de tipo exoesqueleto <sup>1,23,28,29</sup> y 2 tienen un robot con un sistema de accionamiento directo por cable <sup>13,25</sup>.
- Además, 2 estudios utilizan únicamente una asistencia robótica pasiva <sup>1,22</sup>, 5 usan una asistencia activa-asistida <sup>13,21,23,25,28</sup> y 6 estudios utilizan los dos tipos <sup>15,24,26,27,29,30</sup>.
- Los segmentos tratados en los estudios varían aunque en la mayoría de ellos, el tratamiento se centra en las manos <sup>15,21,22,23,24,26,27,28,30</sup>.
- El tratamiento dura entre 2 <sup>1</sup> y 9 <sup>21</sup> semanas con sesiones de más o menos 45 minutos <sup>15,21,23,24,28</sup>.

Según la tabla 6 que describe los tipos de tratamientos :

- 3 estudios compararon el protocolo robótico al protocolo convencional <sup>1,26,28</sup>. 10 estudios combinaron las dos terapias <sup>6,13,15,21,22,23,24,27,29,30</sup>.
- En 6 estudios , el GE mejora mas que el GC <sup>1,13,21,23,26,28</sup> . En 7 estudios el GE la mejora es igual al GC <sup>15,22,24,25,27,29,30</sup> .

## 4.1 Resultados sobre la fuerza muscular

De los 13 artículos estudiados, 5 han aportado resultados sobre la fuerza muscular asociada al ACV.

Estos 5 artículos usan la escala MRC para valorar la fuerza muscular del brazo parético sobre una escala de 0 a 5 <sup>37,41</sup>.

El grado 0 corresponde a la ausencia de contracción muscular y el grado 5 a la fuerza muscular normal <sup>14</sup>.

Para evaluar músculos más débiles (grado 0-3) como los que tienen los pacientes después de un ACV, la escala MRC es más fiable y precisa una escala analógica <sup>41</sup>.

Los resultados relacionados con la fuerza muscular se muestran en la tabla 7a.

Tabla 7a: Resultados de los artículos científicos encontrados sobre la fuerza muscular. [Fuente: *Elaboración propia*]

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	<p style="text-align: center;"><b>GC</b> <b>MRC</b></p> <p>Pre (deltoídes): 3.0 (0.0-4.0) Pre (bíceps): 3.0 (2.0-4.0) Pre (tríceps): 3.0 (2.0-3.7) Pre (flexor de muñeca): 3.0 (0.5-3.7) Pre (extensor de muñeca): 3.0 (0.5-4.0)</p> <p>Post (deltoídes): 1.87 ± 1.10 Post (bíceps): 1.12 ± 0.60 Post (tríceps) : 1.25 ± 0.40 Post (flexor de muñeca): 1.70 ± 1.10 Post (extensor de muñeca): 1.75± 1.40</p> <p>A 3 meses (deltoídes): 1.50± 1.70 A 3 meses (bíceps): 1.00± 0.80 A 3 meses (tríceps): 1.25± 0.50 A 3 meses (flexor de muñeca): 1.25± 1.20 A 3 meses (extensor de muñeca): 1.00 ± 0.80</p>	<p style="text-align: center;"><b>GE</b> <b>MRC</b></p> <p>Pre (deltoídes): 3.0 (2.2-4.0) Pre (bíceps): 3.0 (2.2-4.0) Pre (tríceps): 3.0 (2.0-4.0) Pre (flexor de muñeca): 3.0 (0.2-4.0) Pre (extensor de muñeca): 3.0 (2.2-3.7)</p> <p>Post (deltoídes): 0.58 ± 0.90 Post (bíceps): 0.75 ± 0.60 Post (tríceps) : 0.85 ± 0.50 Post (flexor de muñeca): 0.83 ± 0.50 Post (extensor de muñeca): 0.83± 0.70</p> <p>A 3 meses (deltoídes): 1.00± 0.80 A 3 meses (bíceps): 1.00± 0.80 A 3 meses (tríceps): 1.00± 0.80 A 3 meses (flexor de muñeca): 1.66± 1.20 A 3 meses (extensor de muñeca): 1.50 ± 1.30</p>	S	<p>Observamos una diferencia S en el GE y el GC pero no entre los dos grupos. 3 meses después del tratamiento, el GE presenta más resultados S que el GC (ver tabla 9).</p> <p style="text-align: center;"><b>TR&gt;TC a largo plazo</b></p>
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	<p style="text-align: center;"><b>GC</b> <b>MRC (0-45)</b></p> <p>Pre: 8.9 ± 6.8 Post: 17.0 ±12.0 A 3 meses : 19.6± 13.8</p>	<p style="text-align: center;"><b>GE</b> <b>MRC (0-45)</b></p> <p>Pre: 6.4 ± 6.7 Post: 15.8 ± 11.1 A 3 meses: 17.6 ± 13.4</p>	S	<p>No hay diferencia S entre el GE y el GC pero sí que observamos una mejoría S en los dos grupos.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR=TC</b></p>

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	<p style="text-align: center;"><b>GC</b> <b>MRC</b></p> <p>Pre (deltoides): (0.0-3.0) Pre (bíceps): (0.0-3.2) Pre (flexores de muñeca): (0.0-3.0)</p> <p>Post (deltoides): 0.7 ±0.8 Post (bíceps): 0.9 ± 0.8 Post (flexores de muñeca): 2.0 ± 1.5</p> <p>A 3 meses (deltoides): 1.3 ± 1.1 A 3 meses (bíceps): 1.3 ± 1.3 A 3 meses (flexores de muñeca): 2.5 ± 1.1</p> <p>A 8 meses (deltoides): 1.5 ± 0.9 A 8 meses (bíceps): 1.5 ± 1.4 A 8 meses (flexores de muñeca): 2.1 ± 1.6</p>	<p style="text-align: center;"><b>GE</b> <b>MRC</b></p> <p>Pre (deltoides) 1.5 (0.0-2.0) Pre (bíceps): 2.0 (0.0-4.0) Pre (flexores de muñeca): 2.0 (0.0-3.5)</p> <p>Post (deltoides): 2.1 ± 1.1 Post (bíceps): 1.3 ± 1.3 Post (flexores de muñeca): 1.8 ± 1.3</p> <p>A 3 meses (deltoides): 2.7 ± 0.8 A 3 meses (bíceps): 2.1 ± 1.3 A 3 meses (flexores de muñeca): 2.3 ± 1.5</p> <p>A 8 meses (deltoides): 3.2 ± 1.1 A 8 meses (bíceps): 2.3 ± 1.7 A 8 meses (flexores de muñeca): 2.3 ± 1.7</p>	S	<p>Existe una diferencia S entre el GE y el GC salvo en la flexión de muñeca. A lo largo del tiempo, observamos una mejora más importante en el GE.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR&gt;TC a largo plazo</b></p>
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	<p style="text-align: center;"><b>GC</b> <b>MRC</b></p> <p>Pre (hombro): 1.6 (1.2-1.9) Pre (codo): 1.6 (1.2-2.0) Pre (muñeca): 1.5 (1.1-1.9)</p> <p>Post (hombro): 2.5 (2.2-2.9) Post (codo): 2.6 (2.2-3.0) Post (muñeca): 2.3 (1.9-2.7)</p> <p>A 3 meses (hombro): 3.0 (2.6-3.3) A 3 meses (codo): 3.3 (2.9-3.7) A 3 meses (muñeca): 2.7 (2.3-3.1)</p>	<p style="text-align: center;"><b>GE</b> <b>MRC</b></p> <p>Pre (hombro): 2.0(1.6-2.4) Pre (codo): 2.0 (1.6-2.4) Pre (muñeca): 1.7 (1.3-2.2)</p> <p>Post (hombro): 2.7 (2.3-3.1) Post (codo): 2.9 (2.5-3.3) Post (muñeca): 2.5 (2.1-2.9)</p> <p>A 3 meses (hombro): 3.1 (2.8-3.5) A 3 meses (codo): 3.3 (2.9-3.7) A 3 meses (muñeca): 2.9 (2.5-3.3)</p>	NS	<p>Los resultados no son S entre los dos grupos pero podemos ver una mejoría en el GE y el GC.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR=TC</b></p>
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	<p style="text-align: center;"><b>GC</b> <b>Fuerza muscular</b></p> <p>Test 1: (flexor muñeca): 91.4 (19.5) Test 1 (extensor muñeca): 29.4 (6.7)</p> <p>Retest (flexor muñeca): 92.5 (20.1) Retest (extensor muñeca): 29.8 (7.1)</p>	<p style="text-align: center;"><b>GE</b> <b>Fuerza muscular</b></p> <p>Test 1: (flexor muñeca): 22.1 (26.8) Test 1 (extensor muñeca): 5.7 (8.2)</p> <p>Retest (flexor muñeca): 21.5 (26.0) Retest (extensor muñeca): 5.9 (7.8)</p>	NS	<p>Entre los dos grupos no existen resultados S. Observamos una mejoría más importante en el GC.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR&lt;TC</b></p>

Abreviaturas: GC: grupo control; GE: grupo experimental; S: significativo; NS: no significativo; ACV: accidente cerebrovascular; MRC: Medical Research Council; MMSS: miembro superior

## 4.2 Resultados sobre la deficiencia motora

De los 13 artículos estudiados, 12 artículos se enfocan sobre la deficiencia motora 1,9,14,16,18,33,34,36,37,38,39,40.

La valoración se hace mediante el Fugl-Meyer Assessment (FMA) y el Motricity Index (MI) del miembro superior.

El FMA incluye 5 áreas <sup>32,42</sup> : la función motora y sensorial, el equilibrio, el rango de movimiento y el dolor en los pacientes que tienen un ACV con hemiplejía.

Durante la evaluación del miembro superior, las terapeutas valoran los movimientos, la coordinación y el reflejo de los músculos.

Se evalúa los puntos sobre una escala de 0 a 100, donde 0 significa que el paciente es totalmente hemipléjico y 100 que tiene una buena función motora <sup>32</sup>. En el miembro superior los puntos suben hasta 66 y en el miembro inferior hasta 34 <sup>32,42</sup>.

El MI valora también la deficiencia motora, se distingue 3 test diferentes : agarre de pinza, flexión del codo (90 grados) y abducción de hombro <sup>43</sup>.

Los resultados relacionados con la deficiencia motora se muestran en la tabla 7b.

Tabla 7b: Resultados de los artículos científicos encontrados sobre la deficiencia motora. [Fuente: *Elaboración propia*]

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	<p style="text-align: center;">GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 31.6 (27.0) Post: 42.4 (32.6) A 6 meses: 41.6 (34.5)</p>	<p style="text-align: center;">GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre:32.4 (25.4) Post:51.9 (30.9) A 6 meses: 57.1 (33.8)</p>	NS	<p>La diferencia entre los grupos es NS pero observamos una mejoría más notable en el GE.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR&gt;TC</b></p>
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	<p style="text-align: center;">GC Motricity Index</p> <p>Pre: 36.3 (37.4) Post: 51.1 (36.6) Media: 14.9 (2.6)</p>	<p style="text-align: center;">GE Motricity Index</p> <p>Pre: 30.6 (21.2) Post: 55.0 (19.6) Media : 24.4 (2.6)</p>	S	<p>Existe una diferencia S entre los dos grupos. Observamos una mejora más grande en el GE.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR&gt;TC</b></p>

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	<p style="text-align: center;">GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre : 20.33 ± 16.01 Mid : 22.30 ± 16.52 Post : 23.96 ± 17.51</p> <p style="text-align: center;">Motricity Index</p> <p>Pre : 30.30 ± 33.38 Mid : 35.78 ± 34.20 Post : 39.56 ± 35.10</p>	<p style="text-align: center;">GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre : 26.81 ± 11.43 Mid : 34.15 ± 12.49 Post : 35.46 ± 12.24</p> <p style="text-align: center;">Motricity Index</p> <p>Pre :43.88 ± 24.77 Mid : 53.77 ± 25.80 Post : 57.77 ± 24.22</p>	S	<p>Observamos resultados S entre los dos grupos. El GE mejora más que el GC.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR&gt;TC</b></p>
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	<p style="text-align: center;">GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre MMSS: 50.85 (15.00) Pre MN-MNO: 19.39 (6.20) Pre HC: 31.46 (8.95)</p> <p>Post MMSS: +6.85 (5.34) Post MN-MNO:+ 2.39 (1.81) Post HC:+ 4.46 (3.91)</p> <p>A 2 meses MMSS: +7.31 (5.68) A 2 meses MN-MNO:+ 2.54 (2.22) A 2 meses HC: +4.77 (4.46)</p> <p>A 6 meses MMSS: +8.08 (8.32) A 6 meses MN-MNO:+ 3.39 (3.62) A 6 meses HC: +4.69 (5.62)</p>	<p style="text-align: center;">GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre MMSS: 50.14 (12.50) Pre MN-MNO:17.86 (5.61) Pre HC: 32.29 (8.08)</p> <p>Post MMSS: +7.14 (5.72) Post MN-MNO: +2.93 (2.62) Post HC: +4.21 (4.14)</p> <p>A 2 meses MMSS: +7.79 (7.65) A 2 meses MN-MNO: +3.64 (3.25) A 2 meses HC: +4.14 (5.92)</p> <p>A 6 meses MMSS: +8.64 (7.42) A 6 meses MN-MNO:+3.64 (3.23) A 6 meses HC: +5.00 (5.68)</p>	NS	<p>No existe diferencia entre los dos grupos pero sí que mejoran los dos.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR=TC</b></p>
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	<p style="text-align: center;">GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre MMSS : 30.0 (4.5–39.2) Pre MN-MNO: 7.0 (0.0–11.5) Pre HC: 22.5 (4.5–27.5)</p> <p>Post MMSS : 13.87 ± 10.20 Post MN-MNO: 6.50 ± 3.60 Post HC: 7.37 ± 7.30</p> <p>A 3 meses MMSS : 14.21 ± 7.10 A 3 meses MN-MNO: 7.00 ± 1.10 A 3 meses HC: 7.21 ± 6.10</p>	<p style="text-align: center;">GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre MMSS: 30.5 (22.2–43.5) Pre MN-MNO: 10.5 (4.2–16.5) Pre HC: 22.0 (15.2–28.5)</p> <p>Post MMSS: 12.16 ± 8.30 Post MNMNO: 4.83 ± 4.70 Post HC: 7.33 ± 4.70</p> <p>A 3 meses MMSS: 12.50 ± 8.90 A 3 meses MN-MNO: 5.33 ± 5.90 A 3 meses HC: 7.16 ± 4.40</p>	NS	<p>Al final del tratamiento y después no hay diferencia S entre los dos grupos. 3 meses después, observamos resultados S en y entre los dos grupos salvo en el hombro y codo en el GC.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR≥TC</b></p>



Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Orihuela-Espina et al.2016 <sup>38</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre mano: 5.37 (2.77) Post mano: 6.87 (3.18)</p> <p>Motricity Index</p> <p>Pre: 16.00 (6.27) Post: 21.25 (6.01)</p>	<p>GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre mano: 3.44 (3.77) Post mano: 9.11 (4.07)</p> <p>Motricity Index</p> <p>Pre: 12.33 (8.91) Post: 24.33 (7.15)</p>	S	<p>Observamos una diferencia significativa en el GE.</p> <p><b>TR&gt;TC</b></p>
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 16.5 (9.8) Post : 31.1 (19.1) A 3 meses: 36.7 (21.8)</p>	<p>GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 14.6 (9.4) Post: 25.7 (16.5) A 3 meses: 31.3 (21.2)</p>	S	<p>GE y GC mejoran significativamente los dos.</p> <p><b>TR=TC</b></p>
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 24.0 (7.5; 38.3) Post: 23.0 (10.3; 44.3) A 6 meses: 31.0 (15.5; 39.3)</p>	<p>GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 32.0 (17.8; 38.0) Post: 43.0 (28.5; 48.0) A 6 meses: 45.0 (33.8; 50.0)</p>	S	<p>Los dos grupos mejoran significativamente al final del tratamiento pero sobre todo el GE. También se observa una diferencia S entre los grupos.</p> <p><b>TR&gt;TC</b></p>
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre HC: 6.0 (4.0–20.5) Pre MN-MNO: (0.0–3.5)</p> <p>Post HC: 7.5±9.5 Post MN-MNO: 2.8±2.6</p> <p>A 3 meses HC: 8.9±8.3 A 3 meses MN-MNO: 6.1±3.1</p> <p>A 8 meses HC: 10.5±13.1 A 8 meses MN-MNO: 5.8±3.8</p>	<p>GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre HC: 8.0 (4.7–15.0) Pre MN-MNO: (0.0–4.2)</p> <p>Post HC:12.8±5.5 Post MN-MNO: 3.0±2.6</p> <p>A 3 meses HC: 18.8±6.4 A 3 meses MN-MNO: 5.8±3.1</p> <p>A 8 meses HC: 20.0±7.8 A 8 meses MN-MNO: 6.0±3.2</p>	S	<p>Observamos una diferencia S entre los dos grupos para el hombro y el codo pero no en la muñeca y la mano. El GE mejora más que el GC a nivel del hombro y del codo.</p> <p><b>TR&gt;TC</b> para el hombro y el codo</p>

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Daunoraviciene et al.2018 <sup>1</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 32.06 ± 16.18 Post: 41.76 ± 15.41</p>	<p>GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 32.18 ± 16.53 Post: 45.17 ± 18.48</p>	NS	<p>No existe diferencia S entre los dos grupos pero sí que hay una mejora en los dos.</p> <p><b>TR=TC</b></p>
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 24.2 ± 4.8 Post: 14.0 ± 3.6 Post proximal: 8.8 ± 2.5</p> <p>A 6 meses A 6 meses: 15.3 ± 4.9 A 6 meses proximal: 8.1 ± 3.3</p>	<p>GE1 (Robot-Lo) Fugl-Meyer</p> <p>Pre : 26.7 ± 5.0 Post: 6.8 ± 1.9 Post proximal: 4.2 ± 0.8</p> <p>A 6 meses: 15.9 ± 3.5 A 6 meses proximal: 10.1 ± 2.0</p> <p>GE2 ( Robot-Hi) Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 19.0 ± 3.7 Post: 14.4 ± 3.6 Post proximal: 9.1 ± 2.5</p> <p>A 6 meses: 23.6 ± 5.8 A 6 meses proximal: 14.5 ± 3.6</p>	NS	<p>No hay diferencia S entre los 3 grupos. El GE2 (Robot-Hi) presenta una mejoría más grande que el GE1 y GC. De manera general el GE (GE1+GE2) tiene mejores resultados que el GC.</p> <p><b>TR&gt;TC</b></p>
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	<p>GC Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 21.1 (17.1 to 25.2) Post: 31.7 (27.2 to 36.1) A 3 meses: 37.7 (33.3 to 42.1)</p> <p>Motricity Index Pre : 32.6 (26.0 to 39.3) Post : 47.6 (40.7 to 54.4) A 3 meses: 59.4 (52.5 to 66.2)</p>	<p>GE Fugl-Meyer</p> <p>Pre: 25.9 (21.7 to 30.1) Post: 35.4 (30.7 to 40) A 3 meses: 39.8 (35.3 to 44.4)</p> <p>Motricity Index Pre : 38.8 (31.8 to 45.8) Post : 56.7 (49.4 to 63.9) A 3 meses : 64.0 (56.8 to 71.2)</p>	NS	<p>No encontramos diferencia entre los dos grupos pero podemos ver que mejoran los dos.</p> <p><b>TR=TC</b></p>

Abreviaturas: GC: grupo control; GE: grupo experimental; S: significativo; NS: no significativo; ACV: accidente cerebrovascular; MMSS: miembro superior, MN-MNO: muñeca-mano; HC: hombro-codo

### 4.3 Resultados sobre el tono muscular

Dentro de los 13 artículos estudiados, 10 han aportado resultados sobre el tono muscular relacionado al ACV.

De estos 10 artículos, 3 utilizan el Box and Block test (BBT) que mide la incapacidad de los miembros superiores <sup>6</sup> y todos usan la escala Modified Ashworth Scale (MAS) que sirve para medir la espasticidad muscular entre 0 y 4 grados <sup>44</sup>. El número 0 corresponde al no aumento del tono muscular y el número 4 corresponde a la rigidez en flexión o extensión <sup>44</sup>.

Los resultados relacionados con el tono muscular se muestran en la tabla 7c.

Tabla 7c: Resultados de los artículos científicos encontrados sobre el tono muscular. [Fuente: *Elaboración propia*]

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	GC MAS Pre: 0.1 (0.3) Post: 0.4 (0.7)	GE MAS Pre: 0.1 (0.3) Post: 0.6 (0.8)	NS	No observamos diferencia entre los dos grupos pero si que notamos una mejoría en los dos.  <b>TR=TC</b>
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	GC MAS Pre (hombro): 1.19 ± 1.0 Pre (codo): 0.85 ± 0.91  3 semanas (hombro): 1.19 ± 1.14 3 semanas (codo): 0.85 ± 0.91  Post (hombro): 1.15 ± 1.17 Post (codo): 0.93 ± 0.96	GE MAS Pre (hombro): 1.15 ± 1.16 Pre (codo): 1.12 ± 1.07  3 semanas (hombro): 0.81 ± 1.10 3 semanas (codo): 0.92 ± 1.02  Post (hombro): 0.73 ± 1.08 Post (codo): 0.73 ± 0.96	S	Hay una mejoría S en el GE salvo durante las primeras 3 semanas en el hombro. Los resultados no son significativos en el GC.  <b>TR&gt;TC</b>
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	GC BBT Pre: 15.15 (8.44) Post (T1): +12.85 (8.22) 2 meses (T2): +17.54 (13.39) 6 meses (T3): +19.92 (13.96)  MAS Pre: 2.15 (2.94) Post: -1.54 (2.91) 2 meses post: -1.31 (3.12) 6 meses post: -0.85 (3.69)	GE BBT Pre: 17.79 (9.67) Post (T1): +11.43 (6.60) 2 meses (T2): +13.50 (7.33) 6 meses (T3): +17.57 (10.91)  MAS Pre: 1.29 (1.77) Post (T1): +0.07 (2.37) 2 meses post: -0.21 (2.36) 6 meses post: -0.29 (2.56)	NS	Los resultados obtenidos entre los grupos no son diferentes pero sí que hay una mejoría en todos los dos grupos.  <b>TR=TC</b>

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	<p>GC BBT Pre: 8.5 (0-15.5) Post: 9.30± 5.30 3 meses : 15.20± 9.80</p> <p>MAS Pre:0.0 (0.0-0.3) Post: 0.50± 0.70 3 meses: 0.75± 1.20</p>	<p>GE BBT Pre: 8.5 (0-15.5) Post: 12.33± 7.00 3 meses: 17.32± 16.10</p> <p>MAS Pre:0.0 (0.0-0.3) Post: 0.83± 0.28 3 meses: 0.55± 0.80</p>	S	<p>Hay una mejoría S en el GE y el GC pero no hay diferencias entre los grupos para el BBT. También los dos grupos mejoran significativamente con MAS salvo el GC 3 meses después del tratamiento.</p> <p><b>TR≥TC</b></p>
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	<p>GC BBT Pre: 0.9 (1.6) Post: 14.7 (18.1) 3 meses: 19.2 (24.1)</p> <p>MAS Pre: 2.3 (3.4) Post: 2.4 (3.5) 3 meses: 2.8 (4.9)</p>	<p>GE BBT Pre: 0.2 (0.7) Post: 10.7 (14.8) 3 meses: 14.4 (19.3)</p> <p>MAS Pre: 2.6 (3.2) Post: 2.2 (2.8) 3 meses: 2.4 (3.1)</p>	NS	<p>La diferencia entre los grupos no es significativa. Hay una mejora del tono muscular en los dos grupos, sobre todo en el GC.</p> <p><b>TR=TC</b></p>
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	<p>GC MAS Pre (hombro): 1.0 (0.3-2.0) Pre (codo): 1.0 (0.0-1.8)</p> <p>Post (hombro): 1.0 (0.0-2.0) Post (codo): 1.0 (0.0-2.0)</p> <p>A 6 meses (hombro): 1.6 (1.0-2.0) A 6 meses (codo): 1.2 (1.0-2.0)</p>	<p>GE MAS Pre (hombro): 1.0 (0.0-2.0) Pre (codo): 1.0 (0.0-2.0)</p> <p>Post (hombro): 1.0 (0.0-1.3) Post (codo): 1.0 (0.0-1.0)</p> <p>A 6 meses (hombro): 0.9 (0.0-1.3) A 6 meses (codo): 1.0 (0.0-2.0)</p>	S	<p>Observamos una mejora S dentro del GE pero no es significativa en el GC ni entre los grupos.</p> <p><b>TR&gt;TC</b></p>
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	<p>GC MAS Pre: 0.0 (0.0-1.0) Post: 0.13± 0.9 A 3 meses 0.50± 0.5 A 8 meses 0.88± 1.4</p>	<p>GE MAS Pre: 0.0 (0.0-1.2) Post: 0.13± 1.4 A 3 meses 0.25± 1.4 A 8 meses 0.13± 1.4</p>	NS	<p>Hay una mejora en los dos grupos pero no significativa. Además los resultados no son diferentes entre los dos grupos.</p> <p><b>TR=TC</b></p>

Autores	Resultados		S/NS	Conclusión
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	<p style="text-align: center;">GC MAS</p> <p>Pre (ABD hombro): 0.4 (0.2-0.6) Pre (RI hombro): 0.5 (0.3-0.7) Pre (codo): 0.5 (0.3-0.7) Pre (muñeca): 0.4 (0.2-0.6)</p> <p>Post (ABD hombro): 0.5 (0.3-0.6) Post (RI hombro): 0.5 (0.3-0.7) Post (codo): 0.8 (0.5-1.0) Post (muñeca): 0.5 (0.3-0.7)</p> <p>A 3 meses(ABD hombro): 0.3 (0.1-0.5) A 3 meses(RI hombro): 0.5 (0.3-0.7) A 3 meses (codo): 0.9 (0.6-1.1) A 3 meses (muñeca): 0.6 (0.4-0.8)</p>	<p style="text-align: center;">GE MAS</p> <p>Pre (ABD hombro): 0.3 (0.1-0.5) Pre (RI hombro): 0.4 (0.2-0.6) Pre (codo): 0.6 (0.3-0.8) Pre (muñeca): 0.5 (0.3-0.7)</p> <p>Post (ABD hombro): 0.3 (0.2-0.5) Post (RI hombro): 0.4 (0.2-0.6) Post (codo): 0.6 (0.4-0.9) Post (muñeca): 0.6 (0.3-0.8)</p> <p>A 3 meses (ABD hombro): 0.4 (0.2-0.6) A 3 meses (RI hombro):0.5 (0.3-0.7) A 3 meses(codo): 0.8 (0.6-1.1) A 3 meses (muñeca): 0.5 (0.3-0.7)</p>	NS	<p>No existe diferencia entre los dos grupos. De manera general, no observamos mejoría importante en el GE y el GC.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR=TC</b></p>
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	<p style="text-align: center;">GC MAS</p> <p>Test 1: 0.12 (0.35) Retest: 0.31 (0.8)</p> <p>Tono muscular Test 1: -0.2 (0.4) Retest: -0.2(0.5)</p>	<p style="text-align: center;">GE MAS</p> <p>Test 1: 1.2 (1.6) Retest: 1.2 (1.5)</p> <p>Tono muscular Test 1: -12 (16.6) Retest: -13.9 (17.1)</p>	S	<p>La medición del tono muscular al reposo con el robot tiene buenos resultados. Así que puede servir para realizar una evaluación clínica en pacientes que han tenido un ACV</p>
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	<p style="text-align: center;">GC MAS</p> <p>Pre: 0.33±0.08</p> <p>Post: 0.11±0.10</p> <p>A 6 meses : 0.16±0.15</p>	<p style="text-align: center;">GE (GE1: Robot-Lo + GE2: Robot-Hi) MAS</p> <p>Pre (GE1): 0.44±0.10 Pre (GE2): 0.31±0.08</p> <p>Post (GE1): 0.0±0.06 Post (GE2): 0.19±0.09</p> <p>A 6 meses (GE1): 0.02±0.14 A 6 meses (GE2): 0.83±0.25</p>	NS	<p>No hay mejoría significativa entre los grupos salvo a 6 meses. El GE2 es decir el grupo con más horas de TR es el que mejora más.</p> <p style="text-align: center;"><b>TR≥TC</b></p>

Abreviaturas: ACV: accidente cerebrovascular; ABD: abducción;BBT: Box & Block Test; GC: grupo control; GE: grupo experimental; MAS: Modified Ashworth Scale; MMSS: miembro superior; NS: no significativo; RI:rotación interna; S: significativo; TC: terapia convencional; TR: terapia robótica; tto: tratamiento

Tabla 8: Resultados obtenidos a largo plazo después del tratamiento. [Fuente: Elaboración propia]

Artículos	Fuerza muscular	Tono muscular	Deficiencia motora
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	NRI	NRI	<b>6 meses</b> después del ACV: mejora en el GE pero no mejora en el GC NS entre los <b>dos grupos</b>
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	NRI	<b>2 y 6 meses</b> después del tto: MAS no mejora en los dos grupos pero BBT si que mejora en los dos NS con MAS <b>entre GE y GC</b> BBT es <b>S</b> entre T1 y T3	<b>2 y 6 meses</b> después del tto: mejora en los dos grupos NS entre los <b>dos grupos</b>
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	<b>3 meses</b> después del tto: <b>S</b> en el GE salvo en la muñeca NS en el <b>GC</b> salvo en el tríceps	<b>3 meses</b> después del tto: <b>S</b> en el GE NS en el <b>GC</b>	<b>3 meses</b> después del tto: <b>S</b> en el GE <b>S</b> en el <b>GC</b> salvo en el hombro y el codo
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	<b>3 meses</b> después del tto: <b>NS</b> entre los <b>dos grupos</b> <b>S</b> en los <b>dos grupos</b>	<b>3 meses</b> después del tto: <b>NS</b> entre los <b>dos grupos</b> <b>S</b> en los <b>dos grupos</b> con BBT	<b>3 meses</b> después del tto: <b>NS</b> entre los <b>dos grupos</b> <b>S</b> en los <b>dos grupos</b>
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	NRI	<b>6 meses</b> después del tto: <b>S</b> en el <b>GC</b> para el hombro <b>S</b> entre los <b>dos grupos</b> .	<b>6 meses</b> después del tto: <b>NS</b> en el GE y GC <b>S</b> entre los <b>grupos</b>
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	<b>6 meses</b> después del tto : <b>S</b> entre los <b>grupos</b> en el deltoides , bíceps salvo flexores de muñeca <b>8 meses</b> después del tto : <b>S</b> entre los <b>grupos</b> en el deltoides salvo bíceps y flexores de muñeca	<b>6 meses</b> después del tto : <b>NS</b> entre los <b>dos grupos</b> <b>8 meses</b> después del tto : <b>NS</b> entre los <b>dos grupos</b>	<b>6 meses</b> después del tto : <b>S</b> entre los <b>grupos</b> en el hombro y codo salvo la muñeca y la mano <b>8 meses</b> después del tto : <b>S</b> entre los <b>grupos</b> en el hombro y codo salvo la muñeca y la mano
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	NRI	<b>6 meses</b> después del tto : <b>S</b> entre <b>GE y GC</b>	<b>6 meses</b> después del tto: <b>NS</b> entre <b>GE y GC</b>
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	<b>3 meses</b> después del tto : <b>S</b> en los <b>grupos</b> pero <b>NS</b> entre los <b>grupos</b>	<b>3 meses</b> después del tto: <b>NS</b> en y <b>entre los grupos</b>	<b>3 meses</b> después del tto : <b>S</b> en los <b>grupos</b> pero <b>NS</b> entre los <b>grupos</b>

Abreviaturas: ACV: accidente cerebrovascular;BBT: Box & Block Test; GC: grupo control; GE: grupo experimental; MAS: Modified Ashworth Scale; NRI: No se reporta información; NS: no significativo; S: significativo; tto: tratamiento

Tabla 9: Calidad metodológica de los estudios analizados según la escala de PEDro. [Fuente: E

<b>Autores</b>	<b>Criterios de elegibilidad</b>	<b>Asignación aleatoria</b>	<b>Asignación oculta</b>	<b>Comparabilidad de la línea de base</b>	<b>Sujetos ciegos</b>	<b>Terapeutas ciegos</b>	<b>Asesores ciegos</b>	<b>Seguimiento adecuado</b>	<b>Análisis intertr</b>
Dehem et al.2019 <sup>18</sup>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	
Villafane et al.2018 <sup>36</sup>	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	
Sale et al.2014 <sup>9</sup>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	
Ranzani et al.2020 <sup>33</sup>	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	
Masiero et al.2011 <sup>37</sup>	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	
Orihuela-Espina et al.2016 <sup>38</sup>	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	
Hesse et al.2014 <sup>39</sup>	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	
Franceschini et al.2020 <sup>34</sup>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	
Masiero et al.2007 <sup>14</sup>	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	
Daunoraviciene et al.2018 <sup>1</sup>	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	
Burgar et al.2011 <sup>40</sup>	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	
Aprile et al.2020 <sup>16</sup>	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	
Germanotta et al. 2020 <sup>35</sup>	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	

La valoración de la calidad metodológica de los estudios según la escala PEDro se muestra en la tabla 9. En esta se puede observar un rango de calidad metodológica entre 5<sup>1</sup> y 8<sup>9,16</sup> puntos sobre 10, y ningún artículo alcanzó un puntuación igual o superior a 9. En todos los estudios, el aspecto más débil del diseño fue la falta de técnica de enmascaramiento (sujetos y fisioterapeutas ciegos), y los aspectos que si se cumplieron en todos fue la comparabilidad de la línea de base y entre grupos.



## 5. Discusión

Los resultados de esta revisión sistemática nos permiten aceptar la hipótesis que nos habíamos planteado, la cual presenta a la terapia robótica como una alternativa de tratamiento efectiva en la rehabilitación del miembro superior en las fases agudas y subagudas de los pacientes adultos que han tenido un ACV.

### 5.1 Efecto de la terapia robótica según las variables estudiadas

- Fuerza muscular

En cuanto al efecto de los diferentes robots, 9 robots fueron utilizados en los estudios que aportan resultados sobre la fuerza muscular <sup>14,16,35,37,39</sup>, y 5 presentan significativos sobre esta variable: el NeReBot, Bi-Manu-Track, Reha-Digit, Reha-Slide y Reha-Slide duo <sup>14,37,39</sup>.

Además, todos estos robots son efectores finales salvo en NeReBot. Así que podemos pensar que los efectores finales son más eficaces para mejorar la fuerza muscular. En efecto, los efectores finales presentes en las investigaciones pueden tener hasta 5 grados de libertad lo que podría explicar que exista una mejora significativa con estos robots. El NeReBot por su parte tiene 3 grados de libertad lo que permite al paciente realizar movimientos en un espacio tridimensional <sup>14,37</sup>. Así, gracias a este sistema, el paciente puede anticipar la trayectoria del movimiento y aumentar su contribución activa. Esa ventaja biomecánica por parte del NeReBot y de los efectores finales podría explicar la mejora de la fuerza muscular en comparación con un exoesqueleto. En efecto, por ejemplo el exoesqueleto MIT-Manus presenta únicamente 2 grados de libertad y por eso puede trabajar solamente en un plano horizontal <sup>9,34</sup>.

Además, todos los estudios que muestran resultados sobre la fuerza muscular tienen una puntuación de 6/10 <sup>14,37</sup> sobre la escala PEDro salvo uno que tiene un 7/10 <sup>39</sup> (tabla 9) con lo cual la confianza de los resultados para esta variable es baja.

Por otra parte, en 3 de los 5 estudios la terapia robótica y la terapia convencional muestran resultados significativos en esta variable <sup>14,37,39</sup>.

Así que podemos decir que la terapia robótica y la terapia convencional mejoran significativamente la fuerza muscular del miembro superior en pacientes convalecientes de un ACV agudo o subagudo.

- Tono muscular

Según los resultados obtenidos en las tablas 6 y 7c, los robots con asistencia robótica activa y activa-asistida aportan resultados sobre el tono muscular, es decir los robots MIT-Manus y NeReBot son los que permiten mejorar el tono muscular del miembro superior en pacientes que han sufrido de un ACV <sup>9,34,37</sup>. El NeReBot presenta resultados significativos en 1 estudio sobre 2 porque en el estudio de Masiero et al.<sup>14</sup> (2007), la terapia robótica es combinada a la terapia convencional mientras que en el segundo estudio <sup>37</sup>, una parte de la terapia convencional es sustituida por la terapia robótica. Así que en el caso del NeReBot, la terapia robótica muestra resultados significativos para la mejora del tono muscular en comparación con la terapia convencional.

Además, el importante número de repeticiones realizadas con el robot MIT-Manus podría explicar la mejora significativa del tono muscular. Efectivamente, sobre los 4 estudios que presentan resultados significativos sobre el tono <sup>9,34,35,37</sup>, 2 usan el MIT-Manus y muestran efectividad significativa en el grupo con terapia robótica pero no en el grupo con terapia convencional <sup>9,34</sup>. Además, el estudio de Sale et al.<sup>9</sup> (2014) tiene una puntuación de 8/10 en la escala PEDro lo que aumenta la confianza de sus resultados. También a largo plazo (6 meses después del tratamiento), el robot MIME <sup>40</sup> mejora significativamente el tono muscular con el GE2 (Robot-Hi) en comparación con el GE1 (Robot-Lo) que ha tenido una duración inferior de terapia robótica en comparación con el GE2 (tabla 8). Así que la duración del tratamiento con la terapia robótica y el número de repeticiones de los movimientos activos podrían tener una influencia sobre la mejora del tono. Como los robots MIME y MIT-Manus son exoesqueletos podemos pensar que los robots de este tipo son más eficaces que los efectores finales en la mejora del tono muscular.

Por otra parte, los robots que usan asistencia robótica pasiva: el GloReha, ReHapticKnob, Amadeo, Bi-Manu-Track, Reha-Digit, Reha-Slide, Reha-Slide duo, Motore Humanware, Pablo y Diego Tyromotion no permiten mejorar significativamente el tono muscular después del tratamiento <sup>16,33,36,39</sup>. Esos robots que son efectores finales, no tienen en cuenta los esfuerzos de los pacientes es decir que al contrario de la asistencia activa o activa-asistida, los robots con asistencia pasiva ejecutan los movimientos por sí solos. Así que el hecho de usar robots de tipo efector final con una asistencia pasiva no permite mejorar el tono muscular del miembro superior en pacientes con ACV.

Por otra parte, la terapia robótica de manera general parece ser superior que la terapia convencional para mejorar el tono muscular del miembro superior de los pacientes que han tenido un ACV. De hecho de los 10 estudios que aportan resultados sobre el tono muscular, 4 presentan resultados significativos <sup>9,34,35,37</sup>. De estas 4 investigaciones, 2 muestran una mejora significativa del tono con los grupos que han recibido un tratamiento robótico <sup>9,34</sup> y una muestra que la medición del tono muscular al reposo con el robot tiene buenos resultados <sup>35</sup>.

- Deficiencia motora

Dentro de los 8 robots que mejoran la deficiencia motora <sup>9,14,34,36,37,38,39</sup>, todos son de tipo efector final salvo el MIT-Manus <sup>9,34</sup> que es un exoesqueleto y el NeReBot <sup>14,37</sup> que funciona por accionamiento directo por cable. Podemos pensar que el tipo de sistema robótico usado (exoesqueleto o efector final) <sup>45</sup> está relacionado con la mejoría de la deficiencia motora. Además, aunque dos de los tres estudios que usan el robot MIT-Manus presentan resultados significativos para la deficiencia motora <sup>9,34</sup>, uno no lo muestra <sup>15</sup>. Esto puede confirmar la idea de que los exoesqueletos no mejoran la deficiencia motora del miembro superior en pacientes convalecientes de un ACV. Además, esto puede explicarse porque los ejes de las articulaciones de los exoesqueletos son similares a los ejes del cuerpo humano y por eso, ofrecen un mejor control de los miembros que los efectores finales <sup>22</sup>.

Por otra parte, 6 de los 12 estudios sobre la deficiencia motora aportan resultados significativos <sup>9,14,34,36,37,38,39</sup>. De estos 12, 6 muestran resultados significativos para la terapia convencional <sup>9,14,34,36,37,39</sup> y 6 muestran significativamente efectividad para la terapia robótica <sup>9,14,34,36,38,39</sup>. De modo que podemos decir que la terapia robótica parece tener igual de efectividad que la terapia convencional para mejorar la deficiencia motora del miembro superior en los pacientes que han tenido un ACV.

## 5.2 Tipo de robot mas efectivo en la rehabilitación del miembro superior

Al cuestionarnos cuál es el mejor robot para tratar el miembro superior de un paciente convaleciente de un ACV en fase aguda o subaguda, encontramos que de los 15 robots estudiados, uno solo presenta resultados significativos en las tres variables estudiadas (fuerza muscular, deficiencia motora y tono muscular): es el NeReBot <sup>14,37</sup>.

Así que podríamos decir que este robot es el mejor para tratar de forma integral el miembro superior de los pacientes convalecientes de un ACV; pero el NeReBot solo ha sido utilizado en 2 de los 13 estudios que hemos elegido <sup>14,37</sup>. También, los dos estudios tienen una puntuación de 6/10 en la escala PEDro lo que nos dice que estos resultados deben interpretarse con precaución. Además, estos dos estudios están relacionados entre sí. Efectivamente, durante el primer ensayo, los autores habían estudiado el robot asociado a la terapia convencional <sup>14</sup> mientras que en el segundo ensayo, el NeReBot sustituye la terapia convencional <sup>37</sup>. Con esta información, podemos decir que faltan estudios sobre este robot para afirmar que es lo más indicado.

Por otra parte, podríamos decir que el robot MIT-Manus es una segunda opción porque mejora la deficiencia motora y el tono muscular en dos de los tres estudios que lo utilizan <sup>9,34</sup>. El MIT-Manus es un exoesqueleto y por eso está más indicado en pacientes que presentan deficiencias

graves porque para su utilización no se necesitan importantes capacidades motrices por parte del paciente <sup>22</sup>.

Después, tenemos el robot Amadeo que muestra resultados significativos en la deficiencia motora y en el tono muscular en un estudio sobre los tres que lo presentan <sup>38</sup>. Este robot es un efector final así que sería más indicado para pacientes con deficiencias más ligeras <sup>22</sup>. También sirve de medición para el tono muscular al reposo. Así que puede servir para realizar una evaluación clínica en pacientes que han tenido un ACV.

En cuarta posición, hay 5 robots de tipo efector final que mejoran la deficiencia motora: el Bi-Manu-Track, Reha-Digit, Reha-Slide, Reha-Slide duo y el Gloreha <sup>36,39</sup>. Después, tenemos el robot exoesqueleto MIME <sup>40</sup> que mejora el tono muscular 6 meses después del tratamiento pero que presenta resultados no significativos justo después del tratamiento.

Por otro lado, hay 6 robots que presentan resultados no significativos <sup>1,16,18,33</sup>, estos son los robots Armeo Spring <sup>1</sup> y REAplan1 <sup>18</sup> que presentan resultados no significativos en la deficiencia motora, el robot Rehapticknob <sup>5</sup> nos muestra que la deficiencia motora y el tono muscular no mejoran significativamente; y los robots Motore, Pablo y Diego Tyromotion <sup>16</sup> muestran resultados no significativos para las tres variables. Como nuestro objetivo general era de determinar si la terapia robótica es efectiva para mejorar la deficiencia motora, la fuerza y el tono muscular en el miembro superior en pacientes convalcientes de un ACV agudo o subagudo; podemos decir que los robots Armeo Spring <sup>1</sup>, REAplan1 <sup>18</sup>, Rehapticknob <sup>5</sup>, Motore, Pablo Tyromotion y Diego Tyromotion <sup>16</sup> no son efectivos para el tratamiento de estos pacientes.

De forma general, dentro de los robots que son efectivos para la rehabilitación del miembro superior en los pacientes que han tenido un ACV, 6 sobre 8 robots son efectores finales <sup>16,35,36,38,39</sup>, lo que podría sugerir que estos robots son los más indicados en el tratamiento de los pacientes estudiados.

### 5.3 Terapia robótica vs terapia convencional

Para responder a nuestra problemática, es necesario observar los diferentes tratamientos establecidos. En el siguiente apartado, el objetivo será ofrecer una visión sobre los tipos de tratamientos utilizados en los artículos, omitiendo el tipo de robot utilizado o las variables elegidas.

- **Tratamiento robótico vs tratamiento convencional.**

En primer lugar, se encontraron 3 investigaciones que compararon el protocolo robótico al protocolo convencional <sup>1,34,38</sup>. Los 3 estudios utilizaron una terapia intensiva robótica con repeticiones de movimientos con asistencia pasiva, activa-asistida y activa. Este tipo de terapia tiene su utilidad en la mejora de la recuperación motora y funcional <sup>1</sup>.

En efecto, los 3 estudios demostraron la eficacia de la terapia robótica sobre la terapia convencional <sup>1,34,38</sup>. La diferencia de los resultados entre los grupos en los estudios puede ser debido al importante número de repeticiones realizadas en el tratamiento ; por ejemplo Orihuela et al. <sup>38</sup> (2016) propone efectuar 700 repeticiones de movimientos cada sesión. Franceschini et al. <sup>34</sup> (2020) propone el mismo tratamiento robótico que Sale et al. <sup>9</sup> (2014), donde los pacientes realizaron 16 repeticiones de movimientos activas del hombro y codo al principio y al final de cada sesión seguido de 3 series de 320 repeticiones asistidas. Por su parte Daunoravicienne et al. <sup>1</sup> (2018) propone ejercicios entre 5 y 7 ciclos pero como no sabemos precisamente el número de repeticiones realizadas, este ejemplo no es tan claro como el precedente.

Las 3 investigaciones que oponían la terapia robótica con la terapia convencional proponen protocolos robóticos muy parecidos, lo que cambia es el número de repeticiones de los movimientos elegidos por los autores (700 y 920 movimientos) <sup>1,34,38</sup>.

Además ,se debe tener con precaución los resultados de los tratamientos, los estudios tienen una nota entre 5/10<sup>1</sup> y 6/10 <sup>34,38</sup> en la escala PEDro.

Para concluir, sobre 3 estudios donde se oponen la TR de la TC, todos afirman la eficacia de la TR sobre la TC <sup>1,34,38</sup>. Sin embargo, este resultado debe tomarse con cautela porque hay únicamente 3/13 estudios que enfrentaron los dos tratamientos <sup>1,15,34,38</sup>, por eso podríamos preguntarnos si el tratamiento robótico puede ser realmente efectivo al sumarlo a un tratamiento convencional de aquí que, a continuación, se presenten estos resultados.

- **Tratamiento robótico combinado al tratamiento convencional**

- Tratamiento robótico combinado al tratamiento convencional : El grupo experimental (TR+TC) ha sido más efectivo que el grupo control (TC sola).

En segundo lugar, 10 estudios combinaron la terapia robótica con la terapia convencional <sup>6,9,14,16,18,33,35,36,39,40</sup>. Dentro de estos estudios, 3 demostraron la eficacia de los grupos experimentales sobre los grupos control <sup>9,14,18</sup>.

El protocolo robótico, estuvo enfocado sobre las repeticiones de movimientos con asistencia pasiva, activa o activa-asistida. En efecto Sale et al. <sup>9</sup> (2014) se implementaron un protocolo robótico que consiste en hacer 16 repeticiones de movimientos activas del hombro y codo al principio y al final de cada sesión seguido de 3 series de 320 repeticiones asistidas. Por su parte, Dehem et al. <sup>18</sup> (2019) propuso un tratamiento con 437 movimientos del brazo en cada sesión . En Masiero et al. <sup>14</sup> (2007), los pacientes tenían que hacer entre 5 a 7 ciclos de ejercicio con 20 repeticiones de movimientos cada ciclo en el hombro y codo en todos los planos. En estos 3 artículos, los grupos experimentales tienen resultados más significativos que los grupos control. En efecto, parece necesario realizar entre 140 y 437 movimientos en cada sesión para obtener una mejora con el TR <sup>9,14,18</sup>.

La efectividad de la TR puede ser debido a los diseños de los robots que permiten realizar más repeticiones que la TC y por lo tanto mejorar la fuerza muscular. Además, los pacientes pueden ver su evolución en la máquina, lo que les da más motivación a realizar los ejercicios y tener ayuda por parte del robot cuando es necesario <sup>14,18</sup>. Esto permite aumentar el ROM e intensificar los movimientos <sup>18</sup>. Los 3 estudios tienen 6/10 <sup>14</sup>, 7/10 <sup>18</sup> y 8/10 <sup>9</sup> sobre la escala PEDro, lo que podría confirmar la efectividad de los tratamientos.

Todos los grupos experimentales han recibido una terapia convencional diferente según los estudios. La combinación de la terapia convencional con la terapia robótica muestra más efectividad a la hora de tratar a los pacientes. Eso se explica por la diversidad de la TC que permite trabajar sobre todo el cuerpo con distintos métodos. Sale et al. <sup>9</sup> (2014) ofreció además de la TR, una sesión cotidiana de 3 horas de fisioterapia individualizada con entrenamiento de la marcha y destreza de la mano. Masiero et al. <sup>14</sup> (2007) propuso un programa de reeducación post ACV con sesiones de ergoterapia y Bobath.

También, se debían combinar la TR con la TC porque la alta intensidad de los ejercicios con el robot puede cansar muy rápidamente a los pacientes y, por lo tanto, desmotivarlos para seguir con sus tratamientos <sup>9</sup>. Además la ergoterapia parece ayudar en la rehabilitación de los pacientes, en efecto los 3 estudios utilizaron además de la fisioterapia, la terapia ocupacional. En los estudios donde los pacientes de los grupos experimentales y controles recibieron la misma dosis de TC, la mejoría en el estado de los pacientes de los GE se debería a la TR <sup>9,14,18</sup>.

- Tratamiento robótico combinado al tratamiento convencional : El grupo experimental (TR+TC) ha sido igual de efectivo que el grupo control (TC).

Primero 7 estudios fueron similares en sus dos protocolos, así la terapia robótica combinada con la terapia convencional no es mejor sino igual de efectiva que la terapia convencional por sí sola <sup>16,33,34,35,36,39,40</sup>.

En efecto, como lo hemos notado anteriormente, las repeticiones numerosas de movimientos con los robots permiten mejorar el estado físico de los pacientes. En efecto, dos artículos utilizaron varios robots para los protocolos terapéuticos con repeticiones de movimientos con el objetivo de trabajar todos los segmentos del brazo <sup>16,39</sup>. Segundo, los 3 tipos de asistencia presentes en los robots demuestran ser positivos en la recuperación motora en los pacientes con ACV <sup>16,33,34,35,36,39,40</sup>. Villafane et al. <sup>36</sup> (2018) es el único autor que utiliza el globo robótico Gloreha y donde el tratamiento se hace principalmente con asistencia pasiva.

Por otra parte, las terapias convencionales que sirvieron de combinación estuvieron centradas en las tareas motoras y funcionales, trabajando también el miembro inferior. En efecto los programas se focalizaron sobre el miembro inferior para asegurarse de tratar a los pacientes de

manera completa, se hicieron estiramientos, entrenamiento de la marcha, del equilibrio  
16,33,34,39,40

Ciertos grupos experimentales recibieron sesiones de fisioterapia y ergoterapia de 30 minutos  
16,36,40. En cuanto a los GC, se puede explicar su eficacia por los programas de tareas motoras  
muy completos de fisioterapia. En efecto, en el estudio de Burgar et al. <sup>40</sup> (2011), los grupos  
controles recibieron una reeducación neuromuscular, movilizaciones, trabajo del control postural  
y de coordinación. Aprile et al. <sup>16</sup> (2020) estableció también un programa con ejercicios pasivos,  
activos y con asistencia activa en las 3 articulaciones del miembro superior, también se hicieron  
movilizaciones, reaprendizaje de los movimientos básicos para mejorar la calidad de vida de los  
pacientes.

Aunque en ciertos estudios los GE han tenido resultados más significativos que los GC sobre  
diferentes variables estudiadas; de manera general, las dos terapias han mejorado el estado  
físico de los pacientes.

Para concluir, la TR combinada con la TC es igual de efectiva que la TC, en efecto los resultados  
muestran que 7/13 estudios han mostrado que los dos tratamientos empleados han sido efectivos  
6,16,33,35,36,39,40

## 6) Limitaciones

Nuestra revisión bibliográfica presenta algunas limitaciones que se describen a continuación:

- Las características de las intervenciones en cuanto a tipo, duración, frecuencia, tiempo de la sesión, tipo de sistema robótico usado, tipo de asistencia robótica, y orden de los segmentos tratados difieren según los estudios, lo que dificulta redactar las conclusiones de la revisión cuando comparamos las investigaciones entre sí.
- Pocos estudios ofrecen un análisis de la fuerza muscular, eso nos limita brindar conclusiones sobre la efectividad de los tratamientos en esta variable.
- A la hora de analizar los resultados de las variables, nos hemos dado cuenta que la mayoría de los estudios no presentan resultados sobre las tres variables elegidas. Esto limita la aplicación clínica de los resultados, ya que hay poca evidencia de la efectividad de la terapia asistida por robot en la recuperación integral del miembro superior.
- El gran número de robots utilizados en los estudios y la heterogeneidad de los tratamientos realizados en los grupos con terapia convencional, no nos permite determinar con precisión si la terapia robótica tiene más efectividad que la terapia convencional.
- Los estudios también son heterogéneos en cuanto a que los tratamientos propuestos se centran sobre distintas partes del miembro superior, y no solamente sobre una parte en concreto.
- Pese a que los resultados de los estudios muestran que la combinación de la terapia robótica con la terapia convencional parece tener un efecto superior o igual a la TC por sí sola, no fue posible discernir la mejor combinación de tratamiento (asistido o convencional) para la recuperación del miembro superior, ya que todos los grupos experimentales recibieron una terapia convencional diferente según los estudios.



## 7) Conclusión

1. Los estudios incluidos en la revisión utilizaron un tipo de tratamiento robótico. El objetivo de las intervenciones era de dicho tratamiento sobre la terapia convencional. En algunos estudios también se evaluó el efecto del tratamiento robótico por sí solo o combinado con una terapia convencional.
2. Esta revisión incluyó a 64 pacientes que tenían un ACV en fase aguda o subaguda. Además, en la mayoría de las investigaciones, los pacientes presentaban un ACV con una severidad moderada y de tipo isquémico.
3. La duración media de las sesiones con la terapia robótica era de 45 minutos con una frecuencia de 5 sesiones/semana durante 5 semanas. El sistema robótico usado era unilateral y de tipo efector final, según el orden de los segmentos tratados. Además, la asistencia robótica utilizada era sobre todo de tipo activa-asistida.
4. Dentro de los estudios, hasta 15 variables de resultados (principales y covariables) distintas fueron reportadas. Pero para alcanzar el objetivo de esta revisión, hemos elegido la fuerza muscular, el tono muscular y la deficiencia motora.
5. Los resultados de la funcionalidad del miembro superior con la terapia robótica combinada a la terapia convencional mostraron mejoría en 3 de los 13 estudios revisados <sup>1,9,14,18,34,38</sup>.
6. Concluimos que 6 estudios sobre 12 muestran la eficacia de la terapia robótica. De estos 6, en 4 la terapia robótica esta combinada a la terapia convencional.
7. Podemos concluir que los efectores finales son los tipos de robots más eficaces en la mejoría de la deficiencia motora después del tratamiento y de la fuerza muscular a lo largo del tiempo del miembro superior en pacientes convalecientes de un ACV en fase aguda o subaguda. En cuanto a la mejoría del tono muscular, los exoesqueletos son los robots más eficaces y el robot NeReBot es el único que muestra efectividad en la mejoría de la fuerza muscular a corto plazo.
8. Por último, los resultados de la escala PEDro, muestran que los estudios tienen rigor científico, sin embargo, ninguna alcanzó una puntuación de 9 sobre 10. En todos los estudios, el aspecto más débil del diseño fue la falta de técnica de enmascaramiento (sujetos y fisioterapeutas ciegos), con lo cual, los resultados de esta revisión deben tomarse con precaución.

## 8) Bibliografía

1. Daunoraviciene K, Adomaviciene A, Grigonyte A, Griškevičius J, Juocevicius A. Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients. *Technol Health Care [Internet]*. 2018 [citado el 30 de enero de 2022];26(S2):533–42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29843276/>
2. Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and treatment of stroke: Present status and future perspectives. *Int J Mol Sci [Internet]*. 2020 [citado el 30 de enero de 2022];21(20). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33076218/>
3. Bordoni B, Varacallo M. Anatomy, Head and Neck, Temporomandibular Joint. En: *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing; 2021.
4. Unnithan AKA, Mehta P. Hemorrhagic Stroke. StatPearls Publishing; 2021.
5. Hatem SM, Saussez G, Della Faille M, Prist V, Zhang X, Dispa D, et al. Rehabilitation of motor function after stroke: A multiple systematic review focused on techniques to stimulate upper extremity recovery. *Front Hum Neurosci [Internet]*. 2016;10:442. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442>
6. Anderson BW, Kortz MW, Al Kharazi KA. Anatomy, head and neck, skull. StatPearls Publishing; 2021.
7. Konan LM, Reddy V, Mesfin FB. Neuroanatomy, Cerebral Blood Supply. StatPearls Publishing; 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549894/>
8. Sethi D, Gofur EM, Munakomi S. Anatomy, head and neck, carotid arteries. StatPearls Publishing; 2021
9. Sale P, Franceschini M, Mazzoleni S, Palma E, Agosti M, Posteraro F. Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *J Neuroeng Rehabil [Internet]*. 2014 [citado el 30 de enero de 2022];11(1):104. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24946799/>
10. Hui C, Tadi P, Patti L. Ischemic Stroke. StatPearls Publishing; 2021.
11. Prasanna T, Forshing L. Acute Stroke. StatPearls Publishing; 2021.
12. Carpinella I, Lencioni T, Bowman T, Bertoni R, Turolla A, Ferrarin M, et al. Effects of robot therapy on upper body kinematics and arm function in persons post stroke: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil [Internet]*. 2020 [citado el 30 de enero de 2022];17(1):10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC6990497/>
13. Kuklina EV, Tong X, George MG, Bansil P. Epidemiology and prevention of stroke: a worldwide perspective. *Expert Rev Neurother [Internet]*. 2012 [citado el 30 de enero de 2022];12(2):199–208. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC4478589/>
14. Masiero S, Celia A, Rosati G, Armani M. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2007 [citado el 30 de enero de 2022];88(2):142–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17270510/>

15. Rodgers H, Bosomworth H, Krebs HI, van Wijck F, Howel D, Wilson N, et al. Robot assisted training for the upper limb after stroke (RATULS): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* [Internet]. 2019 [citado el 30 de enero de 2022];394(10192):51–62. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31128926/>
16. Aprile I, Germanotta M, Cruciani A, Loreti S, Pecchioli C, Cecchi F, et al. Upper limb robotic rehabilitation after stroke: A multicenter, randomized clinical trial. *J Neurol Phys Ther* [Internet]. 2020 [citado el 2 de febrero de 2022];44(1):3–14. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31834217/>
17. Yew KS, Cheng EM. Diagnosis of acute stroke. *Am Fam Physician* [Internet]. 2015 [citado el 30 de enero de 2022];91(8):528–36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25884860/>
18. Dehem S, Gilliaux M, Stoquart G, Detrembleur C, Jacquemin G, Palumbo S, et al. Effectiveness of upper-limb robotic-assisted therapy in the early rehabilitation phase after stroke: A single-blind, randomised, controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2019 [citado el 30 de enero de 2022];62(5):313–20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31028900/>
19. Fbsbx.com. [citado 26 de mayo de 2022]. Disponible en: [https://cdn.fbsbx.com/v/t59.2708-21/283708852\\_1477366102683293\\_3273723271060667985\\_n.pdf/accidente\\_cerebrovascular\\_desde\\_mirada\\_rehabilitador-with-cover-page-v2.pdf?\\_nc\\_cat=100&ccb=1-7&\\_nc\\_sid=0cab14&\\_nc\\_ohc=l5FYZokgjsEAX-nCAbd&\\_nc\\_ht=cdn.fbsbx.com&oh=03\\_AVLiap5Nv26ipa1k8wUhnMT0KDZs6yJdo7\\_DoIMuzD\\_RiA&oe=629113D5&dl=1](https://cdn.fbsbx.com/v/t59.2708-21/283708852_1477366102683293_3273723271060667985_n.pdf/accidente_cerebrovascular_desde_mirada_rehabilitador-with-cover-page-v2.pdf?_nc_cat=100&ccb=1-7&_nc_sid=0cab14&_nc_ohc=l5FYZokgjsEAX-nCAbd&_nc_ht=cdn.fbsbx.com&oh=03_AVLiap5Nv26ipa1k8wUhnMT0KDZs6yJdo7_DoIMuzD_RiA&oe=629113D5&dl=1)
20. Mikulik R, Wahlgren N. Treatment of acute stroke: an update. *J Intern Med* [Internet]. 2015;278(2):145–65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/joim.12387>
21. Rymer MM. Hemorrhagic stroke: intracerebral hemorrhage. *Mo Med* [Internet]. 2011 [citado el 30 de enero de 2022];108(1):50-4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21462612/>
22. Bertani R, Melegari C, De Cola MC, Bramanti A, Bramanti P, Calabrò RS. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Neurol Sci* [Internet]. 2017 [citado el 11 de abril de 2022];38(9):1561-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28540536/>
23. Molteni F, Gasperini G, Cannaviello G, Guanziroli E. Exoskeleton and end-effector robots for upper and lower limbs rehabilitation: Narrative review. *PM R* [Internet]. 2018 [citado el 11 de abril de 2022];10(9 Suppl 2):S174-88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30269804/>
24. Pignolo L. Robotics in neuro-rehabilitation. *J Rehabil Med* [Internet]. 2009 [citado el 18 de mayo de 2022];41(12):955-60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19841823/>
25. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet* [Internet]. 2011 [citado el 18 de mayo de 2022];377(9778):1693-702. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21571152/>
26. Chien W-T, Chong Y-Y, Tse M-K, Chien C-W, Cheng H-Y. Robot-assisted therapy for upper-limb rehabilitation in subacute stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *Brain Behav* [Internet]. 2020 [citado 20 de mayo de 2022];10(8):e01742. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32592282/>
27. Kim G, Lim S, Kim H, Lee B, Seo S, Cho K, et al. Is robot-assisted therapy effective in upper extremity recovery in early stage stroke? -a systematic literature review. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2017 [citado 20 de mayo de 2022];29(6):1108-12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.29.1108>

28. Nordin N, Xie SQ, Wünsche B. Assessment of movement quality in robot- assisted upper limb rehabilitation after stroke: a review. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2014 [citado 20 de mayo de 2022];11(1):137. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25217124/>
29. Cochrane.org. [citado el 11 de abril de 2022]. Disponible en: [https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/uploads/PRISMA\\_Spanish.pdf](https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/uploads/PRISMA_Spanish.pdf)
30. PEDro scale [Internet]. PEDro. 2016 [citado el 9 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>
31. Bevans R. Understanding P-values [Internet]. Scribbr. 2020 [citado el 21 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.scribbr.com/statistics/p-value/?msclkid=3dc6d2e9a94111ec88a3273f05f2d34a>
32. Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke [Internet]. Physiopedia. [citado el 18 de marzo de 2022]. Disponible en: [https://www.physio-pedia.com/Fugl-Meyer\\_Assessment\\_of\\_Motor\\_Recovery\\_after\\_Stroke?msclkid=f68c3357a6b111ec99c5c925b6b5dc01](https://www.physio-pedia.com/Fugl-Meyer_Assessment_of_Motor_Recovery_after_Stroke?msclkid=f68c3357a6b111ec99c5c925b6b5dc01)
33. Ranzani R, Lamercy O, Metzger J-C, Califfi A, Regazzi S, Dinacci D, et al. Neurocognitive robot-assisted rehabilitation of hand function: a randomized control trial on motor recovery in subacute stroke. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2020 [citado el 30 de enero de 2022];17(1):115. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32831097/>
34. Franceschini M, Mazzoleni S, Goffredo M, Pournajaf S, Galafate D, Criscuolo S, et al. Upper limb robot-assisted rehabilitation versus physical therapy on subacute stroke patients: A follow-up study. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2020 [citado el 30 de enero de 2022];24(1):194–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31987544/>
35. Germanotta M, Gower V, Papadopoulou D, Cruciani A, Pecchioli C, Mosca R, et al. Reliability, validity and discriminant ability of a robotic device for finger training in patients with subacute stroke. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2020 [citado el 21 de febrero de 2022];17(1):1. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC6942416/>
36. Villafañe JH, Taveggia G, Galeri S, Bissolotti L, Mullè C, Imperio G, et al. Efficacy of short-term robot-assisted rehabilitation in patients with hand paralysis after stroke: A randomized clinical trial. *Hand (N Y)* [Internet]. 2018 [citado el 30 de enero de 2022];13(1):95–102. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28719996/>
37. Masiero S, Armani M, Rosati G. Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: focused review and results of new randomized controlled trial. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2011 [citado el 30 de enero de 2022];48(4):355–66. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21674388/>
38. Orihuela-Espina F, Roldán GF, Sánchez-Villavicencio I, Palafox L, Leder R, Sucar LE, et al. Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *J Hand Ther* [Internet]. 2016 [citado el 21 de febrero de 2022];29(1):51-7; quiz 57. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26847320/>
39. Hesse S, Heß A, Werner C C, Kabbert N, Buschfort R. Effect on arm function and cost of robot-assisted group therapy in subacute patients with stroke and a moderately to severely affected arm: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2014 [citado el 30 de enero de 2022];28(7):637–47. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24452706/>
40. Burgar CG, Lum PS, Scremin AME, Garber SL, Van der Loos HFM, Kenney D, et al. Robot-assisted upper-limb therapy in acute rehabilitation setting following stroke: Department of Veterans Affairs multisite clinical trial. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2011 [citado el 2 de marzo de 2022];48(4):445-58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21674393/>

41. MRC muscle scale [Internet]. Ukri.org. [citado el 9 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.ukri.org/councils/mrc/facilities-and-resources/find-an-mrc-facility-or-resource/mrc-muscle-scale>
42. Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke [Internet]. Shirley Ryan AbilityLab. [citado el 18 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/fugl-meyer-assessment-motor-recovery-after-stroke?msclkid=f68bc28ba6b111ecbbb8c0cbb10619b>
43. Wordpress.com. [citado el 21 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://jcphysiotherapy.files.wordpress.com/2015/02/motricity-index-mi.pdf?msclkid=c4408886a93f11ec9c6c4e8f2efbc031>
44. Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale. 2022 [citado el 14 de marzo de 2022]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119459/>
45. Duret C, Grosmaire A-G, Krebs HI. Robot-assisted therapy in upper extremity hemiparesis: Overview of an evidence-based approach. *Front Neurol* [Internet]. 2019;10:412. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2019.00412>

## 9) Anexos

### Anexo 1: Escala de PEDro

#### Escala PEDro-Español

---

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

---

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

## **Anexo 2: Medical Research Council scale (MRC)**

### **Escala de fuerza muscular modificada del MRC (Medical Research Council)**

**0** Ausente: parálisis total.

**1** Mínima: contracción muscular visible sin movimiento

**2** Escasa: movimiento eliminada la gravedad.

**3** Regular: movimiento parcial sólo contra gravedad.

**3+** Regular +: movimiento completo sólo contra gravedad.

**4-** Buena -: movimiento completo contra gravedad y resistencia mínima. Buena: movimiento completo contra gravedad y resistencia moderada.

**4+** Buena +: movimiento completo contra gravedad y fuerte resistencia.

**5** Normal: movimiento completo contra resistencia total.

Fuente: Medical Research Council of the UK, Aids to the investigation of Peripheral Nerve Injuries, Memorando No.45. London, Pendragon House 1976;6-7.

## Anexo 3: Motricity Index (MI)

### The Motricity Index for Motor Impairment After Stroke

Overview: The Motricity Index can be used to assess the motor impairment in a patient who has had a stroke.

Tests for Each Arm:

(1) pinch grip: using a 2.5 cm cube between the thumb and forefinger

- 19 points are given if able to grip cube but not hold it against gravity
- 22 points are given if able to hold cube against gravity but not against a weak pull
- 26 points are given if able to hold the cube against a weak pull but strength is weaker than normal

(2) elbow flexion from 90° so that the arm touches the shoulder

- 14 points are given if movement is seen with the elbow out and the arm horizontal

(3) shoulder abduction moving the flexed elbow from off the chest

- 19 points are given when the shoulder is abducted to more than 90° beyond the horizontal against gravity but not against resistance

MRC Grade	MRC Score	Points for Pinch Grip	Points for Other Tests
no movement	0	0	0
palpable flicker but no movement	1	11	9
movement but not against gravity	2	19	14
movement against gravity	3	22	19
movement against resistance	4	26	25
normal	5	33	33

arm score for each side = SUM(points for the 3 arm tests) + 1

leg score for each side = SUM(points for the 3 leg tests) + 1

side score for each side = ((arm score for side) + (leg score for side)) / 2

Interpretation:

- minimum score: 0
- maximum score: 100

References:

Collin C Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. J Neurology Neurosurg Psychiatry. 1990; 53: 576-579.



## **Anexo 4: Modified Ashworth Scale (MAS)**

### **Escala de espasticidad de Ashworth modificada**

0: Tono muscular normal.

1: Hipertonía leve. Aumento en el tono muscular con “detención” en el movimiento pasivo de la extremidad, mínima resistencia en menos de la mitad de su arco de movimiento.

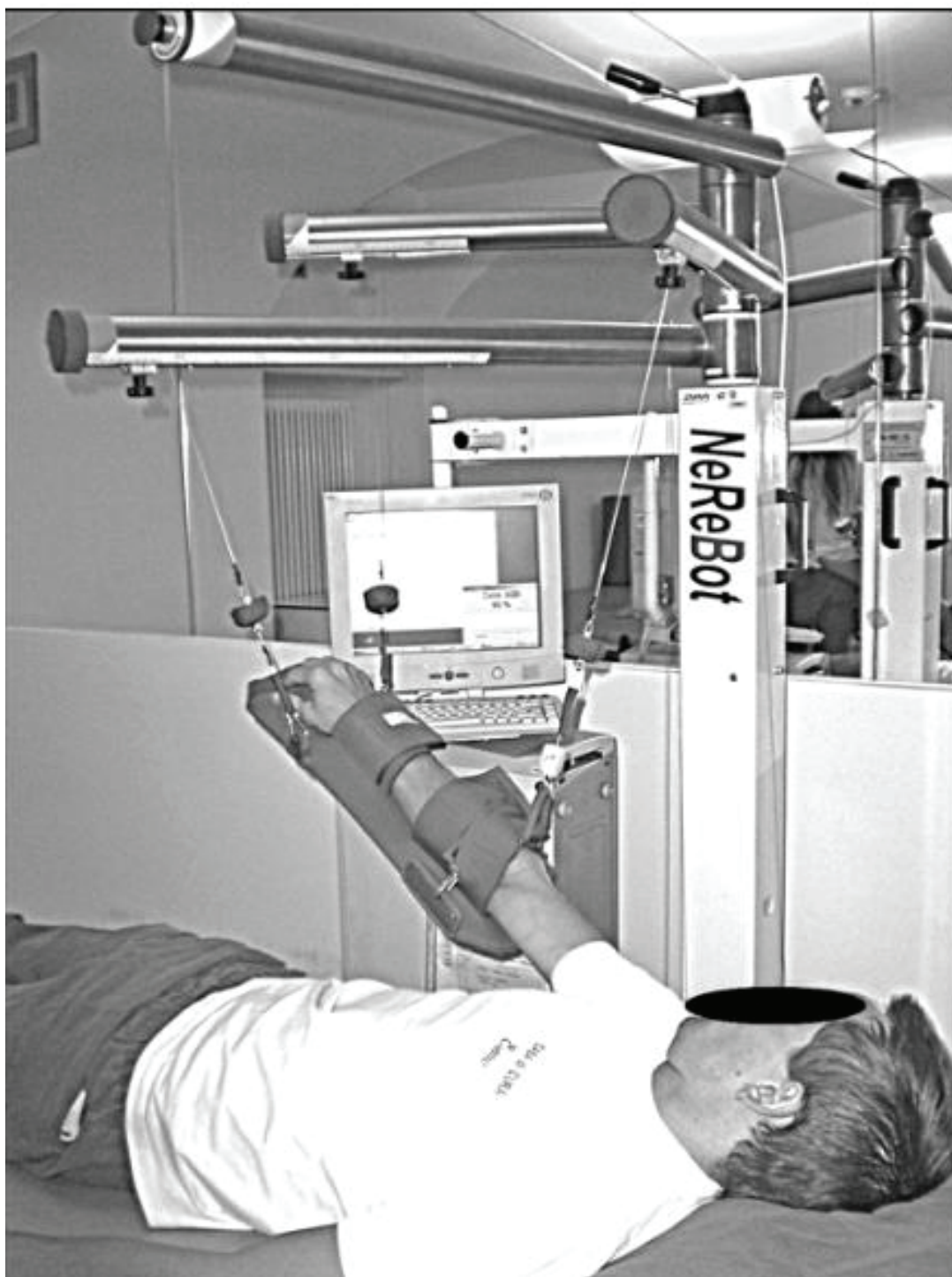
2: Hipertonía moderada. Aumento del tono muscular durante la mayor parte del arco de movimiento, pero puede moverse pasivamente con facilidad la parte afectada.

3: Hipertonía intensa. Aumento prominente del tono muscular, con dificultad para efectuar los movimientos pasivos.

4: Hipertonía extrema. La parte afectada permanece rígida, tanto para la flexión como para la extensión.

Fuente: Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis, Practitioner 1964;192:540-542.

**Anexo 5: Sistema de accionamiento directo por cable (NeReBot)**



## Anexo 6: Exoesqueleto (MIME)



## Anexo 7: Efecto final (ReHapticKnob)

